



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

JONAS ABREU DA SILVA

CENTRALIDADES REGIONAIS E EIXOS DE TRANSPORTE: Avaliação do potencial de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ

Rio de Janeiro

2022



Jonas Abreu da Silva

CENTRALIDADES REGIONAIS E EIXOS DE TRANSPORTE: Avaliação do potencial de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientadora: Gisele Silva Barbosa

Rio de Janeiro

2022

CIP - Catalogação na Publicação

S586c Silva, Jonas Abreu da
Centralidades regionais e eixos de transporte:
avaliação do potencial de desenvolvimento orientado
ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ /
Jonas Abreu da Silva. -- Rio de Janeiro, 2022.
150 f.

Orientadora: Gisele Silva Barbosa.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Urbana, 2022.

1. Estrutura urbana. 2. Centralidade. 3.
Mobilidade urbana. 4. Desenvolvimento orientado ao
transporte sustentável. I. Barbosa, Gisele Silva,
orient. II. Título.



CENTRALIDADES REGIONAIS E EIXOS DE TRANSPORTE: avaliação do potencial de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ

Jonas Abreu da Silva

Orientadora: Gisele Silva Barbosa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela banca:



Documento assinado digitalmente
GISELE SILVA BARBOSA
Data: 06/04/2022 17:36:08-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Presidente, Prof.^a Gisele Silva Barbosa, D. Sc., PEU/POLI/UFRJ

ROSANE MARTINS
ALVES:73506150782

Assinado de forma digital por
ROSANE MARTINS
ALVES:73506150782
Dados: 2022.04.05 19:41:52 -03'00'

Prof.^a Rosane Martins Alves, D. Sc., PEU/POLI/UFRJ

PABLO CESAR
BENETTI:71794794700
794700

Assinado de forma digital
por PABLO CESAR
BENETTI:71794794700
Dados: 2022.04.05
09:46:09 -03'00'

Prof.^o Pablo Cesar Benetti, D. Sc., PROURB/FAU/UFRJ

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Maria Socorro** e **Antonio Oliveira**, que sempre me apoiaram e incentivaram na minha caminhada de estudos e trabalho.

À minha esposa, meu amor e minha companheira, **Carolina Pinto**, pelo carinho, companheirismo e força nas horas mais necessárias.

À nossa futura filha, **Maria Alice**, tão esperada que, em breve, vai iluminar nossa família.

À minha orientadora, **Prof.^a Dr.^a Gisele Silva Barbosa**, pela orientação e suporte essencial para tornar possível a conclusão desta dissertação.

Aos meus amigos e ex-colegas de apartamento, **Reginaldo Braga** e **Vinicius Dória**, pela amizade, por me aguentarem diariamente e pelos conhecimentos passados em SIG, tão utilizados neste trabalho.

Ao **Escritório Técnico da Universidade (ETU-UFRJ)** que me deu suporte administrativo e pessoal para poder desenvolver esse trabalho de forma plena. Em especial, aos meus colegas de trabalho **Camila Madeira**, **Hugo Vargas**, **Rogério Leal** e **Ygor Moreira**, que me acompanharam e me incentivaram desde o início dessa jornada.

A **Deus**, pela saúde e força!

RESUMO

SILVA, Jonas Abreu da. **Centralidades regionais e eixos de transporte: avaliação do potencial de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ.** Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado) — Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

A pesquisa se desenvolveu a partir do estudo dos processos de centralização e expansão das cidades, que influenciaram na consolidação da estrutura urbana e no processo de metropolização das cidades contemporâneas, em especial na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A pesquisa bibliográfica apontou os principais desafios para mitigação dos problemas urbanos e apresentou a relação entre configuração do espaço urbano e condições de mobilidade urbana, bem como os benefícios da adoção do planejamento urbano alinhado aos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS). Nesse contexto, este trabalho avaliou a Área da Estação Ferroviária de Duque de Caxias por meio da Ferramenta de Avaliação de Projetos DOTS em Corredores de Transporte, a fim de verificar o potencial da Área de Estação para receber futuros investimentos em projetos de DOTS. A metodologia da avaliação utilizou ferramentas de SIG para analisar a área estudada. Os resultados obtidos demonstraram que a Área de Estação analisada possui alto potencial para a implantação de projetos de DOTS.

Palavras-chave: Estrutura urbana; Centralidade; Mobilidade urbana; Desenvolvimento orientado ao transporte sustentável.

ABSTRACT

SILVA, Jonas Abreu da. **Centralidades regionais e eixos de transporte: avaliação do potencial de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável em Duque de Caxias, RJ.** Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado) — Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

The research developed from study of centralization and expansion processes of cities, which influenced in consolidation of urban structure and metropolization process of contemporary cities, especially in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro. The literature review pointed out main challenges for mitigating urban problems and presented the relationship between urban space configuration and urban mobility conditions, as well as benefits adoption of urban planning aligned with principles of Transport Oriented Development (TOD). In this context, this work evaluated the Duque de Caxias Train Station Area through the *Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos DOTS em Corredores de Transporte* in order to verify the potential of Station Area to receive future investments for DOTS projects. The evaluation methodology used GIS tools to analyze the studied area. The obtained results showed that Station Area analyzed has high potential for implementation of DOTS projects.

Keywords: Urban structure; Centrality; Urban mobility; Transit Oriented Development Sustainable.

**CENTRALIDADES REGIONAIS E EIXOS DE TRANSPORTES: AVALIAÇÃO
DO POTENCIAL DE DESENVOLVIMENTO ORIENTADO AO TRANSPORTE
SUSTENTÁVEL EM DUQUE DE CAXIAS, RJ**

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2.	OBJETIVOS	17
1.2.1.	Objetivo geral.....	17
1.2.2.	Objetivos específicos	17
1.3.	METODOLOGIA	18
1.4.	RELEVÂNCIA DO TEMA	19
1.5.	ESTRUTURA	20
2.	CIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL	22
2.1.	ESTRUTURA URBANA.....	24
2.1.1.	Teoria das zonas concêntricas.....	24
2.1.2.	Teoria dos setores radiais	26
2.1.3.	Teoria dos núcleos múltiplos	28
2.1.4.	Modelos das cidades latino-americanas	30
2.2.	METROPOLIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO.....	35
2.3.	DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL.....	39
2.3.1.	Cidade compacta	43
3.	MOBILIDADE URBANA E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL ...	46
3.1.	MOBILIDADE URBANA.....	46
3.2.	MOBILIDADE SUSTENTÁVEL	50
3.2.1.	Acessibilidade e mobilidade sustentável	57
3.3.	DESENVOLVIMENTO URBANO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL (DOTS).....	64
3.3.1.	Conceitos DOTS	64
3.3.2.	Aplicação dos conceitos DOTS.....	67
3.3.3.	Metodologias de avaliação e planejamento DOTS.....	74
4.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	82

4.1.	TRAJETÓRIA RECENTE DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	82
4.1.1.	Planejamento e Centralidades na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	85
4.2.	MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS	88
4.3.	Área de estudo.....	92
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	97
5.1.	DETALHAMENTO DA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DOTS EM CORREDORES DE TRANSPORTE	97
5.2.	PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	108
5.2.1.	Base de dados dos Setores Censitários na Área de Estação	109
5.2.2.	Base de dados das Quadras na Área de Estação	112
5.2.3.	Base de dados de Uso do Solo na Área de Estação.....	113
6.	ANÁLISE E RESULTADOS.....	116
6.1.	DEFINIÇÃO E ANÁLISE DA PONTUAÇÃO DOS INDICADORES E MÉTRICAS	116
6.1.1.	Uso e ocupação do solo (UOS).....	116
6.1.2.	Infraestrutura de saneamento básico (SAB)	122
6.1.3.	Conectividade do espaço urbano (CON).....	125
6.1.4.	Condições de circulação para transportes ativos (ATV)	128
6.1.5.	Diversidade socioeconômica (DIV).....	132
6.2.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	134
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
	REFERÊNCIAS	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Evolução dos conceitos e escopos da mobilidade e planejamento	49
Tabela 02: Fatores de planejamento do uso do solo no planejamento de transportes	51
Tabela 03: Abordagens contrastantes para o planejamento de transportes	53
Tabela 04: Fatores que influenciam na acessibilidade	57
Tabela 05: Critérios e indicadores da metodologia de avaliação <i>TOD Index</i>	76
Tabela 06: Objetivos e indicadores do Padrão de Qualidade DOTS	78
Tabela 07: Resumo dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transportes	81
Tabela 08: Desempenho da ferramenta de avaliação de corredores de transportes	97
Tabela 09: Divisão da pontuação dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transportes	98
Tabela 10: Densidade demográfica	99
Tabela 11: Áreas monofuncionais ou incompatíveis	100
Tabela 12: Áreas residenciais com atividades complementares	100
Tabela 13: Áreas não edificadas ou subutilizadas	101
Tabela 14: Domicílios ligados à rede de abastecimento de água	102
Tabela 15: Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto	102
Tabela 16: Densidade das quadras	103
Tabela 17: Integração de sistemas de transporte de média e alta capacidade	103
Tabela 18: Elementos indutores de segregação física do espaço urbano	104
Tabela 19: Domicílios com calçada no entorno	105
Tabela 20: Domicílios com iluminação pública no entorno	105
Tabela 21: Domicílios com arborização no entorno	106
Tabela 22: Distribuição de renda das pessoas residentes na Área de Estação	107
Tabela 23: Associação das variáveis da base de dados dos setores censitários do IBGE	111
Tabela 24: Classes de usos adotadas pelo IPP-RJ	113
Tabela 25: Divisão da pontuação dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transportes	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Modelo das zonas concêntricas, Ernest Burgess (1925)	25
Figura 02: Modelo dos setores radiais de Homer Hoyt (1939)	27
Figura 03: Modelo dos núcleos múltiplos de Harris & Ullman (1945)	29
Figura 04: Modelos de cidades latino-americanas compacta e setorial	31
Figura 05: Modelo cidade latino-americana polarizada (1970)	32
Figura 06: Modelo cidade latino-americana fragmentada (2000)	34
Figura 07: Quadro de problemas urbanos das cidades latino-americanas	37
Figura 08: A acessibilidade, seus componentes e escalas de articulação entre transportes e usos do solo	58
Figura 09: Acessibilidade, e suas escalas espaciais, comprometida com a mobilidade sustentável	59
Figura 10: Escalas espaciais e seus requisitos em transportes e uso do solo	60
Figura 11: <i>Finger Plan (Egnsplan)</i> para Copenhague (1947)	68
Figura 12: <i>Concept Plan</i> para Singapura (1971)	69
Figura 13: Trinário de vias no corredor de BRT de Curitiba	72
Figura 14: Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro	82
Figura 15: Rede de transporte público de média e alta capacidade (TMA) na RMRJ	84
Figura 16: Centralidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro	86
Figura 17: Refinaria de Duque de Caxias (REDUC)	89
Figura 18: Divisão administrativa do município de Duque de Caxias	90
Figura 19: Distribuição percentual (%) das viagens originadas ou destinadas por município da RMRJ.....	91
Figura 20: Localização da Área de Estação no 1º Distrito de Duque de Caxias	92
Figura 21: Usos e equipamentos principais na Área de Estação de Duque de Caxias	93
Figura 22: Estação de trem de Duque de Caxias	93
Figura 22: Estação de trem de Duque de Caxias	94
Figura 24: Estrutura viária na Área de Estação de Duque de Caxias	94
Figura 25: Rodoviária de embarque e desembarque de ônibus de linhas municipais.....	95

Figura 26: Parada de embarque e desembarque de passageiros	95
Figura 27: Via exclusiva de pedestres (“calçada”)	96
Figura 28: Delimitação da Área de Estação de trem de Duque de Caxias	108
Figura 29: Recorte dos setores censitários dentro da Área de Estação	110
Figura 30: Recorte das quadras dentro da Área de Estação	112
Figura 31: Recorte das classes de uso do solo na Área de Estação	114
Figura 32: Densidade demográfica por setor censitário na Área de Estação	117
Figura 33: Áreas monofuncionais ou incompatíveis na Área de Estação	118
Figura 34: Áreas residenciais com atividades complementares na Área de Estação	119
Figura 35: Áreas não edificadas ou subutilizadas na Área de Estação	121
Figura 36: Percentual de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água por setor censitário na Área de Estação	123
Figura 37: Percentual de domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto por setor censitário na Área de Estação	124
Figura 38: Densidade de quadras na Área de Estação	126
Figura 39: Percentual de domicílios com calçadas no entorno por setor censitário na Área de Estação	129
Figura 40: Percentual de domicílios com iluminação pública no entorno por setor censitário na Área de Estação	130
Figura 41: Percentual de domicílios com arborização no entorno por setor censitário na Área de Estação	131
Figura 42: Índice de diversidade socioeconômica (HHI) por setor censitário na Área de Estação	133
Figura 43: Distribuição percentual (%) das faixas de renda na Área de Estação	137

LISTA DE SIGLAS

BRS	<i>Bus Rapid Service</i>
BRT	<i>Bus Rapid Transport</i>
CMIG	Câmara Metropolitana de Integração Governamental do Rio de Janeiro
CBD	<i>Central Business District</i>
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COMPERJ	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
DOTS	Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável
FIFA	<i>Fédération Internationale de Football Association</i>
FUNDREM	Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IETS	Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacional
IPCA	<i>Impedance Pedestrian Catchment Area</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPP	Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
ITDP	<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>
MEC	Ministério da Educação
NAU	Nova Agenda Urbana
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PDTU	Plano Diretor de Transportes Urbanos da RMRJ
PDUI	Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado

PIB	Produto Interno Bruto
PMU	Plano de Mobilidade Urbana
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RA	Região Administrativa
REDUC	Refinaria de Duque de Caxias
RIT	Rede Integrada de Transporte Coletivo de Curitiba
RM	Região Metropolitana
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TMA	Transporte público de Média e Alta capacidade
TOD	<i>Transit Oriented Development</i>
UE	União Europeia
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UMI	Unidade Metropolitana de Informação
UN-Habitat	<i>United Nations Human Settlements Programme</i>
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
WMATA	<i>Washington Metropolitan Area Transit Authority</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

$\%$	Percentual
Σ	Soma
CO_2	Dióxido de Carbono
<i>dom.</i>	Domicílios
<i>hab/ha</i>	Habitantes por hectare
<i>hab/km²</i>	Habitantes por quilômetro quadrado
<i>km</i>	Quilômetros
<i>km²</i>	Quilômetros quadrados
<i>m</i>	Metros

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

A formação do espaço urbano está associada a um ambiente moldado pela atração, reunião e concentração de atividades humanas. As cidades, enquanto local permanente de habitação e trabalho, se consolidaram a partir da comercialização do excedente da produção agrícola e da transformação de seus habitantes em consumidores. O estabelecimento dos centros urbanos como áreas de concentração de pessoas e de troca de mercadorias passou a ter predominância sobre as áreas rurais. Periferias, subúrbios, distritos industriais, estradas e vias expressas se expandiram e recobriram zonas agrícolas num fenômeno contínuo, transformando a paisagem rural em um espaço intensamente urbanizado (ROLNIK, 1995).

As áreas periféricas se configuram como ambientes dinâmicos de expansão na estrutura urbana, onde são formados os núcleos secundários de habitação e de serviços. Nessa estrutura urbana, esses centros são ambientes de fácil acesso e de oferta de bens e serviços localmente, porém dependentes da área central. Dessa forma, para que as áreas centrais não tenham sua infraestrutura sobrecarregada é necessário desenvolver as áreas periféricas para distribuir as atividades e assim aliviar o núcleo principal. Entender como potencializar as centralidades periféricas e descobrir o caminho a ser trilhado são importantes decisões a serem tomadas para configurar uma estrutura urbana mais equilibrada.

No caso do Rio de Janeiro a expansão urbana em direção à periferia ocorreu através da implantação da malha ferroviária, que teve papel fundamental no adensamento populacional tanto ao longo da ferrovia quanto no entorno de suas estações. Ao redor dessas estações formaram-se centralidades de comércio e serviços que, apesar de dinâmicos, apresentaram desde a sua formação uma carência de equipamentos públicos e infraestrutura urbana, além de uma grande dependência do centro metropolitano do Rio de Janeiro. Este, por sua vez, concentra a maior parte dos equipamentos públicos, infraestrutura e postos de trabalho da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Dessa maneira, o fortalecimento das centralidades encontradas na RMRJ, através da ampliação e qualificação da infraestrutura, dos equipamentos públicos e dos serviços, contribui para o estabelecimento de uma policentralidade da estrutura metropolitana. Para isso, é necessário que haja um planejamento direcionado aos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), no qual defende a promoção de modos de transporte público que apresentem acessibilidade, integração, frequência, pontualidade, conforto e tempo de deslocamento compatíveis com a realidade e necessidade de seus usuários (ITDP, 2017).

Assim, neste trabalho o Centro Regional de Duque de Caxias foi escolhido para ser analisado através da Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos de DOTS em Corredores de Transporte, desenvolvida pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, 2016) como metodologia de avaliação. Essa avaliação verificou as condições existentes, identificou os desafios e oportunidades, e o resultado da avaliação apontou a Área de Estação de Duque de Caxias como potencial centralidade a receber projetos de DOTS com o objetivo de contribuir para o fortalecimento de uma metrópole policêntrica.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem o objetivo geral de analisar a Área de Estação de trem inserida no Centro Regional de Duque de Caxias através da Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos DOTS em Corredores de Transporte (ITDP, 2016) para verificar o seu potencial em receber investimentos em projetos de DOTS. O estudo pretende promover um maior entendimento sobre os princípios de DOTS e como a sua aplicação contribui para a consolidação deste Centro Regional e para o fortalecimento da RMRJ policêntrica.

1.2.2. Objetivos específicos

- Investigar os processos de centralização e expansão ocorridos nas cidades, e verificar a relação com o processo de metropolização;

- Investigar os conceitos de mobilidade urbana alinhado aos princípios do desenvolvimento urbano sustentável;
- Discutir a importância da reestruturação urbana e o fortalecimento da policentralidade na periferia da RMRJ;
- Aplicar a Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos DOTS em Corredores de Transporte (ITDP, 2016) na Área de Estação de trem de Duque de Caxias para identificar as principais potencialidades e desafios para consolidação deste Centro Regional.

1.3. METODOLOGIA

O estudo desenvolvido neste trabalho utilizou a pesquisa exploratória para proporcionar maior familiaridade com os temas abordados. Esta pesquisa foi produzida em 2 etapas: a primeira teve o foco na pesquisa bibliográfica de autores já consolidados através de artigos, dissertações, teses e livros, que foram obtidos por indicação direta ou nas bases abertas como Google Acadêmico, Periódicos Capes, Base Minerva UFRJ e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações; já a segunda etapa utilizou a própria metodologia da Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos de DOTS em Corredores de Transporte (ITDP, 2016) para analisar a área de estudo de forma mais profunda para verificar a possibilidade de investimentos de DOTS na Área de Estação de Duque de Caxias.

A pesquisa bibliográfica investigou de forma dedutiva a produção acadêmica existente sobre os processos de centralização e descentralização nas cidades pós período industrial. Além disso, a pesquisa buscou entender como esses processos influenciaram na estrutura urbana e qual a sua relevância no processo de metropolização das cidades contemporâneas, em especial nas cidades latino-americanas. Nesse contexto, a pesquisa abordou como a reestruturação espacial aos moldes das megacidades contribuíram com o surgimento de uma série de problemas urbanos e do agravamento de práticas ambientais predatórias.

A revisão bibliográfica, também, apontou os principais desafios para mitigação dos problemas urbanos e apresentou como desdobramento a relação entre configuração do espaço urbano e condições de mobilidade urbana, bem como dos benefícios da adoção de planejamento urbano alinhado aos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS).

Foram apresentados, também, os princípios do DOTS e o detalhamento da metodologia utilizada na Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos de DOTS (ITDP, 2016).

Desta forma, foi realizada a caracterização da área de estudo a fim de reunir informações detalhadas e complementares à metodologia da ferramenta de avaliação utilizada. Esta etapa foi importante para entender melhor o contexto urbano e socioeconômico da área de estudo. Em seguida, foi aplicada a metodologia da ferramenta de análise na Área de Estação de trem de Duque de Caxias. Esta metodologia teve abordagem quantitativa baseada em dados, a partir de medição objetiva e quantificação dos dados em 5 indicadores e 13 métricas de performance, que verificaram se a Área de Estação tem potencial de receber projetos de DOTS.

1.4. RELEVÂNCIA DO TEMA

A ocupação do território compreendido pela Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) se consolidou através da expansão em direção à Baixada Fluminense e ao município de São Gonçalo. Essa expansão foi marcada pela desigualdade socioespacial e transformou o município do Rio de Janeiro no núcleo de maior atração pela população residente no território fluminense. Assim, as dinâmicas dos transportes e da mobilidade na RMRJ consolidaram uma estrutura espacial monocêntrica alimentada por uma periferia metropolitana de baixos níveis de desenvolvimento e de oferta de serviços básicos.

Nesse sentido, torna-se necessário o planejamento e ações que apontem para uma reestruturação do território metropolitano através do fortalecimento e integração espacial das múltiplas centralidades urbanas existentes. Assim, um cenário de policentralidade tem um potencial de fortalecer as áreas periféricas e reduzir as desigualdades da ocupação da metrópole fluminense. Dessa forma, em 2016, o Relatório de Centralidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro do IETS (2016) investigou diferentes centralidades que pudessem resultar no fortalecimento e transformação do espaço metropolitano da RMRJ.

Este estudo confirmou o domínio da polaridade da capital, mas verificou uma dinâmica interna na porção norte da RMRJ com 2 “âncoras” consolidadas nos municípios de Nova Iguaçu e Duque de Caxias. Dentre as centralidades encontradas nesses municípios, 3 delas estão em Du-

que de Caxias, que se relaciona de forma mais direta com o município do Rio de Janeiro através dos eixos de transportes. A centralidade de maior relevância em Duque de Caxias é o Centro Regional de Duque de Caxias, que se desenvolveu em torno da estação de trem homônima.

Este centro se consolidou a partir da concentração de atividades de comércio e de serviços que apresenta uma concentração de atividades econômicas e intensa circulação de pessoas. Dessa forma, o Centro Regional de Duque de Caxias foi escolhido neste trabalho pela importância regional e pelo potencial desenvolvimento de uma malha policêntrica da RMRJ. Assim, o fortalecimento dessa centralidade através de projetos de DOTS, representado aqui pelo trem, torna-se benéfico tanto ao município quanto à rede urbana da RMRJ mais equilibrada.

Os resultados obtidos através da aplicação da Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos de DOTS permitiram identificar os desafios e as potencialidades da centralidade analisada. Com base nesses resultados foi possível verificar que a Área de Estação tem o potencial para receber projetos de DOTS. Nesse sentido, foram feitas indicações de ações a serem feitas para a viabilização da aplicação desses projetos, e assim contribuir para a redução da dependência econômica dos municípios da RMRJ em relação ao Centro metropolitano do Rio de Janeiro.

1.5. ESTRUTURA

Este trabalho foi estruturado em 5 capítulos, além das seções de Introdução e Considerações Finais. A organização foi organizada a partir do estudo investigativo das relações entre cidade, mobilidade urbana e desenvolvimento urbano sustentável, que foram aprofundados conforme a necessidade para a escolha e aplicação da ferramenta de análise adotada.

Assim, o Capítulo 2 se debruçou no estudo da estrutura urbana a partir das teorias e possíveis modelos de centralização e descentralização ocorridos nas cidades pós período industrial. Foi apresentado o processo de metropolização das cidades e a relevância desse processo para a formação da cidade contemporânea, em especial das cidades latino-americanas.

No Capítulo 3, discutiu-se o desenvolvimento urbano sustentável sob a ótica da mobilidade urbana sustentável. Foram apresentados, também, os princípios do DOTS e o detalhamento da

metodologia utilizada na Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos DOTS em Corredores de Transporte (ITDP, 2016).

Já o 4º capítulo apresentou as características da área de estudo contextualizando a sua formação e influência na consolidação da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Foi apresentado, também, o processo de descentralização e formação das centralidades da periferia fluminense, a partir da expansão da linha férrea.

No Capítulo 5 foram apresentados os materiais e métodos para a realização do estudo de caso e no 6º capítulo foram descritas as análises e os resultados referentes aos estudos da Área de Estação de trem de Duque de Caxias seguindo a metodologia da Ferramenta de Avaliação de Potencial de Projetos DOTS em Corredores de Transporte (ITDP, 2016).

Nas Considerações Finais foi dado um panorama da relevância deste trabalho e foram apresentadas as limitações da ferramenta de avaliação para aplicação dos princípios DOTS na Área de Estação estudada.

2. CIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

A consolidação da cidade moderna, resultado do processo de industrialização iniciado ainda no século 18, trouxe transformações econômicas, sociais, tecnológicas e políticas aos centros urbanos. Aos poucos esses centros se inseriram no contexto de produção e reprodução das relações mediadas pelo consumo. Seja pela circulação de mercadorias, seja pelo consumo do centro urbano enquanto local de reunião das pessoas (LEFEBVRE, 2008; BARRETO, 2010).

A partir da Revolução Industrial, o processo de mecanização aliado às inovações técnicas contribuiu para o surgimento das ferrovias, que se tornaram o meio de transporte mais rápido e eficiente, responsável pela ligação entre as cidades de maneira mais consolidada. Dessa forma, a construção de estações na periferia e na área central das cidades fez surgir novos polos de atração e de circulação de pessoas no entorno dessas estações. Esses locais se tornaram importantes para a gestão da vida econômica e dos transportes, consolidando o processo de suburbanização das cidades (BARRETO, 2010).

Para Corrêa (1999), a área central passou a ser o *locus* das principais mudanças ocorridas na cidade. Constituiu-se como ponto de articulação e de concentração das atividades econômicas (comerciais e industriais), das sedes das principais empresas e instituições do Estado, do intenso uso diurno da população em detrimento do uso noturno. Além de ser tornar a área de convergência do tráfego urbano. Assim, essas áreas se apresentaram com uma maior densificação em relação ao restante da cidade, que ao final do século 19, passaram a se destacar na paisagem urbana como áreas verticalizadas.

O fato do transporte sobre trilhos se tornar o meio de transporte mais rápido e eficiente da época, facilitou o acesso ao mercado consumidor e às fontes de matérias-primas. Estas facilidades, por um lado, proporcionaram benefícios às empresas instaladas nas áreas centrais pela proximidade aos terminais de transporte, mas por outro lado, trouxe como resultado o aumento dos preços da terra e dos imóveis. Nesta lógica, com o passar do tempo, apenas as empresas que foram capazes de transformar os custos elevados com aluguéis em lucros maximizados conseguiram se manter nessas áreas (CORRÊA, 1999).

Dessa forma, as limitações espaciais encontradas nas áreas centrais e o processo acelerado de densificação das cidades contribuíram para a ocupação de empresas e indústrias em direção às áreas periféricas. Dentre os fatores mais relevantes nesse movimento se destacam: o baixo custo das terras livres, a infraestrutura já implantada, o acesso aos transportes, a proximidade com a força de trabalho e a possibilidade do controle de uso das terras (CORRÊA, 1999).

Esse processo de descentralização transformou as áreas periféricas em um ambiente propício, tanto para o crescimento demográfico, ao gerar o interesse dos proprietários fundiários e promotores imobiliários, quanto para as empresas, ao criarem filiais nessas áreas. A continuidade desse processo foi facilitada pelo desenvolvimento dos meios de transportes flexíveis como ônibus, caminhão e automóvel, que adicionou mais autonomia à população residente em relação ao sistema de transporte sobre trilhos (CORRÊA, 1999).

No processo de descentralização, ou de desconcentração como Gottdiener (1993) afirmou, a cidade guiada pela ordem econômica capitalista se tornou progressivamente policêntrica, o que ocorreu cedo nas grandes cidades europeias, como Paris e Londres. A área central passou a competir com outros centros emergentes de menor influência, configurando um processo de fragmentação e de hierarquização entre as áreas da cidade. Nessa estrutura urbana, os centros secundários se afirmaram como espaços de fácil acesso, servindo a população de bens e serviços ao reduzir os deslocamentos até a área central (BARRETO, 2010).

A partir do século 20, o processo da urbanização dispersa modificou a estrutura urbana para um sistema pluriarticulado de produção, de infraestrutura e de serviços, que contribuiu para a formação das atuais regiões metropolitanas. Foi iniciado um processo de organização espacial com ligações hierarquicamente estruturadas à lógica do sistema global, como a acumulação de capital e a nova divisão internacional do trabalho. Somado a isso, as dinâmicas populacionais corresponderam a formas de ocupação do território metropolitano caracterizadas pela periferização habitacional, que resultaram em municípios-dormitórios e condomínios fechados (GOTTDIENER, 1993; BARRETO, 2010). No Brasil, isso resultou em uma sociedade altamente estratificada, onde as áreas urbanizadas de qualidade são poucas e muito concentradas, principalmente nas maiores regiões metropolitanas do país.

Nesse sentido, a cidade contemporânea é o resultado das mudanças ocorridas na configuração urbana, desde o processo de concentração das áreas centrais, passando pela expansão urbana rumo à periferia, até chegar à consolidação das regiões metropolitanas polinucleadas. Assim, estudos se debruçaram a respeito dessas sucessivas adaptações em busca de padrões de regularidade que pudessem explicar esse fenômeno urbano. Dentre eles foram destacados alguns modelos descritos na próxima sessão, que estudaram a estrutura urbana das cidades através das diferentes ações desempenhadas pelas classes sociais na definição da sua localização e do valor do uso do solo.

2.1. ESTRUTURA URBANA

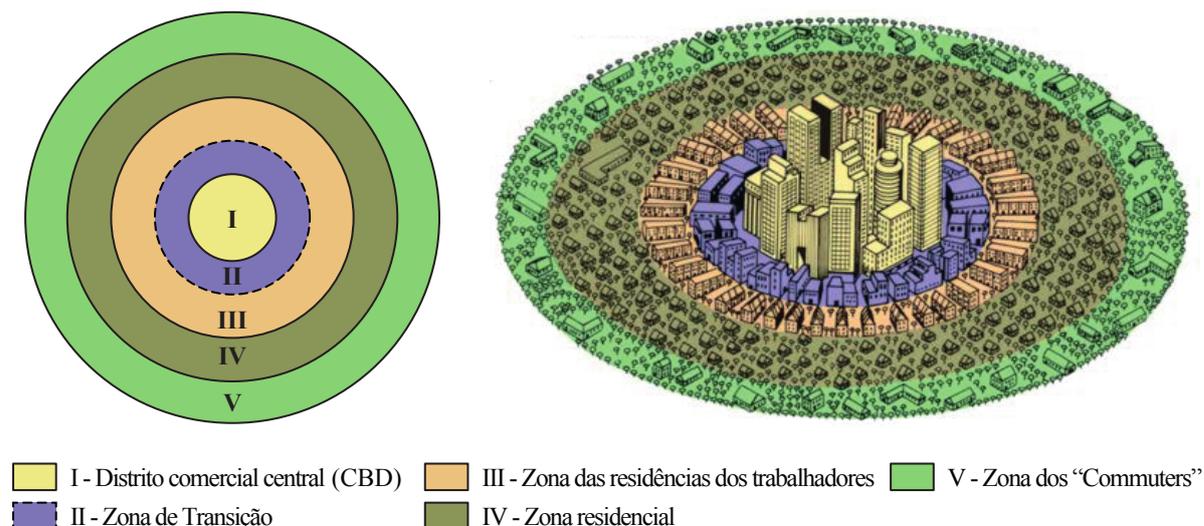
No início do século 20, estudiosos buscaram compreender a estrutura espacial urbana e os possíveis padrões de uso do solo, dado os diferentes níveis de concentração de pessoas, equipamentos e atividades. Neste trabalho foram selecionadas as teorias que mais se aproximaram na tentativa de descrever os modelos urbanos. Essas teorias tratavam das generalizações, partindo de uma análise espacial do traçado geral do ambiente urbano e da representação dos modelos de cidades. Estes se desenvolveram através da atuação das forças do mercado ignorando muitas vezes as diferenças entre elas (RICHARDSON, 1981).

2.1.1. Teoria das zonas concêntricas

O modelo elaborado, em 1925, por Ernest W. Burgess tentou descrever e prever as mudanças na estrutura básica dos padrões do uso do solo. Burgess formulou a teoria da organização espacial a partir de uma estrutura urbana de crescimento radiocêntrico. Nesta teoria, a cidade expande do centro em direção às zonas periféricas. Esse processo típico de expansão da cidade pode ser ilustrado através de uma série de círculos concêntricos, representando o sucessivo aumento da extensão das áreas urbanas com a diferenciação dos tipos de uso do solo (EUFRASIO, 1999).

Segundo Richardson (1981), à medida que a distância aumenta entre o centro e a periferia, menor é a ocupação e no sentido inverso ocorre uma polarização, caracterizada pela maior ocupação na área central. Esse padrão pode ser entendido como um gradiente e reflete a estrutura social do uso do solo. Este é determinado pelas preferências e necessidades das empresas e das famílias em relação à acessibilidade, ver Figura 01:

Figura 01: Modelo das zonas concêntricas, Ernest Burgess (1925).



Fonte: Pearson Prentice Hall, Inc. Adaptado pelo autor.

Dessa forma, Eufrazio (1999) descreve as zonas que compõem o modelo de Burgess:

- *Zona I* – conhecida como “Distrito Comercial Central” (*Central Business District - CBD*), concentra as lojas de departamentos, os arranha-céus de escritórios, as estações ferroviárias, os grandes hotéis, ou seja, a vida econômica, cultural e política;
- *Zona II* – zona de transição e concentra o comércio (varejista) e a indústria leve. É configurada como uma área degradada com a presença de casas de pensão, guetos de imigrantes ou grupos minoritários, mas também é uma área de regeneração com a presença de missões religiosas, núcleos de promoção social, colônia de artistas etc.;
- *Zona III* – ocupada por trabalhadores da indústria e comércio, ou mesmo por imigrantes que saíram da zona degradada, mas quiseram viver em locais de fácil acesso ao trabalho;
- *Zona IV* – zona residencial com edifícios de apartamentos de alta classe ou de distritos exclusivos de residências de uma só família;
- *Zona V* – zona dos *commuters* que fica fora dos limites da cidade é caracterizada por áreas suburbanas ou cidades satélites.

Burgess, em seu modelo, generalizou o padrão de segregação residencial com base nas grandes cidades norte-americanas da década de 1920. Ele afirmou que a elite começou progressivamente a abandonar suas residências no centro e estabeleceu suas habitações na periferia. Tal configuração resultou na ocupação dessas residências por famílias, pessoas solteiras ou imigrantes, através dos aluguéis das moradias ou quartos nesses imóveis que, na maioria dos casos, tornaram-se fortemente deteriorados (CORRÊA, 1999).

A crítica a esse modelo decorre pela limitação da representação da estrutura da cidade através de zonas concêntricas regulares. Estes círculos concêntricos podem sofrer modificações, pois cada cidade apresenta suas características topográficas ou relativas ao sistema de transportes, afetando a oferta de preços da terra e resultam em uma ocupação irregular. Essas críticas não invalidam a teoria, mas contribuem para que esse modelo não seja considerado como um reflexo preciso da estrutura das cidades latino-americanas, mais precisamente das cidades brasileiras (RICHARDSON, 1981).

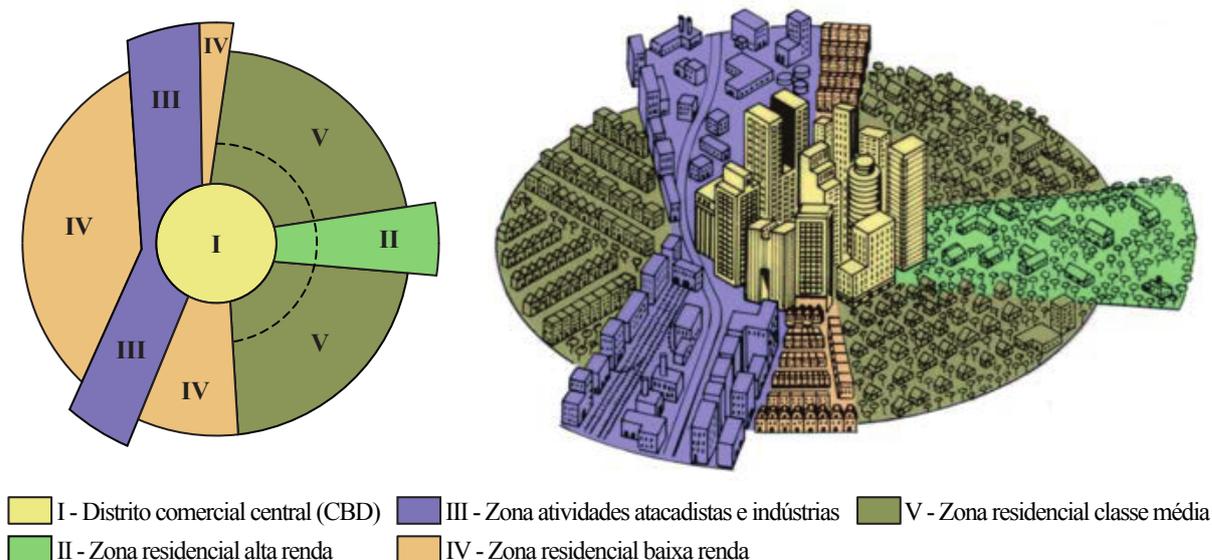
2.1.2. Teoria dos setores radiais

O modelo desenvolvido pelo economista norte-americano Homer Hoyt, em 1939, apresentou a hipótese de setores radiais na estrutura urbana. Esta hipótese foi definida através de um esquema baseado em dados e em conceitos socioeconômicos focados, principalmente, nas áreas residenciais. Contudo, não deixou de explorar os outros tipos de usos que se relacionavam com as áreas residenciais da cidade (EUFRASIO, 1999). Diferente do modelo de Burgess, aqui o teórico assumiu um padrão de setores a partir do centro e não um padrão em círculos em torno do centro.

Segundo Richardson (1981), Hoyt afirma que as áreas de alta qualidade se configuraram como a principal força propulsora no processo de crescimento da área residencial das classes de alta renda. Ele afirma que essas áreas exerceram influência dominante na direção do crescimento da cidade ao se expandirem ao longo dos eixos de transporte rápido, ou na direção de outro núcleo de edifícios ou centro de comércio e serviços existentes. Ou mesmo, na direção de regiões além dos seus limites, ainda não ocupadas.

Eufrazio (1999) afirma que iniciado o processo de expansão para fora do centro da cidade, a população de renda mais baixa e intermediária ocupam os imóveis desocupados pelos grupos de renda mais alta na área central ou procuram terras próximas a eles, bem como de outros setores da cidade. Já as novas áreas residenciais de alta renda se instalam próximas ao centro varejista e de escritórios, localizadas mais afastadas das áreas industriais, conforme Figura 02:

Figura 02: Modelo dos setores radiais, Homer Hoyt (1939).



Fonte: Pearson Prentice Hall, Inc. Adaptado pelo autor.

Richardson (1981) descreve os setores dessa estrutura urbana hipotética da seguinte forma:

- *Setor I* – área central caracterizada pelo distrito central de negócios;
- *Setor II* – setor de áreas residenciais de alta renda, se expandem radialmente a partir do setor I em sentido oposto à área central;
- *Setor III* – são desempenhadas as atividades atacadistas e das indústrias leves, e é situada no extremo oposto do setor II;
- *Setor IV* – setor das áreas residenciais de baixa renda, também são localizadas no extremo oposto das áreas residenciais de alta renda ou próximas à zona industrial;
- *Setor V* – ocupado por áreas residenciais de classe média.

De acordo com Eufrazio (1999), Hoyt conseguiu aprimorar e refinar a dimensão dinâmica do modelo de Burgess, ao diferenciar os setores urbanos por fases históricas do desenvolvimento da estrutura urbana da cidade. Além de afirmar que a teoria dos setores radiais tentou representar a estrutura urbana através da categorização por renda dos grupos sociais existentes.

Contudo, Corrêa (1999) critica a lógica do modelo de Hoyt por ter seguido uma tendência de isolamento característica da população de alta renda, que se expande para as melhores áreas da cidade exercendo de lá um efetivo controle de seu território e só a partir da sua ação se estabelecem os demais grupos sociais em outros setores. Já Richardson (1981), faz sua crítica

em relação ao embasamento da teoria numa visão muito simplificada da estrutura de classes. Além de um foco exagerado nas ações de atração da classe alta como critérios para explicar e prever mudanças na localização residencial. Afirmar também, que a teoria depende apenas das tendências residenciais em um mercado livre desconsiderando as medidas de planejamento e controle do poder público.

Porém, Villaça (1998) afirma que o modelo dos setores radiais pode ser utilizado para descrever a estrutura espacial da metrópole brasileira. Esta expandiu-se a partir de investimentos públicos na criação de novas áreas urbanas estruturadas em setores radiais, mais do que em círculos concêntricos. Assim, a expansão dos sistemas viários, fortemente radiais, predominaram nas metrópoles brasileiras como eixos expansão das áreas residenciais de alta renda, assim como as grandes áreas comerciais e industriais.

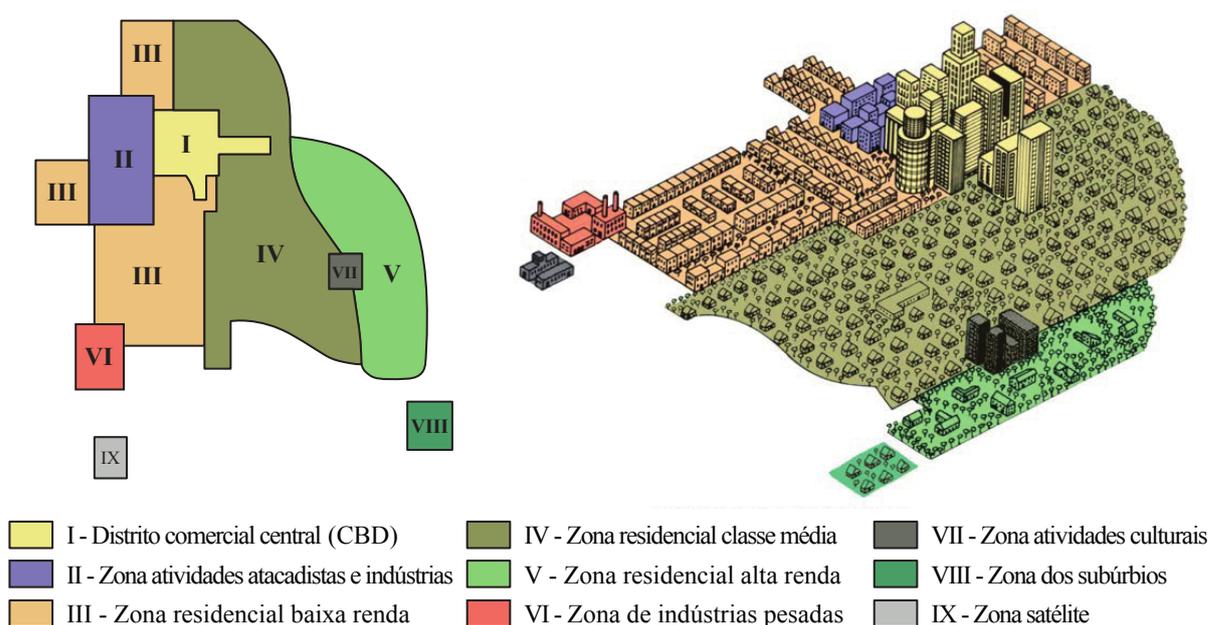
2.1.3. Teoria dos núcleos múltiplos

A teoria proposta por Chauncy Harris e Edward Ullman, em 1945, trouxe uma interpretação da estrutura urbana a partir da afirmação de que as cidades se desenvolvem em torno de vários núcleos distintos e não só em volta de apenas um centro de origem. O número desses núcleos e suas funções variam de cidade para cidade, em geral, quanto maior a cidade, maior será o número de núcleos que ela tem (RICHARDSON, 1981). Harris & Ullman citam que existem tipos de cidades caracterizadas por serem fornecedoras de serviços urbanos para um território: as cidades como lugares centrais, como focos de transportes e pontos de transferência de cargas ou como pontos de concentração de serviços especializados. Segundo Eufrazio (1999), os teóricos afirmam que essas cidades se desenvolveram com padrões definidos e relacionados com as necessidades econômicas e sociais, e destacaram que cada cidade é única, mas se assemelham entre si em relação a sua função.

Para Eufrazio (1999), Harris & Ullman afirmam "que em muitas cidades o padrão de uso do solo se constrói não em torno de um único centro, mas em diversos núcleos separados". Eles citam que essa divisão ocorreu por 2 tipos de situação: "em algumas cidades esses núcleos já existiam desde a origem da cidade; ou em outros casos, os núcleos se desenvolveram na medida em que o crescimento da cidade estimulou a migração e a especialização".

Os teóricos afirmam que o aparecimento de núcleos separados e diferenciados é o reflexo da combinação de uma série de fatores, como: a instalação de certas atividades em áreas próximas a uma infraestrutura viária, para melhor distribuição de produtos; as atividades semelhantes se agrupam em determinada área para atrair potenciais clientes; as atividades diferentes são prejudiciais entre si e acabam sendo instaladas distantes uma das outras; ou as atividades de atacado que não conseguem pagar por lotes em áreas nobres da cidade. A estrutura representativa do modelo da estrutura urbana de Harris & Ullman é mostrada na Figura 03:

Figura 03: Modelo dos núcleos múltiplos, Harris & Ullman (1945).



Fonte: Pearson Prentice Hall, Inc. Adaptado pelo autor.

Eufrazio (1999) apresenta os seis tipos de distritos da teoria dos núcleos múltiplos caracterizados a seguir:

- *Núcleo I* – distrito comercial central (CBD) definido pelo centro dos meios de transportes e pelos edifícios de escritórios, instituições financeiras e governamentais;
- *Núcleo II* – distrito atacadista e de indústrias leves e se localiza próximo aos eixos de transportes que dão acesso ao exterior da cidade, embora ainda esteja dentro da cidade e próximo ao CBD;
- *Núcleos III, IV e V* – distritos residenciais que são ocupados pela população de alta renda nos terrenos altos e bem drenados longe da linha férrea, e pelos grupos de baixa renda que se instalam próximos aos distritos fabris e às ferrovias;

- *Núcleo VI* – distrito de indústrias pesadas, situado próximo à periferia atual por exigir grande terrenos que ofertam esse tipo de lote, mas ainda estão próximas aos meios de transportes que levam ao centro da cidade;
- *Núcleo VII* – representado por um núcleo menor que é ocupado por centros culturais, parques, distritos comerciais externos ou mesmo uma universidade;
- *Núcleos VIII e IX* – subúrbios ocupados por áreas residenciais ou industriais dispersas, além das áreas satélites que são separadas do centro por uma grande distância.

Para Richardson (1981), o modelo dos múltiplos centros representa apenas um momento de uma cidade. E no geral, não pode ser entendido como uma teoria geral do uso do solo. Para que o modelo fosse mais do que uma simples representação, ele deveria ser dotado de capacidade de previsão de expansão. Além de explicar quais seriam os agentes modeladores da cidade, as condições necessárias para que os novos núcleos surgissem e os fatores determinantes para o seu desenvolvimento dentro de uma perspectiva de futuro.

Mesmo assim, os modelos podem ser considerados como referências para discussões sobre as formas de expansão das cidades. Nesse sentido, Corrêa (1999) afirma que esses modelos se apresentaram como possibilidades teóricas da organização espacial e em muitos casos puderam coexistir configurando o mesmo espaço urbano. É o caso do processo de formação da maioria das grandes cidades na América Latina que passaram por períodos distintos de expansão e se refletiram na sua estrutura espacial.

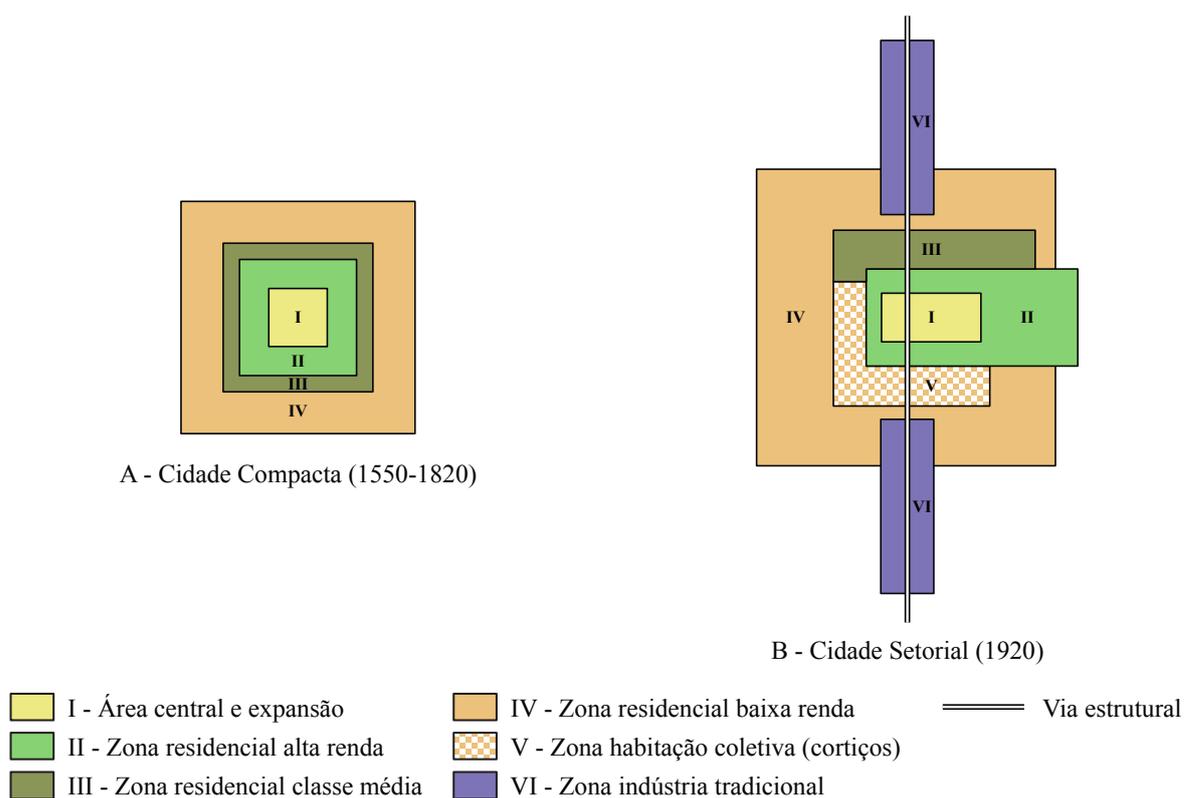
2.1.4. Modelos das cidades latino-americanas

A estrutura das principais cidades latino-americanas teve a formação a partir das colonizações espanhola e portuguesa. Estas cidades apresentavam uma configuração espacial muito típica e semelhante. No geral, as capitais se localizavam no centro administrativo, onde a praça principal se constituía como elemento chave da malha urbana. A partir dela, concentravam-se na zona mais próxima, as famílias dos conquistadores, os funcionários da corte e os grandes donos de terras. A zona seguinte foi ocupada pela classe média (comerciantes e artesãos) e na periferia, instalaram-se pobres, índios e mestiços. Essa ocupação foi marcada por uma estrutura radial com forte gradiente social do centro para a periferia (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Essa estrutura espacial permaneceu inalterada até a independência da maioria desses países no início do século 19. A partir disso, o desenvolvimento por setores rompeu com a estrutura de expansão radial através do crescimento linear de bairros residenciais das classes de alta renda e da instalação de áreas industriais no entorno das ferrovias e vias principais. Ao mesmo tempo, as populações das classes mais baixas e dos grupos marginalizados se instalaram, inicialmente, nas residências da área central abandonadas pelas classes mais altas e, posteriormente, em habitações coletivas de baixo custo, como os cortiços (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Esses 2 momentos das cidades latino-americanas são representados na Figura 04, através dos possíveis modelos. A partir da colonização (A) e da sua expansão para a periferia (B):

Figura 04: Modelos de Cidades Latino-americanas Compacta (A) e Setorial (B).



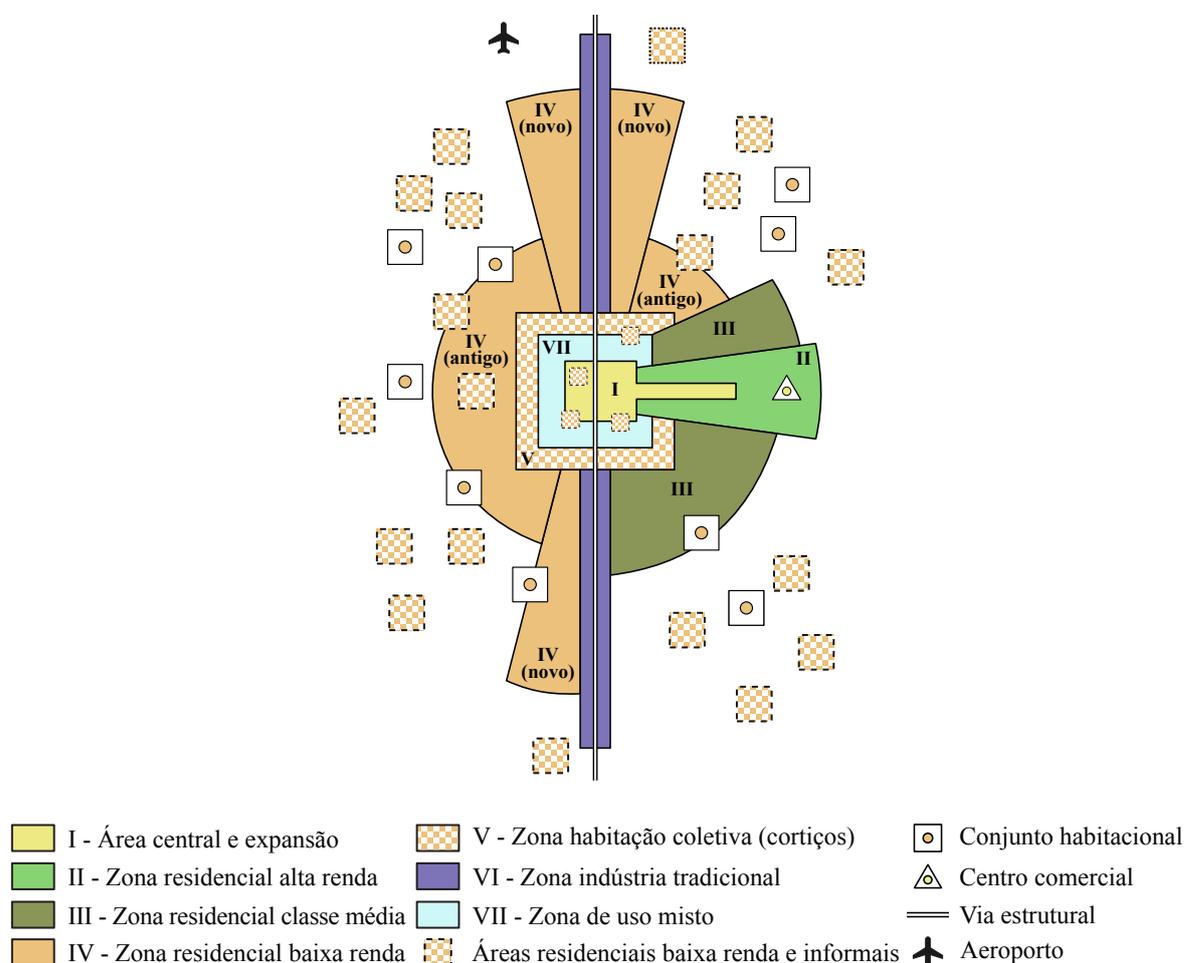
Fonte: BORSDORF *et al.*, 2002. Adaptado pelo autor.

A partir da 2ª Guerra Mundial, a estrutura urbana das cidades latino-americanas sofreu um processo de expansão por setores liderados pelas classes de alta renda através da criação de bairros residenciais exclusivos. Contaram assim, com o surgimento dos primeiros *shoppings centers*, dos clubes de campo e dos condomínios fechados. Ao mesmo tempo, surgiram na periferia bairros isolados da população de baixa renda e os conjuntos habitacionais construídos

pelo Estado. Nesse contexto, essas áreas passaram por um processo de consolidação e se integraram gradativamente à estrutura urbana da cidade (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Essa mudança da estrutura socioespacial foi apresentada, em 1983, pelos professores Jürgen Bähr e Günter Mertins em um modelo conceitual representativo da cidade latino-americana de meados do século 20. Nesse modelo, a área central permanecia com a estrutura de ocupação radial englobando o centro comercial, as zonas de habitações coletivas (cortiços) e de residências da classe média, a zona de uso misto e a zona das indústrias tradicionais (BÄHR; MERTINS, 1983; BÄHR; BORSDORF, 2005). Esse modelo é apresentado na Figura 05:

Figura 05: Modelo cidade latino-americana polarizada (1970).



Fonte: BÄHR; MERTINS, 1983; BORSDORF *et al.*, 2002. Adaptado pelo autor.

A estrutura representativa do modelo de Bähr & Mertins (1983) é apresentada a partir dos núcleos e setores caracterizados abaixo:

- *Núcleo I* – área central da cidade, que concentra a estrutura urbana mais antiga e, se tornou o centro de atividades comerciais;
- *Setor II* – área de expansão dos bairros residenciais das classes de alta renda, com a presença de pequenos núcleos de comércio;
- *Setor III* – ocupado por áreas residenciais de classe média;
- *Setor IV* – área ocupada por residências das classes de baixa renda, que se expandiram do lado oposto das áreas da população de alta renda;
- *Setor V* – ocupada por habitações coletivas de baixo custo, mais conhecidas como cortiços;
- *Setor VI* – área de expansão das indústrias tradicionais que se implantaram no entorno dos eixos viários;
- *Setor VII* – área transitória de uso misto, onde estão as atividades de comércio e serviços.

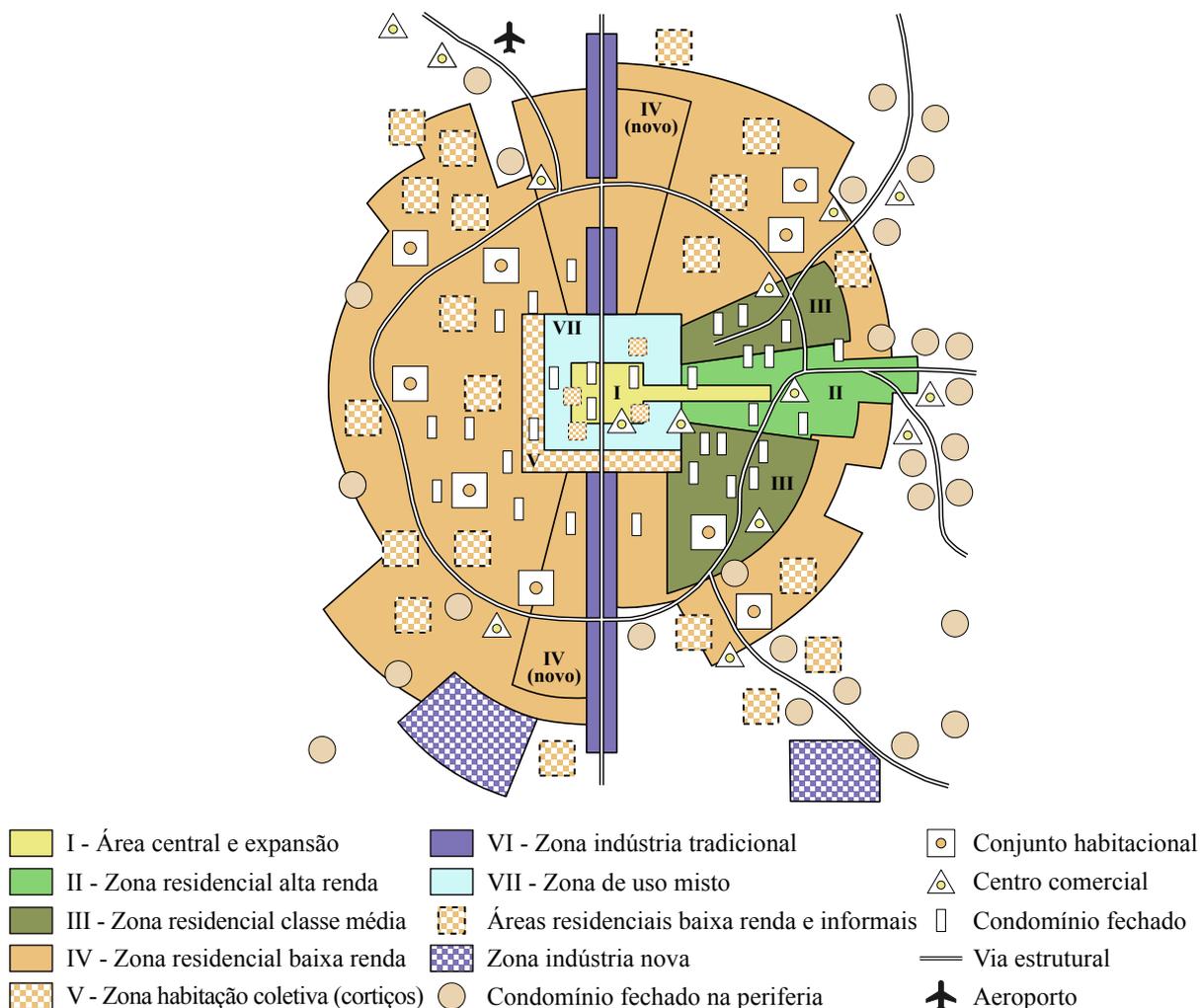
No final do século 20, as cidades latino-americanas mantiveram as configurações espaciais por meio da expansão em setores lineares e pelo crescimento celular. Nesse momento, as ferrovias já não desempenhavam o mesmo papel na expansão das cidades, dando lugar a modernas rodovias intra-urbanas, responsáveis por conectar a área central às áreas periféricas e periurbanas. Essas áreas se tornaram atraentes para as classes média e alta de renda, que ocuparam através de estruturas celulares fragmentadas ao longo desses novos eixos viários, mantendo o mesmo padrão de expansão desde meados do século 20 (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Essa expansão avançou de forma fragmentada através da criação de condomínios fechados, dispersos e misturados na periferia, onde esses empreendimentos das classes mais altas ocuparam áreas em bairros pobres. Isso foi possível através das barreiras físicas, como muros e cercamentos, garantindo a separação da população de baixa renda. Da mesma forma, os centros comerciais se pulverizaram na periferia e começaram a ganhar importância pela sua modernização, principalmente pela criação dos *shoppings centers* nos bairros da população de alta renda, posteriormente por todo o perímetro urbano (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Nesse momento, as indústrias deixaram de orientar sua localização pelos eixos viários e passaram a implantar os parques industriais e empresariais de forma dispersa na malha urbana. Seguindo a mesma lógica, as favelas existentes se consolidaram e novas se formaram espa-

lhadas no tecido urbano. De maneira geral, as cidades passaram a ser ocupadas de forma fragmentada com a distribuição de centros comerciais, de parques industriais e de condomínios fechados, orientados para rodovias e aeroportos intra-urbanos (BÄHR; BORSDORF, 2005). Esse modelo de cidade fragmentada é apresentado a seguir na Figura 06:

Figura 06: Modelo cidade latino-americana fragmentada (2000).



Fonte: BÄHR; MERTINS, 1983; BORSDORF *et al.*, 2002. Adaptado pelo autor.

A consolidação da formação da cidade fragmentada latino-americana desenvolvida ao longo do século 20 é fortemente criticada pela fragmentação e privatização do espaço urbano. Caracterizado pelo acesso controlado, tanto dos condomínios residenciais, quanto nos *shopping centers*. Além das classes sociais mais baixas que, por mais que recebessem moradias subsidiadas pelo governo, muitas vezes foram instaladas na periferia urbana, onde os problemas urbanos se acumularam (BÄHR; BORSDORF, 2005).

Para Gottdiener (1993), os modelos teóricos foram uma tentativa de representar o desenvolvimento espacial urbano. A partir da crença que a área central fosse como uma fonte de predominância socioespacial regional. Ele acredita que a dispersão regional depende muito mais das forças sociais, influenciadoras na diferenciação dos padrões funcionais internos, do que da concentração de ocupações na área central.

Segundo Villaça (1998), as metrópoles brasileiras se estruturaram em uma organização interna com a mistura entre o modelo de círculos concêntricos - quando se analisa a relação de dependência das áreas periféricas em relação à área central - e o modelo dos setores radiais - quando são encontrados bairros de classe média em torno da área central, e não necessariamente, próximos aos bairros residenciais da classe alta. No geral, a organização por setores domina a estruturação do espaço intra-urbano das metrópoles brasileiras.

2.2. METROPOLIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO

A natureza das metrópoles está relacionada diretamente a aglomerações de milhões de habitantes em torno de um ou vários centros urbanos. Essas aglomerações são marcadas pela concentração de empregos, de atividades e usos diversos, que extrapolam os limites administrativos de uma cidade. A força de ocupação dispersa do solo através de seus habitantes, usos e funções, configurou o espaço urbano como um gradiente, que se atenua conforme a distância aumenta. Esse fenômeno ofereceu uma reestruturação dos espaços urbanos de forma concomitante aos processos de desconstrução das formas tradicionais da cidade (DI MÉO, 2008).

Nesse contexto, a globalização teve grande influência no processo de organização e operação das cidades, tornando-se nós dentro de uma rede metropolitana. As cidades sofreram profundas transformações trazidas pelo processo de reestruturação socioeconômica e pela difusão e adoção das novas tecnologias de informação e de comunicação (TIC). A organização da rede metropolitana, através dos eixos de transportes e do uso das TICs, contribuiu para a expansão territorial de pessoas e empresas distantes dos centros tradicionais. Dessa forma, a formação de diversos centros urbanos contribuiu para a tendência de metropolização e introduziu notáveis mudanças em relação à aproximação de territórios através da redução de barreiras espaciais (DE MATTOS, 2002).

É importante notar que a influência da globalização introduziu uma dinâmica territorial tanto de dispersão quanto de concentração urbana. Dessa forma, ocorreu uma dispersão territorial da atividade econômica a nível metropolitano e regional, facilitada pela evolução das telecomunicações, o que contribuiu para a expansão das funções centrais. Em outras palavras, os processos produtivos foram fragmentados no espaço, o que favoreceu o processo de suburbanização e difusão urbana de atividades e serviços produtivos de caráter rotineiro e menos especializado, que por sua vez se localizaram em áreas mais periféricas (AGUILAR, 2002).

Somado a isso, a crescente financeirização da economia mundial atraiu o capital financeiro de grandes empresas para as aglomerações metropolitanas através de megaprojetos privados. Esses projetos foram pensados a partir de grandes estruturas que, na configuração da paisagem urbana, desempenharam um papel fundamental para as novas atividades trazidas pela globalização. Assim, a configuração urbana das cidades vem sendo modificada para abrigar um conjunto de artefatos arquitetônicos destinados a abrigar e dar suporte a atividades e empresas globais. Esse movimento se mostrou com capacidade de modificar a estrutura e paisagem urbana acentuando o processo de fragmentação crescente (DE MATTOS, 2002).

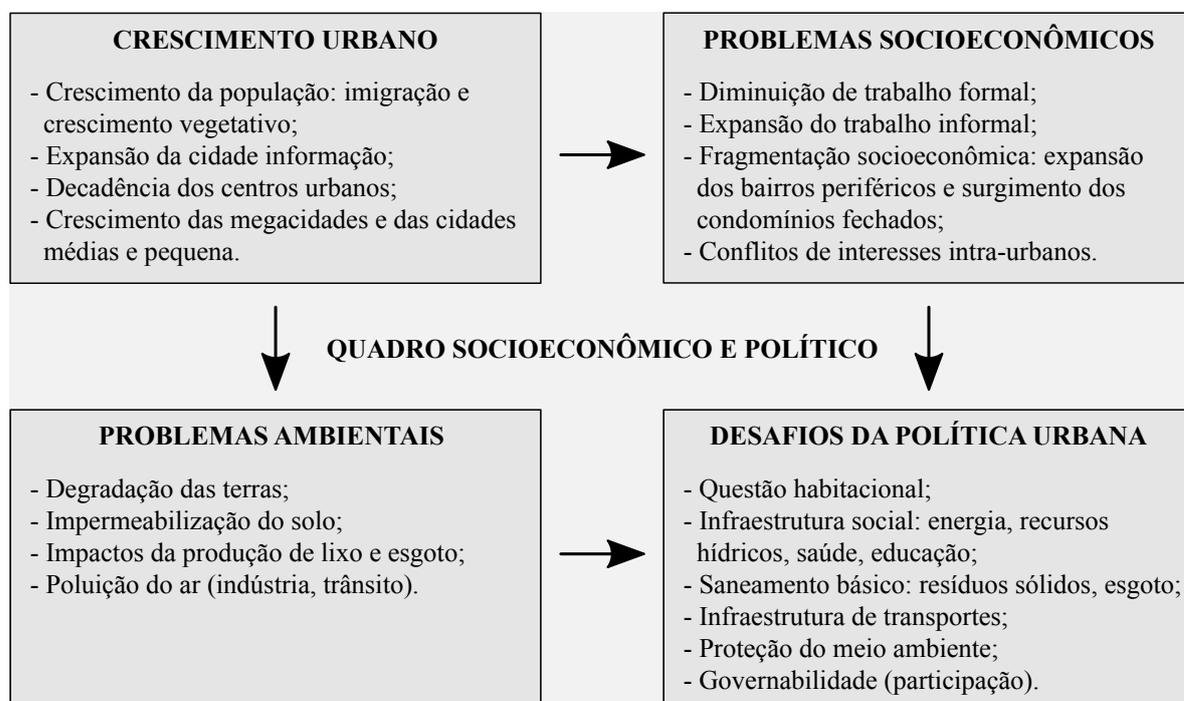
As grandes cidades latino-americanas sofreram uma reestruturação econômica e gradualmente incorporaram elementos que as colocaram em posição de competição na escala global. Apesar da contração do setor manufatureiro, o aparato econômico adquirido trouxe importantes vantagens dentro dos sistemas urbanos nacionais. No sentido de desempenhar certas funções nas redes internacionais de fluxos financeiros nas relações de matrizes-subsidiárias de grandes corporações, serviços de alta tecnologia e telecomunicações (AGUILAR, 2002).

As cidades latino-americanas, desde o século 20, apresentaram um processo acelerado de metropolização do espaço urbano, e chegaram aos anos 2000 com 4 exemplos de megacidades – São Paulo, Cidade do México, Buenos Aires e Rio de Janeiro – destacando-se com populações de mais de 10 milhões de pessoas. Ao chegarem ao patamar de megacidades, essas cidades começaram a lidar com os problemas de infraestrutura, de organização e de segurança associados ao crescimento. Assim, esses problemas foram transformados em objeto de grande interesse no debate internacional (COY, 2003; OSSENBRÜGGE, 2003).

O crescimento populacional nessas cidades trouxe a fragmentação da sociedade urbana e da estrutura do espaço urbano. A expansão urbana, a partir da ocupação de grandes áreas nas áreas periféricas e periurbanas, apresentou uma configuração urbana comparada a uma “colcha de retalhos” de áreas muito diversas e com diferentes tipos de uso. Isso aconteceu a partir, tanto da utilização de fragmentos urbanos ocupados pelas classes mais altas, como os condomínios fechados ou *shopping centers*, quanto pela ocupação das áreas periféricas com espaços de sobrevivência das classes de baixa renda (COY, 2003; OSSENBRÜGGE, 2003).

Nesse contexto, foi criada uma grande diferenciação nos padrões das áreas residenciais, de transportes, da distância entre o trabalho e a casa – especialmente para as classes de baixa renda – e acesso à educação e à saúde. Se antes a questão fundamental era as diferenças entre a cidade e o campo, agora as desigualdades espaciais mais extremas são observadas e vivenciadas no próprio espaço urbano. Assim, ficou claro que as transformações nos espaços intra-urbanos proporcionaram baixa qualidade de vida urbana às parcelas significativas da população, conforme apresentado na Figura 07 (OSSENBRÜGGE, 2003).

Figura 07: Quadro de problemas urbanos das cidades latino-americanas



Fonte: COY, 2003. Adaptado pelo autor.

No Brasil, o processo de metropolização conduziu a formação de 17 Regiões Metropolitanas, que concentravam 38% da população no país em 2010 (IBGE, 2010). Essas regiões metropolitanas foram estabelecidas a partir dos municípios que a compõem e sempre dependeram de políticas e ações integradas de desenvolvimento urbano, mas se mostraram historicamente inadequadas e defasadas. Nesse contexto, o aumento da ocupação inadequada do solo trouxe um agravamento da informalidade pela oferta de loteamentos irregulares e clandestinos nas áreas de proteção ambiental gerando um forte impacto ambiental (GROSTEIN, 2001).

Para Grostein (2001), o processo de formação das metrópoles brasileiras foi apresentado por uma dualidade entre a cidade “formal”, reconhecida pelo poder público como local de investimentos urbanos de todo tipo, e a cidade “informal”, associada aos processos de expansão urbana ilegal e de exclusão social. Essa, por sua vez, marcada pela expansão através das ocupações espontâneas e dos vazios urbanos, que propiciaram o surgimento de favelas, dos loteamentos periféricos e de outras formas de assentamentos precários e informais, localizados em áreas distantes sem infraestrutura e equipamentos públicos.

Nesse contexto, o agravamento de práticas ambientais predatórias geraram uma série de problemas como: a erosão do solo, as enchentes, desabamentos, os desmatamentos e a poluição dos mananciais de abastecimento e do ar, que geraram perdas significativas para o funcionamento adequado do conjunto metropolitano. É importante estar atento a esse processo, pois a sustentabilidade está relacionada com variáveis como: a forma de ocupar o território, a disponibilidade de insumos para o seu funcionamento (água potável); o descarte dos resíduos sólidos (lixo e esgoto); ao acesso ao transporte público pela população; a oferta de moradia, de equipamentos sociais e de serviços; e a qualidade dos espaços públicos (GROSTEIN, 2001).

Por isso, é preciso pensar em políticas que visem um equilíbrio social, cuidado com a superfície e a proteção ao meio ambiente. O estabelecimento de políticas públicas que visem um desenvolvimento urbano sustentável se torna imperativo para o recrudescimento do aumento da fragmentação socioespacial das cidades. Torna-se necessário prover, principalmente, às populações mais vulneráveis, o acesso equilibrado aos diferentes níveis de bens e de serviços com ações que visem a sustentabilidade dessas populações no território (OSSENBRÜGGE, 2003).

2.3. DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

O conceito mais disseminado de desenvolvimento sustentável pode ser definido como desenvolvimento que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Esse conceito foi apresentado no Relatório Brundtland, intitulado de *Nosso Futuro Comum* publicado em 1987 pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da Organização das Nações Unidas (ONU). Este relatório ainda afirmou que “o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial do presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas” (ONU, 1991).

Antes mesmo dessa publicação, esse conceito já vinha sendo discutido no meio acadêmico e científico desde a Conferência da ONU de Estocolmo em 1972. Desde então, medidas contra a extinção e do uso mais racional dos recursos naturais passaram a fazer parte das discussões em torno da agenda ambiental. Por conta dessas preocupações, surgiram formas de conter a escassez desses recursos, como a criação de combustíveis alternativos para veículos, ou estratégias para a construção de edificações que consumissem menos energia elétrica e água, e até mesmo o planejamento de cidades menos agressivas ambientalmente. Com isso, o desenvolvimento sustentável já era entendido como uma possibilidade de um desenvolvimento alternativo ao tradicional, mais sensível ao meio ambiente, capaz de conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental (PRADO, 2015).

Nesse contexto, as cidades passaram a desempenhar um papel importante nas políticas associadas ao desenvolvimento sustentável, que é o foco dos recentes compromissos e metas da ONU para o século 21. Isso foi ressaltado claramente na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Rio+20 em 2012, ao incluir tópicos específicos em relação às cidades no seu documento final, denominado “O Futuro que Queremos”. Neste documento, os Estados membros reconheceram a necessidade de uma abordagem holística sobre o desenvolvimento urbano e assentamentos humanos das cidades para alcançar os objetivos de promover sociedades econômica, social e ambientalmente sustentáveis (ONU, 2012).

Neste sentido, o documento final da Conferência Rio+20 reafirmou o compromisso com a promoção de políticas e de planejamento necessários para a construção de cidades e de assentamentos urbanos sustentáveis, por meio do crescimento equilibrado da população urbana e da provisão de habitações inclusivas e de serviços básicos. Além da necessidade do planejamento de uso misto do solo e do incentivo à mobilidade urbana, a partir de meios de transportes não-motorizados, incluindo a promoção de infraestrutura para pedestres e ciclistas (ONU, 2012).

Em 2015, as Nações Unidas aprovaram o documento “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável”, que reflete os novos desafios de desenvolvimento sustentável e estão ligados aos resultados da Rio+20. Essa agenda faz parte do plano de ação da ONU para a erradicação da pobreza, entendida como o maior desafio global ao desenvolvimento sustentável. Nesse documento foram estabelecidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) integrados e indivisíveis, que buscam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável.

A questão urbana ganhou destaque no ODS 11 – Cidade e comunidades sustentáveis com o objetivo de “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Esse ODS busca articular a discussão sobre a questão urbana relacionada com as questões de habitação, de mobilidade urbana, de urbanização sustentável, de planejamento e de gestão urbana e ambiental, que foram divididas em metas e indicadores mais concretos para a sua execução até o ano de 2030 (ONU, 2015):

- Garantir o acesso de todos à moradia digna e urbanização dos assentamentos precários;
- Promover o acesso a sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis;
- Planejar e aumentar a urbanização inclusiva e sustentável;
- Proteger o patrimônio cultural e natural;
- Reduzir o número de mortes e pessoas afetadas por desastres naturais;
- Reduzir o impacto ambiental negativo das cidades, com a preocupação com a qualidade do ar gestão dos resíduos sólidos;
- O acesso de todos a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes;
- Apoiar o planejamento nas relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais;

- Aumentar a implementação de políticas e planos para mitigação, adaptação e resiliência para as mudanças climáticas e a riscos de desastres de acordo com o Marco de Sendai.

Nesse sentido, a Agenda 2030 traz no ODS 11 uma preocupação com os temas urbanos relacionados com às questões ambientais, e destaca os desafios a serem enfrentados para o desenvolvimento urbano inclusivo, ao mesmo tempo seguro, resiliente e sustentável. A formulação das metas do ODS 11 mostrou de maneira mais clara a preocupação com as metas de habitação, de transportes e de mitigação de desastres naturais. Porém, as demais metas carecem de amadurecimento de seus conceitos, tanto para a sua mensuração quanto para formulação de políticas e programas (PEREIRA *et al.*, 2019).

No mesmo caminho, em 2016, foi lançada a Nova Agenda Urbana (NAU) na 3ª Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em Quito. Esse documento contribui para o entendimento que o meio urbano pode ser a fonte de soluções dos desafios enfrentados pelo mundo, e não só sua causa. Nesse sentido, a NAU apresentou ações para a definição de padrões e princípios para o planejamento, construção, desenvolvimento, administração e melhora das áreas urbanas através de seus 5 principais pilares de implantação:

- Políticas nacionais urbanas;
- Legislação e regulação urbanas;
- Planejamento e desenho urbano;
- Economia local e finança municipal;
- Implantação local.

Nesse sentido, a NAU destacou o papel do planejamento urbano em prol de cidades mais sustentáveis, por meio da gestão do solo urbano, da inserção da segurança e da cultura nas políticas urbanas. Além disso, é importante ressaltar a relação entre uma urbanização sustentável, a criação de empregos, as oportunidades de subsistência e a melhora da qualidade de vida, que se consolidam a partir das políticas e estratégias de renovação urbana. Assim, destaca-se a ligação entre a Nova Agenda Urbana e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, em especial com o Objetivo 11 de cidades e comunidades sustentáveis (ONU, 2016).

De modo geral, o entendimento do desenvolvimento sustentável abrange uma série de abordagens inovadoras e progressistas, que buscam maior justiça social, melhor qualidade de vida da população e ambientes mais dignos e saudáveis. Quando esse conceito foi levado à discussão urbana, tentou-se agregar o crescimento da cidade e a sua qualificação ambiental, reunindo os campos de análises de desenvolvimento urbano com o campo das análises ambientais. Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento urbano sustentável surge como resposta ao novo cenário mundial, onde as cidades precisam se tornar cidades sustentáveis em função da reestruturação do sistema econômico mundial, e passar a incorporar as questões ambientais no desenvolvimento urbano (COSTA, 2000; PRADO, 2015).

Simultaneamente ao debate sobre o desenvolvimento sustentável, surge uma produção significativa sobre o desdobramento no meio urbano. Esse desdobramento resulta em estudos dedicados ao desenvolvimento urbano sustentável sob a ótica da vertente ambiental. Vertente essa, que é afetada diretamente pelo crescimento das cidades, sendo elas as maiores consumidoras de recursos naturais e simultaneamente as maiores produtoras de poluição e resíduos. Surge então, a evidência de que grande parte dos entraves à sustentabilidade ambiental terá de ser resolvida a partir da escala urbana (MADUREIRA, 2005).

A expansão dos centros urbanos produziu um modelo de cidade espalhada que obrigou a maioria de seus habitantes a se deslocar, diariamente, em grandes distâncias para o trabalho ou o estudo. O modelo urbano proposto no século 20 produziu uma cidade dividida em zonas caracterizadas por áreas centrais com escritórios, *shopping centers* e áreas de lazer, e por áreas periféricas ocupadas por áreas residenciais de baixa renda ligadas pelas vias expressas. A cidade funcional modernista, resultado da racionalidade e da separação dos usos, contrapõe-se à cidade compacta que, ao contrário, incorpora a complexidade de usos sobrepostos.

Para Ascher (2010), o urbanismo modernista, muito marcado pelos pensamentos taylorista e fordista de produção, buscava resultados na simplificação e na repetição das funções urbanas destinadas a espaços específicos. Como resultado, surgiram muitos projetos a partir de regras simples: zoneamento, funções, densidades, gabaritos etc., que tornaram as propostas do urbanismo modernista em soluções únicas e monofuncionais.

A questão da escala é, também, abordada como crítica ao urbanismo modernista. Este priorizou no seu planejamento: a *grande escala*, que tratou da cidade, das funções e das instalações de tráfego; e a *escala média*, que tratou da relação dos edifícios com o espaço público. Porém, deixou de lado a *pequena escala*, do tratamento da paisagem humana, das relações sociais ao nível dos olhos. Brasília é um dos exemplos mais notáveis ao ter seu planejamento concentrado exclusivamente na grande escala. Os espaços urbanos são grandes e amorfos com ruas, calçadas e passagens muito largas, longas e retas. O Plano Piloto concentra a maior área verde por habitante, em contrapartida possui uma alta densidade populacional nas cidades satélites. A mobilidade urbana ocorre pela lógica rodoviária com prioridade ao automóvel, que deixa de lado as relações entre as pessoas nos espaços públicos (GEHL, 2013).

Leite & Awad (2012) afirmam que é necessário desenvolver modelos de sustentabilidade urbana capazes de alinhar as ações visando eficiência por redução de consumo e desperdício, apoio a serviços de baixas emissões de carbono e revitalização urbana promovendo a compatibilidade do uso do solo, compartilhamento de equipamentos e a valorização do espaço público.

Rogers (2015) discute a necessidade de planejar cidades sustentáveis que proporcionem melhores relações entre cidadãos, serviços, políticas públicas e geração de energia, assim como uma maior percepção dos impactos no meio ambiente local e na escala mais ampla. Para ele, a cidade sustentável reinterpreta e reinventa o modelo de cidade densa. Elas podem ser planejadas visando à integração e o uso eficiente dos recursos energéticos disponíveis, o que contribui para minorar os níveis de poluição, além de evitar a expansão sobre as áreas rurais.

2.3.1. Cidade compacta

Desde o século 20, o aumento do consumo de recursos não-renováveis e o fortalecimento do uso do automóvel ditaram o modo de vida nas cidades. Assim, torna-se necessário discutir a recuperação e o aproveitamento da infraestrutura existente (edificações, estrutura viária e instalações) como uma fonte valiosa de recursos para a transformação da cidade contemporânea (BINOTI SIMAS, 2013). Diante disso, a expansão urbana ocorrida desde a revolução industrial torna-se menos necessária e dá lugar ao planejamento de cidades compactas como caminho mais viável ao desenvolvimento urbano sustentável, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Segundo Leite & Awad (2012), a cidade compacta deve ser pautada por um modelo de desenvolvimento urbano que estimule altas densidades de forma qualificada, acima de 250 hab/ha, e que utilize o solo urbano através do uso misto, com a mistura das funções urbanas (habitação, comércio e serviços). Este tipo de cidade é baseada em um eficiente sistema de mobilidade urbana, conectando os núcleos adensados e estimulando a mobilidade não motorizada, como a caminhada e o uso de bicicleta. Dessa forma, potencializa-se o uso da infraestrutura urbana a favor da eficiência energética, do melhor uso das águas e da redução da poluição. Além de promover à população residente uma melhor sensação de segurança pública através dessa mistura de usos e de espaços coletivos com vitalidade.

A ideia de que altas densidades garantem maximização dos investimentos públicos, incluindo a infraestrutura, os serviços e o transporte, e ainda permitem o uso eficiente da terra disponível, deve ser encarada de forma cautelosa. A excessiva densidade pode sobrecarregar e causar saturação das redes de infraestrutura e de serviços urbanos, colocando até uma maior pressão de demanda sobre o solo urbano, os terrenos e o espaço habitacional, o que conseqüentemente produzirá um meio ambiente superpopuloso e inadequado ao desenvolvimento sustentável (ACIOLY; DAVIDSON, 1998).

Assim, é importante salientar que a excessiva compactação urbana pode trazer graves problemas urbanos como: a formação de ilhas de calor, principalmente em cidades de clima tropical; o aumento do consumo de energia pela mobilidade vertical (elevadores) e maior uso de ar condicionado; o aumento da poluição do ar devido a concentração de usos, além do aumento de congestionamentos (BARBOSA *et al.*, 2019). É importante ressaltar que a densificação urbana deve ser pensada no âmbito local, considerando as características regionais e culturais. Além disso, deve-se evitar a verticalização excessiva prejudicial à eficiência urbana, que pode trazer problemas sociais como: a dificuldade de identificação com a cidade e a maior sensação de insegurança, visto que se perde “os olhos da rua” (SANTOS, 1988).

A ausência de uma gestão urbana eficiente pelo poder público abre uma brecha para o mercado imobiliário ditar o ritmo e ampliar a forma de ocupação das áreas urbanas. Normalmente, a tendência natural é o aumento da densidade populacional através de mecanismos informais de

densificação, como a verticalização, a expansão horizontal da construção ou o aumento da taxa de ocupação dos edifícios existentes. Tal situação ocorre, principalmente, em áreas onde já existe uma vitalidade de atividades urbanas ou onde a informalidade é tolerada pelo poder público (ACIOLY; DAVIDSON, 1998).

Para Rogers (2015), o importante desafio é saber como planejar as cidades para que a população prospere e a mobilidade aumente, através do uso eficiente dos sistemas de transporte e o reequilíbrio do uso das ruas a favor do pedestre e da comunidade. A criação da cidade compacta requer o abandono do modelo de desenvolvimento monofuncional e de priorização do automóvel. Esse modelo de cidade se desenvolve em torno dos núcleos de atividades sociais e comerciais localizadas junto aos pontos nodais de transporte público e pontos focais¹, onde as vizinhanças se formam.

Essas vizinhanças compõem uma estrutura de padrão policêntrico de desenvolvimento, que se utilizam dos sistemas de transportes coletivos, para interligar os diferentes centros de vizinhanças, e assim, contribuir para menores deslocamentos da população (ROGERS, 2015). Para Leite & Awad (2012), esses núcleos devem ser compactos e acessíveis, para que os cidadãos possam percorrê-los em no máximo 10 minutos a pé ou estarem a uma distância máxima de 1 km de suas moradias.

As cidades compactas sustentáveis recolocam a cidade como “habitat” ideal para uma sociedade baseada na comunidade. É um exemplo de estrutura urbana que pode favorecer de forma considerável a qualidade da vida dos cidadãos, pela proximidade dos espaços públicos e da paisagem natural, pelos acessos aos serviços e comércio, além de potencializar a exploração de novas tecnologias urbanas (ROGERS, 2015). O crescimento urbano de forma compacta e menos espalhada deve ocorrer ao longo de eixos de transportes de média e alta capacidade, reduzindo a necessidade e distância dos deslocamentos diários.

¹ Local de convergência de pessoas, que se materializa de forma isolada e por vezes marcada pela verticalidade.

3. MOBILIDADE URBANA E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

3.1. MOBILIDADE URBANA

A palavra mobilidade, etimologicamente, é associada ao termo em latim *mobilitas*, que é a característica do que é móvel ou, do que tem a capacidade de se deslocar (MAGALHÃES *et al.*, 2013). No contexto dos transportes, o termo mobilidade urbana é associado a movimento, como sinônimo de viagem, bem como aos deslocamentos desejados e realizados para desenvolver atividades de alta frequência como, por exemplo, compras, saúde e lazer (METZ, 2000; PORTUGAL; MELLO, 2017).

No início do século 20, o planejamento da mobilidade urbana teve ênfase nas viagens e nos aspectos quantitativos em atendimento à demanda do uso do automóvel. O crescimento contínuo da população nas áreas urbanas trouxe, não só a preocupação com os deslocamentos das pessoas e sua segurança nas vias públicas, assim como a necessidade da adequação da infraestrutura viária provocada pelo aumento do uso do automóvel. Dessa forma, as questões relativas à mobilidade foram tratadas na ótica do tráfego veicular e do espaço viário (PORTUGAL; MELLO, 2017).

Nesse sentido, a preocupação do planejamento dos transportes naquele momento era na predição das demandas das viagens e provisão de oferta de infraestrutura para o atendimento aos veículos motorizados. Para tal, o enfoque tratou o tráfego e os transportes de maneira isolada dos outros setores, considerando serem capazes de atender às viagens e minimizar os potenciais impactos no desenvolvimento urbano (PORTUGAL; MELLO, 2017). Essa abordagem tradicional do planejamento dos transportes foi retratada por Jones (2014) ao apresentar a evolução dos transportes e os principais aspectos do uso do automóvel nas cidades europeias nos últimos cinquenta anos em três estágios.

No primeiro estágio, as soluções priorizaram o aumento da capacidade viária e da oferta de estacionamentos para atender o uso do automóvel, em detrimento aos transportes público e não motorizado (ativo). Foram desenvolvidos modelos matemáticos de previsão de tráfego, combinando geração e distribuição de viagens. Porém, mostrou-se insuficiente para atender o

uso desenfreado do automóvel nos centros urbanos. Países em desenvolvimento que utilizaram esse modelo estão enfrentando o aumento de congestionamentos, acidentes de trânsito e emissões de gases poluentes, evidenciando os problemas recorrentes e sendo necessárias as mudanças das políticas de transportes (JONES, 2014).

Já no segundo estágio Jones (2014) afirma que, baseado na perspectiva da viagem das pessoas, as políticas proporcionam os deslocamentos por modos de transportes mais eficientes e produtivos. Nesse sentido, as viagens por transporte público de alta capacidade, que podem comportar um número maior de pessoas por unidade de área, são mais eficientes que as viagens por transporte individual motorizado. Pesquisas indicaram que a implementação do transporte público de alta capacidade aumentou as velocidades médias da rede rodoviária urbana. Parte da Europa Ocidental e no Japão, e mais recentemente Pequim e Xangai, investiram em sistemas de transporte público ferroviário, enquanto na América do Sul, devido às restrições financeiras, optou-se pela implementação de *Bus Rapid Transit* (BRT).

Para o terceiro estágio Jones (2014) apontou uma maior ênfase nas cidades como centros de atividades e nas questões associadas à qualidade de vida urbana. Nessa perspectiva, atender aos requisitos de participação das pessoas nas atividades é o principal objetivo, sendo o deslocamento um item secundário para as políticas de transportes. Isso também está relacionado ao fortalecimento do transporte público, do ressurgimento do interesse pelo ciclismo e da caminhada nas cidades, oferecendo modos de transporte sustentáveis e saudáveis. Em Londres, por exemplo, tais medidas levaram a repensar a maneira como as ruas são utilizadas e como é possível ativar a promoção de atividades nos espaços públicos novamente.

No Brasil, em meados do século 20, a expansão da rede rodoviária foi simultânea ao desenvolvimento econômico do país que promoveu a integração territorial e a consolidação do mercado interno demandado pela forte expansão industrial (BARAT, 2007). Contudo, o processo de urbanização no Brasil, entre 1960 e 1980, auxiliado pelos grandes fluxos migratórios, alcançou um novo patamar como fenômeno socioespacial. Muitas capitais atingiram cifras de população de mais 1 milhão de habitantes, ampliando seu processo de metropolização como em São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Recife e Belo Horizonte (SCIFONI, 2016).

Conforme a população crescia nas áreas centrais das cidades brasileiras, e estas não tinham condições de acomodar grande parte da população migrante, um dos traços mais marcantes da urbanização brasileira foi o crescimento do fluxo de ocupação em direção às áreas periféricas (SCIFONI, 2016). Essas áreas que, muitas vezes eram áreas informais e sem acesso à infraestrutura e aos serviços urbanos, recebiam a maior parte da população trabalhadora pobre que, segundo Gomide & Galindo (2013), era dependente dos meios de transporte coletivo, apesar do crescimento da indústria automobilística. Tal padrão de segregação, acrescido ao padrão de uso do automóvel particular como forma de deslocamento, tornou ainda mais complexa a relação da mobilidade urbana e a construção do espaço urbano brasileiro.

Essa situação reforça que o Brasil ainda está a caminho do segundo estágio descrito por Jones (2014) e tem um desafio pela frente explicitando o papel das abordagens alternativas comprometidas com as mudanças para a mobilidade e cidades sustentáveis. Nesse sentido, um dos caminhos é a consolidação de um sistema de transporte público qualificado e integrado, tanto para atrair os usuários dos automóveis quanto para proporcionar um serviço digno a seus usuários. Soma-se a isso, o debate em torno da redução dos acidentes de trânsito e emissões de gases poluentes, da habitabilidade e qualidade de vida, além da garantia de resiliência a mudanças climáticas que ganhou grande relevância no final do século 20 e foi o estopim para mudanças no cenário mundial da mobilidade urbana (PORTUGAL; MELLO, 2017).

Nessa mesma época, surgiu na discussão da agenda internacional o termo “mobilidade sustentável”, apresentada na publicação *Green Paper on the Impact of Transport on the Environment*² da União Europeia (UE) em 1992. O documento foi a continuação das discussões iniciadas no relatório da ONU *Nosso Futuro Comum* e apresentou a política de transportes na UE e focou no aumento dos impactos ambientais causados pelo setor. Além disso, o documento tratou de questões sobre a proteção ambiental, segurança e proteção ao consumidor, direitos trabalhistas, política social e os custos externos de transporte, mas pouco foi dito sobre mudanças climáticas (HOLDEN *et al.*, 2019).

² União Europeia. *Green Paper on the Impact of Transport on the Environment. A Community Strategy for “Sustainable Mobility”*, COM(92) 46 Final; Commission of the European Communities: Bruxelas, Bélgica, 1992.

No início do século 21, o entendimento sobre mobilidade urbana focou nos aspectos qualitativos das viagens e suas externalidades, baseando-se nas modalidades de menor impacto ambiental e de maior impacto socioeconômico. Esse tipo de abordagem pressupõe um planejamento da mobilidade integrado ao uso do solo, ônus para o uso do veículo individual, uso de tecnologias da informação, além do incentivo aos modos de transporte menos poluentes. Nesse sentido, um sistema de transporte público qualificado e integrado contribui para proporcionar junto à população um serviço orientado à mobilidade e desenvolvimento sustentáveis (GONZÁLEZ VILLADA, 2016; PORTUGAL; MELLO, 2017).

A partir do panorama descrito é possível reunir a evolução dos conceitos, do escopo da mobilidade e do seu planejamento de transporte no contexto do século 20, que são apresentados na Tabela 01:

Tabela 01: Evolução dos conceitos e escopos da mobilidade e planejamento.

	Conceito	Escopo dos conceitos
Início do século 20	TRÁFEGO	Ênfase no tráfego motorizado e na sua velocidade. Priorização da infraestrutura viária para o veículo motorizado.
Meados do século 20	TRANSPORTE	Destaque ao tráfego motorizado e sua fluidez. Preocupação com a infraestrutura viária e de serviços para a integração dos modos de transportes.
Décadas de 1980 e 1990	MOBILIDADE	Ênfase nas viagens, nos aspectos quantitativos (velocidade) e atendimento da demanda. Ampliação da oferta viária e consolidação da organização espacial das atividades socioeconômicas.
Início do século 21	MOBILIDADE SUSTENTÁVEL	Destaque para os aspectos qualitativos das viagens e suas externalidades. Abordagem multimodal, intersetorial e interdisciplinar, com destaque para a integração entre transporte e uso do solo nas escalas global e local.

Fonte: PORTUGAL; MELLO, 2017. Adaptado pelo autor.

3.2. MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Enquanto, a abordagem tradicional focava na predição e melhoramento da infraestrutura e serviços de transporte, onde era mais importante prever a demanda das viagens e prover a infraestrutura necessária para o atendimento da demanda. A abordagem alternativa busca a inclusão de elementos sociais, considera a rua como um espaço de interação entre pessoas e transporte, valoriza a acessibilidade na promoção da mobilidade e contribui para o desenvolvimento sustentável das cidades (BANISTER, 2011; GONZÁLEZ VILLADA, 2016).

Essa abordagem alternativa estabelece um desafio relacionado à capacidade da mobilidade urbana de poder eliminar ou minimizar os impactos que afetam e prejudicam a sustentabilidade. Esse desafio exige uma mudança de paradigma no planejamento urbano, ao promover cidades compactas com atividades mais próximas e conectadas, como uma forma de aumentar a acessibilidade das modalidades mais sustentáveis e reduzir a necessidade de transporte motorizado (PEDRO *et al.*, 2017).

Nesse sentido, essa mudança de paradigma busca integrar o planejamento do uso do solo e dos transportes, principalmente os não motorizados, com ações intersetoriais que insiram o tema da mobilidade sustentável e seu papel no processo de promoção do desenvolvimento urbano sustentável. Como resultado a qualidade de vida da população – através do acesso ao trabalho, estudo, habitação, lazer, serviços etc. – repercute em movimentos e interações socioespaciais, em condições que minimizem as internalidades (indivíduos) e externalidades (sociedade) envolvidas nos deslocamentos (PEDRO *et al.*, 2017).

O planejamento integrado do uso do solo busca promover densidades mais altas, uso misto, e a integração entre o transporte público e a infraestrutura de transportes não motorizados (ativos). Esse planejamento contribui para a redução das distâncias dos deslocamentos feitos pela população, além de contribuir para o melhor uso dos modos de transportes não motorizados e da eficiência do transporte público. Ainda assim, contribui para a redução de viagens feitas pela população, aumenta a conectividade da cidade que se torna mais compacta, além de contribuir para a redução de emissão de gases poluentes no ar pelo transporte individual, que é menos utilizado para fazer os deslocamentos na cidade (MELLO, 2015; LAH, 2019).

Dessa forma, Litman (2020) investigou fatores do planejamento do uso do solo que interferem nas decisões do planejamento dos transportes. O grau de influência desses fatores varia conforme condições específicas e da combinação de fatores aplicados, tais como dados demográficos, acessibilidade regional, mistura de usos, diversidade modos de transportes, gestão de estacionamento, que juntos têm grande impacto sobre as viagens. Esses fatores impactam em mudanças nos congestionamentos, nos custos de infraestrutura, na presença do automóvel, dos custos de consumo, das taxas de acidentes, aptidão física e objetivos da equidade social, mostrados conforme a Tabela 02:

Tabela 02: Fatores de planejamento do uso do solo no planejamento de transportes.

Fator	Definição	Mecanismos
Acessibilidade regional	Localização em relação a centros regionais, empregos ou serviços.	Redução das distâncias entre os destinos na região.
Densidade	Pessoas, empregos ou habitações por unidade de área.	Redução das distâncias das viagens, aumento da caminhada e do uso de bicicleta, maior eficiência do transporte público e aumento dos custos com uso do automóvel e estacionamento.
Misturar	Proximidade e mistura de usos (residencial, comercial, institucional, etc.).	Redução das distâncias das viagens entre principais locais de destino. Aumento das opções de destino por caminhada ou por uso de bicicleta.
Centralidade	Parcela de empregos, comércio, entretenimento outras atividades concentradas nos principais centros.	Fornecer uma concentração de usos eficiente e aumenta a eficiência do transporte público.
Conectividade	Grau de conexão dos caminhos de pedestres e vias para veículos.	Redução das distâncias das viagens. Redução dos atrasos por congestionamentos. Aumento das opções de destino por caminhada ou por uso de bicicleta.
Tipologia de vias	Escala e desenho das vias para controle da velocidade do tráfego e suporte para modos alternativos de transporte.	Melhorias das viagens a pé, por bicicleta e transporte público. Melhorias nos ambientes locais atraindo as pessoas a permanecer mais em seus bairros.
Gestão de estacionamento	Número de vagas de estacionamento por unidade construída, ou o grau que são tarifados e regulados por eficiência.	Aumento da oferta de estacionamento dispersa os destinos, reduz a caminhabilidade e reduz os custos de condução.
Transporte ativo	Quantidade e qualidade das calçadas, faixas de pedestres, caminhos, ciclovias, estacionamento de bicicletas, segurança e amenidades para pedestres.	Melhorias nas viagens a pé, por bicicleta e acesso ao transporte público. Promoção de mais atividades locais.
Acessibilidade ao transporte	Grau em que os destinos são acessíveis por transporte público de qualidade.	Melhorias no acesso ao transporte público e um melhor suporte de acessibilidade.
Desenho do local	Leiaute e desenho dos edifícios e estacionamentos.	Melhorias no acesso ao pedestre.
Gestão da Mobilidade	Diversas estratégias para fomentar modos alternativos de transportes.	Incentivo e melhoria em modos alternativos de transportes.

Fonte: LITMAN, 2020. Adaptado pelo autor.

Nesse sentido, o planejamento integrado do uso do solo e dos transportes contribui para a consolidação de uma mobilidade sustentável. Para Banister (2011), a abordagem da mobilidade sustentável requer ações para reduzir o número de viagens, incentivar a integração entre os modos de transportes, reduzir as distâncias dos deslocamentos e promover uma maior eficiência no transporte público, conforme os itens a seguir:

- *a redução da necessidade de viajar (substituição)* – a importância da relação entre o transporte e as tecnologias da informação e comunicação (TIC), que podem influenciar na redução de viagens cotidianas através da substituição por atividades feitas remotamente, como trabalho remoto, ou compras pela internet, enquanto que outras viagens podem ser geradas com menor frequência, como viagens de longa distância;
- *medidas de política de transporte (mudança modal)* – mudanças que visem a redução da utilização do uso automóvel, em prol das opções do transporte não-motorizado, além do desenvolvimento de uma nova hierarquia de transportes. Em adição a isso, a redução da velocidade no tráfego urbano, a realocação de espaços para o transporte público e o controle de estacionamento são medidas que podem ser adotadas em direção à mobilidade urbana sustentável. E para além, utilizar o espaço da rua de forma mais ampla como um espaço de incentivo à utilização de atividades aos pedestres e à priorização do transporte público;
- *medidas de políticas de uso do solo (redução da distância)* – melhor uso do solo visando a redução das distâncias entre as atividades e a localização das moradias. Dessa maneira, ações que promovam o aumento da densidade e da concentração de usos, orientadas ao desenvolvimento do uso misto e ao transporte público, são medidas que contribuem para a incorporação da mobilidade sustentável nos padrões de formas e leiautes urbanos;
- *a inovação tecnológica (aumento da eficiência)* – a inovação tecnológica contribui para a melhor eficiência dos transportes através da utilização de melhores projetos de motores, de combustíveis alternativos e do uso de fontes de energia renováveis. Ações que possam ser introduzidas para a redução dos níveis de poluição sonora e do ar.

Dessa forma, o planejamento da mobilidade ocorre em direção à regulação e controle, ao ônus econômico do uso do veículo individual, ao uso de tecnologias da informação (TIC) e ao incentivo a modalidades mais limpas (GONZÁLEZ VILLADA, 2016). Por outro lado, a mobilidade sustentável busca, também, os preceitos da equidade, justiça social, direitos humanos,

de qualidade de vida e ambiental. Nesse sentido, é possível observar que emergem questões qualitativas relativas à saúde, à longevidade e à qualidade de vida no contexto urbano, que mostram uma mudança do paradigma vigente no século 20. Dessa forma, o atendimento às necessidades dos indivíduos, à acessibilidade e à facilidade de utilização dos recursos existentes são premissas desse novo paradigma da mobilidade sustentável (MELLO, 2015).

Segundo Lah (2019) as cidades de Copenhague e Freiburg conseguiram com sucesso integrar adequadamente o planejamento do transporte público com o planejamento urbano e infraestrutura não motorizada. Por essa razão essas cidades contam com uma mobilidade urbana mais adequada e eficiente, além do melhor acesso a serviços, empregos, educação e atividades sociais. Nesse sentido, Banister (2011) afirma que estratégias integradas de planejamento são capazes de projetar cidades com qualidade e na escala das pessoas. Mas para isso, é necessária uma abordagem alternativa baseada na mobilidade sustentável com ações que abordem as questões da forma urbana e de tráfego, assim como as questões relativas às pessoas e suas relações com a mobilidade na cidade, conforme a Tabela 03:

Tabela 03: Abordagens contrastantes para o planejamento de transportes.

Abordagem convencional: planejamento e engenharia de transporte	Abordagem alternativa: mobilidade sustentável
Dimensões físicas	Dimensões sociais
Mobilidade	Acessibilidade
Foco no tráfego, em particular no automóvel	Foco nas pessoas, em particular a pé
Grande escala	Escala local
Rua como via para veículos	Rua como espaço de convivência
Transporte motorizado	Todos os modos de transporte, com prioridade aos modos de transporte não motorizado
Previsão do tráfego	Visão sobre a cidade
Modelagens	Desenvolvimento de cenários e modelagem
Avaliação econômica	Análise multicritério, com preocupações sociais e ambientais
Viagem como uma demanda derivada	Viagem como uma atividade
Baseado na demanda	Baseado no gerenciamento da demanda
Velocidade do tráfego	Moderação do tráfego
Minimização do tempo de viagem	Tempos de viagem aceitáveis e confiáveis
Segregação entre pessoas e tráfego	Integração entre pessoas e tráfego

Fonte: BANISTER, 2011. Adaptado pelo autor.

Na Tabela 03, Banister (2011) apresenta a ênfase na mudança da abordagem quantitativa, que priorizava as viagens propriamente ditas, para uma abordagem qualitativa do planejamento, relativa às internalidades e externalidades associadas à mobilidade. Nesse sentido, essa abordagem contribui o planejamento integrado entre transportes e o uso do solo, que é fundamental para a criação das bases para a utilização das ruas como um espaço social, de integração de pessoas, atividades, segurança e tráfego (PORTUGAL; MELLO, 2017).

Assim, a dimensão social ao ser incluída na oferta de acessibilidade a grupos distintos de indivíduos e localidades, considerando as escalas existentes e suas peculiaridades. Para isso, é necessário orientar os modos de transportes existentes no caminho da sustentabilidade, onde a prioridade é o uso dos transportes não motorizados (ativos) e do transporte público. Esta lógica contribui para a qualidade de vida da população relacionada a viagens realizadas para fins de lazer ou para a vivência de novas experiências, e na preocupação para viagens com tempos aceitáveis e confiáveis, além de tráfego moderado (PORTUGAL; MELLO, 2017).

Nesse sentido, a abordagem alternativa contribui para o planejamento da mobilidade sustentável a partir do gerenciamento entre a expansão da acessibilidade (ao trabalho, à saúde, à educação etc.) e a escassez de recursos (naturais, sociais e capital humano). Para que os benefícios obtidos pela mobilidade sustentável de hoje, não prejudiquem as possibilidades das gerações futuras obterem, pelo menos, o mesmo bem-estar. Dessa forma, a acessibilidade tem papel de promover a mobilidade sintonizada com a sustentabilidade, na busca de novos padrões de deslocamento organizados a partir da diversidade de atividades no espaço urbano (ZEGRAS, 2005; PORTUGAL; MELLO, 2017).

Um dos desafios para se atingir a mobilidade sustentável é ainda o enfrentamento da abordagem tradicional vigente no planejamento urbano, com o objetivo de eliminar ou minimizar os impactos que prejudicam a sustentabilidade. Porém, a perspectiva global ainda tem sido a de incentivar o uso do transporte individual motorizado, com uma transição lenta em prol de conceitos de mobilidade mais sustentáveis. Por isso, as cidades necessitam reduzir a dependência desse modo de transporte e consolidar os sistemas de transportes públicos mais atraentes e acessíveis para todos os moradores, em especial os mais pobres (PEDRO *et al.*, 2017).

No Brasil, desde meados do século 20 houve um crescimento do transporte individual motorizado e do transporte coletivo informal, que por sua vez trouxe uma sobrecarga do sistema viário das cidades reduzindo a fluidez do tráfego e diminuindo a velocidade, o conforto e a regularidade do transporte público (GOMIDE, 2008). Somado a isso, o Brasil passou por um período de estagnação de investimentos em infraestrutura que, tanto minou as bases de financiamento para projetos de longo prazo, assim como corroeu os recursos necessários para a manutenção da infraestrutura existente (MACHADO *et al.*, 2018).

Apenas no início dos anos 2000 foi marcado pelo novo tratamento dado ao transporte urbano por meio da inserção de uma concepção de desenvolvimento urbano que se propôs mais integrada, sustentável e construída democraticamente. Esse processo culminou na promulgação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257 de 2001), que trouxe importantes avanços na criação de instrumentos de gestão urbana, como a obrigatoriedade da elaboração de planos diretores em municípios com população acima de 20 mil habitantes, e da indicação da necessidade de um plano de transporte urbano integrado para as cidades com mais de 500 mil habitantes (BRASIL, 2001; VASCONCELLOS *et al.*, 2011; GOMIDE; GALINDO, 2013).

Para Carvalho (2016), o Estatuto da Cidade também apresentou princípios e instrumentos de ordenação urbana que contribuíram, de forma indireta, para uma melhor implementação das políticas de mobilidade urbana, como: a ordenação das edificações e parcelamento do solo de acordo com a infraestrutura da região; o maior adensamento nas áreas próximas aos corredores de transporte público de alta capacidade e centros comerciais; a melhor distribuição das atividades urbanas no território; a minimização dos impactos ambientais e de trânsito de grandes empreendimentos, com a exigência de relatório de impacto de vizinhança.

Em 2003 foi criado o Ministério das Cidades, que teve papel fundamental para a consolidação da política urbana federal com o foco no desenvolvimento urbano sustentável e em um novo conceito institucional para o transporte urbano no Brasil. Nesse sentido, o ministério foi responsável por um conjunto de políticas canalizadas para as demandas do setor, que retirou o foco no modelo centrado no transporte individual motorizado, para desenvolver e fortalecer um modelo centrado na mobilidade urbana (GOMIDE, 2008; GOMIDE; GALINDO, 2013).

Dessa maneira, o ministério formulou as diretrizes gerais para a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), regulamentada pela Lei nº 12.587 de 2012, que envolvem os campos do desenvolvimento urbano, sustentabilidade ambiental e inclusão social rumo ao acesso universal à cidade. Esta lei traz a obrigatoriedade da elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana (PMU) aos municípios com mais de 20 mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas com mais de 1 milhão de habitantes ou integrantes de áreas de interesse turístico. Dessa forma, contribui para tornar o PMU um instrumento importante para a criação de projetos integrados ao uso do solo e à mobilidade urbana (BRASIL, 2012; PEDRO *et al.*, 2017). Nesse sentido, o PMU deve contemplar:

- Os serviços de transporte público coletivo;
- A circulação viária;
- As infraestruturas do sistema de mobilidade urbana;
- A acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade;
- A integração dos modos de transporte público, com os privados e os não motorizados;
- A operação e o disciplinamento do transporte de carga na infraestrutura viária;
- Os polos geradores de viagens;
- As áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos;
- As áreas e horários de acesso e circulação restrita ou controlada;
- Os mecanismos e instrumentos de financiamento do transporte público coletivo e da infraestrutura de mobilidade urbana;
- A sistemática de avaliação, revisão e atualização periódica do PMU em prazo não superior a 10 anos.

O PMU se torna um instrumento que estabelece as estratégias quanto à organização das acessibilidades e gestão da mobilidade, definindo um conjunto de medidas para a implementação e promoção de um modelo de mobilidade mais sustentável. O plano precisa ser alinhado ao desenvolvimento econômico, compatível com uma maior coesão social e orientado para a proteção do ambiente e eficiência energética. Esses objetivos devem ser contemplados na formulação da acessibilidade na busca pela mobilidade sustentável.

3.2.1. Acessibilidade e mobilidade sustentável

No contexto do planejamento do uso do solo e dos transportes, a acessibilidade pode ser definida como a capacidade de indivíduos ou grupo de indivíduos alcançarem as atividades e destinos através da combinação de modos de transporte. Para isso, o nível de acessibilidade depende da performance do sistema de transporte, dos padrões de uso do solo, das características individuais das pessoas e empresas, da qualidade geral das "oportunidades" disponíveis e, cada vez mais, das tecnologias da informação (GEURS; WEE, 2004; ZEGRAS, 2005). Conforme a Tabela 04, são apresentados os fatores que influenciam na acessibilidade e seus respectivos efeitos:

Tabela 04: Fatores que influenciam na acessibilidade.

Fatores	Efeito na acessibilidade
Transportes	Melhorado com mais links, serviço mais rápido ou mais barato
Distribuição espacial das "oportunidades"	Melhorado se a proximidade de oportunidades for aumentada
Características individuais (pessoas/empresas)	Aprimorado com capacidade física, mental e econômica para aproveitar as oportunidades
Qualidade das oportunidades	Melhorado com mais, ou melhores, oportunidades dentro da mesma distância / tempo

Fonte: GEURS; WEE, 2004. Adaptado pelo autor.

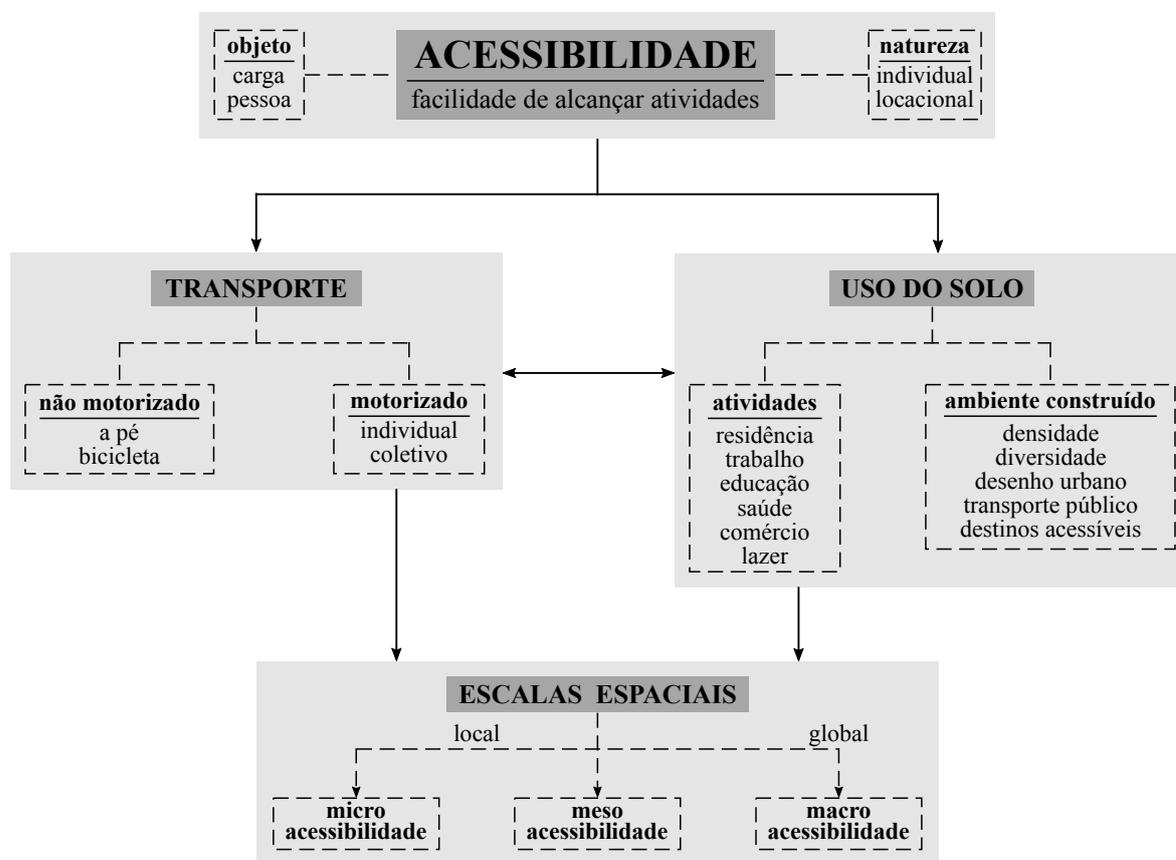
Assim, a acessibilidade pode contribuir com estratégias que integram transportes e uso do solo, sendo uma importante ferramenta de promoção da mobilidade sustentável. Nesse contexto, a função da acessibilidade está relacionada com a facilidade de realização das atividades como compras, entretenimento, educação, trabalho etc. Assim sendo, as condições de acessibilidade influenciam na escolha dos destinos com o objetivo de alcançar as atividades desejadas (KNEIB; PORTUGAL, 2017).

De acordo com Kneib & Portugal (2017) a consolidação da acessibilidade ocorre através da sua relação com os transportes e o uso do solo, e com as dimensões e análises das escalas espaciais. Nesse sentido, os transportes se relacionam com a acessibilidade através das infraestruturas e serviços orientados a atender a população por meio dos modos de transporte motorizado (individual ou coletivo) e transporte não motorizado (a pé ou por bicicleta).

Já o uso do solo se relaciona com a acessibilidade a partir das características do desenvolvimento urbano e do espaço urbano construído com as suas funções. Para tal, pode-se organizar o uso do solo a partir dos elementos Atividades (residência, trabalho, educação, saúde, comércio e lazer) e Ambiente Construído, que foram utilizados os parâmetros das 5Ds adotadas por Cervero *et al.* (2009) (Densidade, Diversidade, Desenho Urbano, Disponibilidade de Transporte Público e Destinos Acessíveis) (KNEIB; PORTUGAL, 2017).

A partir das relações entre transporte e uso do solo, a acessibilidade ocorre no espaço urbano em diferentes níveis de escala espacial, que varia da escala local à global; da micro à macroacessibilidade. Cada nível de escala apresenta um recorte espacial da realidade de acordo com os fenômenos a serem investigados. As diferentes escalas podem ser empregadas como ferramentas de análise e de proposição de estratégias orientadas à promoção da acessibilidade favorável a uma mobilidade sustentável, conforme Figura 08 (KNEIB; PORTUGAL, 2017).

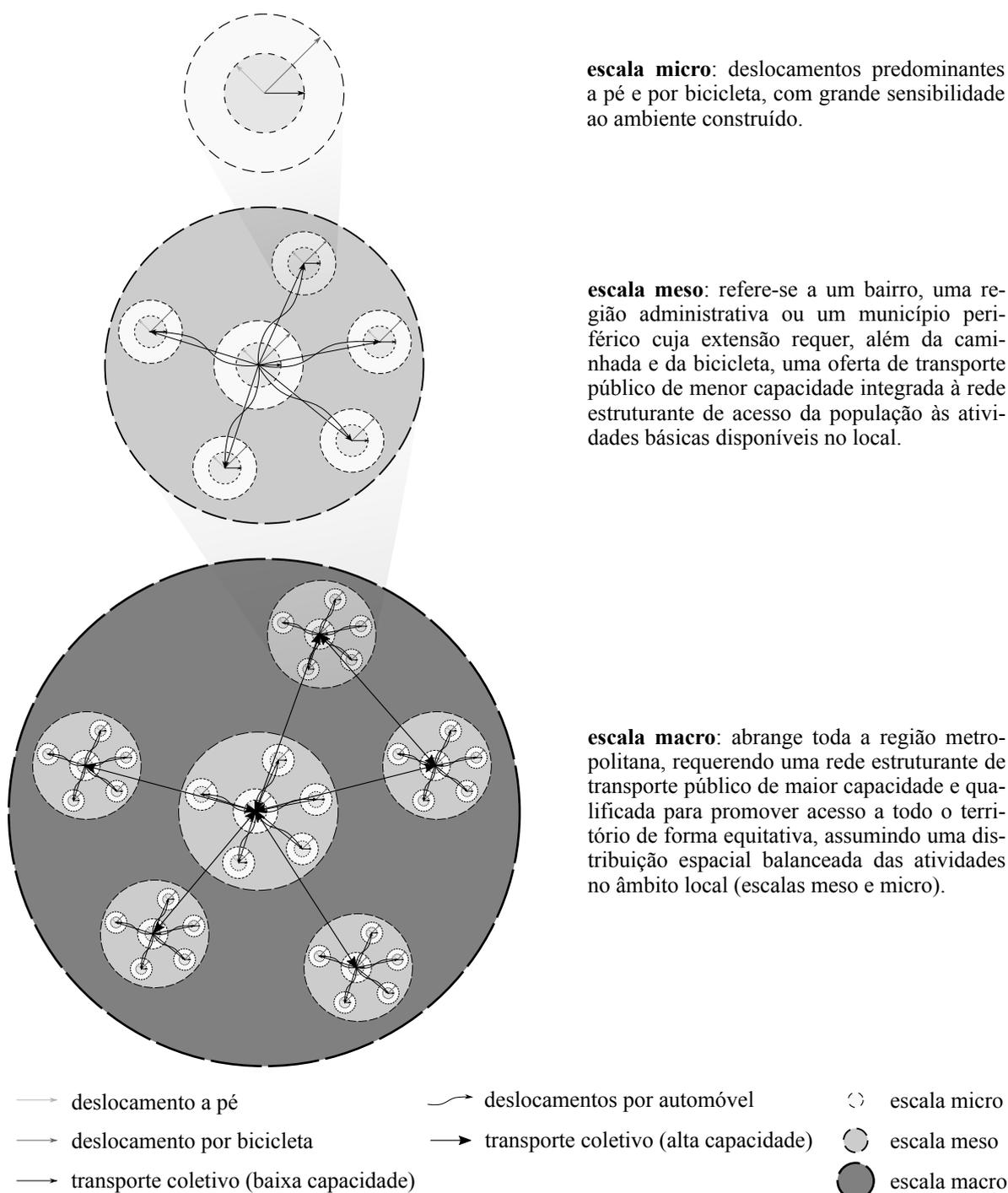
Figura 08: A acessibilidade, seus componentes e escalas de articulação entre transportes e usos do solo.



Fonte: KNEIB; PORTUGAL, 2017. Adaptado pelo autor.

Para Kneib & Portugal (2017) as escalas espaciais têm relação com a extensão geográfica e variam dentro de uma faixa, indo da área mais restrita (escala local) até a área mais abrangente (escala global). Na escala local considera-se pelo menos 2 estruturas diferentes, que envolve uma acessibilidade a nível microscópico, e outra a nível mesoscópico, já a escala global se relaciona com a acessibilidade a nível macroscópico, conforme Figura 09:

Figura 09: Acessibilidade, e suas escalas espaciais, comprometida com a mobilidade sustentável.

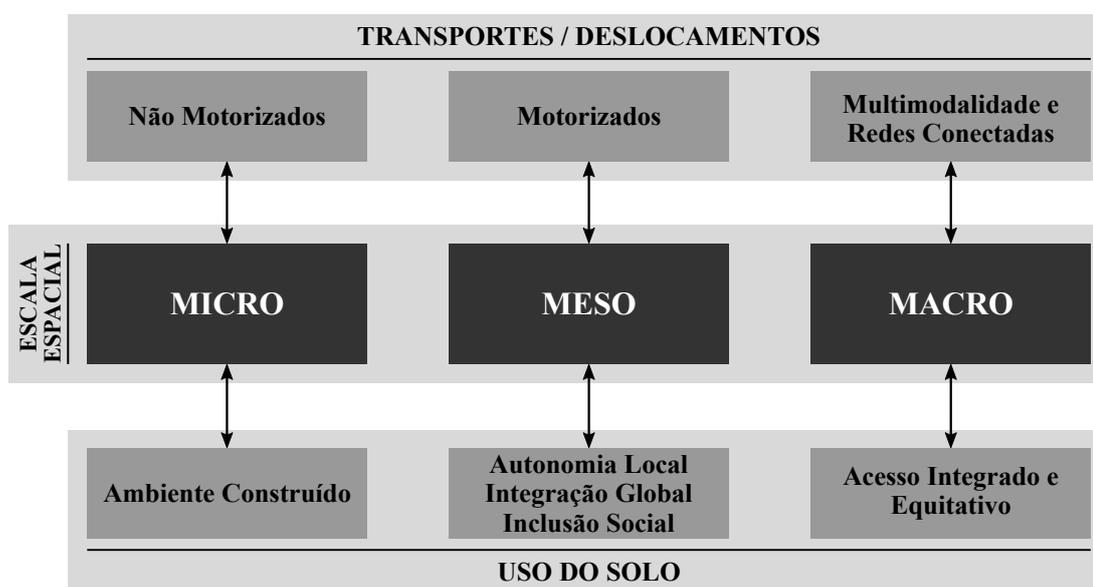


É importante destacar a influência das escalas espaciais, por meio da acessibilidade, na extensão das viagens e dos modos de transporte, que são fatores-chave para a mobilidade sustentável. Na escala local, que engloba a Mesoacessibilidade e a Microacessibilidade, a autonomia da localidade está relacionada diretamente com os elementos da infraestrutura e serviços, e com as atividades usufruídas pela população no ambiente construído. Na escala global, onde a Macroacessibilidade atua, a acessibilidade ocorre entre localidades dentro de um espaço geográfico mais amplo, com a integração de cada localidade ao todo (MELLO *et al.*, 2017).

Dessa forma, a microacessibilidade se relaciona diretamente com o ambiente construído (densidade, diversidade, uso do solo, desenho urbano), que funciona como facilitador dos deslocamentos por modos não motorizados (a pé ou por bicicleta) para todas as pessoas. Já a mesoacessibilidade se insere no atendimento de serviços e oportunidades à população, e na oferta de transporte público de baixa capacidade para atender os deslocamentos locais e conectar-se à rede de transporte público. Por fim, a macroacessibilidade requer uma rede estruturada de transporte de média e alta capacidade, para conectar diversas localidades entre si e no espaço global (MELLO *et al.*, 2017).

A síntese da relação entre as escalas espaciais e os seus requisitos dos transportes e uso do solo é apresentada na Figura 10:

Figura 10: Escalas espaciais e seus requisitos em transportes e uso do solo.



Os cenários apresentados buscam representar as condições de acessibilidade que possibilitem e estimulem uma mobilidade mais sustentável. Nesse sentido, na escala local a microacessibilidade tem interdependência com o ambiente construído, cuja a maior influência é a indução de viagens curtas feitas no alcance da vizinhança por modos de transporte não motorizados. É nessa escala que se estabelecem as relações humanas, que por muito tempo foi desconsiderada pelos planejadores urbanos (GRIECO *et al.*, 2017; MELLO *et al.*, 2017).

Dessa forma, pensar a cidade na escala humana, por vezes ignorada pelos planejadores urbanos, é pensar no estabelecimento das relações humanas no ambiente construído. Jacobs (2011) destaca a importância de se pensar a cidade na escala humana e acredita que a diversidade é o fator definidor para uma melhor dinâmica da vida urbana. A autora afirma que a mistura de pessoas, usos e edifícios torna o espaço urbano mais rico, dinâmico e seguro.

Para Jacobs (2011) existem quatro condições indispensáveis para gerar uma diversidade urbana: presença de diversos usos – garante a presença de pessoas em diferentes horários do dia para diferentes fins; quadras menores – maior conectividade nas ruas e principalmente nas calçadas e esquinas; variedade de edifícios – presença de edificações de épocas diferentes, incluindo edifícios antigos; e alta densidade – concentração de pessoas sejam quais forem seus propósitos. Dessa forma, Jacobs (2011) reafirma que a associação dessas quatro condições criam combinações de usos economicamente eficazes para gerar diversidade urbana.

No mesmo caminho, Gehl (2013) acredita que a cidade precisa ser pensada na dimensão humana no nível térreo, pois é nele que as atividades e interações sociais acontecem de forma mais dinâmica e vibrante. Dessa forma, ele acredita que a cidade deve ser pensada principalmente na escala local e destaca os seguintes princípios como cruciais para alcançar uma maior dinâmica para as cidades: distribuição de usos na cidade – diminui as distâncias percorridas entre eles; integração de diversas funções na cidade – garante a compactação da estrutura urbana, inclusive com a presença de habitações nas áreas centrais; espaço urbano convidativo tanto para o pedestre quanto para o ciclista; maior atenção ao nível térreo, principalmente nos espaços de transição entre a cidade e as edificações – promoção de espaços vivos e dinâmicos; convite a permanências mais longas das pessoas no espaço público - promoção de vitalidade.

Tais aspectos convergem para as 5 Dimensões do Ambiente Construído (Densidade, Diversidade, Desenho Urbano, Disponibilidade de Transporte Público e Destinos Acessíveis) adotadas por Cervero *et al.* (2009), que influenciam diretamente na autonomia local de uma determinada área urbana. Nesse sentido, a microacessibilidade guiada pelo ambiente construído reforça a autonomia na escala local em busca da diversidade e da proximidade das atividades. Isso contribui para privilegiar as pessoas e favorecer a mobilidade sustentável, a favor dos deslocamentos a pé e de bicicleta, em detrimento do transporte individual motorizado (GRIECO *et al.*, 2017). A seguir são apresentadas as 5 dimensões (5Ds), de forma pormenorizada:

- *Densidade* – se apresenta como a medida da concentração de pessoas, unidades habitacionais ou empregos em uma determinada área, e é utilizada como instrumento de apoio ao planejamento urbano. Para Amancio (2005) áreas com altas densidades estão relacionadas a maior concentração residencial e de atividades comerciais, que proporcionam deslocamentos mais curtos por modos de transportes não motorizados. Segundo Acioly & Davidson (1998) altas densidades são estimuladas para sustentar o transporte público e, também, garantir o melhor aproveitamento dos investimentos públicos na infraestrutura e serviços urbanos;
- *Diversidade* – se refere à variedade de usos presentes em uma determinada área urbana, que ao apresentar a mistura de diversas atividades (habitação, educação, saúde, trabalho, serviços e comércio), garantem uma autonomia à população. Para Amancio (2005) o aumento da diversidade de uso do solo incentiva a utilização dos modos de transporte não motorizados nos principais deslocamentos desejáveis de uma área;
- *Desenho urbano* – se apresenta pela distribuição espacial de vias e quadras, pela paisagem ambiental, pelo acesso à infraestrutura e a amenidades de pedestres e ciclistas. Essa dimensão define a maneira que os deslocamentos podem ser feitos pelas pessoas na cidade, favorecendo os modos de transporte mais sustentáveis, como a caminhada. O desenho urbano pode contribuir para a adequação das edificações à escala humana, com a disposição de vitrines, janelas e acessos ao nível térreo. Os indicadores que expressam o desenho urbano podem ser descritos por três grupos: amenidades, características de desenho e segurança;
- *Disponibilidade de transporte público* – segundo ITDP (2019) esta medida está relacionada com a disponibilidade do sistema de transporte à comunidade a partir de uma distância má-

xima, que um usuário poderia acessá-lo por caminhada. Desde que as condições para o deslocamento atendam ao padrão desejado de desenho urbano amigável ao pedestre. Quanto menor a distância entre o transporte público e a localização das residências e empregos, maior é o percentual de usuários que acessam o sistema;

- *Destinos acessíveis* – segundo Cervero *et al.* (2009) essa medida se refere à facilidade de acesso a determinadas atividades essenciais, como supermercados, restaurantes, escolas, bancos etc., com distâncias compatíveis a serem percorridas a pé. Nesse sentido, essa dimensão se relaciona diretamente com as medidas de Densidade, Diversidade e Disponibilidade de Transporte Público, pois estão associadas a uma determinada área de interesse ou equipamentos essenciais que são utilizados para atividades essenciais.

A influência das dimensões do ambiente construído na promoção da mobilidade sustentável varia conforme as características de cada cidade, por isso, é preciso que sejam feitas pesquisas locais para melhor compreensão dessa influência. Nesse sentido, foram desenvolvidas metodologias que avaliam as condições da acessibilidade alinhadas ao desenvolvimento orientado à mobilidade sustentável. Essas metodologias podem ser utilizadas tanto para a avaliação de determinadas áreas, quanto para a orientação de melhorias nas condições de acessibilidade, através de modificações no uso do solo e na infraestrutura de transportes visando a mobilidade sustentável (GRIECO *et al.*, 2017).

Dentre os métodos existentes, pode-se citar: o *TOD Index* criado por Singh *et al.* (2015), que contempla em seus princípios as dimensões do ambiente construído, cujos os indicadores são parametrizados pela análise multicritérios; o *DOTS Cidades*, elaborado pelo EMBARQ Brasil (2015), que foca em 7 elementos analisados por indicadores em 4 diferentes escalas: cidade, interbairros, bairro e rua; o método *TOD Standard*, desenvolvido pelo ITDP (2017), que avalia a partir de indicadores associados a 8 princípios do Padrão DOTS de qualidade o entorno de estações de transporte de média e alta capacidade; a *Ferramenta para Avaliação de Potencial DOTS em Corredores de Transporte*, também desenvolvido pelo ITDP (2016), que busca promover diretrizes de planejamento relacionado aos 8 princípios *TOD Standard* no entorno de estações de transporte. Vale ressaltar que outros métodos continuam sendo criados em outros países com a mesma temática do DOTS (GRIECO *et al.*, 2017).

3.3. DESENVOLVIMENTO URBANO ORIENTADO AO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL (DOTS)

3.3.1. Conceitos DOTS³

Ao longo do século 20, a crítica à abordagem tradicional do planejamento dos transportes se intensificou, principalmente pelos problemas oriundos da formação dispersa das cidades e sua consequente priorização do veículo motorizado. Dessa forma, desde a década de 1990, o conceito de *Smart Growth* ganha importância ao articular o uso do solo com os transportes como uma estratégia de planejamento urbano. O conceito busca alternativas da valorização da acessibilidade, criação de padrões de densidades e uso do solo com o objetivo de privilegiar os transportes público e não motorizado, para promover cidades mais compactas alinhadas aos desenvolvimento urbano sustentável (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017).

Nesse contexto, surgiu o termo *Transit Oriented Development* (TOD) ou mais recentemente, Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), evidencia o foco no desenvolvimento habitacional, comercial e de serviços em áreas do entorno de estações de transporte de média e alta capacidade, como locais atraentes e lucrativos para o desenvolvimento urbano sustentável. Dessa maneira, o DOTS se enquadra como um dos pilares das políticas de *Smart Growth* ao definir um conjunto de princípios de planejamento urbano e de transportes que buscam mudanças para um padrão de mobilidade urbana mais sustentável (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017; SERRA, 2018; KNOWLES *et al.*, 2020).

Ao longo dos anos, vários termos surgiram para definir a ideia de DOTS. Alguns autores utilizaram o termo de maneira bastante diversa, referindo-se a qualquer forma de “desenvolvimento orientado ao transporte”, incluindo o desenvolvimento orientado aos transportes de ônibus e de trem, bem como o desenvolvimento ao longo de rodovias. Esta é uma definição mais restrita, relacionada ao desenvolvimento próximo ou orientado às instalações de transporte de massa. Embora não exista uma definição única e abrangente que represente o conceito de

³ Esta sigla tem sido denominada como Desenvolvimento Orientado ao Transporte ou Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público ou mesmo, substituída por DOTS - Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017).

DOTS em suas diversas formas, a maioria das definições compartilham elementos comuns, como: desenvolvimento de uso misto; desenvolvimento próximo e bem servido de transporte público; e desenvolvimento propício à circulação dos pedestres (CERVERO *et al.*, 2004).

É importante ressaltar que o conceito de DOTS não é novo, e é possível considerar que no século 19 núcleos urbanos contemplavam as características principais do conceito DOTS incluindo um padrão de transporte na escala dos pedestres ao longo de corredores e regiões, conectando bairros e cidades suburbanas ao centro urbano por meio de transporte público. O desmonte dos sistemas de trilhos ocorridos no século 20 contribuiu para o favorecimento das estradas e vias expressas e o desaparecimento desses núcleos com as características DOTS (CERVERO *et al.*, 2004).

Cervero *et al.* (2004) afirma que os conceitos DOTS não devem ser determinados apenas por parâmetros físicos. O DOTS não é simplesmente um arranjo de edifícios em torno de nós de transportes, mas também sobre comunidade e bairros. O DOTS ganhou notoriedade como uma forma de corrigir uma série de problemas urbanos, como os congestionamentos no trânsito, a falta de moradias acessíveis, poluição do ar e expansão urbana crescente. O DOTS cria um ambiente político receptivo com o envolvimento da sociedade civil e poder público com a inserção de uma nova legislação comprometida em promover comunidades habitáveis e um crescimento sustentável.

Para Gehl (2013), o modelo de desenvolvimento DOTS se concentra nas relações de organização entre os pedestres, ciclistas e a rede viária de tráfego. Esta estruturação ocorre com a presença do transporte sobre trilhos e são cercados por empreendimentos de densidade relativamente alta. Dessa forma, configura-se uma condição satisfatória para oferecer moradias e postos de trabalho a uma distância razoável das estações, a serem percorridas a pé ou por bicicleta. Tais características garantem, também, vantagens ambientais como linhas de abastecimento curtas e a redução da ocupação de grandes áreas.

Os princípios do DOTS orientam para um adensamento urbano compacto e com uso misto do solo, em que pequenas distâncias são percorridas, a pé ou por bicicleta, nos trajetos em direção às estações de transporte de média e alta capacidade. Esses princípios se referem aos es-

paços urbanos existentes ou projetados, que acolhem pessoas, atividades, edificações e espaços públicos em áreas integradas ao resto da cidade por um transporte público de qualidade e facilmente conectadas pela mobilidade não motorizada. Essas premissas evidenciam as necessidades de todos, independente de idade, capacidade física, perfil demográfico ou renda, em todas as escalas do desenvolvimento, exigindo mais integração dos empreendimentos e obras de infraestrutura (ITDP, 2017).

Para Evans & Pratt (2007) as potencialidades dos conceitos de DOTS podem ser apresentadas através dos seus objetivos que se relacionam diretamente com a qualidade dos transportes e do ambiente urbano:

- Aumentar o acesso dos habitantes aos modos de transportes público e não motorizado;
- Atrair novos passageiros para o transporte público, incluindo os usuários de transporte individual motorizado;
- Priorizar o acesso às estações de transporte por modos de transporte não motorizado, em detrimento de modos motorizados;
- Reduzir o tráfego de automóveis e a infraestrutura associada ao planejamento tradicional, para reduzir as externalidades negativas dos congestionamentos, poluição e acidentes;
- Distribuir as demandas de viagens nas estações ao longo do dia, para aproveitar a infraestrutura instalada e reduzir o consumo de energia nos horários de pico;
- Fornecer opções de habitação desejáveis e acessíveis para diferentes faixas da população, próximas às estações de transporte de alta capacidade;
- Promover o desenvolvimento de comunidades com autonomia econômica através de diferentes combinações de escritórios, lojas e espaços residenciais de forma compacta;
- Reduzir os custos de instalação de novas infraestruturas necessárias em áreas de expansão na periferia da cidade.

Aqui será apresentada uma visão geral dos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) que visa conduzir o planejamento de cidades em busca do desenvolvimento urbano sustentável. Esses princípios foram utilizados como parâmetros de análise para a área de estudo escolhida.

3.3.2. Aplicação dos conceitos DOTS

Os primeiros exemplos de aplicação dos conceitos DOTS começaram no século 19 com o desenvolvimento de moradias suburbanas ao longo de novas rotas de trem e bonde em cidades europeias e norte-americanas. No Reino Unido, cidades como Manchester, Birmingham e Londres expandiram o transporte por trilhos, seja por trem ou por bonde, com o objetivo de criar habitações ao longo da linha férrea em áreas mais baratas para o trabalhadores da indústria, fundamental para o desenvolvimento suburbano (KNOWLES *et al.*, 2020).

Cidades médias como Boston, Copenhague, Glasgow e Leeds, expandiram sua malha urbana com a implantação dos bondes elétricos e são exemplos de clássicos da alta densidade DOTS. Cidades maiores como Londres, Paris, Chicago e Nova York desenvolveram ferrovias subterrâneas ou elevadas como solução para seus congestionamentos. Esse período foi marcado pela aplicação do DOTS em cidades dos países desenvolvidos (KNOWLES *et al.*, 2020).

Essa dinâmica perdurou ainda até o início do século 20, mas se tornou menos influente cedendo lugar à expansão do uso dos automóveis particulares, principalmente nos Estados Unidos. Nesse sentido, muitos países desenvolvidos, incluindo Reino Unido e o próprio Estados Unidos, tomaram a decisão de retirar os sistemas de bondes elétricos, em troca do sistema mais flexível de ônibus. Ruas baseadas no sistema de bondes foram modificadas para atender o rápido crescimento de carros (KNOWLES *et al.*, 2020).

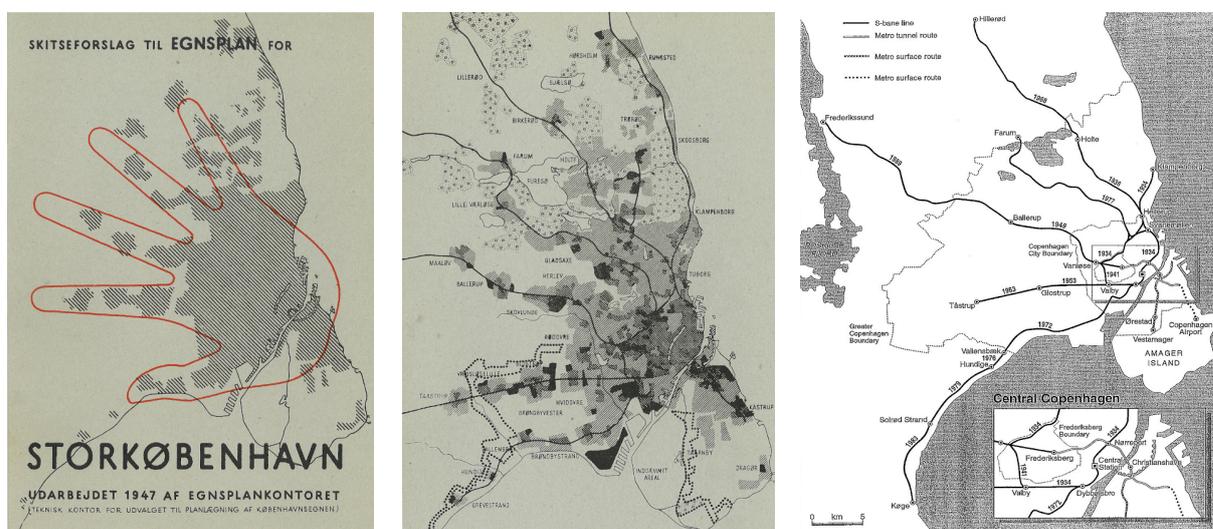
A exemplo da história mundial, a experiência brasileira nas primeiras décadas do século 20, era semelhante aos países desenvolvidos, em que a ferrovia se apresentava como o meio de transporte mais utilizado nos fluxos de passageiros. No entanto, o transporte ferroviário cedeu gradualmente o seu protagonismo ao transporte rodoviário que, inicialmente, se limitava a conectar centros urbanos relativamente próximos. Porém, logo acumulou a função de coleta e distribuição em caráter complementar ao sistema ferroviário (BARAT, 2007).

Após a 2ª Guerra Mundial cidades médias europeias experimentaram uma rápida expansão urbana e populacional em direção ao subúrbio, facilitada pelo aumento do uso do automóvel. O que tornou mais difícil a implantação dos conceitos DOTS por conta de uma parcela signi-

ficativa da população optar pelo uso do carro. No entanto, nas capitais escandinavas de Copenhague, Oslo e Estocolmo, e na capital francesa de Paris, houve um movimento contrário dos planejadores urbanos, que foi capaz de canalizar a expansão suburbana ao longo dos corredores de transporte (KNOWLES, 2012; KNOWLES *et al.*, 2020).

Copenhague foi pioneira no planejamento DOTS ao desenvolver o famoso *Finger Plan* (*Egnsplan*) em 1947 como ferramenta para fornecer o desenvolvimento urbano ao longo de corredores de transporte ferroviário. O plano consistia no desenvolvimento planejado ao longo de cinco linhas férreas suburbanas existentes e a serem criadas com o objetivo de proporcionar mobilidade aos habitantes e fácil acesso ao CBD. A presença de automóveis na capital escandinava ainda era muito baixa (cerca de 30 a cada 100 habitantes em 1950), e o acesso da população ao transporte ferroviário foi a maneira mais acessível para a implantação de novas moradias em um momento de rápida expansão (KNOWLES, 2012; KNOWLES *et al.*, 2020).

Figura 11: *Finger Plan* (*Egnsplan*) para Copenhague (1947).



Fonte: KNOWLES, 2012.

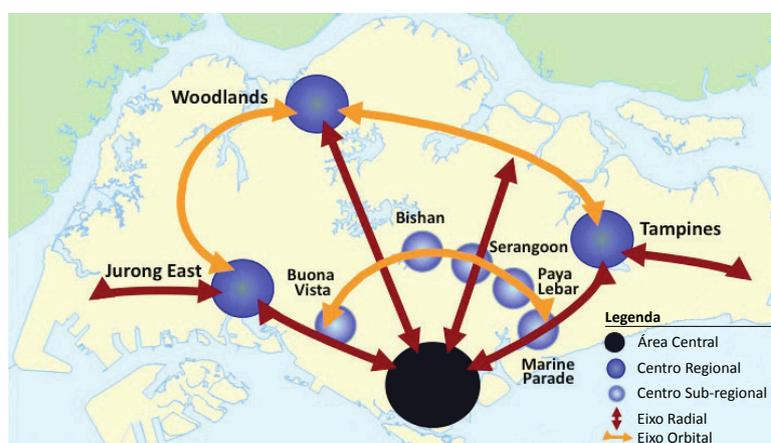
Já o *General Plan* (1952) de Estocolmo criou uma hierarquia de três níveis de centros com 18 bairros em quatro (mais tarde oito) rotas ferroviárias radiais. Essas ferrovias deram origem a uma forma urbana de “colar de pérolas” e um uso do solo equilibrado para trabalho e habitação, que resultou em fluxos balanceados de deslocamento ao longo do dia. A maioria dos habitantes de Estocolmo utiliza o transporte público para chegar ao trabalho, e usam o carro de forma seletiva. Nesse sentido, Estocolmo é uma das poucas cidades europeias que o uso do

automóvel vem diminuindo desde o final do século 20 e vem contribuindo para as baixas emissões de CO₂ per capita de transporte (SUZUKI *et al.*, 2013; KNOWLES *et al.*, 2020).

Outras capitais europeias, também, aplicaram o planejamento DOTS como: o *Comprehensive Plan* (1950) em Oslo, que desenvolveu uma região de cidades polinucleadas sustentada por cidades satélites com quatro novas rotas ferroviárias suburbanas; e o Plano Diretor Regional de *Île-de-France* (1965) em Paris, que desenvolveu cinco novas cidades ao longo de linhas férreas suburbanas e 2 linhas novas de transporte regional (RER - *Réseau Express Régional*). No entanto, o planejamento TOD não foi difundido nas cidades europeias, que ao longo do século 20, tentaram adaptar sua estrutura urbana às necessidades do uso do automóvel (KNOWLES *et al.*, 2020).

Algumas cidades asiáticas, a partir da década de 1960, estavam em pleno crescimento e viram no planejamento DOTS como parte do desenvolvimento econômico nacional. Um exemplo foi o *Concept Plan* (1971) em Singapura, baseado em uma rede de ferrovias radiais que interconectam o núcleo central de arranha-céus (CBD) a novas cidades planejadas. Essas cidades se organizam hierarquicamente como subcentros, com funções especializadas, que interagem e dependem umas das outras. Outra abordagem adotada por Singapura foi taxar a propriedade do automóvel, desde a sua aquisição (registro, importação e licenciamento), passando pelo uso (combustíveis e estacionamento), até a taxa de congestionamento indexada aos níveis de congestionamento (atrasos e poluição do ar) (SUZUKI *et al.*, 2013; KNOWLES *et al.*, 2020).

Figura 12: *Concept Plan* para Singapura (1971).



Fonte: SUZUKI *et al.*, 2013.

De modo semelhante, as cidades de Tóquio e Hong Kong implantaram uma extensa rede de transporte ferroviário ao longo de terras não ocupadas, onde foram criadas novas cidades. Esta expansão alavancou o desenvolvimento imobiliário, principalmente no entorno das estações, com a construção de edifícios residenciais, *shopping centers*, complexos de entretenimento etc. Nessas cidades, a combinação de altas densidades urbanas e serviços de transporte público de alta qualidade produziram um dos maiores níveis de uso de transporte público do mundo. Os benefícios produzidos vão desde a redução da expansão, poluição do ar, consumo de energia, até a produção de projetos mais amigáveis aos pedestres como contribuição para o urbanismo sustentável (SUZUKI *et al.*, 2013; KNOWLES *et al.*, 2020).

Já na América do Norte, em Washington DC e no Condado de Arlington, Virgínia nos Estados Unidos, houve no último quarto do século 20 um maior investimento ferroviário, que coincidiu com o crescimento de 40% dos escritórios e lojas no entorno de uma estação do sistema metroviário, conhecido como *Metrorail* gerido pela *Washington Metropolitan Area Transit Authority* (WMATA). A combinação de restrições de limite de altura dos edifícios e a política federal determinaram que as instituições do governo estivessem localizadas perto das estações ferroviárias, incentivaram o uso dos conceitos DOTS. Como resultado, houve um desenvolvimento de uso misto ao longo do *Metrorail* com crescimento equilibrado de empregos e habitação, que produziram fluxos moderados de viagens nos 2 sentidos. WMATA também se posicionou em relação ao desenvolvimento de terras ao redor das estações, que permitiu que a empresa pudesse financiar os investimentos ferroviários (SUZUKI *et al.*, 2013).

Em Ottawa, no Canadá, foi implantado o melhor exemplo de DOTS baseado em BRT da América do Norte. Foi desenvolvido um plano conceitual definido em eixos de crescimentos desejados e, em seguida, investiram estrategicamente em um transporte público para impulsionar o crescimento ao longo desses corredores. O desenvolvimento focou inicialmente na atividade comercial e de varejo em torno das estações de BRT e, posteriormente, em edifícios residenciais de alta densidade. Desde a abertura do BRT, o governo eliminou as vagas de estacionamento em centros de varejo e para funcionários e incentivou o uso de serviços de ônibus alimentadores para acessar as estações de BRT, limitando a oferta espacial de estacionamento e transporte (SUZUKI *et al.*, 2013; KNOWLES *et al.*, 2020).

Na América do Sul, ao final dos anos de 1990, Bogotá investiu em iniciativas no planejamento do uso do solo e do transporte público como, o BRT *TransMilenio*, a restrição do uso do carro nos horários de pico, o programa *Metrovivienda* de habitação social ao transporte público, e em projetos que incorporaram um bom desenho urbano e esquemas de financiamento inovadores. Na área dos transportes o plano do BRT *TransMilenio* adotou o modelo troncal, que estabeleceu vias de ônibus segregadas nas principais vias arteriais e ônibus alimentadores que operam nas vias existentes dos bairros. Esse sistema foi construído para responder à crescente crise de congestionamento e foi voltado para populações de baixa renda com ônibus alimentadores operando em bairros da periferia de Bogotá (SUZUKI *et al.*, 2013).

No Brasil, entre as décadas de 1950 e 1970, as redes de trens e bondes foram gradativamente abandonadas para dar lugar ao transporte por automóvel ou por ônibus. Segundo Barat (2007) foi a partir da década de 1970 que o perfil da produção automobilística brasileira foi alterado consideravelmente, apresentando um predomínio da produção de automóveis em detrimento a outros veículos como caminhões e ônibus. Mesmo assim, algumas capitais como Rio de Janeiro e São Paulo mantiveram a sua rede de trens urbanos, mesmo operando abaixo do padrão, e iniciaram o processo de implantação da rede metroviária, que desde então vem se desenvolvendo em ritmo lento (VASCONCELLOS, 2018).

Ainda na década de 1970, Curitiba implantou a Rede Integrada de Transporte Coletivo de Curitiba (RIT) que resultou no primeiro corredor BRT no Brasil. O corredor foi utilizado pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) para o planejamento do uso do solo e gabarito das edificações compatíveis ao desenvolvimento urbano de médio e grande porte pretendido ao longo do eixo de transporte. O desenho do sistema foi estruturado em um trinário de vias ocupado no centro pelo eixo exclusivo para ônibus, por vias lentas de tráfego local em ambos os lados e complementado em paralelo por vias rápidas de ligação entre o Centro e os bairros do entorno, conforme Figura 13 (SUZUKI *et al.*, 2013).

Ao longo do corredor foram planejados edifícios com os primeiros 2 pavimentos dedicados ao uso comercial, só a partir do 3º pavimento os edifícios foram ocupados por uso residencial e recuados do limite frontal da propriedade, para permitir que o sol incidisse sobre a via. O uso

misto dos edifícios trouxe benefícios ao longo dos corredores de BRT, que garantiram um número grande de usuários e fluxos bidirecionais equilibrados, proporcionando o uso eficiente da capacidade do ônibus, semelhante aos sistemas implantados em Estocolmo e no Condado de Arlington (SUZUKI *et al.*, 2013).

Figura 13: Trinário de vias no corredor de BRT de Curitiba.



Fonte: SUZUKI *et al.*, 2013. Adaptado pelo autor.

Ao longo da década de 1970, várias iniciativas de corredor de ônibus foram propostas, porém os projetos não tiveram bons resultados e foram abandonados, com exceção de Curitiba. Enquanto isso, as necessidades de mobilidade da crescente população urbana foram atendidas por uma oferta cada vez maior de serviços de ônibus. As décadas seguintes foram marcadas por baixo investimento na infraestrutura dos transportes, que só teve uma mudança efetiva a partir dos anos 2000. Foi nesse momento que o Brasil retomou os investimentos em infraestrutura econômica, social e urbana, que culminaram no lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (CARDOSO JR.; NAVARRO, 2016; VASCONCELLOS, 2018).

Num primeiro momento, o PAC foi responsável por investimentos voltados para a mobilidade urbana, como a expansão de estações de metrô e a recuperação de composições de trem. Em 2011, o programa (PAC 2) focou na realização de projetos e obras preparatórias para a Copa do Mundo FIFA de Futebol em 2014 e para os Jogos Olímpicos de 2016. Os investimentos em mobilidade urbana foram destinados à construção de metrôs, recuperação de trens urbanos, sistema de veículos leve sobre trilhos (VLT), sistema de ônibus de trânsito rápido (BRT), corredores de ônibus e teleféricos (BRASIL, 2010, 2014; CARDOSO JR.; NAVARRO, 2016).

Especialmente na cidade do Rio de Janeiro houve um investimento em 3 corredores de BRTs (TransOeste, TransCarioca e TransOlímpica) e também na expansão da Linha 4 do Metrô, para atender à mobilidade de grandes eventos esportivos. Esses corredores BRTs atendem à demanda dos fluxos diários da população de média e baixa renda, mais dependente do transporte público. A implantação do BRT trouxe uma redução dos tempos médios de viagem, porém sofreu críticas de superlotação e frequência baixa dos ônibus. Do ponto de vista dos instrumentos urbanísticos, foram criadas legislações específicas que visam regular o uso e ocupação do solo, e estabelecer diretrizes para a requalificação do espaço urbano do entorno desses corredores (ITDP, 2015, 2017; VASCONCELLOS, 2018).

Já a expansão da Linha 4 do Metrô promoveu uma maior conexão entre a Zona Oeste (integração intermodal com o BRT TransOeste), a Zona Sul e o Centro da cidade do Rio de Janeiro. A ligação feita com a construção de 5 estações contribuiu para a redução do tempo médio das viagens e para a migração modal de veículos individuais motorizados para o transporte público. Destaca-se também que, a linha 4 contribuiu para o aumento dos estabelecimentos e postos de trabalho privados próximos às estações. Outras melhorias puderam ser percebidas como, a acessibilidade nas calçadas e travessias no entorno das estações e a melhor percepção dos usuários em relação ao serviço de transporte (ITDP, 2018).

Nesse sentido, os investimentos na expansão dos sistemas de Transporte Público de Média e Alta Capacidade (TMA)⁴ são importantes avanços para a mobilidade urbana, pois esses corredores são capazes de absorver um grande número de viagens de maneira mais rápida, confiável e prática aos usuários. Dessa forma, os corredores de TMA contribuem para a implementação dos conceitos DOTS, tais como o adensamento demográfico e de atividades produtivas no seu entorno, frequência adequada do transporte público para a demanda existente, condições de acesso às estações com melhorias nas calçadas e travessias, arborização e iluminação voltadas ao transporte ativo, infraestrutura cicloviária integrada às estações e promoção de regras de integração tarifária mais atrativas aos usuários (ITDP, 2018).

⁴ Modos de transporte considerados nos corredores de TMA: BRT, VLT, trem, metrô e monotrilho.

3.3.3. Metodologias de avaliação e planejamento DOTS

A aplicação dos conceitos DOTS vem sendo difundida em várias cidades no mundo inteiro de maneira bem sucedida, como apresentado na seção anterior. Apesar do DOTS ser mais associado a sistemas metroferroviários, desde o final do século 20, se estende a outras modalidades, principalmente o BRT. Exemplificado pela cidade do Rio de Janeiro, que tenta potencializar zonas existentes no entorno do seu sistema BRT, aplicando os princípios do DOTS (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017).

Tendo em vista a importância do DOTS para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável foram identificadas 2 abordagens metodológicas tradicionais de avaliação em áreas com potencial uso dos conceitos DOTS: a primeira é o *TOD Index* que é uma avaliação quantitativa da situação do DOTS nos níveis local e regional em áreas atendidas por sistemas de transporte público, e se baseia nos elementos de acessibilidade das atividades e do transporte; a outra é o *Padrão de Qualidade DOTS* que avalia desenvolvimentos urbanos construídos ou em projeto, no entorno de estações de transporte público com métricas quantitativas e qualitativas pormenorizadas da zona de estudo (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017).

O *TOD Index* proposto Singh *et al.* (2015) avalia as características principais de DOTS em uma determinada área e as combina em uma pontuação de avaliação. Nesse sentido, as condições existentes são balizadoras para traçar políticas, programas e intervenções físicas na área. Para os autores, o planejamento de DOTS não deve se restringir apenas ao desenvolvimento voltado ao transporte, mas também levar o transporte para lugares onde o desenvolvimento já é orientado ao transporte, mas ainda é precário. Os autores propõem o planejamento DOTS para os seguintes objetivos:

- Planejar melhores condições de DOTS em áreas onde a conectividade de transporte está disponível, porém as condições de DOTS são precárias;
- Planejar uma melhor conectividade de transportes em áreas onde existem condições de DOTS, porém o acesso ao transporte é ausente ou precário.

Para atingir o primeiro objetivo é necessário fazer uma avaliação na área do entorno das estações de transporte existentes e propor recomendações a serem feitas nessa escala para melhorar as condições de DOTS. A avaliação nessa escala é afetada por características relacionadas ao tipo de transporte existente como frequência do serviço, conforto, acessibilidade etc., pois essas características influenciam nas decisões das pessoas de utilizar ou não o transporte. Já para o segundo objetivo é preciso fazer uma avaliação na escala regional para obter as características típicas de desenvolvimento urbano, como densidade, diversidade de uso do solo etc. (SINGH *et al.*, 2015).

Nesse sentido, avaliar os diferentes aspectos de DOTS para ambos os objetivos em apenas um índice não é suficiente. Assim, foram desenvolvidos 2 índices: o *Actual TOD Index* e o *Potential TOD Index*. O primeiro é definido por uma avaliação através de indicadores de natureza espacial e não espacial em áreas do entorno de estações de transporte dentro de uma distância caminhável de 800 m. Já o segundo avalia uma região mais abrangente e verifica os locais potenciais para conectividade de transportes através de indicadores de natureza espacial. Assim, foi definido uma divisão da região de estudo em uma grade de 300 x 300 m, onde é possível identificar tanto o sistema de transportes, assim como as suas estações independente da localização (SINGH *et al.*, 2015).

Dessa maneira, o *TOD Index* pode ser utilizado para atingir os objetivos de planejamento DOTS através de 8 princípios de avaliação que indicam o quanto um lugar está próximo das características DOTS, conforme Tabela 05. A necessidade de intervenção é determinada pelo resultado do *TOD Index*, que reúne as avaliações dos princípios. A metodologia é lógica, direta, fácil de implementar e esses são os pontos fortes dela, aliado à possibilidade de aplicação em diferentes localidades. Os planejadores podem fazer propostas de planejamento mais precisas, sabendo exatamente o que falta em cada nó de transporte e o que pode ser feito para melhorar as condições de DOTS (SINGH *et al.*, 2015).

Tabela 05: Critérios e Indicadores da metodologia de avaliação *TOD Index*.

Critério	Indicadores para Actual TOD Index	Indicadores para Potential TOD Index
1 Área no entorno da estação de transporte deve ter um densidade mínima de suporte ao transporte	Densidade populacional (hab./km ²)	Densidade Populacional (hab./km ²)
	Densidade comercial (nº pontos comerciais/km ²)	Densidade comercial (nº pontos comerciais/km ²)
	-	Densidade de emprego (nº funcionários/km ²)
2 Diversidade de uso do solo para utilização do transporte fora dos horários de pico	Diversidade de uso do solo (uso misto)	Diversidade de uso do solo (uso misto)
	Mistura de uso residencial com outros tipos de uso do solo	Mistura de uso residencial com outros tipos de uso do solo
3 Área no entorno da estação de transporte deve ser caminhável e ciclável	Comprimento total de vias caminháveis/cicláveis (km)	Comprimento total de vias caminháveis/cicláveis (km)
	Densidade de interseções (nº interseções/km)	Densidade de interseções (nº interseções/km)
	Impedância da Área de Captação de Pedestres (IPCA)	-
	Densidade atividades de negócio (nº estabelecimentos de negócio/km ²)	Densidade atividades de negócio (nº estabelecimentos de negócio/km ²)
4 Maior desenvolvimento econômico na área do entorno da estação de transporte	Receitas fiscais dos municípios	Receitas fiscais dos municípios
	Níveis de empregos	Níveis de empregos
	Quantidade de passageiros no horário de pico	-
5 Capacidade do sistema de transporte deve estar perfeitamente preenchida	Quantidade de passageiros fora do horário de pico	-
	Segurança dos passageiros na estação de transporte público	-
6 Área do entorno da estação de transporte deve ser amigável e atraente	Amenidades básicas na estação de transporte público	-
	Sistema de exibição de informações	-
	Frequência do serviço de transporte público (nº de trens/hora)	-
7 Estações de transporte devem ser acessíveis e (fornecer boa acessibilidade)	Integração entre diferentes rotas do mesmo transporte (nº de rotas)	-
	Integração entre outros modos de transporte público	-
	Acesso a oportunidades na área do entorno da estação de transporte (nº de empregos)	-
	Suprir demanda de estacionamento para veículos motorizados	-
8 Estações de transporte devem suprir a demanda de estacionamento para vários modos de transporte	Suprir demanda de estacionamento para bicicletas	-

Fonte: SINGH *et al.*, 2015. Adaptado pelo autor.

Já o Padrão de Qualidade DOTS desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) é uma metodologia de avaliação que reúne os princípios básicos do DOTS e tem como referência os Princípios para a Mobilidade Urbana do ITDP (2010). Essa metodologia tem por objetivo ser uma referência acessível com definições claras, normas simples e método de avaliação a ser utilizado na análise de áreas existentes ou em novos empreendimentos, como base para a implementação dos princípios DOTS (ITDP, 2017). Os 8 princípios utilizados na metodologia são descritos a seguir:

- *Caminhar* – criar um ambiente urbano que estimule as pessoas a andar a pé através de calçadas e travessias acessíveis, com sombreamento, iluminação pública, além de equipamentos urbanos e edificações com fachadas ativas e permeáveis para a transformação em espaços públicos vibrantes;
- *Pedalar* – priorizar redes de transporte ativo com infraestrutura necessária com sinalização, superfícies lisas, sombreamento e estacionamento seguro para as bicicletas, em detrimento ao uso de faixas para veículos motorizados;
- *Conectar* – criar uma rede de vias públicas acessíveis para o trajeto a pé ou de bicicleta, com quadras e conexões mais curtas, variadas e diretas, para melhorar o acesso ao comércio, serviços e transporte público;
- *Transporte público* – prover uma rede de linhas de transporte rápido para garantir à população o acesso a sistemas de transporte público de qualidade, confiáveis e integrados à cidade;
- *Misturar* – estimular a mistura de usos residenciais (reserva pelo menos 30% para unidades de preço acessível) e não residenciais, além da diversidade de formas construídas com a combinação de usos horizontais e verticais;
- *Adensar* – otimizar o adensamento dos usos residencial e comercial no entorno das estações de transporte de média e alta capacidade dentro de um raio de 10 minutos de caminhada, além de planejar a urbanização com parâmetros residenciais de alta capacidade;
- *Compactar* – reestruturar ou requalificar as áreas urbanas para garantir que a população more perto das ofertas de emprego, educação, comércio, serviços, cultura e lazer, e assim reduzir o tempo gastos nos deslocamentos por transporte motorizado;
- *Mudar* – regulamentar o uso de estacionamentos e de vias públicas por veículos individuais motorizados, em favor do incentivo ao uso do transporte público, a pé ou de bicicleta. Substituir os parâmetros de número mínimo de vagas nas edificações por número máximo.

O Padrão de Qualidade DOTS do ITDP (2017) avalia empreendimentos que façam parte de planos integrados, códigos de uso do solo, desenho urbano e outros processos relacionados ao desenvolvimento urbano sustentável. Eles são elegíveis a receber uma classificação, que depende da pontuação recebida através das métricas da ferramenta: ouro, prata ou bronze. Da mesma forma, é possível utilizar a metodologia para avaliar Áreas de Estação de transporte público de média e alta capacidade. Esta Área de Estação é delimitada pelo tempo (10 a 20 min) ou pela distância (500 m a 1 km) de caminhada a partir da estação de transporte. Essa metodologia utiliza indicadores baseados em dados obtidos no local, que apontam lacunas existentes ou áreas promissoras para investimentos, conforme a Tabela 06:

Tabela 06: Objetivos e indicadores do Padrão de Qualidade DOTS.

	Objetivos	Indicador	Descrição
C A M I N H A R	O ambiente de pedestres é seguro, completo e acessível a todos	Calçadas	Porcentagem dos segmentos de calçada que são seguros e acessíveis a todos.
		Travessias	Porcentagem das interseções com travessias de pedestres seguras e acessíveis a todos, em todas as direções.
	O ambiente dos pedestres é animado e vibrante	Fachadas Visualmente Ativas	Porcentagem dos segmentos de calçada com conexão visual às atividades no interior dos edifícios.
		Fachadas Fisicamente Permeáveis	Número médio de lojas, entradas de edifícios e outros acessos de pedestres por cada 100 m de face de quadra.
	O ambiente dos pedestres tem temperatura amena e é confortável	Sombra e Abrigo	Porcentagem dos segmentos de calçada que apresentam elementos adequados de sombra e abrigo.
P E D A L A R	A rede cicloviária é segura e completa	Rede Cicloviária	Acesso a uma rede de vias com condições seguras para o uso de bicicletas.
	O estacionamento e a guarda de bicicletas é amplo e seguro	Estacionamento para bicicletas nas estações de transporte coletivo	Há instalações seguras e com múltiplas vagas de estacionamento para bicicletas em todas as estações de transporte de média e alta capacidade.
		Estacionamento para bicicletas nos edifícios	Porcentagem de edifícios que oferecem estacionamento amplo e seguro para bicicletas.
		Acesso de bicicletas aos edifícios	Os edifícios permitem o acesso de bicicletas ao seu interior e a sua guarda em espaços controlados pelos moradores.
C O N E C T A R	Os trajetos a pé ou de bicicleta são curtos, diretos e variados	Quadras pequenas	Comprimento da maior quadra (lado mais longo).
	Os trajetos a pé ou de bicicleta são mais curtos do que os trajetos de veículos motorizados.	Conectividade priorizada	Relação entre o número de interseções de pedestres e o número de interseções de veículos motorizados.

(continua...)

T R A N S P.	O transporte coletivo de qualidade é acessível por caminhada	Distância de caminhada até o transporte coletivo	Distância de caminhada (m) até a estação mais próxima de transporte coletivo de média e alta capacidade ou serviço complementar.
	M I S T U R A R	As oportunidades e atividades cotidianas estão localizadas a curtas distâncias a pé de onde as pessoas vivem e trabalham e o espaço público permanece animado por períodos mais longos do dia	Usos Complementares
Diversidade demográfica e de faixas de renda entre os moradores locais		Acesso a serviços locais	Porcentagem de edifícios cuja distância de uma escola primária, de uma unidade de saúde ou farmácia e de um fornecedor de alimentos frescos pode ser percorrida a pé.
		Acesso a parques e espaços de lazer	Porcentagem de edifícios cuja distância a pé de um parque ou espaço de lazer público é de no máximo 500 m.
		Habitação popular	Porcentagem do total de unidades residenciais voltadas a habitação popular (habitação de interesse social ou de mercado popular).
		Preservação de moradias	Porcentagem de famílias que residiam na área antes do projeto e que foram mantidas ou realocadas para outro endereço a curta distância de caminhada.
Preservação de negócios e serviços	Porcentagem de negócios e serviços presentes na área antes do projeto que foram mantidos ou realocados para outro endereço a curta distância de caminhada.		
A D E N S A R	Uma alta densidade residencial e de empregos dá suporte a um transporte coletivo de qualidade, a serviços locais e a atividade nos espaços públicos	Densidade não residencial	Densidade não residencial em comparação com as melhores práticas observadas em empreendimentos e Áreas de Estação similares.
		Densidade residencial	Densidade residencial em comparação com as melhores práticas observadas em empreendimentos e Áreas de Estação similares.
C O M P A C T A R	O empreendimento se localiza no interior ou próximo de uma área urbana já consolidada	Inserção urbana	Número de lados do empreendimento adjacentes à áreas já urbanizadas.
	É conveniente viajar por toda a cidade	Opções de transporte coletivo	Número de opções de transporte coletivo acessíveis a pé.
M U D A R	O espaço ocupado por veículos individuais motorizados é minimizado	Estacionamento fora da via	Área total construída dedicada a estacionamento fora da via como porcentagem da área total do terreno ocupado pelo empreendimento.
		Densidade de acessos de veículos motorizados	Número médio de acessos para veículos motorizados por cada 100 m de face de quadra.
		Área das pistas de rolamento	Área total das vias usadas por automóveis para circular ou estacionar como porcentagem da área total do terreno ocupado pelo empreendimento.

Fonte: ITDP, 2017. Adaptado pelo autor.

Ambas as metodologias têm em comum a utilização de indicadores e métricas para a avaliação da acessibilidade local no entorno de estações de transporte. Essas metodologias avaliam as características urbanas a partir da disponibilidade e facilidade de acesso às atividades e transportes público e não motorizado, que correspondem aos padrões do planejamento DOTS (GONZÁLEZ VILLADA *et al.*, 2017).

Outra metodologia desenvolvida pelo ITDP (2016) é a Ferramenta para Avaliação do Potencial de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) em Corredores de Transporte. Essa ferramenta foi concebida, inicialmente, para ser utilizada na fase de planejamento dos corredores de transporte e contribuir para um processo que integrasse as variáveis de transporte, usos e ocupação do solo.

Esta metodologia, também, é utilizada para a avaliação de corredores de transporte de média e alta capacidade existentes para a potencial adoção de projetos de DOTS. Os resultados são obtidos através do diagnóstico de Áreas de Estação entre 500 m a 1 km de raio, a mesma utilizada no Padrão de Qualidade DOTS. Esse diagnóstico busca identificar e selecionar áreas que possam receber investimentos públicos ou privados que resultem em desenvolvimento urbano de cidades policêntricas, compactas, densas e direcionadas ao uso misto (ITDP, 2016).

Dessa forma, optou-se neste trabalho por utilizar da Ferramenta para Avaliação do Potencial de DOTS e suas métricas como método de análise da Área de Estação escolhida com o objetivo de obter um diagnóstico atual da área de estudo. Esta análise foi desenvolvida no capítulo 5 e analisou a Área de Estação escolhida para verificar o potencial dessa área receber investimentos voltados para o desenvolvimento de projetos de DOTS.

Para viabilizar uma avaliação consistente, a ferramenta é composta por 2 fases: a fase 1 analisa, através indicadores e métricas quantitativas, as condições do espaço urbano na Área de Estação para verificar o potencial em receber investimentos para o desenvolvimento dos projetos DOTS, visando obter uma pontuação final; a fase 2 analisa a percepção dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos de DOTS sobre a viabilidade política, socioeconômica e técnica na Área de Estação (ITDP, 2016).

Para a fase 1 foram definidos 5 indicadores, associados a 13 métricas quantitativas explicativas de avaliação na Área de Estação, conforme Tabela 07. Para a fase 2 são utilizados os resultados encontrados na fase 1 da metodologia para analisar a percepção dos atores envolvidos (Poder Público, Iniciativa Privada e Sociedade Civil) sobre a viabilidade política, socioeconômica e técnica destas iniciativas. A partir disso, foi verificado o grau de viabilidade de cada questão como alto, médio ou baixo e os resultados obtidos evidenciaram o grau de adoção dos projetos de DOTS na Área de Estação avaliada (ITDP, 2016).

Tabela 07: Resumo dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transportes.

Indicador	Métrica	Princípios DOTS
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Densidade demográfica	ADENSAR
	Áreas monofuncionais ou incompatíveis	COMPACTAR
	Áreas residenciais com atividades complementares	MISTURAR
	Áreas não edificadas ou subutilizadas	CAMINHAR
INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO	Domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água	ADENSAR
	Domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto	COMPACTAR
CONNECTIVIDADE DO ESPAÇO URBANO	Densidade de quadras	CONNECTAR
	Integração do sistema de transporte	COMPACTAR
	Elementos indutores de segregação do espaço urbano	
CONDIÇÕES DE CIRCULAÇÃO PARA TRANSPORTES ATIVOS	Domicílios com calçada no entorno	CAMINHAR
	Domicílios com iluminação pública no entorno	PEDALAR
	Domicílios com arborização no entorno	
DIVERSIDADE SOCIOECONÔMICA	Distribuição de renda por pessoas residentes	MISTURAR

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

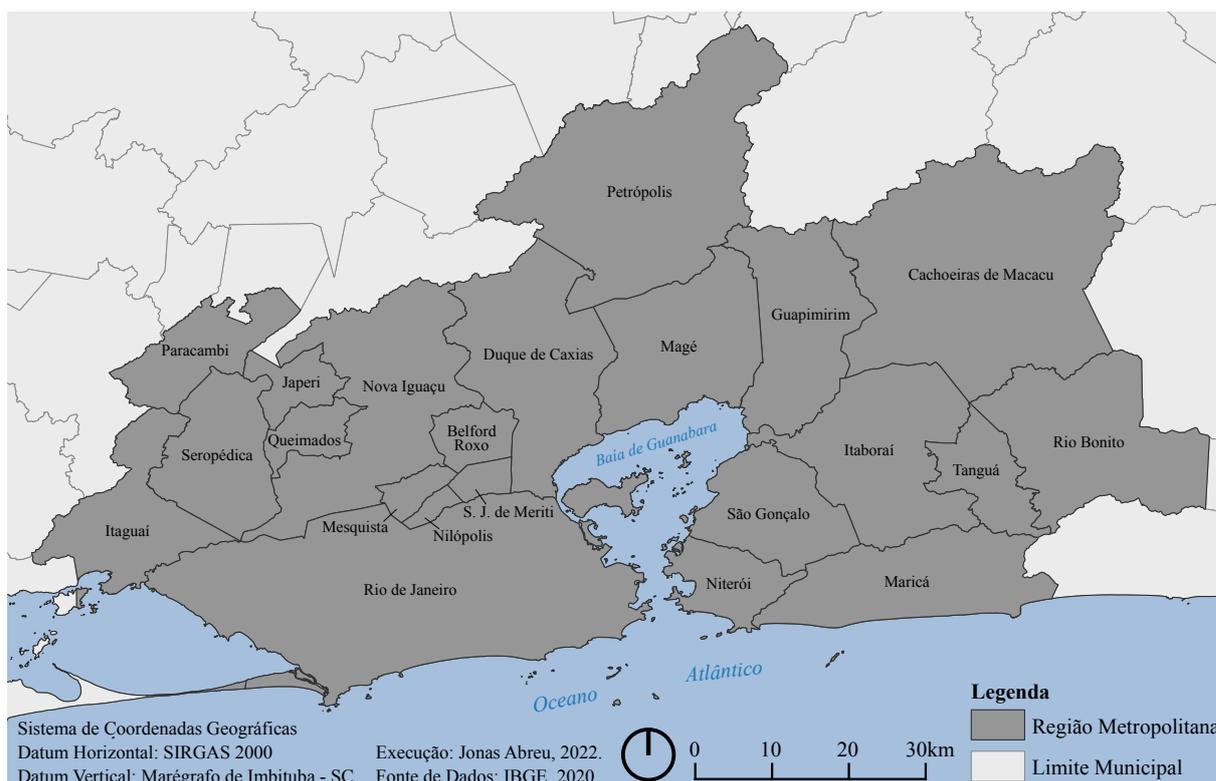
Dessa maneira, este trabalho utilizou essa ferramenta na fase 1 para fazer a avaliação de Área de Estação de trem de Duque de Caxias localizada no município de Duque de Caxias. Essa Área de Estação foi avaliada para verificar o potencial de receber projetos de DOTS e corroborar para o fortalecimento da vocação da policentralidade na RMRJ indicadas no relatório IETS (2016).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. TRAJETÓRIA RECENTE DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Segunda maior metrópole brasileira, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é composta por 22 municípios⁵ e possui uma população de 13,1 milhões de habitantes, cerca de 75% do total da população do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2020). Essa população está distribuída pelos 7.530,39 km² de extensão territorial, que resulta numa densidade demográfica de 1.744 hab/km². A cidade do Rio – capital do estado e núcleo da RMRJ – contribui com 54% da população da região metropolitana com cerca de 6,7 milhões de habitantes e ocupa cerca de 1.200,33 km², conforme Figura 14.

Figura 14: Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.



Fonte: IBGE, 2020. Produzido pelo autor.

A consolidação da ocupação do território compreendido pela RMRJ ocorreu principalmente pela intensa migração a partir da década de 1940. Esse fluxo migratório se destinou não só à cidade do Rio de Janeiro, mas também aos municípios da periferia da RMRJ, principalmente

⁵ O município de Petrópolis foi incluído à RMRJ pela Lei Complementar n.º 184, de 27 de dezembro de 2018.

na Baixada Fluminense⁶ e no município de São Gonçalo. Já a partir da década de 1980, a forte expansão populacional ocorreu em direção à Zona Oeste⁷ da cidade do Rio de Janeiro. Nesse sentido, a metrópole fluminense apresentou significativa expansão e se transformou numa complexa estrutura hierárquica de centralidades (CMIG, 2017).

Essa expansão foi marcada pela desigualdade socioespacial e consolidou o município do Rio de Janeiro como núcleo de maior atração pela população residente não só na RMRJ, mas também nas demais porções do território fluminense. Nesse núcleo central se concentrou a maioria dos estabelecimentos de saúde, das instituições de nível superior, dos equipamentos esportivos e dos equipamentos de cultura e lazer. Dessa forma, as relações de atração e mobilidade formadas pelo predomínio da cidade do Rio consolidaram uma estrutura espacial monocêntrica alimentada por uma periferia metropolitana de baixos níveis de desenvolvimento e de oferta de serviços básicos (IPEA, 2015a; 2015b; CMIG, 2017).

A partir dos anos 2000, houve algumas tentativas de promover uma desconcentração da RMRJ, como estratégia de contraposição à hipertrofia da centralidade na cidade do Rio. Nesse sentido, projetos como o Complexo Portuário de Itaguaí e o Complexo Petroquímico em Itaboraí (COMPERJ) contribuíram para o desenvolvimento de polos regionais na periferia da RMRJ. Além disso, a construção do Arco Metropolitano foi um importante elemento de ligação entre esses potenciais polos, funcionando como eixo de acesso e integração de diversos municípios do entorno metropolitano (IPEA, 2021).

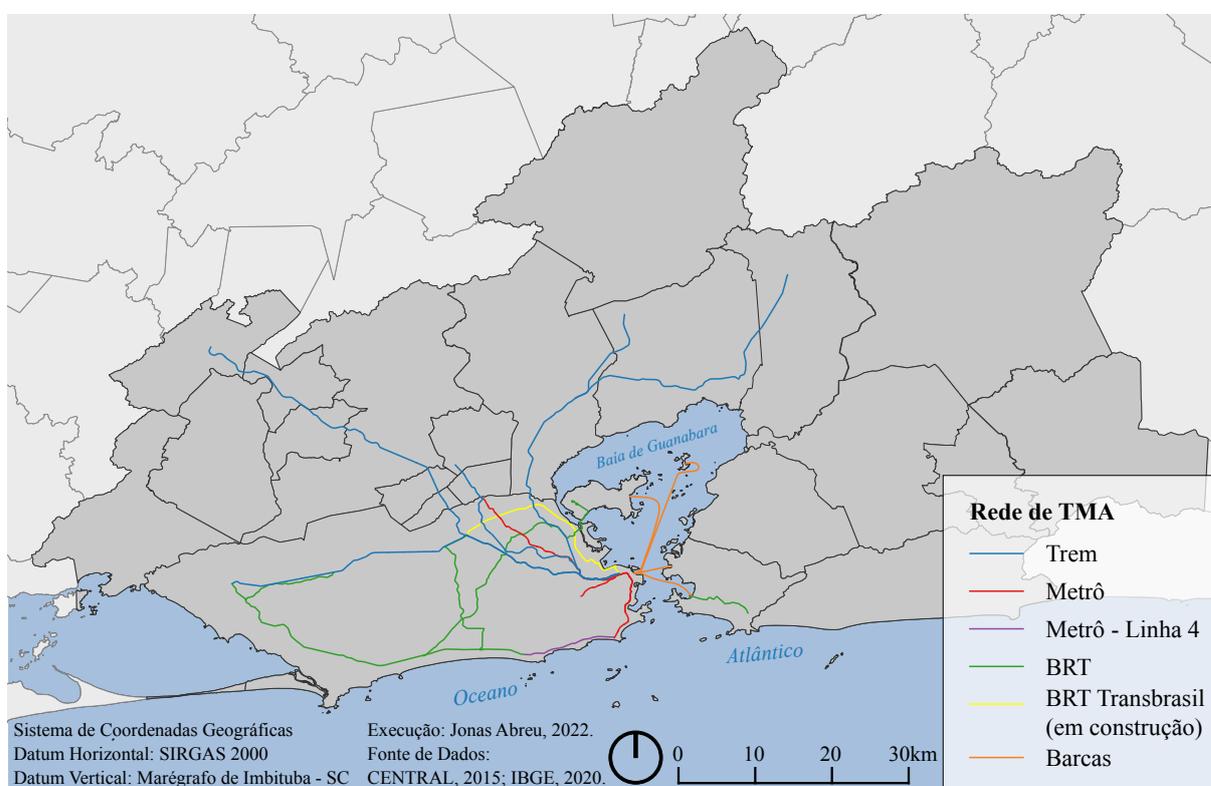
Mesmo as iniciativas para promover o surgimento de novas centralidades, associadas ao setor de comércio e serviços, assim como a revitalização de atividades industriais tradicionais e a implantação de novos empreendimentos, não foram suficientes para modificar a dependência ao município do Rio de Janeiro. Assim, este núcleo central gera diariamente deslocamentos pendulares para trabalho e estudo, que agravados pelos problemas de congestionamento, influenciam na dinâmica dos transportes e da mobilidade na RMRJ (IPEA, 2015b).

⁶ Municípios que constituem a Baixada Fluminense: Belford Roxo, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaguaí, Japeri, Magé, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, São João de Meriti e Seropédica.

⁷ A Zona Oeste abrange as Áreas de Planejamento 4 (Jacarepaguá e Barra da Tijuca) e 5 (Bangu, Campo Grande, Santa Cruz, Guaratiba e Realengo).

A maior parte desses deslocamentos são feitos pelo transporte público coletivo por meio de ônibus, *vans*, trem, barca e metrô. Dentre eles, o mais utilizado é o transporte rodoviário, seguido pelo trem e metrô. Nos anos de 2010, grande parte dos investimentos públicos na área de transportes da RMRJ foram orientados aos grandes eventos esportivos e se limitaram ao município de Rio de Janeiro, conforme apresentado na Figura 15. Dentre eles, pode-se citar a expansão da linha 4 do metrô, a criação de 4 corredores de BRT, a construção de 3 linhas de VLT e as faixas preferenciais para ônibus, o *Bus Rapid Service* (BRS), deixando clara a ausência do planejamento regional e da integração de planos municipais (IPEA, 2021).

Figura 15: Rede de transporte público de média e alta capacidade (TMA) na RMRJ.



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020. Produzido pelo autor.

O planejamento integrado deve contemplar a compatibilização dos meios de transporte intermodal e contribuir para a requalificação de diferentes pontos do território metropolitano. Sem deixar de respeitar os condicionantes físicos e ambientais, particularmente em áreas onde estão situados os polos provedores de serviços e geradores de novas centralidades e de dinâmicas urbanas. Assim, a integração intermodal apresenta-se como uma importante ferramenta de criação, fortalecimento e requalificação de centralidades, que impulsiona a valorização e o adensamento desses lugares de referência (LOUREIRO; LEITE, 2018).

4.1.1. Planejamento e Centralidades na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Desde a extinção da FUNDREM⁸, em 1989, o estado do Rio de Janeiro permaneceu longe de um processo de institucionalização da sua gestão metropolitana. Apenas em 2014, essa lacuna é preenchida com a criação da Câmara Metropolitana de Integração Governamental (CMIG), como esforço para restabelecer o exercício do planejamento urbano-territorial e constituir uma política metropolitana integrada no estado. Nesse sentido, a CMIG foi responsável por ações, que culminaram na materialização do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da RMRJ, finalizado em 2018, e pode se tornar um importante instrumento da governança metropolitana (CMIG, 2017).

O PDUI/RMRJ foi fruto de uma articulação institucional com o intuito de estabelecer prioridades e parâmetros para futuras políticas públicas de interesse comum em âmbito metropolitano. O plano propõe uma reorganização territorial a partir de 6 Eixos Estruturantes (expansão econômica; reconfiguração espacial e centralidades urbanas; valorização do patrimônio natural e cultural; mobilidade; habitação e equipamentos sociais; e saneamento e resiliência ambiental), e de 1 Eixo Transversal de gestão pública. Dessa forma, o plano aponta para uma reestruturação do território metropolitano a partir da integração espacial de múltiplas centralidades urbanas. Assim, esse cenário de policentralidade busca valorizar o potencial das áreas periféricas e reduzir as desigualdades da ocupação da metrópole fluminense (CMIG, 2018).

A configuração e as tendências das centralidades urbanas da RMRJ são cruciais para a compreensão da evolução da Região. Nesse sentido, em 2016, o Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS) em parceria com o SEBRAE/RJ desenvolveu o Relatório de Centralidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Este teve o objetivo de investigar diferentes centralidades que pudessem resultar no fortalecimento e transformação do espaço metropolitano. Para isso, o relatório analisou 21 municípios⁹ que compõem a RMRJ de forma a compará-los a partir de suas semelhanças e diferenças nos seguintes temas: educação, saúde, segurança pública, trabalho e emprego, demografia, pobreza e desigualdade (IETS, 2016).

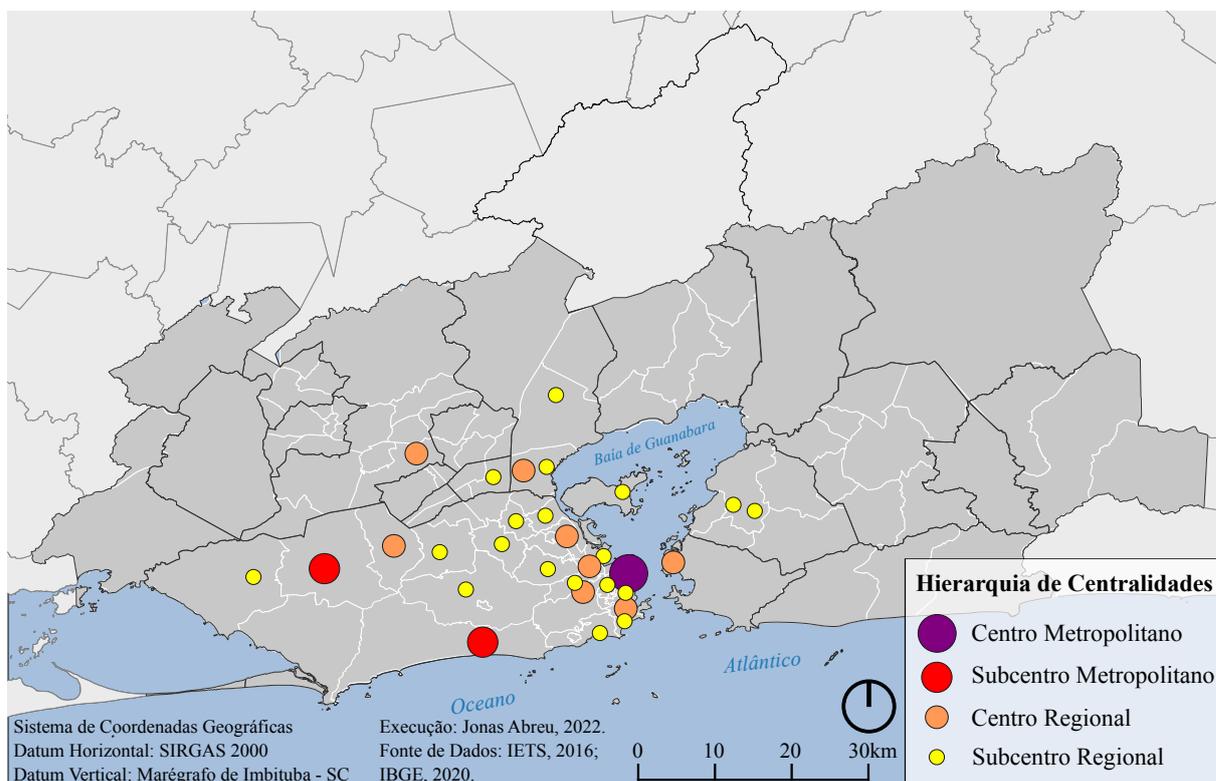
⁸ Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

⁹O estudo não considerou o município de Petrópolis, que só passou a integrar a RMRJ a partir de 2018.

A identificação das centralidades foi definida a partir de um recorte que considerou as Regiões Administrativas (RAs) do município do Rio de Janeiro e a subdivisão em distritos dos demais municípios. A partir dessa divisão, ainda sim, foi necessário fazer uma subdivisão e homogeneização entre essas unidades territoriais visando corrigir disparidades entre os distritos, ou em municípios que não apresentam subdivisões político-administrativas. Ao final foram consideradas 156 Unidades Metropolitanas de Informação (UMI), que foram desagregadas a partir dos distritos e dos limites dos bairros (IETS, 2016).

Em seguida, as centralidades foram hierarquizadas através de indicadores como identificação e comparação da localização, dimensão morfológica (tamanho e distribuição espacial), dimensão funcional (fluxo diário de pessoas e força das conexões sociais e de negócios), número de pessoas atraídas, número de atividades encontradas e as interações entre as pessoas que usufruem do espaço urbano. Assim, as centralidades foram classificadas a partir do *Índice de Centralidade*, e foram identificados 30 centros e subcentros divididos em 4 hierarquias: *centro de alcance metropolitano* (1); *subcentro de alcance metropolitano* (2); *centro de alcance regional* (8); e *subcentro de alcance regional* (19), conforme Figura 16 (IETS, 2016).

Figura 16: Centralidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro



Fonte: IETS, 2016; IBGE, 2020. Adaptado pelo autor.

Esse estudo das centralidades na RMRJ confirmou o natural predomínio da polaridade da capital. Porém, é possível verificar tanto um forte eixo de expansão para Zona Oeste, na direção a Itaguaí, quanto uma dinâmica interna da porção norte da RMRJ com 2 “âncoras” consolidadas (Nova Iguaçu e Duque de Caxias). Além de apresentar, também, a centralidade de Niterói-São Gonçalo na área a leste da Baía de Guanabara. Assim, captar o potencial dessas centralidades e as demais de menor influência é vital para construir uma rede urbana intrarregional mais equilibrada. Essa estratégia de reestruturação territorial da metrópole tem impactos diretos nos temas de mobilidade urbana, uso do solo e patrimônio. Esta visão de futuro do estudo corrobora para a construção de uma metrópole policêntrica (CMIG, 2018).

As centralidades encontradas fora da cidade do Rio se apresentam como centralidades significativas pelo fato de serem centros de comércio e serviços, além de sediarem atividades vinculadas ao setor público. É importante ressaltar que, exceto as centralidades de Jardim Primavera, de Niterói e de São Gonçalo, essas centralidades se desenvolveram em torno de estações de trem (CMIG, 2018). Assim, o fortalecimento das centralidades da RMRJ através de projetos de desenvolvimento orientado ao transporte público de alta capacidade, representado aqui pelo trem, é de extrema importância para a consolidação de uma metrópole policêntrica.

Nesse sentido, o Relatório de Centralidades do IETS (2016) constatou a importância dos municípios da Baixada Fluminense ao apresentar 5 centralidades dentre as 8 centralidades que estão fora do município do Rio de Janeiro. Estas centralidades se consolidaram ao longo do século 20 como subcentros comerciais, a partir da ocupação do tecido urbano no entorno dos eixos de transportes ferroviários e rodoviários da metrópole fluminense. Dentre essas centralidades presentes na Baixada Fluminense, 3 delas estão localizadas no município de Duque de Caxias, que apresenta uma relação direta com o município do Rio de Janeiro seja pela proximidade, seja pela presença dos eixos de transportes. Dessa forma, o município de Duque de Caxias foi escolhido neste trabalho pela importância regional e pelo potencial fortalecimento dessas centralidades dentro da malha policêntrica da RMRJ.

4.2. MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS

O município de Duque de Caxias foi criado em 1943 a partir da emancipação de um distrito do município de Nova Iguaçu e faz parte da Baixada Fluminense. Duque de Caxias sofreu um processo de metropolização pela proximidade com as Áreas de Planejamento 1, 2 e 3 da cidade do Rio de Janeiro, que tornou o município local de moradia marcado pelo alto percentual de deslocamentos diários da população para a capital. A população estimada do município é de 924.624 habitantes e ocupa a extensão de 467,32 km² (IBGE, 2020). O município concentra cerca de 7 % da população do RMRJ e ocupa a 3^a posição entre os municípios mais populosos do Estado do Rio de Janeiro com uma densidade demográfica de 1.978,57 hab/km².

Apesar de Duque de Caxias ser marcado por desigualdades e contradições em relação à oferta de infraestruturas, bens e serviços ao longo de sua extensão, o município possui 94,78% dos domicílios com rede de abastecimento de água e 85,3% da população com esgotamento sanitário adequado, ocupando a 6^a posição dentre os municípios da RMRJ. Em relação à infraestrutura urbana, Duque de Caxias possui 68,2% das vias públicas urbanizadas, ocupando o 3^o lugar dentre os municípios da RMRJ e apenas 47% das vias públicas são arborizadas, que lhe confere a 10^a posição no ranking das cidades da RMRJ (IBGE, 2010).

O município tem seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)¹⁰ de 0,711, considerado um índice alto, ocupa no estado do Rio de Janeiro a 49^a posição (IBGE, 2010; PNUD, 2022). Em relação à educação, Duque de Caxias está em 2^o lugar no número de matrículas no estado do Rio com 241 mil matrículas, atrás apenas do município do Rio de Janeiro (1,5 milhão), depois é seguido por Nova Iguaçu (233 mil) e São Gonçalo (167 mil) (BRASIL, 2021). Já o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)¹¹ ao final do Ensino Médio de Duque de Caxias é de 3.4, pontuação próxima aos 2 municípios mais populosos: Rio de Janeiro (3.5) e São Gonçalo (3.6), mas ainda com desempenho ainda baixo (BRASIL, 2019).

¹⁰ IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

¹¹ IDEB é o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, criado em 2007, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), formulado para medir a qualidade do aprendizado nacional e estabelecer metas para a melhoria do ensino.

Em relação ao desempenho de Duque de Caxias no PIB de 2018, o município ocupa a 2ª posição com 5,5%, atrás apenas do Rio de Janeiro com a maior participação (48%), e seguidos por Niterói (5,3%), Maricá (3,6%) e São Gonçalo (2,4%). Por ordem decrescente, as principais atividades são representadas por: serviços; indústria de transformação; e comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas. O município tem o setor de serviços como principal segmento, representando 57% do valor adicionado bruto. A principal atividade da indústria de transformação são os segmentos petroquímico, metalúrgico, gás, plástico, mobiliário, têxtil e vestuário. Capitanado pelo polo gás químico de refino de petróleo operado pela Refinaria de Duque de Caxias (REDUC), localizada no distrito de Campos Elíseos, conforme Figura 17 (CEPERJ, 2020).

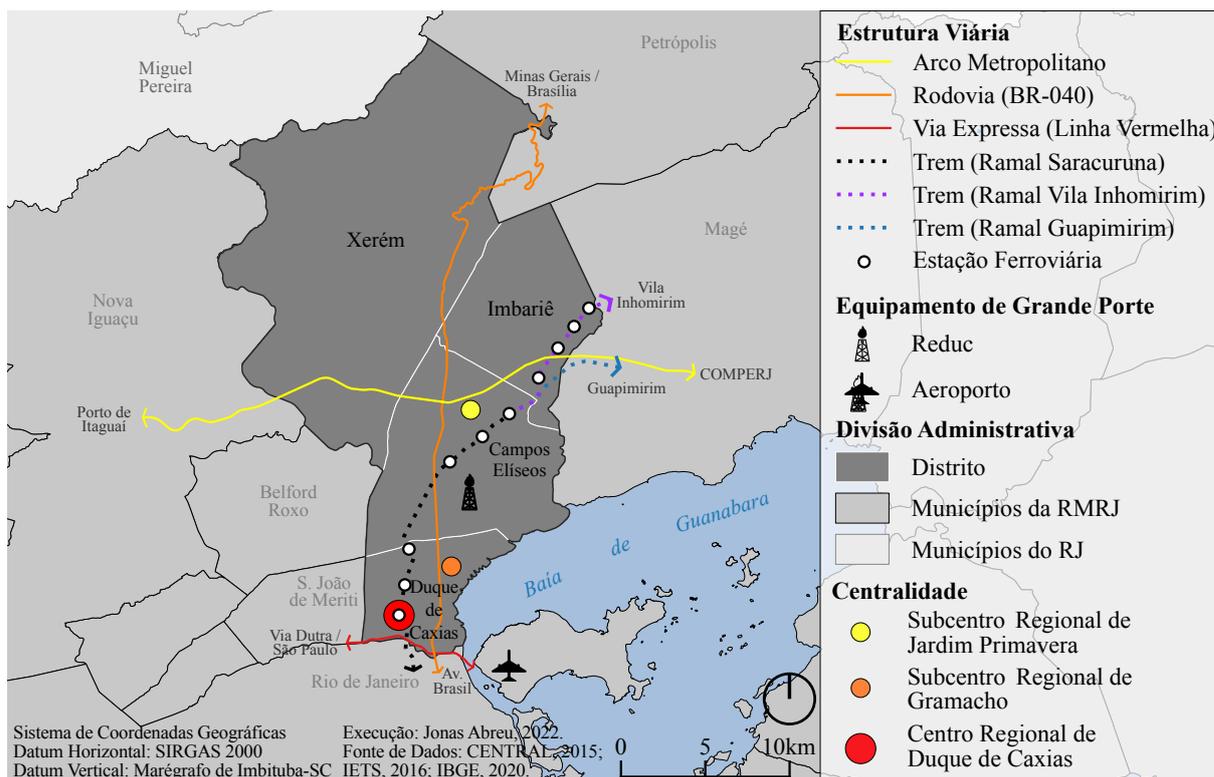
Figura 17: Refinaria de Duque de Caxias (REDUC)



Fonte: CENTRAL, 2015; IETS, 2016; IBGE, 2020. Adaptado pelo autor.

O município tem sua divisão administrativa em 4 distritos: o 1º distrito (Duque de Caxias) concentra a maior parte das áreas residenciais e das atividades econômicas; já o 2º distrito (Campos Elíseos) é caracterizado pela presença das indústrias de transformação e distribuição de produtos manufaturados; no 3º distrito (Imbariê) é constituído por grandes áreas de reservas florestais e por equipamentos não ocupados ou abandonados; e o 4º distrito (Xerém) é considerado rural, com poucos núcleos habitacionais, conforme Figura 18:

Figura 18: Divisão administrativa do município de Duque de Caxias.



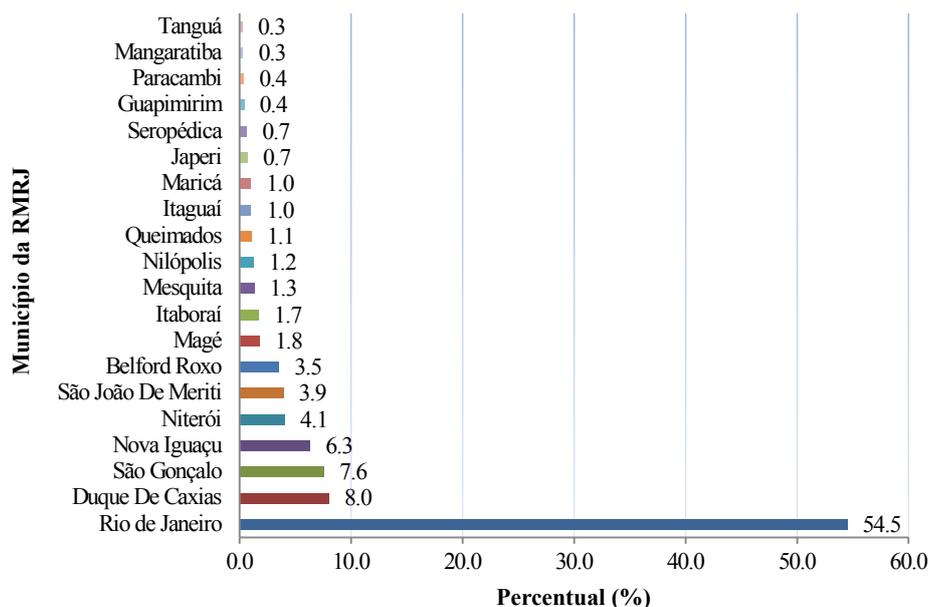
Fonte: CENTRAL, 2015; IETS, 2016; IBGE, 2020. Adaptado pelo autor.

O processo de metropolização do município ocorreu ao longo dos eixos de transporte, principalmente ao longo da linha férrea e no entorno das estações. A facilidade de acesso aos portos do Rio de Janeiro e de Itaguaí e ao Aeroporto do Galeão, além de vazios urbanos nas margens do Arco Metropolitano e da BR-040, conferem ao município um grande potencial de atração de novos empreendimentos. A demanda por mão de obra qualificada é maior do que sua capacidade de qualificação (CMIG, 2018).

A ligação entre os municípios de Duque de Caxias e Rio de Janeiro, feita por meio da linha férrea, ocorre através do ramal de Saracuruna operado pela concessionária Supervia desde 1998. Este ramal conecta Duque de Caxias aos bairros da zona norte da cidade do Rio e tem destino final na estação Central do Brasil, na área central do Centro Metropolitano. O ramal possui 6 estações ao longo de Duque de Caxias, dentre elas as estações de maior fluxo de passageiros são as de Gramacho e Duque de Caxias, com médias mensais de 7.897 e 7.397 passageiros por dia útil, respectivamente (SUPERVIA, 2021). Além desse ramal, existem 2 ramos que se estendem além da estação de Saracuruna: o ramal Vila Inhomirim, que faz ligação com o município de Magé e possui 4 estações dentro de Duque de Caxias; e o ramal Guapimirim, que liga Duque de Caxias ao município de Guapimirim.

Em relação aos eixos de transporte por rodovias, Duque de Caxias possui 2 eixos principais que o conectam com outros municípios da RMRJ. O primeiro deles, e mais antigo, é o eixo norte-sul representado pela Rodovia Washington Luís (BR-040), que percorre todos os distritos do município com ligação, a norte, ao município de Petrópolis e, a sul, às vias principais da cidade do Rio: Avenida Brasil e Linha Vermelha. Dessa forma, a rodovia se transformou num importante meio de ligação com o Centro Metropolitano e contribui de forma considerável com as quantidades de viagens que ocorrem em Duque de Caxias, conforme Figura 19. Já o Arco Metropolitano conecta o município no eixo leste-oeste, ligando os municípios de Magé e Nova Iguaçu de forma mais direta. Além de funcionar como eixo transversal de ligação dentro da região metropolitana ao fazer a ligação entre o COMPERJ e o Porto de Itaguaí sem a necessidade de percorrer os eixos radiais da RMRJ.

Figura 19: Distribuição percentual (%) das viagens originadas ou destinadas por município da RMRJ.



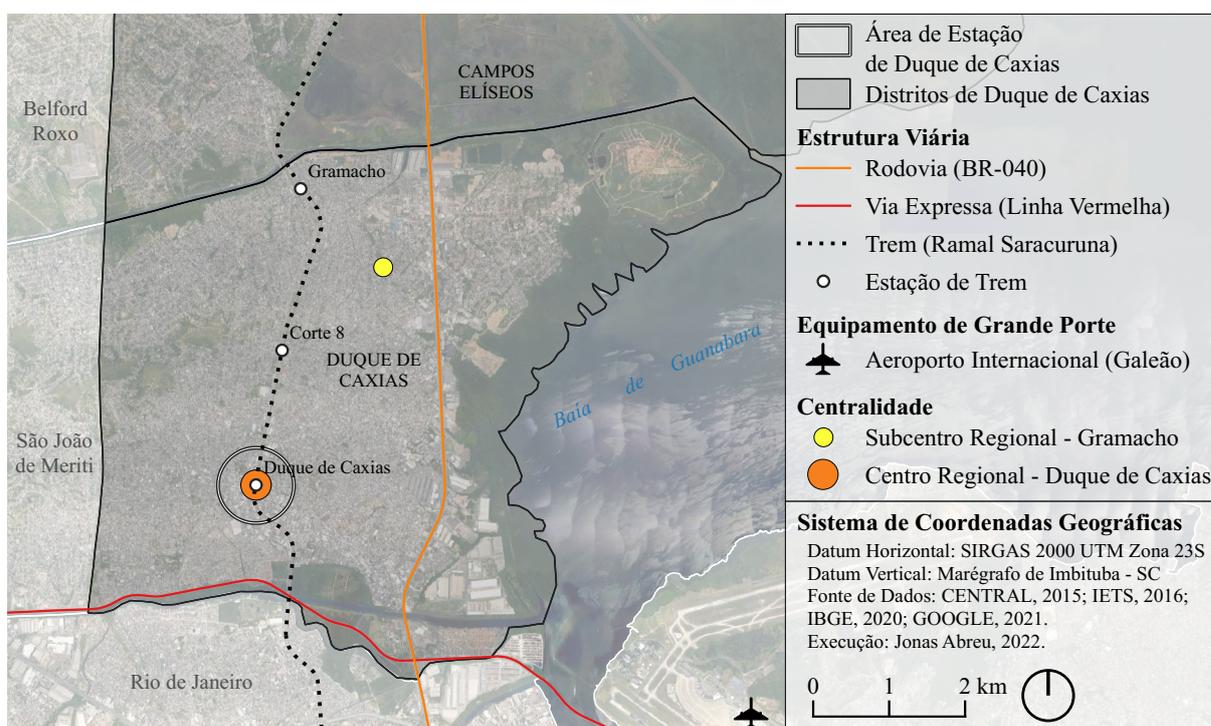
Fonte: CENTRAL, 2015.

Nesse sentido, o fortalecimento das centralidades no município de Duque de Caxias figura como uma importante ação que contribuirá diretamente para a descentralização da dinâmica socioespacial intrametropolitana monopolizada pelo Centro Metropolitano do Rio de Janeiro. Assim, este trabalho busca valorizar o potencial do Centro Regional de Duque de Caxias, que se apresentou como a centralidade mais profícua do município a receber investimentos para projetos de DOTS.

4.3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida está localizada no 1º distrito do município de Duque de Caxias e é caracterizada como um Centro Comercial e de Serviços com intensa concentração de atividades econômicas e circulação de pessoas, conforme Figura 20. Este trabalho analisou a Área de Estação de Duque de Caxias a partir da Ferramenta de Avaliação de Potencial DOTS em Corredores de Transporte do ITDP (2016), com o objetivo de verificar se a centralidade está propícia a receber investimentos para o desenvolvimento de projetos de DOTS. Além de buscar fortalecer o Centro Regional de Duque de Caxias, identificado no Relatório de Centralidades da RMRJ (IETS, 2016).

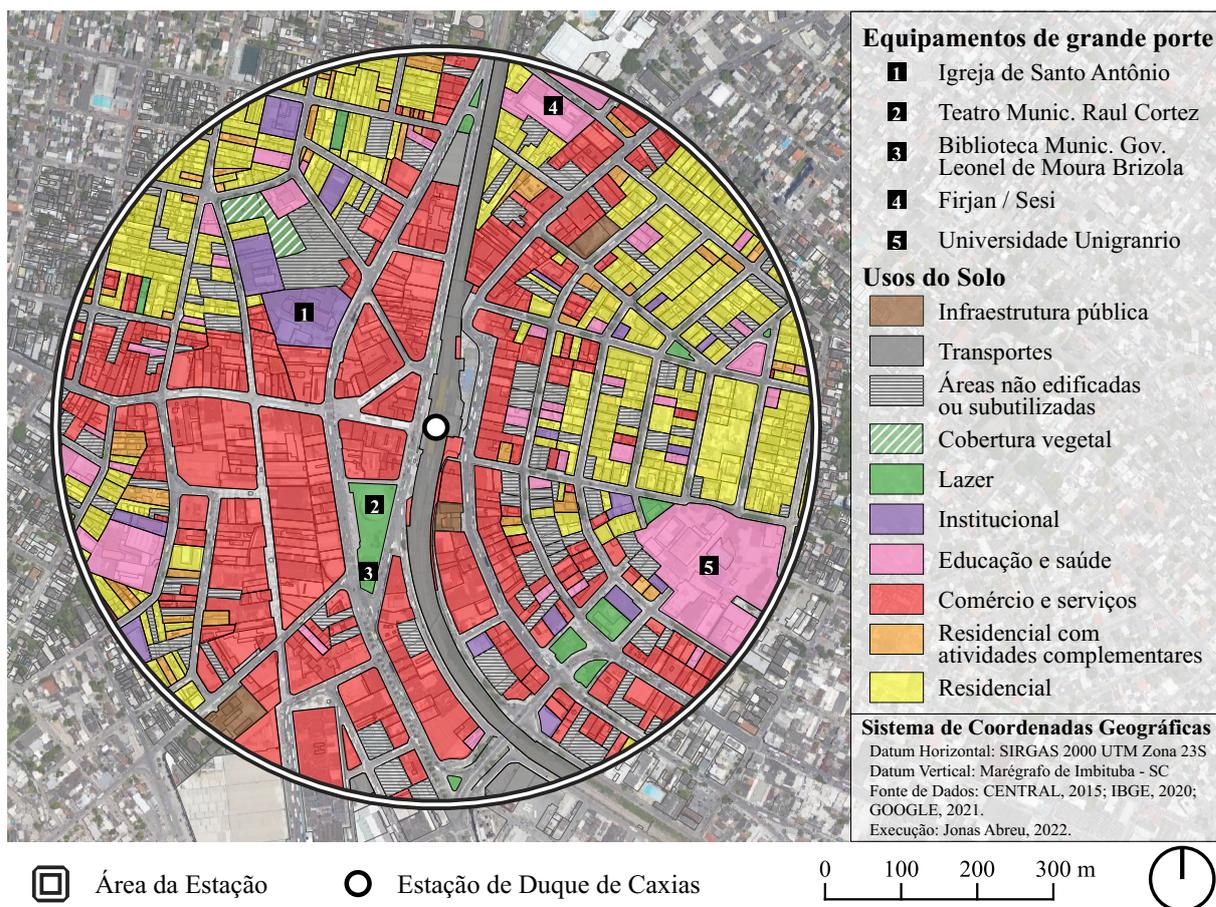
Figura 20: Localização da Área de Estação no 1º Distrito de Duque de Caxias.



Fonte: CENTRAL, 2015; IETS, 2016; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

A Área de Estação é ocupada principalmente por edificações comerciais com pouca presença de uso misto. Essa área é o local de chegadas e partidas de diversas linhas de ônibus e funciona como uma grande área de integração aberta de transporte público. Além disso, esse centro é servido por diversas instituições de educação em todos os níveis e equipamentos culturais, como teatro, museu e biblioteca pública, conforme Figura 21:

Figura 21: Usos e equipamentos principais na Área de Estação de Duque de Caxias.



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Esta centralidade se consolidou a partir da estação ferroviária de Duque de Caxias ao longo do século 20, que passou a receber grandes fluxos de pessoas e, por sua vez, atraiu para seu entorno uma série de atividades de comércio e serviços. Nos anos 2000, esta estação recebeu intervenções como a construção de um acesso subterrâneo (“mergulhão”) entre os dois lados da estação e, também, recebeu uma profusão de paradas de ônibus no seu entorno, conforme são mostrados nas Figuras 22 e 23:

Figura 22: Estação de trem de Duque de Caxias



Fonte: GOOGLE, 2021.

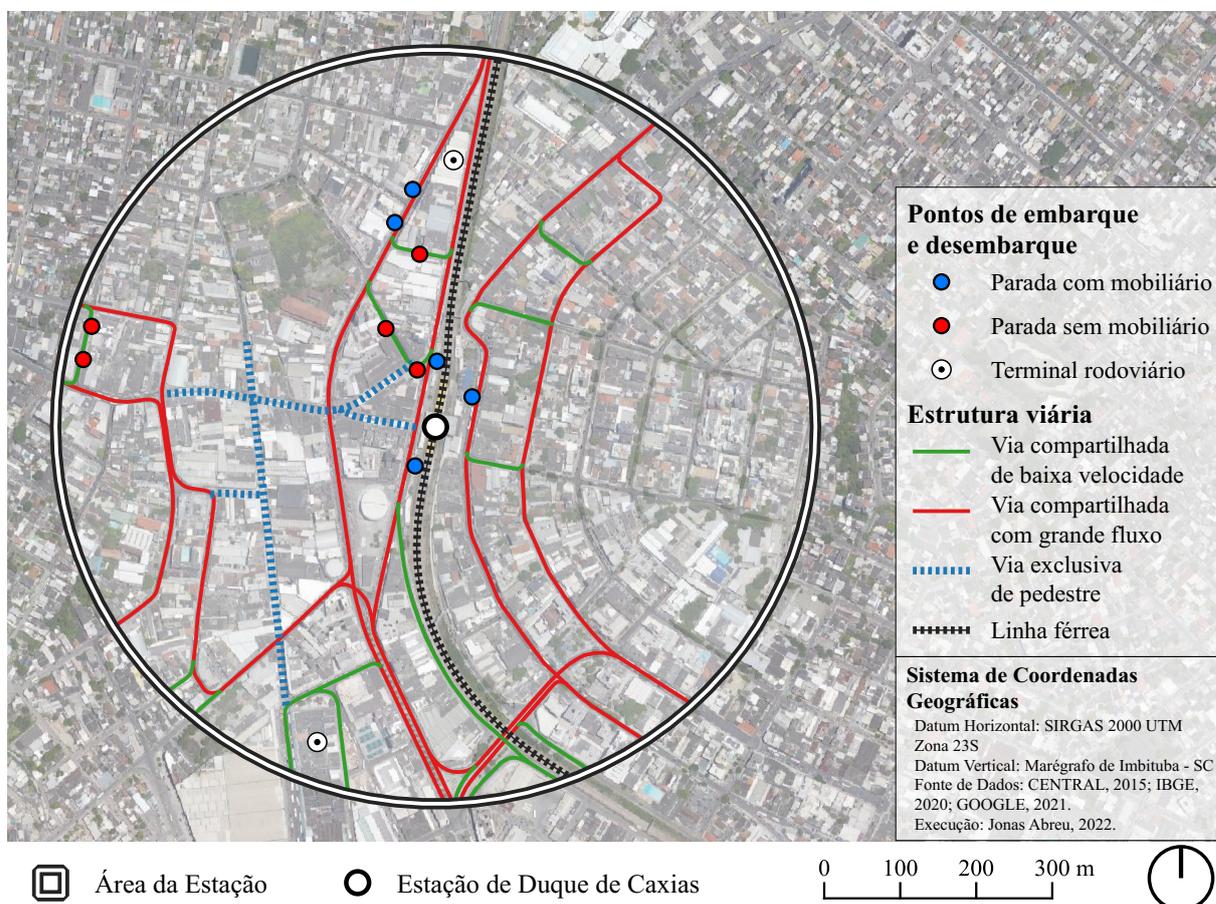
Figura 23: Estação de trem de Duque de Caxias



Fonte: GOOGLE, 2021.

A estrutura viária é muito característica de áreas com estação de trem, com vias de maior fluxo paralelas ao eixo ferroviário e vias secundárias radiais, que conectam a estação às outras localidades radialmente, conforme Figura 24:

Figura 24: Estrutura viária na Área de Estação de Duque de Caxias



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Com o desenvolvimento da região, a área recebeu terminais rodoviários adequados ao embarque e desembarque de passageiros do transporte de ônibus, conforme Figura 25:

Figura 25: Rodoviária de embarque e desembarque de ônibus de linhas municipais



Fonte: GOOGLE, 2021.

Contudo, a crescente demanda de usuários motivou a criação de paradas de embarque e desembarque espalhadas pelas vias do entorno, que funcionam como ponto final das linhas de ônibus, conforme Figura 26:

Figura 26: Parada de embarque e desembarque de passageiros



Fonte: GOOGLE, 2021.

Estas paradas se mostraram problemáticas por não possuírem mobiliário urbano adequado, como abrigos e bancos, necessários ao bem-estar dos passageiros. Outro aspecto é a presença de vias exclusivas aos pedestres, conhecidas como “calçadões”, que contribuem para o acesso ao comércio e serviços locais, conforme Figura 27.

Figura 27: Via exclusiva de pedestres (“calçadão”)



Fonte: GOOGLE, 2021.

A presença de terminais rodoviários nos limites dessa área atrai uma grande quantidade de usuários de transporte público nos dias úteis, principalmente pela manhã, entre 6h e 9h, e ao final do dia, entre 17h e 20h. Os fluxos gerados são a constatação dos movimentos pendulares, que ocorrem entre os residentes de localidades mais afastadas e são dependentes dos centros detentores de ofertas de educação, lazer, emprego e serviços. Esses fluxos ocorrem, em maior parte, a partir de 2 terminais rodoviários e pela estação de trem, e em menor fluxo, pelas paradas de ônibus. Tal configuração mostra que a área pode ser considerada como uma grande área aberta de integração de transporte público.

Por isso, uma requalificação desse centro, do ponto de vista da mobilidade urbana, torna-se benéfico tanto ao município, quanto ao desenvolvimento de uma rede urbana mais equilibrada da RMRJ, na qual centros se articulam em diferentes hierarquias trazem uma relação mais proporcional entre moradia e trabalho (CMIG, 2017).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e métodos utilizados para a análise e resultados da fase 1 da Ferramenta de Potencial para Projeto DOTS. A ferramenta é utilizada a partir da avaliação de indicadores e métricas quantitativas que verificam as condições do espaço urbano na Área de Estação. Além de estarem relacionadas aos princípios de DOTS, também respeitaram as premissas definidas nesta metodologia e as limitações em relação à disponibilidade de bases de dados georreferenciadas no Brasil para manipulação e produção de resultados (ITDP, 2016).

5.1. DETALHAMENTO DA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DOTS EM CORREDORES DE TRANSPORTE

O uso da ferramenta para avaliação na fase 1 consiste na análise do conjunto de 5 indicadores que se desdobram em 13 métricas quantitativas no total. Cada métrica pode chegar a uma pontuação máxima de 5 pontos, a partir do desempenho de cada uma, segundo os critérios de avaliação estabelecidos. A pontuação definida em cada um dos indicadores será ponderada de acordo com sua importância para promoção de iniciativas de DOTS. Uma Área de Estação poderá obter pontuação máxima de 100 pontos nesta fase, conforme Tabela 08 (ITDP, 2016).

Tabela 08: Desempenho da ferramenta de avaliação de corredores de transportes.

Alto	Médio	Baixo
Áreas de Estação com pontuação maior ou igual a 60 pontos	Áreas de Estação com pontuação maior ou igual a 40 pontos e inferior a 60 pontos	Áreas de Estação com pontuação inferior a 40 pontos

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

A pontuação obtida na fase 1 apresenta o desempenho das condições do espaço urbano para projetos DOTS, a partir dos indicadores e métricas definidos na avaliação, conforme Tabela 09. A seguir são detalhados os critérios de avaliação e pontuação para cada uma das métricas.

Tabela 09: Divisão da pontuação dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transporte.

Indicador	Métrica	Pontuação máx. por Métrica	Pontuação máx. por Indicador	Fator de Ponderação	Percentual da Pontuação Total
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (UOS)	Densidade demográfica	5 pontos	20 pontos	$F_{(UOS)} = 1$	20%
	Áreas monofuncionais ou incompatíveis	5 pontos			
	Áreas residenciais com atividades complementares	5 pontos			
	Áreas não edificadas ou subutilizadas	5 pontos			
INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO (SAB)	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água	5 pontos	10 pontos	$F_{(SAB)} = 2,5$	25%
	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto	5 pontos			
CONECTIVIDADE DO ESPAÇO URBANO (CON)	Densidade de quadras	5 pontos	15 pontos	$F_{(CON)} = 2$	30%
	Integração do sistema de transporte	5 pontos			
	Elementos indutores de segregação do espaço urbano	5 pontos			
CONDIÇÕES DE CIRCULAÇÃO PARA TRANSPORTES ATIVOS (ATV)	Domicílios com calçada no entorno	5 pontos	15 pontos	$F_{(ATV)} = 1$	15%
	Domicílios com iluminação pública no entorno	5 pontos			
	Domicílios com arborização no entorno	5 pontos			
DIVERSIDADE SOCIOECONÔMICA (DIV)	Distribuição de renda por pessoas residentes	5 pontos	5 pontos	$F_{(DIV)} = 2$	10%

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

O indicador **Uso e Ocupação do Solo (UOS)** é usado para analisar as condições existentes de adensamento populacional e das atividades complementares para saber como elas contribuem para o desenvolvimento mais compacto das cidades. Esse indicador é formado por 4 métricas: *densidade demográfica*; *áreas monofuncionais ou incompatíveis*; *áreas residenciais com atividades complementares*; *áreas não edificadas ou subutilizadas*. A pontuação total alcançada corresponde a 20% da pontuação total da ferramenta e somam o total de 20 pontos, com o fator de ponderação de 1.

- *Densidade demográfica* – verifica o adensamento populacional na Área de Estação utilizando valores de referência¹² em comparação à viabilização de sistemas de transporte de alta capacidade e às condições locais das áreas urbanas. Essa métrica é calculada a partir da razão do número de habitantes e a Área de Estação em km², conforme Equação 01. O resultado é a quantidade de habitantes por km² (hab./km²) e ao final do cálculo a pontuação é obtida conforme a Tabela 10:

$$\text{Densidade Demográfica (hab./km}^2\text{)} = \frac{\text{População na Área de Estação (hab.)}}{\text{Área de Estação (km}^2\text{)}} \quad (01)$$

Tabela 10: Densidade demográfica

Nota	Parâmetro
5 pontos	Densidade demográfica ≤ 9.000 hab./km ² E \leq média nas áreas urbanas do município
3 pontos	Densidade demográfica ≤ 9.000 hab./km ² E $>$ média nas áreas urbanas do município
2 pontos	Densidade demográfica > 9.000 hab./km ² E \leq média nas áreas urbanas do município
1 ponto	Densidade demográfica ≤ 9.900 hab./km ² (10% superior ao valor de referência) E $>$ média nas áreas urbanas do município
0	Densidade demográfica > 9.900 hab./km ² (10% superior ao valor de referência) E $>$ média nas áreas urbanas do município

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Áreas monofuncionais ou incompatíveis* – verifica a existência de usos do solo incompatíveis com o desenvolvimento de projetos de DOTS, como por exemplo: áreas de infraestrutura pública, áreas militares, áreas agrícolas, corpos hídricos, afloramentos rochosos e depósitos sedimentares. As classes de uso incompatíveis não devem ser contabilizadas na identificação dos usos predominantes nas áreas de estação. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a área predominante ocupada por certa classe de uso do solo em km² e a Área de Estação em km², conforme Equação 02. Como resultado obtém-se a porcentagem de uso do solo predominante, que é utilizada para achar a pontuação, segundo Tabela 11:

$$\% \text{ Uso do Solo Predominante} = \max \frac{\text{Área Ocupada por Classe de Uso do Solo (km}^2\text{)}}{\text{Área de Estação (km}^2\text{)}} \quad (02)$$

¹² Como valor de referência para a viabilização de sistemas de transporte de média e alta capacidade, sugere-se 9.000 hab/km² (ou 90 hab/ha) conforme proposto por UN-Habitat (2014).

Tabela 11: Áreas monofuncionais ou incompatíveis

Nota	Parâmetro
5 pontos	Classe de uso predominante $\leq 50\%$ da Área de Estação (sem considerar classes de uso do solo incompatíveis)
3 pontos	Classe de uso do solo predominante $\leq 70\%$ da Área de Estação (sem considerar classes de uso do solo incompatíveis)
1 ponto	Classe de uso do solo predominante $\leq 80\%$ da Área de Estação (sem considerar classes de uso do solo incompatíveis)
0	Classe de uso do solo predominante $> 80\%$ da Área de Estação (sem considerar classes de uso do solo incompatíveis)

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Áreas residenciais com atividades complementares* – avalia a presença de áreas de ocupação com uso misto (habitação, comércio, serviço e lazer) desejável para promover a vitalidade urbana. Essa métrica é calculada a partir da razão entre as áreas residenciais com atividades complementares em km² pela área da estação em km², conforme Equação 03. Como resultado obtém-se a porcentagem de áreas com uso misto, que é utilizada para achar a pontuação, segundo Tabela 12:

$$\% \text{ Áreas Resid. com Ativ. Complementares} = \frac{\text{Áreas Resid. com Ativ. Complementares (km}^2\text{)}}{\text{Área de Estação (km}^2\text{)}} \quad (03)$$

Tabela 12: Áreas residenciais com atividades complementares

Nota	Parâmetro
5 pontos	Áreas residenciais com atividades complementares $\geq 30\%$ da Área de Estação
4 pontos	Áreas residenciais com atividades complementares $\geq 20\%$ da Área de Estação
3 pontos	Áreas residenciais com atividades complementares $\geq 10\%$ da Área de Estação
2 pontos	Áreas residenciais com atividades complementares $\geq 5\%$ da Área de Estação
1 ponto	Áreas residenciais com atividades complementares $\geq 2,5\%$ da Área de Estação
0	Áreas residenciais com atividades complementares $< 2,5\%$ da Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Áreas não edificadas ou subutilizadas* – analisa a existência de áreas não edificadas ou inutilizadas, que podem servir de oportunidade para implementação de projetos de DOTS. Essa métrica é calculada a partir da razão entre as áreas não edificadas ou inutilizadas dentro da Área de Estação em km² pela Área de Estação em km², conforme Equação 04. Como resultado obtém-se a porcentagem de áreas não edificadas ou inutilizadas, que é utilizada para obter a pontuação, segundo a Tabela 13:

$$\% \text{ Áreas Não Edificadas ou Subutilizadas} = \frac{\text{Área Não Edificadas ou Subutilizadas (km}^2\text{)}}{\text{Área de Estação (km}^2\text{)}} \quad (04)$$

Tabela 13: Áreas não edificadas ou subutilizadas

Nota	Parâmetro
5 pontos	Áreas não edificadas ou subutilizadas \geq 30% da Área de Estação
4 pontos	Áreas não edificadas ou subutilizadas \geq 20% da Área de Estação
3 pontos	Áreas não edificadas ou subutilizadas \geq 10% da Área de Estação
2 pontos	Áreas não edificadas ou subutilizadas \geq 5% da Área de Estação
1 ponto	Áreas não edificadas ou subutilizadas \geq 2,5% da Área de Estação
0	Áreas não edificadas ou subutilizadas $<$ 2,5% da Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

O indicador **Infraestrutura de Saneamento Básico (SAB)** é utilizado para verificar as condições da infraestrutura de saneamento básico em determinada Área de Estação. Esse indicador é composto por 2 métricas: *domicílios ligados à rede de abastecimento de água*; e *domicílios ligados à rede de coleta esgoto*. A pontuação total alcançada corresponde a 25% da pontuação total da ferramenta. As métricas, por sua vez, somam o total de 10 pontos, com o fator de ponderação de 2,5.

- *Domicílios ligados à rede abastecimento de água* – verifica a disponibilidade de infraestrutura de abastecimento de água nos domicílios da área analisada. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de domicílios ligados à rede de abastecimento de água na Área de Estação e a quantidade total de domicílios na Área de Estação, conforme Equação 05. O resultado é o percentual de domicílios ligados à rede de abastecimento de água, que ao final do cálculo a pontuação é obtida segundo a Tabela 14:

$$\% \text{ Domicílios ligados à Rede de Abast. de Água} = \frac{\text{Domicílios ligados à Rede de Abast. de Água (quant.)}}{\text{Domicílios na Área de Estação (quant.)}} \quad (05)$$

Tabela 14: Domicílios ligados à rede de abastecimento de água

Nota	Parâmetro
5 pontos	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água $\geq 95\%$ do total de domicílios na Área de Estação
4 pontos	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água $\geq 90\%$ do total de domicílios na Área de Estação
2 pontos	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água $\geq 80\%$ do total de domicílios na Área de Estação
1 ponto	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água $\geq 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação
0	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água $< 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto* – verifica a disponibilidade de infraestrutura de coleta de esgoto nos domicílios da área analisada. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de domicílios ligados à rede de coleta de esgoto na Área de Estação e a quantidade total de domicílios na Área de Estação, conforme Equação 06. O resultado é o percentual de domicílios ligados à rede de coleta de esgoto, que ao final do cálculo a pontuação é obtida conforme a Tabela 15:

$$\% \text{ Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto} = \frac{\text{Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto (quant.)}}{\text{Domicílios na Área de Estação (quant.)}} \quad (06)$$

Tabela 15: Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto

Nota	Parâmetro
5 pontos	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto $\geq 95\%$ do total de domicílios na Área de Estação
4 pontos	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto $\geq 90\%$ do total de domicílios na Área de Estação
2 pontos	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto $\geq 80\%$ do total de domicílios na Área de Estação
1 ponto	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto $\geq 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação
0	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto $< 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

Já o indicador **Conectividade do Espaço Urbano (CON)** é usado para analisar a situação da conectividade do espaço urbano, através do olhar sobre as rotas curtas e diretas, que estimulam a caminhada e o uso de bicicleta, e ainda facilitam o acesso ao transporte público. Esse indicador é composto por 3 métricas: *densidade de quadras*; *existência de elementos indutores de segregação física do espaço urbano*; e *integração de sistemas de média e alta capacidade*. A pontuação total alcançada corresponde a 30% da pontuação total da ferramenta. As métricas, por sua vez, somam o total de 15 pontos, com um fator de ponderação de 2.

- *Densidade das quadras* – verifica a densidade das quadras na Área de Estação seguindo as métricas do ITDP (2017) relacionadas ao comprimento da quadra e densidade de interseções, ruas e caminhos. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de quadras na Área de Estação e a Área de Estação em km², conforme Equação 07. O resultado é a quantidade de quadras por km² (quadras/km²) e a pontuação é obtida conforme a Tabela 16:

$$\text{Densidade de Quadras (quadras/km}^2\text{)} = \frac{\text{Número de Quadras na Área de Estação (quadras)}}{\text{Área de Estação compatível com Projetos DOTS (km}^2\text{)}} \quad (07)$$

Tabela 16: Densidade das quadras

Nota	Parâmetro
5 pontos	Densidade de quadras ≥ 55 quadras/km ²
4 pontos	Densidade de quadras ≥ 42 quadras/km ²
3 pontos	Densidade de quadras ≥ 32 quadras/km ²
2 pontos	Densidade de quadras ≥ 27 quadras/km ²
1 ponto	Densidade de quadras ≥ 23 quadras/km ²
0	Densidade de quadras ≤ 23 quadras/km ²

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Integração de sistemas de transporte de média e alta capacidade* – avalia a presença de linhas de trem, metrô, BRT ou VLT dentro da Área de Estação ou entre 2 estações. Geralmente está associada a uma centralidade natural da cidade, além de aumentar o acesso às oportunidades urbanas. A pontuação é obtida a partir da contagem de linhas de transporte de média e alta capacidade existentes na Área de Estação, conforme a Tabela 17:

Tabela 17: Integração de sistemas de transporte de média e alta capacidade

Nota	Parâmetro
5 pontos	2 ou mais linhas de transporte de média e alta capacidade possuem estações no interior da Área de Estação
3 pontos	1 linha de transporte de média e alta capacidade possui estação no interior da Área de Estação
0	Não existem estações de linhas de transporte de média e alta capacidade no interior da Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Elementos indutores de segregação física do espaço urbano* – verifica a existência de estruturas urbanas que impedem a conectividade do espaço urbano criando barreiras à circulação de pedestres e ciclistas, tais como infraestruturas de transporte viário, linhas de transmissão, grandes empreendimentos e barreiras naturais. A pontuação é obtida a partir da contagem das infraestruturas indutoras de segregação física existentes na Área de Estação, conforme a Tabela 18:

Tabela 18: Elementos indutores de segregação física do espaço urbano

Nota	Parâmetro
5 pontos	2 ou mais linhas de transporte de média e alta capacidade possuem estações no interior da Área de Estação
3 pontos	1 elemento indutor de segregação física do espaço urbano na Área de Estação
1 ponto	2 elementos indutores de segregação física do espaço urbano na Área de Estação
0	3 ou mais elementos indutores de segregação física do espaço urbano na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

O indicador **Condições de Circulação para Transportes Ativos (ATV)** é empregado para verificar a existência de infraestrutura urbana adequada relacionada à circulação através de transportes ativos, essencial ao estímulo à realização de caminhadas e ao uso de bicicletas. Esse indicador é composto por 3 métricas: *domicílios com calçadas no entorno*; *domicílios com iluminação pública no entorno*; e *domicílios com arborização no entorno*. A pontuação total alcançada corresponde a 15% da pontuação total da ferramenta. As métricas, por sua vez, somam o total de 15 pontos, com um fator de ponderação de 1.

- *Domicílios com calçadas no entorno* – verifica a disponibilidade de calçadas dentro da Área de Estação, para evidenciar as condições existentes para realização de caminhadas. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de domicílios com calçadas no entorno na Área de Estação e a quantidade total de domicílios na Área de Estação, conforme Equação 08. O resultado é o percentual de domicílios com calçadas no entorno, que ao final do cálculo a pontuação é obtida conforme a Tabela 19:

$$\% \text{ Domicílios com Calçada no Entorno} = \frac{\text{Domicílios com Calçada no Entorno (quant.)}}{\text{Domicílios na Área de Estação (quant.)}} \quad (08)$$

Tabela 19: Domicílios com calçadas no entorno

Nota	Parâmetro
5 pontos	Domicílios com calçada no entorno $\geq 95\%$ do total de domicílios na Área de Estação
4 pontos	Domicílios com calçada no entorno $\geq 90\%$ do total de domicílios na Área de Estação
2 pontos	Domicílios com calçada no entorno $\geq 80\%$ do total de domicílios na Área de Estação
1 ponto	Domicílios com calçada no entorno $\geq 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação
0	Domicílios com calçada no entorno $< 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Domicílios com iluminação pública no entorno* – afere a existência de iluminação pública dentro da Área de Estação, para evidenciar as condições existentes para realização de caminhadas. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de domicílios com iluminação pública na Área de Estação e a quantidade total de domicílios na Área de Estação, conforme Equação 09. O resultado é o percentual de domicílios com iluminação pública no entorno, que ao final do cálculo a pontuação é obtida conforme a Tabela 20:

$$\% \text{ Domicílios com Iluminação Pública no Entorno} = \frac{\text{Domicílios com Iluminação Pública no Entorno (quant.)}}{\text{Domicílios na Área de Estação (quant.)}} \quad (09)$$

Tabela 20: Domicílios com iluminação pública no entorno

Nota	Parâmetro
5 pontos	Domicílios com iluminação pública no entorno $\geq 95\%$ do total de domicílios na Área de Estação
4 pontos	Domicílios com iluminação pública no entorno $\geq 90\%$ do total de domicílios na Área de Estação
2 pontos	Domicílios com iluminação pública no entorno $\geq 80\%$ do total de domicílios na Área de Estação
1 ponto	Domicílios com iluminação pública no entorno $\geq 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação
0	Domicílios com iluminação pública no entorno $< 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

- *Domicílios com arborização no entorno* – afere a existência de arborização dentro da Área de Estação, para evidenciar as condições existentes para realização de caminhadas. Essa métrica é calculada a partir da razão entre a quantidade de domicílios com arborização no entorno na Área de Estação e a quantidade total de domicílios na Área de Estação, conforme Equação 10. O resultado é o percentual de domicílios com arborização no entorno, que ao final do cálculo a pontuação é obtida conforme a Tabela 21:

$$\% \text{ Domicílios com Arborização no Entorno} = \frac{\text{Domicílios com Arborização no Entorno (quant.)}}{\text{Domicílios na Área de Estação (quant.)}} \quad (10)$$

Tabela 21: Domicílios com arborização no entorno

Nota	Parâmetro
5 pontos	Domicílios com arborização no entorno $\geq 95\%$ do total de domicílios na Área de Estação
4 pontos	Domicílios com arborização no entorno $\geq 90\%$ do total de domicílios na Área de Estação
2 pontos	Domicílios com arborização no entorno $\geq 80\%$ do total de domicílios na Área de Estação
1 ponto	Domicílios com arborização no entorno $\geq 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação
0	Domicílios com arborização no entorno $< 70\%$ do total de domicílios na Área de Estação

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

O indicador **Diversidade Socioeconômica (DIV)** é empregado para análise da distribuição e diversidade de renda na Área de Estação. O cálculo é feito através do Índice HHI (*Herfindahl-Hirschman Index*) que foi adaptado ao contexto desta metodologia para indicar o nível de distribuição da população entre as diferentes faixas de renda, apresentado nas Equações 11 e 12:

$$H_{estj} = HHI_{est} = \sum_{i=FR_1}^{FR_N} \cdot s_i^2 \quad (11), \text{ onde} \quad s_i = \frac{PR_i}{\sum_{i=FR_1}^{FR_N} \cdot PR_k} = \frac{PR_i}{PR_{estj}} \quad (12)$$

Legenda:

$H_{est} = HHI_{est}$ = Índice HHI para Área de Estação;

$FR_1, \dots, FR_N = N$ faixas de renda disponíveis no recenseamento do IBGE;

s_i = razão das Pessoas com Renda da faixa i (PR_i) no total de habitantes com rendimentos da Área de Estação (PR_{est}).

O Índice HHI varia entre $1/N$ (melhor distribuição) e 1 (sem distribuição, apenas uma faixa de renda). Para facilitar a leitura, optou-se por utilizar um índice normalizado em ordem crescente (H^*), calculado na Equação 13. Os valores encontrados no índice variam entre 0 e 1, quanto maior a avaliação, melhor a distribuição da população nas diferentes faixas de renda.

$$H_{estj}^* = \frac{1 - H_{estj}}{1 - 1/N} \quad (13)$$

Legenda:

H_{est}^* = índice normalizado considerado como Índice de Diversidade Socioeconômica;

N = número de faixas de renda consideradas no recenseamento do IBGE.

Após o cálculo do Índice H* na Área de Estação é possível obter a pontuação do indicador conforme a Tabela 22. Esse indicador é formado pela pontuação total alcançada e corresponde a 10% da pontuação total da ferramenta. A métrica, por sua vez, soma o total de 5 pontos, com um fator de ponderação de 2.

Tabela 22: Distribuição de renda das pessoas residentes na Área de Estação

Nota	Parâmetro
5 pontos	Índice H* para Área de Estação $\geq 0,95$
4 pontos	Índice H* para Área de Estação $\geq 0,90$
3 pontos	Índice H* para Área de Estação $\geq 0,85$
2 pontos	Índice H* para Área de Estação $\geq 0,80$
1 ponto	Índice H* para Área de Estação $\geq 0,75$
0	Índice H* para Área de Estação $< 0,75$

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

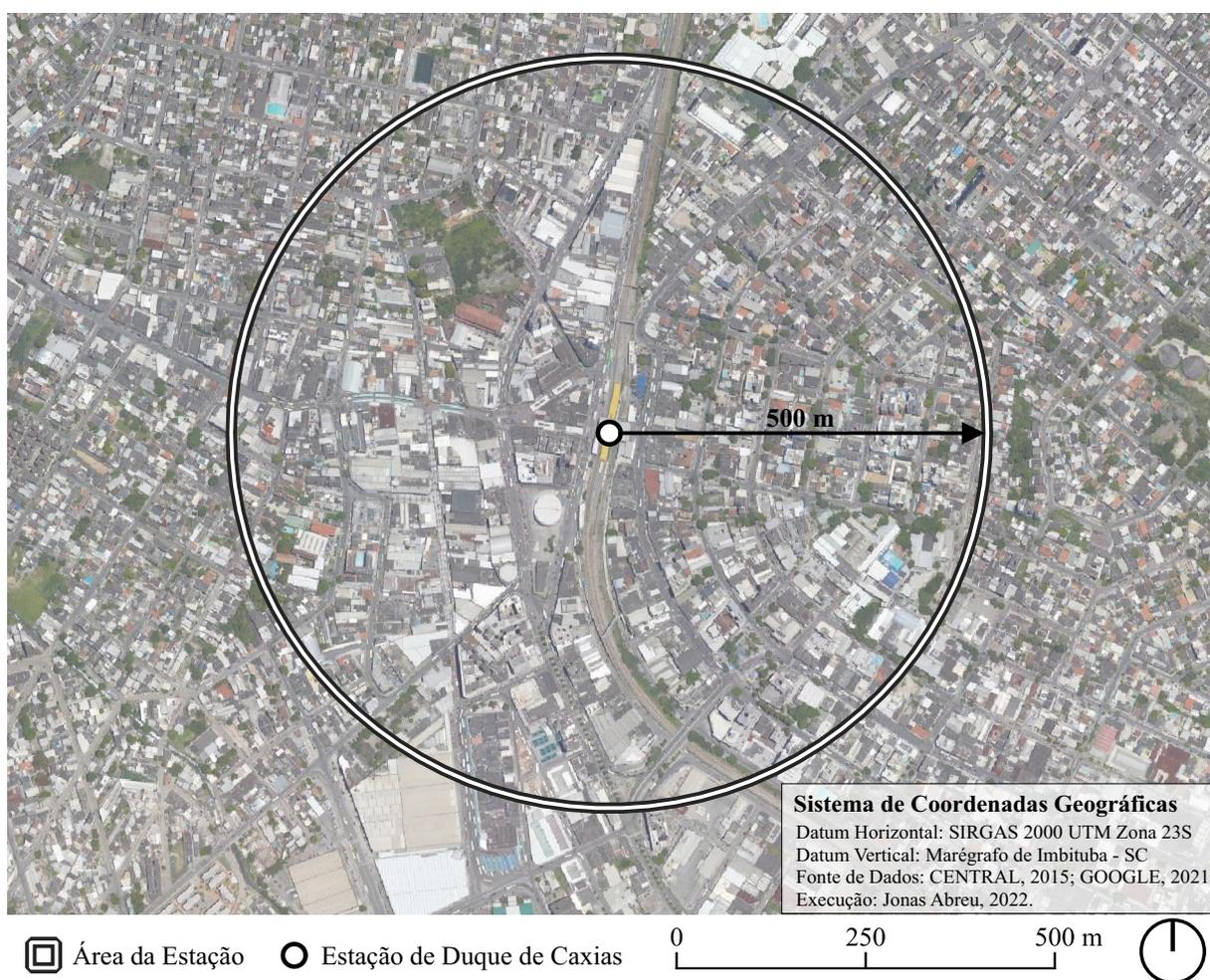
Dessa forma, cada métrica tem uma pontuação considerando seu desempenho segundo os critérios de avaliação estabelecidos. A pontuação definida em cada um dos temas foi ponderada de acordo com sua importância para promoção de iniciativas de DOTS. Para isso, foram utilizados os seguintes *softwares* para o desenvolvimento da análise e produção dos resultados:

- *Software de Sistema de Informação Geográfica (SIG)* – foi utilizado o *software* livre e de código aberto QGIS na versão 3.16, para a importação, edição e exportação de dados geográficos como vetores, planilhas e imagens;
- *Software de edição de planilhas* – foi utilizado o aplicativo proprietário Planilhas Google para edição dos dados no QGIS e para os cálculos necessários para a ferramenta de análise;
- *Software de visualização de imagens panorâmicas* – foi utilizado o recurso Google Street View do aplicativo proprietário Google Earth para a visualização de imagens panorâmicas das vias públicas ao nível do carro ou do pedestre.

5.2. PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS

Inicialmente, foi necessário obter o *shapefile* (ponto) da localização georreferenciada da estação de trem de Duque de Caxias, disponibilizado pelo PDTU de 2015, para a análise através da sua Área de Estação. No QGIS esse *shapefile* do ponto foi reprojetoado para o *datum* SIRGAS 2000 no fuso 23 Sul, conforme recomendação do IBGE. Assim, de acordo com a metodologia, a Área de Estação foi definida a partir da delimitação da área por um *buffer* (distância linear) de 500 m a partir do *shapefile* do ponto da estação, conforme mostra a Figura 28:

Figura 28: Delimitação da Área de Estação de trem de Duque de Caxias.



Fonte: CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Após a delimitação da Área de Estação, foram utilizadas 3 bases de dados para dar prosseguimento à aplicação da ferramenta: *base de dados dos setores censitários do IBGE*; *base vetorial das quadras*; e *base de dados de usos do solo*. A base de dados dos setores censitários foi obtida a partir dos resultados do Censo Demográfico de 2010, disponibilizado pelo IBGE

(2010). Enquanto, a base vetorial das quadras foi obtida através da base de faces de logradouros do Brasil de 2020, também, disponibilizada pelo IBGE (2020). Já os dados de usos do solo foram coletados a partir da inspeção visual das imagens de satélite e panorâmicas ao nível do solo com o uso do recurso Google Street View disponibilizado pelo *software* Google Earth.

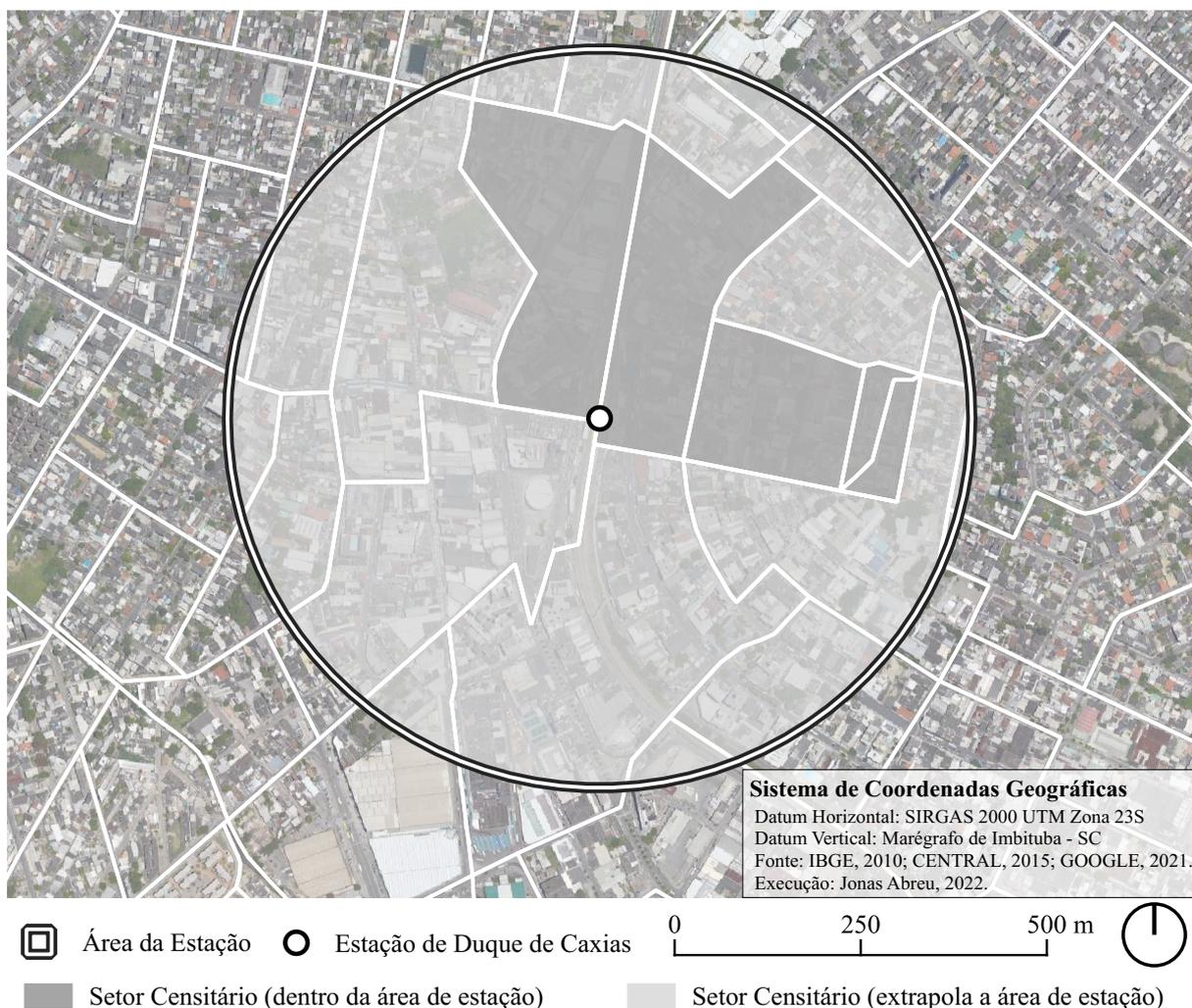
5.2.1. Base de dados dos Setores Censitários na Área de Estação

Os dados obtidos no Censo de 2010 foram utilizados a partir das variáveis no nível do setor censitário por meio de 2 produtos: *base vetorial (shapefile) dos setores censitários do Censo 2010*; *base de dados com resultado do Censo 2010 desagregada no nível de setor censitário*. O primeiro produto é um conjunto de polígonos definidores dos setores censitários, que retratam a representação vetorial das divisas territoriais em 2010. Já o segundo produto é um conjunto de planilhas temáticas que reúne os resultados, por setor censitário, das variáveis pesquisadas no Censo 2010. Estas variáveis compreendem as características dos domicílios particulares e das pessoas, que são denominados, por convenção, de resultados do universo.

Nesse sentido, para utilizar os dados obtidos nos 2 produtos, foi necessário associar os dados contidos nas variáveis das planilhas temáticas ao *shapefile* dos setores censitários. Mas antes, foi aplicado nos setores censitários, recortados pela Área de Estação, um fator de proporção aos dados igual à razão da área dentro da Área de Estação em relação à área original do setor censitário. Dessa forma, a aplicação dos valores proporcionais e agregados ao recorte dos setores censitários dentro da Área de Estação resultaram nas variáveis necessárias para manipulação no cálculo das métricas da ferramenta, em 2 etapas:

- Etapa 1 no QGIS:
 - o *shapefile* dos setores censitários foi projetado no mesmo *datum* e fuso utilizados na Área de Estação (SIRGAS 2000 23S);
 - as áreas desses setores foram calculadas e adicionadas à sua tabela do *shapefile*;
 - foi feita a interseção entre os setores censitários e da Área de Estação, que gerou um novo *shapefile* com o recorte dos setores que estavam dentro da Área de Estação, conforme Figura 29:

Figura 29: Recorte dos setores censitários dentro da Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

- foram calculadas novas áreas dos setores recortados e criada uma coluna com a proporção entre a área original dos setores censitários e a área dos setores censitários recortados;
- a tabela gerada a partir do *shapefile* dos setores foi exportada como planilha para ser associada às variáveis das planilhas temáticas geradas no Censo.
- Etapa 2 no Planilhas Google:
 - foram selecionadas as variáveis das planilhas temáticas *Básico*, *Entorno 01*, *Domicílio 01* e *Pessoa Renda* da base de dados do IBGE, conforme Tabela 23, e essas variáveis foram associadas aos setores censitários exportados na tabela da etapa 1;
 - foram aplicados os valores proporcionais e agregados ao recorte dos setores censitários às variáveis, que ficaram prontas para a manipulação no cálculo das métricas da ferramenta;
 - a tabela gerada foi importada posteriormente para o QGIS para a confecção dos mapas temáticos para cada métrica da ferramenta.

Tabela 23: Associação das variáveis da base de dados dos setores censitários do IBGE.

Métrica da ferramenta de análise	Referência na base de dados do IBGE		Descrição da variável na base de dados do IBGE
	Planilha temática	Variável	
Densidade Demográfica	Básico	V002	Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes
Percentual de domicílios com calçadas no entorno		V020	Domicílios particulares permanentes próprios – Existe calçada
	V022	Domicílios particulares permanentes alugados – Existe calçada	
	V024	Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe calçada	
	V001	Domicílios particulares permanentes	
Percentual de domicílios com iluminação pública no entorno	Entorno 01	V008	Dom. partic. permanentes próprios – Existe iluminação pública
		V010	Dom. partic. permanentes alugados – Existe iluminação pública
		V012	Dom. partic. permanentes cedidos – Existe iluminação pública
		V001	Domicílios particulares permanentes
Percentual de Domicílios com arborização no entorno		V044	Dom. partic. permanentes próprios - Existe arborização
		V046	Dom. partic. permanentes alugados – Existe arborização
		V048	Dom. partic. permanentes cedidos – Existe arborização
		V001	Domicílios particulares permanentes
Percentual de Dom. ligados à rede de abastecimento de água	Domicílio 01	V012	Dom. partic. perman. com abastecimento de água da rede geral
		V002	Domicílios particulares permanentes
Percentual de Dom. ligados à rede de coleta de esgoto		V017	Dom. partic. perman. com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede de esgoto ou pluvial
		V002	Domicílios particulares permanentes
Distribuição de renda das pessoas residentes na área de estação	Pessoa Renda	V067	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de até 1/2 sal. mínimo
		V068	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 sal. mín.
		V069	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 sal. mín.
		V070	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 2 a 3 sal. mín.
		V071	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 3 a 5 sal. mín.
		V072	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 5 a 10 sal. mín.
		V073	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 10 a 15 sal. mín.
		V074	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 15 a 20 sal. mín.
		V075	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em dom. partic. perman. com rendimento nominal mensal de mais de 20 sal. mín.
		V087	Pessoas de 10 anos ou mais de idade moradoras em domicílios particulares permanentes com rendimento positivo

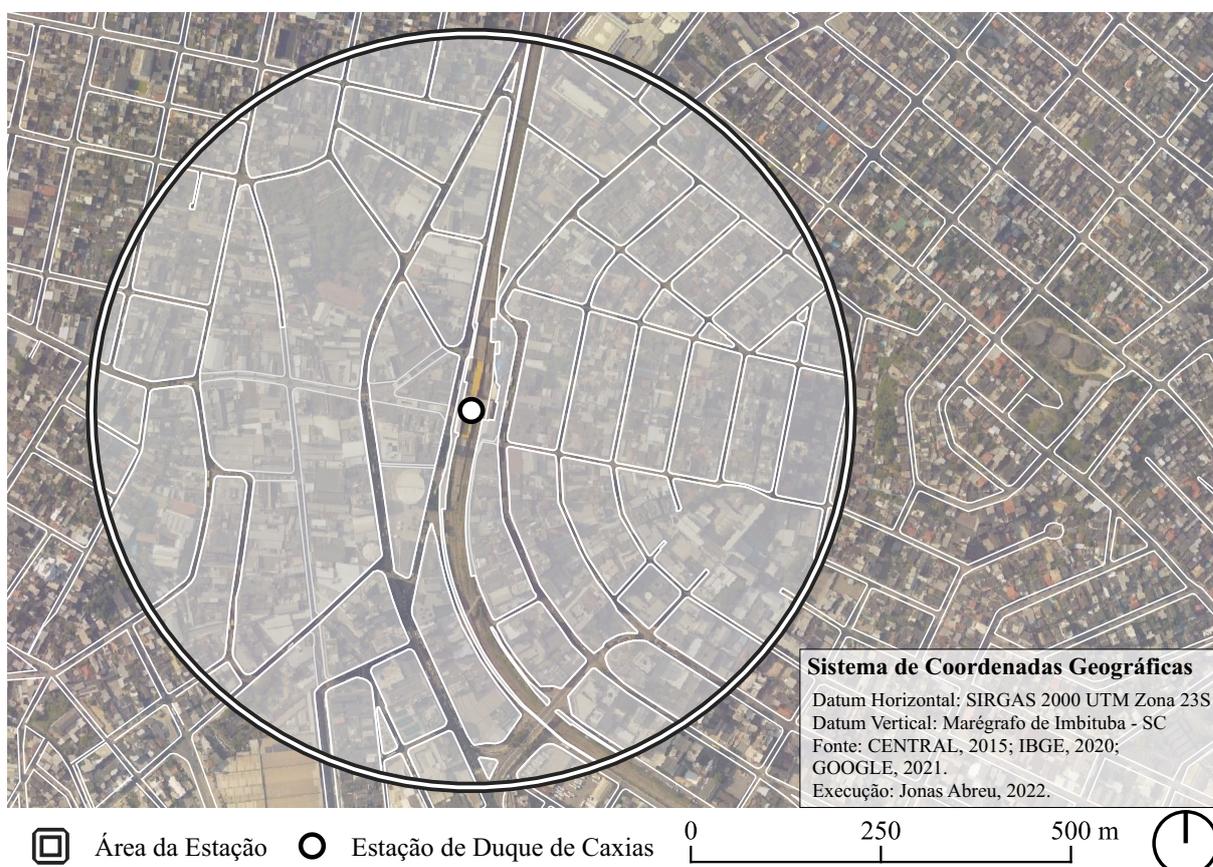
Fonte: ITDP (2016). Adaptado pelo autor.

5.2.2. Base de dados das Quadras na Área de Estação

Para obter a base de dados das quadras foi utilizado o *shapefile* de faces de logradouros do Brasil de 2020 (IBGE, 2020). Essa base é um conjunto de polígonos definidores dos logradouros de setores urbanos, que representam o arruamento dos Municípios. Assim, para a métrica relacionada à Conectividade do Espaço Urbano, foi necessário obter a quantidade de quadras na Área de Estação. Para isso, foram comparados e atualizados os polígonos das faces de logradouros com as quadras¹³ na Área de Estação através de imagens de satélite via SIG:

- Etapa 1 no QGIS:
 - o *shapefile* de faces de logradouros foi projetado no mesmo *datum* e fuso da Área de Estação e atualizado a partir dos limites das quadras obtidos com as imagens de satélite;
 - foi feita a interseção entre os polígonos das quadras e da Área de Estação, que gerou um novo *shapefile* do recorte das quadras dentro da Área de Estação, conforme Figura 30;

Figura 30: Recorte das quadras dentro da Área de Estação.



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

¹³ As vias exclusivas de pedestres não foram consideradas como delimitação das quadras.

- a tabela gerada a partir do *shapefile* do recorte das quadras foi exportada como planilha para quantificar as quadras dentro da Área de Estação.
- Etapa 2 no Planilhas Google:
 - ao importar a planilha gerada na etapa 1, foi gerada a quantidade de quadras através da contagem de linhas correspondentes aos polígonos das quadras na Área de Estação, que foi utilizada na métrica Densidade de Quadras.

5.2.3. Base de dados de Uso do Solo na Área de Estação

Para obter a base de dados de uso do solo foi utilizado o mapa produzido no capítulo 4 para caracterização da área de estudo. Naquele momento, foram mapeados os usos por lote urbano dentro da área de estudo, que coincide com a Área de Estação. Aqui foram consideradas manchas de usos predominantes para determinar as áreas de classes de uso. Para a utilização e classificação das classes de uso do solo, foram adotadas as definições do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP) na Nota Técnica n. 3.225 de 2012, conforme Tabela 24:

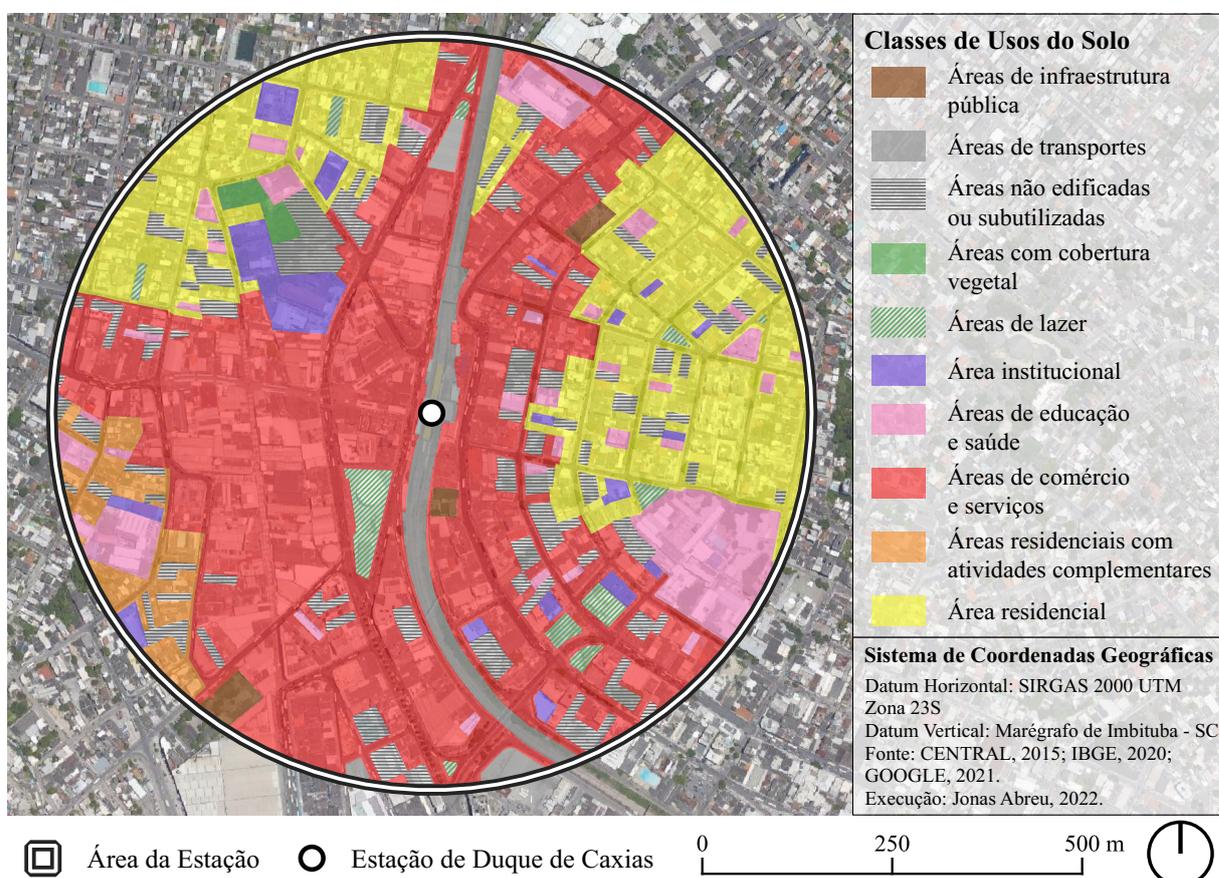
Tabela 24: Classes de usos adotadas pelo IPP-RJ.

Classes de Uso	Descrição
Áreas residenciais	Áreas residenciais, que abrangem edificações unifamiliares, multifamiliares e Habitação de Interesse Social (HIS).
Áreas residenciais com atividades complementares	Áreas com uso predominantemente residencial, que inclui as edificações com espaços destinados a atividades comerciais, de serviços, educação, saúde e lazer.
Áreas não edificadas ou subutilizadas	Áreas com grandes espaços vazios ou subutilizados, loteamentos em implantação ou não consolidados, espaços físicos alterados com ruínas ou abandonados. Nesta classe foram inseridas áreas subutilizadas destinadas a estacionamentos de automóveis.
Áreas institucionais	Áreas e equipamentos ocupados pela administração pública, instituições governamentais, de pesquisa e religiosas.
Áreas de infraestrutura pública	Áreas e equipamentos ocupados por prestadores de serviços públicos (água, esgoto, lixo, energia, elétrica, iluminação, gás, telefonia, comunicação, correios e outros).
Áreas de comércio e serviços	Áreas ocupadas por estabelecimentos comerciais e/ou de serviços, incluindo shoppings centers, centrais de abastecimento e comércio/serviços locais.
Áreas de lazer	Áreas destinadas ao lazer contemplativo, esportivo e cultural, como praças, parques, vilas olímpicas, clubes, complexos esportivos, museus, bibliotecas, centros culturais, etc. Ressalta-se que as áreas verdes expressivas dentro de grandes parques públicos estão representadas nos seus respectivos temas relativos à vegetação.
Áreas de educação e saúde	Áreas ocupadas por escolas, universidades, instituições de ensino, hospitais, postos de saúde, maternidades, creches, ambulatórios, etc.
Áreas de transportes	Áreas ocupadas por aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, hidroviários, linha férrea, oficinas e estações ferroviárias/metroviárias, barcas e helipontos.
Áreas com cobertura vegetal	Floresta, restinga e mangue, capoeira em diferentes estágios, reflorestamentos, vegetação rasteira, graminóides, situadas em planícies ou encostas.

Dentre as classes de uso, a atualização da base de dados considerou estruturas menores na escala da quadra como novas construções, demolição de imóveis e complexos comerciais de pequenas lojas ao longo de vias importantes, dentro de uma área residencial. Assim como, a presença de atividades comerciais e de serviços no térreo de edifícios residenciais (mistura vertical de usos), ou a boa penetração de atividades comerciais, de serviços, de educação e/ou saúde dentro da área residencial (mistura horizontal de usos). A seguir, são descritas as etapas necessárias para compatibilização e refinamento da base dados em 2 etapas:

- Etapa 1 no QGIS:
 - o *shapefile* de faces de logradouros foi projetado no *datum* e fuso utilizados da Área de Estação, foram gerados polígonos para cada classe de uso a partir do mapeamento feito através da inspeção visual de imagens de satélite via QGIS e pelas imagens panorâmicas no nível do solo pelo Google Street View;
 - foi feita a interseção entre os polígonos das classes de uso e da Área de Estação, que geraram novos *shapefiles* com o recorte dentro da Área de Estação, conforme Figura 31:

Figura 31: Recorte das classes de uso do solo na Área de Estação.



- foram calculadas as áreas dos polígonos e geradas tabelas por classe de uso, que foram exportadas como planilhas.
- Etapa 2 no Planilhas Google:
 - ao importar as planilhas geradas na etapa 1, foi feita a unificação das áreas dos polígonos em apenas uma planilha, que serviu como base para o cálculo das métricas relacionadas;
 - foi criada uma coluna para alocar o percentual de cada uso em relação à área total da Área de Estação, que serviu como base para o cálculo das métricas da ferramenta relacionadas ao uso do solo.

6. ANÁLISE E RESULTADOS

6.1. DEFINIÇÃO E ANÁLISE DA PONTUAÇÃO DOS INDICADORES E MÉTRICAS

Após a preparação dos dados trabalhados na seção anterior, aqui são apresentados os procedimentos efetuados para análise seguindo a mitologia da ferramenta. Dentre elas: a agregação dos resultados das métricas na escala das Áreas de Estação; a atribuição das pontuações a cada uma das métricas e seus respectivos indicadores; a ponderação e avaliação final da pontuação referente ao potencial para projetos de DOTS. Dessa forma, são apresentados os cálculos das métricas da ferramenta necessárias para executar a análise.

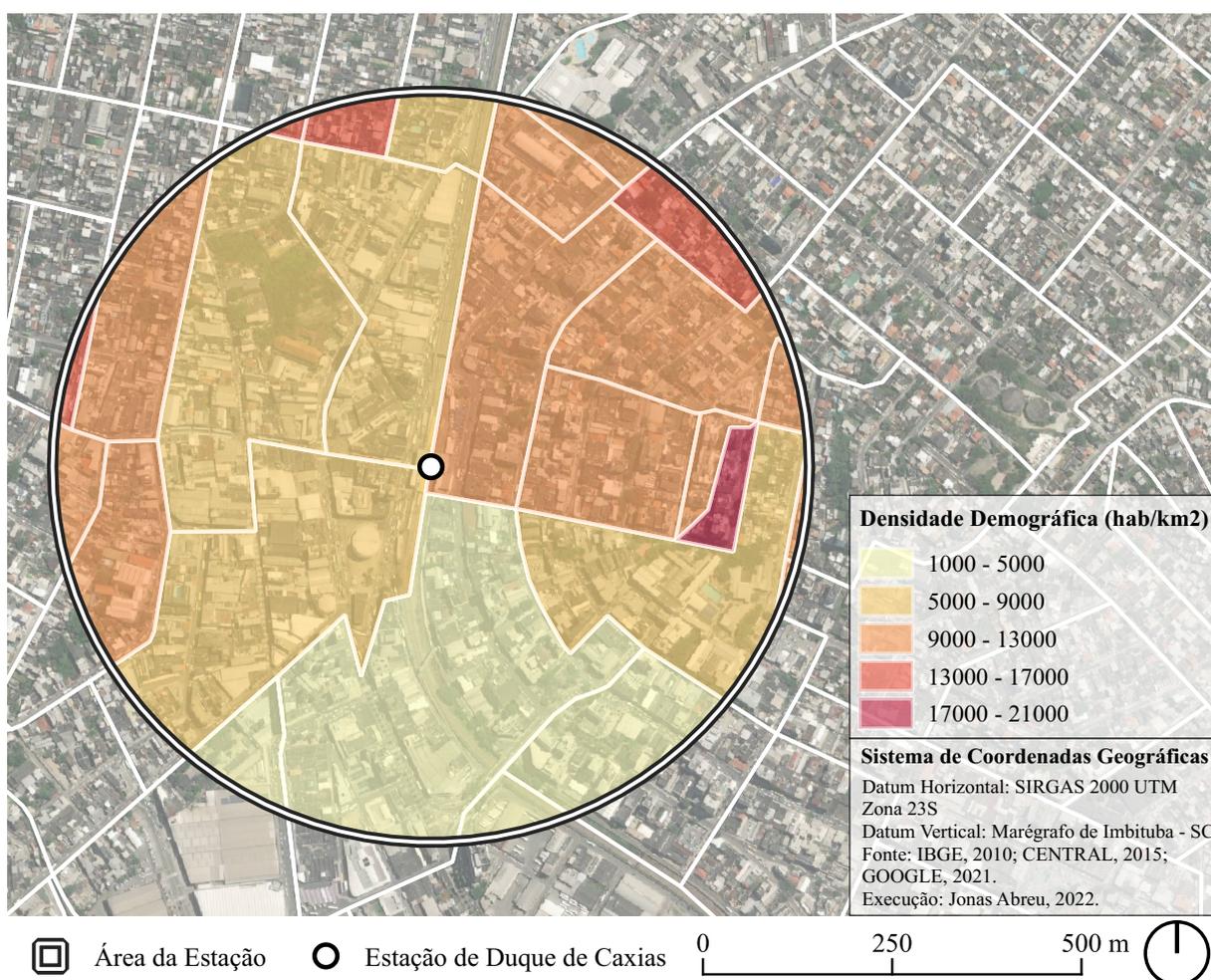
6.1.1. Uso e ocupação do solo (UOS)

A partir desse indicador foi possível verificar como as condições de uso e adensamento populacional na Área de Estação contribuem para a consolidação de uso misto. Dessa forma, foi verificado, também, o que afeta diretamente a necessidade de deslocamentos e pode estimular a realização de caminhadas e o uso de bicicletas. A seguir, são apresentados os cálculos das métricas utilizadas nesse indicador.

6.1.1.1. Densidade demográfica

Esta métrica verificou o potencial de adensamento populacional a partir do cálculo da densidade demográfica média na Área de Estação de análise. A partir do valor calculado, foi possível comparar com o valor de referência para a viabilização de sistemas de média e alta capacidade de 9.000 hab/km², conforme proposto pelo UN-Habitat (2004). Assim, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular a densidade demográfica de cada setor, conforme Figura 32. Dessa forma, constatou-se que dos 25 setores censitários presentes na Área de Estação, 16 deles estavam com a densidade acima do valor de referência, que coincidiram com a área a presença maior do uso residencial e mais afastada da estação de trem. Já os 9 setores restantes, que estavam abaixo do nível de referência, estão presentes nos setores com a presença maior de atividades comerciais. Isso mostrou o potencial de adensamento nesses setores com maior presença de edificações de uso misto.

Figura 32: Densidade demográfica por setor censitário na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a análise da ferramenta, foi feito o cálculo da densidade demográfica na Área de Estação que resultou em um valor menor que o valor de referência, conforme cálculo a seguir:

$$\text{Densidade Demográfica da Área de Estação} = \frac{6.197 \text{ hab.}}{0,785 \text{ km}^2} = 7.896,22 \text{ hab/km}^2$$

Para a ferramenta, foi necessário também calcular a densidade média nas áreas urbanas do município, que foi feita a partir das bases de dados dos setores censitários, conforme cálculo a seguir:

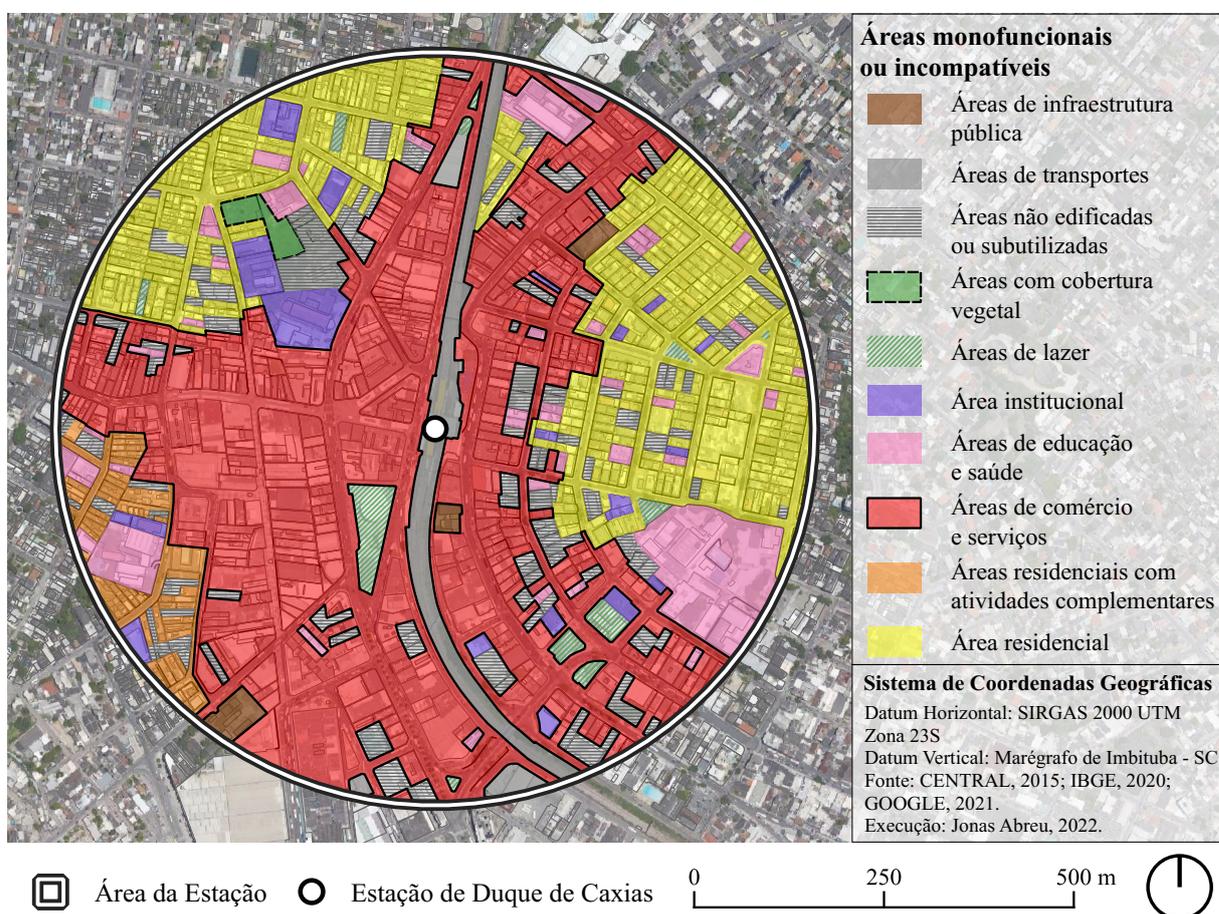
$$\text{Densidade Demográfica da Área Urbana do Município} = \frac{851.182 \text{ hab.}}{267,34 \text{ km}^2} = 3.183,93 \text{ hab/km}^2$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta, conforme Tabela 10, o valor obtido pelo cálculo da densidade demográfica da área da estação é menor que 9.000 hab/km² e maior que a densidade média nas áreas urbanas do município. Assim, a pontuação pela métrica *Densidade demográfica* foi a Nota 3.

6.1.1.2. Áreas monofuncionais ou incompatíveis

Esta métrica verificou como as condições atuais de uso do solo a partir do predomínio de determinada classe de uso do solo ou da existência de usos de solo incompatíveis contribuem para o desenvolvimento de projetos DOTS na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção entre a área ocupada por classe de uso predominante e a área total da Área de Estação. Dessa forma, verificou-se que a classe de uso predominante na Área de Estação foram as *áreas de comércio e serviços*, conforme verificado visualmente na Figura 33:

Figura 33: Áreas monofuncionais ou incompatíveis na Área de Estação.



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Esse uso está concentrado próximo à linha férrea e às principais vias compartilhadas de grande fluxo, além de englobar as vias exclusivas para pedestres. O segundo maior uso encontrado são as *áreas residenciais*, que ocupam áreas mais afastadas da linha férrea. Foram encontrados apenas os usos *áreas com cobertura vegetal* e *áreas de infraestrutura pública de áreas incompatíveis*, mas representam um pouco mais de 1% de ocupação na Área de Estação.

Para a ferramenta, foi obtido o percentual da Área de Estação ocupada pela classe de uso predominante, conforme:

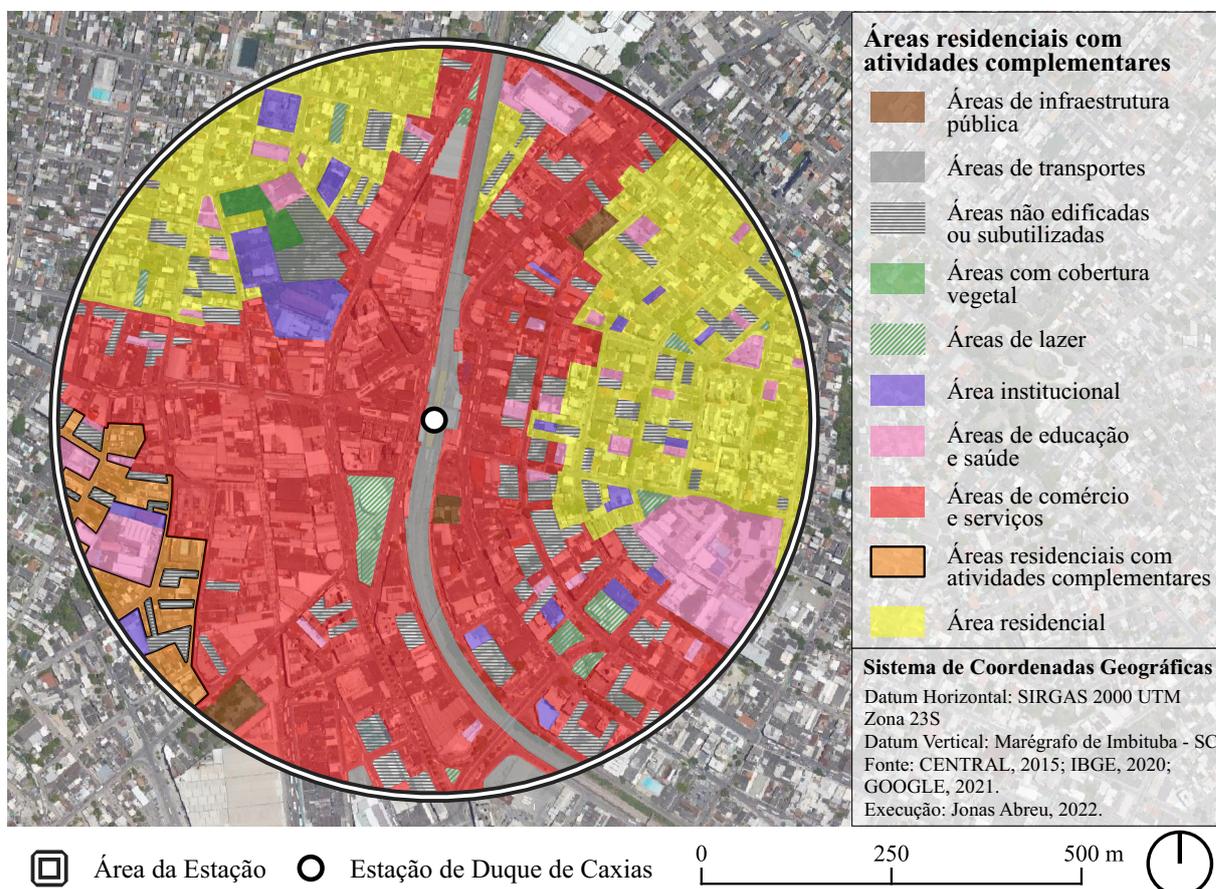
$$\% \text{ Uso do Solo Predominante} = \text{máx} \frac{0,372 \text{ km}^2}{0,785 \text{ km}^2} = 47,4 \%$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 11, o valor obtido pelo cálculo do percentual de uso do solo predominante foi menor que 50% e assim, obteve a *Nota 5*.

6.1.1.3. Áreas residenciais com atividades complementares

Esta métrica verificou como a presença de áreas residenciais com atividades complementares (comércio, serviços e lazer) contribuem para a mistura de usos do solo, desejável para promover a vitalidade urbana. Assim como, a valorização da existência prévia desse uso colabora para o desenvolvimento de projetos DOTS na Área de Estação. A distribuição dessa classe de uso na Área de Estação é representada visualmente, conforme Figura 34:

Figura 34: Áreas residenciais com atividades complementares na Área de Estação.



Dessa forma, verificou-se que as áreas residenciais com atividades complementares ocupam uma pequena área da Área de Estação e se encontram afastadas da linha férrea. As áreas comercial e residencial são uniformes e bem delimitadas, e não apresentam muitos exemplares de edificações de uso misto. Foram encontradas um grande número de edificações, que originalmente eram de uso residencial, mas hoje são utilizadas essencialmente para uso comercial ou por estabelecimentos de saúde.

Para a ferramenta, foi obtido o percentual da Área de Estação ocupada pelas áreas residenciais com atividades complementares, conforme o cálculo a seguir:

$$\% \text{ Áreas Resid. com Ativ. Complementares} = \frac{0,025 \text{ km}^2}{0,785 \text{ km}^2} = 3,2 \%$$

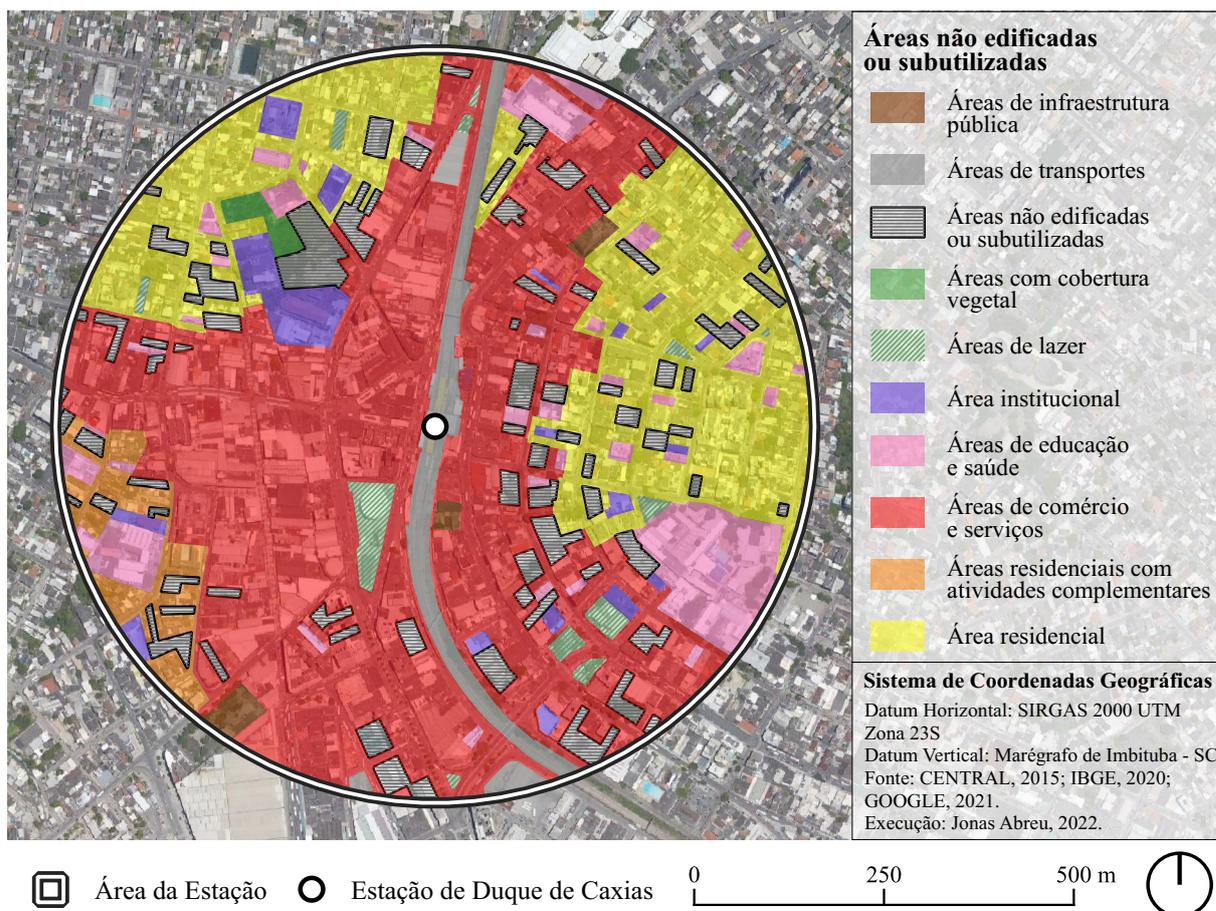
Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 12, o valor obtido pelo cálculo do percentual das áreas residenciais com atividades complementares foi maior que 2,5% da Área de Estação e assim, obteve a *Nota 1*.

6.1.1.4. Áreas não edificadas ou subutilizadas

Esta métrica verificou como a existência de áreas não edificadas ou subutilizadas na Área de Estação contribuem para o desenvolvimento de projetos de DOTS, proporcionando a oportunidade para implementação de empreendimentos que possam servir de indutores destas iniciativas. A distribuição dessa classe de uso na Área de Estação é representada visualmente, conforme Figura 35.

Dessa forma, verificou-se que as áreas não edificadas ou subutilizadas estão distribuídas por toda a extensão da Área de Estação. Essas áreas estão em sua maioria representadas por estacionamento para automóveis, que ocupam tanto a área comercial quanto a área residencial. Na área comercial eles ficam afastados da estação de trem e, normalmente, estão localizados próximos a estabelecimentos de educação, institucional ou religioso. Essa classe de uso é representada também por ruínas, mas ocorrem em menor número na Área de Estação.

Figura 35: Áreas não edificadas ou subutilizadas na Área de Estação.



Fonte: CENTRAL, 2015; IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a ferramenta, foi obtido o percentual da Área de Estação ocupada por *áreas não edificadas ou subutilizadas*, conforme o cálculo a seguir:

$$\% \text{ Áreas Não Edificadas ou Subutilizadas} = \frac{0,067 \text{ km}^2}{0,785 \text{ km}^2} = 8,5 \%$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 13, o valor obtido pelo cálculo do percentual das áreas não edificadas ou subutilizadas foi maior que 5% da Área de Estação e assim, obteve a *Nota 2*.

6.1.2. Infraestrutura de saneamento básico (SAB)

A partir desse indicador foi possível verificar como as condições existentes em relação à infraestrutura de saneamento básico¹⁴ na Área de Estação contribuem para o desenvolvimento de projetos DOTS. Dessa forma, foi possível verificar, também, em que medida a infraestrutura existente contribui para comportar o adensamento populacional e de atividades econômicas. Essas métricas trazem uma primeira aproximação, mas não contemplam a análise da capacidade da infraestrutura instalada e nem a demanda necessária frente a novos projetos. A seguir são apresentados os cálculos das métricas utilizadas pela ferramenta.

6.1.2.1. Domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água

Esta métrica verificou a disponibilidade de infraestrutura de abastecimento de água a partir do percentual de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção de domicílios abastecidos por água e a quantidade total de domicílios presentes na Área de Estação.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o percentual de domicílios com abastecimento de água de cada setor, conforme apresentado na Figura 36. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários presentes na Área de Estação, 22 deles estavam com o percentual de domicílios com abastecimento de água acima dos 95%. Mesmo os demais setores estavam com percentual maior que 90%. Isso mostrou que a Área de Estação está coberta pela infraestrutura de abastecimento de água em sua totalidade.

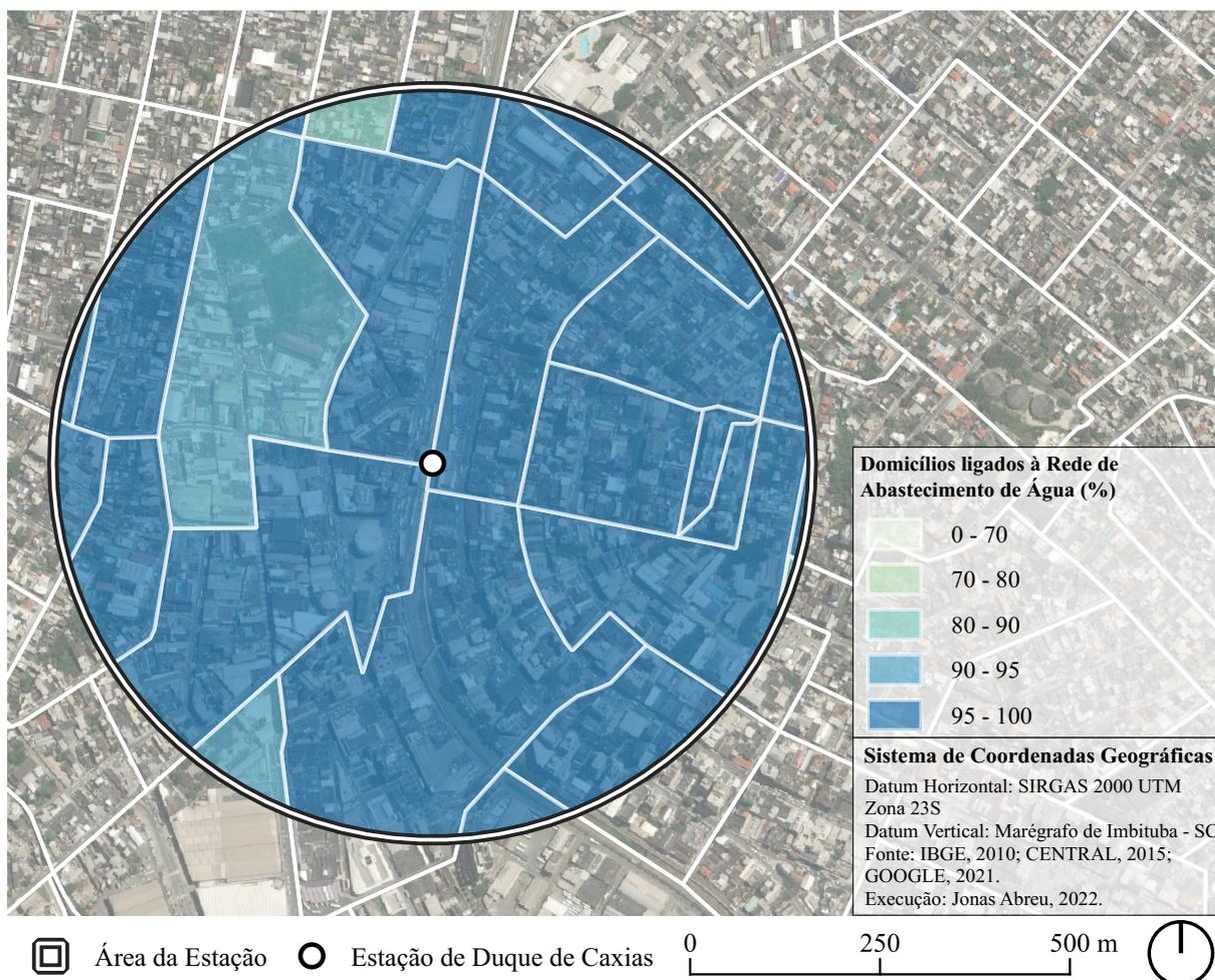
Para a ferramenta, foi feito o cálculo da média dos percentuais dos domicílios com abastecimento de água na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\% \text{ Domicílios ligados à Rede de Abastecimento de Água} = \frac{2.233 \text{ dom.}}{2.256 \text{ dom.}} = 98,9 \%$$

Assim, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 14, o valor obtido pelo percentual de domicílios com abastecimento de água foi maior que 95%, obtendo a *Nota 5*.

¹⁴ Os dados obtidos no censo demográfico, em relação às informações sobre o abastecimento de água e esgotamento sanitários nas habitações, foram obtidos por autodeclaração e nem sempre condizem com a realidade.

Figura 36: Percentual de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água por setor censitário na Área de Estação.



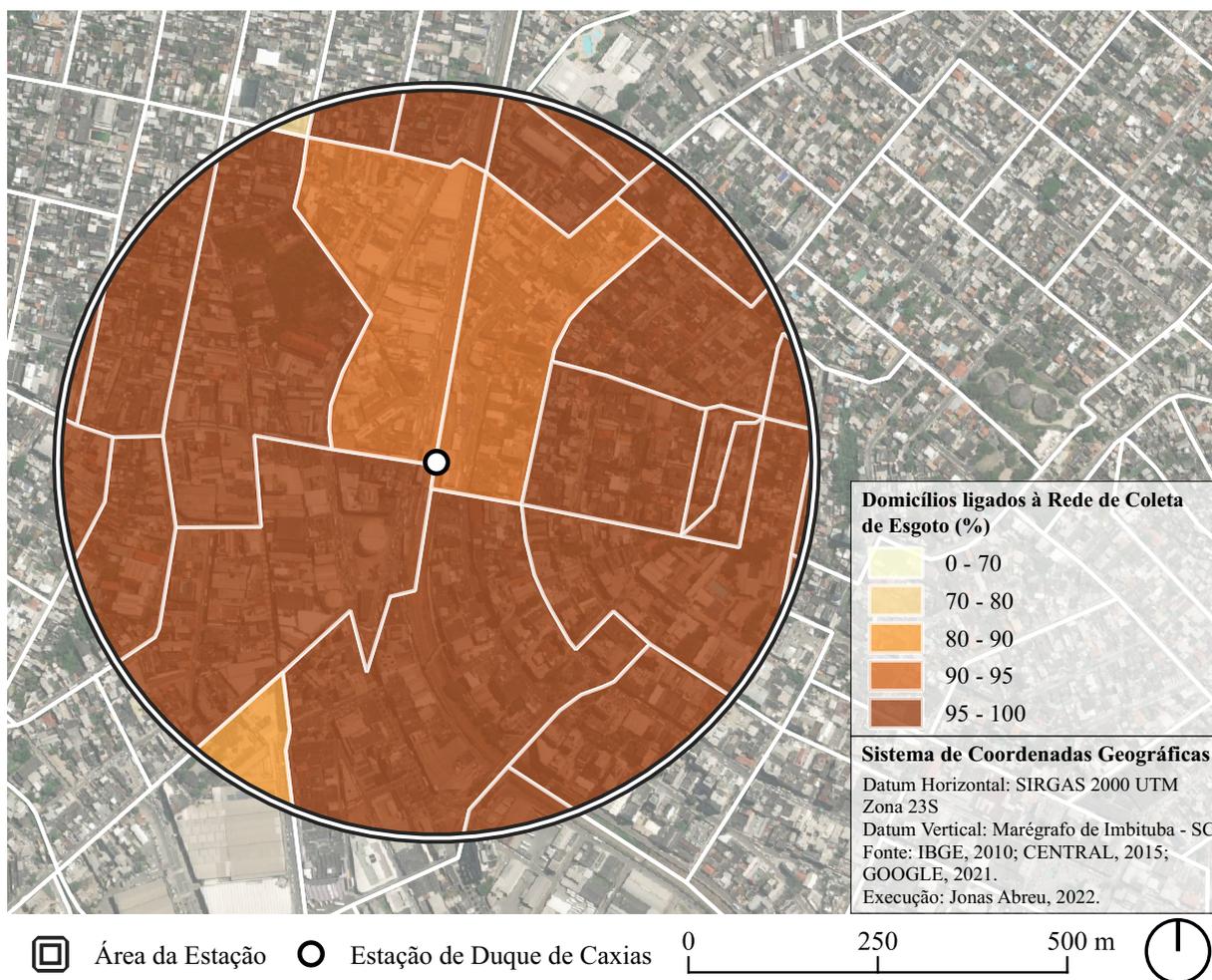
Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

6.1.2.2. Domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto

Esta métrica verificou a disponibilidade de infraestrutura de coleta de esgoto a partir do percentual de domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção de domicílios com coleta de esgoto e a quantidade total de domicílios presentes na Área de Estação.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o percentual de domicílios com coleta de esgoto de cada setor, conforme apresentado na Figura 37. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários presentes na Área de Estação, 21 deles estavam com o percentual de domicílios com coleta de esgoto acima dos 95%. Mesmo os demais setores estavam com percentual maior que 90%. Isso mostrou que a Área de Estação está coberta pela infraestrutura de coleta de esgoto em sua totalidade.

Figura 37: Percentual de domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto por setor censitário na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a ferramenta, foi feito o cálculo da média dos percentuais dos domicílios com coleta de esgoto na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\% \text{ Domicílios ligados à Rede de Coleta de Esgoto} = \frac{2.207 \text{ dom.}}{2.256 \text{ dom.}} = 97,8 \%$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 15, o valor obtido pelo cálculo do percentual de domicílios com coleta de esgoto foi maior que 95% e assim, obteve a *Nota 5*.

6.1.3. Conectividade do espaço urbano (CON)

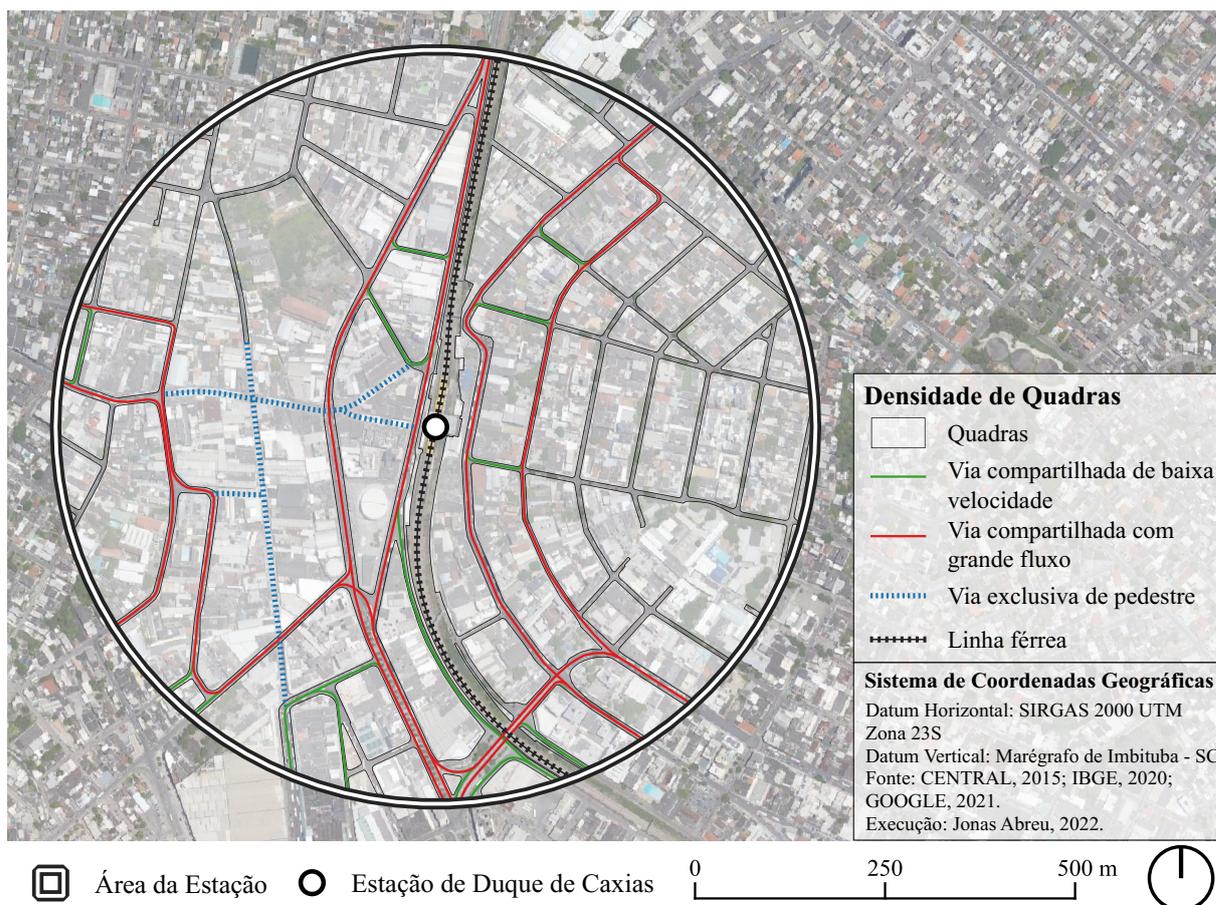
A partir desse indicador foi possível verificar como as condições existentes em relação à conectividade do espaço urbano na Área de Estação contribuem para o desenvolvimento de projetos de DOTS. Assim, foi verificado em que medida rotas curtas e diretas estimulam os deslocamentos a pé e por bicicleta, principalmente para o acesso ao transporte público. Além disso, analisou-se a integração da Área de Estação com outras regiões por meio de transporte de média e alta capacidade, essencial para a promoção do desenvolvimento urbano compacto. A seguir são apresentados os cálculos das métricas utilizadas pela ferramenta.

6.1.3.1. Densidade de quadras

Esta métrica verificou a densidade de quadras na Área de Estação, que está relacionada com a conectividade do espaço urbano, com o comprimento das quadras e com a densidade de interseções. Assim, o critério de avaliação teve como referência o comprimento de quadra desejável estabelecido pelo Padrão de Qualidade DOTS do ITDP (2017) e uma configuração de hierarquia de vias compondo uma área de aproximadamente 1 km². Assim, o cálculo foi obtido pela proporção do número de quadras existentes no interior da Área de Estação e sua área de extensão.

A partir das quadras no interior da Área de Estação foi possível verificar que, no lado leste em relação à linha férrea, as quadras apresentaram certa regularidade no traçado das vias com a presença de quadras mais retangulares. Já do lado oeste à linha férrea, foram encontradas quadras com dimensões maiores e de geometria mais irregular. Estas, ainda apresentam, caminhos de pedestres no seu interior (não foram considerados nessa métrica como divisores de quadras) que promovem maior conectividade e permeabilidade na área. Isso mostrou que a Área de Estação apresenta uma malha urbana (quadras, vias e interseções) consolidada que favorecem o deslocamento por distâncias curtas e a diferentes alternativas de rota para o estímulo aos transportes ativos e, conseqüentemente, para o acesso à estação de trem. Representada conforme a Figura 38:

Figura 38: Densidade de quadras na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2020; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a análise da ferramenta, foi feito o cálculo da densidade de quadras na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\text{Densidade de quadras} = \frac{71 \text{ quadras}}{0,785 \text{ km}^2} = 90,45 \text{ quadras/km}^2$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 16, o valor obtido pelo cálculo da densidade das quadras foi maior que 55 quadras/km² e assim, obteve a *Nota 5*.

6.1.3.2. Integração dos sistemas de transporte de média e alta capacidade

Esta métrica verificou como a proximidade entre duas ou mais estações de transporte público de média e alta capacidade (TMA) geralmente está associada a uma centralidade natural da cidade, além de aumentar o acesso às oportunidades urbanas. Assim, oferecem maior atratividade e peso para engajamento de atores políticos e privados em seu desenvolvimento. Porém, não foram encontradas estações de corredor de TMA no interior da Área de Estação, além da

estação analisada. Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 17, a nota obtida para a métrica integração do sistema de transportes foi a *Nota 0*.

6.1.3.3. Elementos indutores de segregação do espaço urbano

Esta métrica verificou a existência de elementos indutores de segregação física que podem diminuir a conectividade do espaço urbano ao criar barreiras à circulação de pedestres e ciclistas, inviabilizando a implementação de projetos de DOTS. Nessa Área de Estação não foi encontrado nenhum elemento indutor de segregação no seu interior. Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 18, a nota obtida foi a *Nota 5*.

6.1.4. Condições de circulação para transportes ativos (ATV)

A partir desse indicador foi possível verificar como as condições existentes em relação à circulação através de transportes ativos na Área de Estação contribuem para o desenvolvimento de projetos de DOTS. Assim, foi verificado em que medida a infraestrutura existente contribui para realização de caminhadas e ao uso de bicicletas. Complementar a isso, as métricas forneceram indícios sobre o grau de consolidação do espaço urbano, mas não contemplam a análise da capacidade da infraestrutura instalada e nem a demanda necessária frente a novos projetos. A seguir são apresentados os cálculos das métricas utilizadas pela ferramenta.

6.1.4.1. Domicílios com calçada no entorno

Esta métrica verificou a disponibilidade de calçadas¹⁵ a partir do percentual de domicílios com calçadas no entorno na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção de domicílios com calçada no entorno e a quantidade total de domicílios inseridos na Área de Estação.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o percentual de domicílios com calçada no entorno em cada setor, conforme apresentado na Figura 39. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários inseridos na Área de Estação, 20 deles estavam com o percentual de domicílios com calçadas no entorno acima dos 95%. Dos 5 setores restantes, 4 deles estavam com cobertura de calçadas acima de 80% e apenas 1 setor com 69% de cobertura. Isso mostrou que a Área de Estação está coberta pela infraestrutura de calçadas no entorno em sua totalidade.

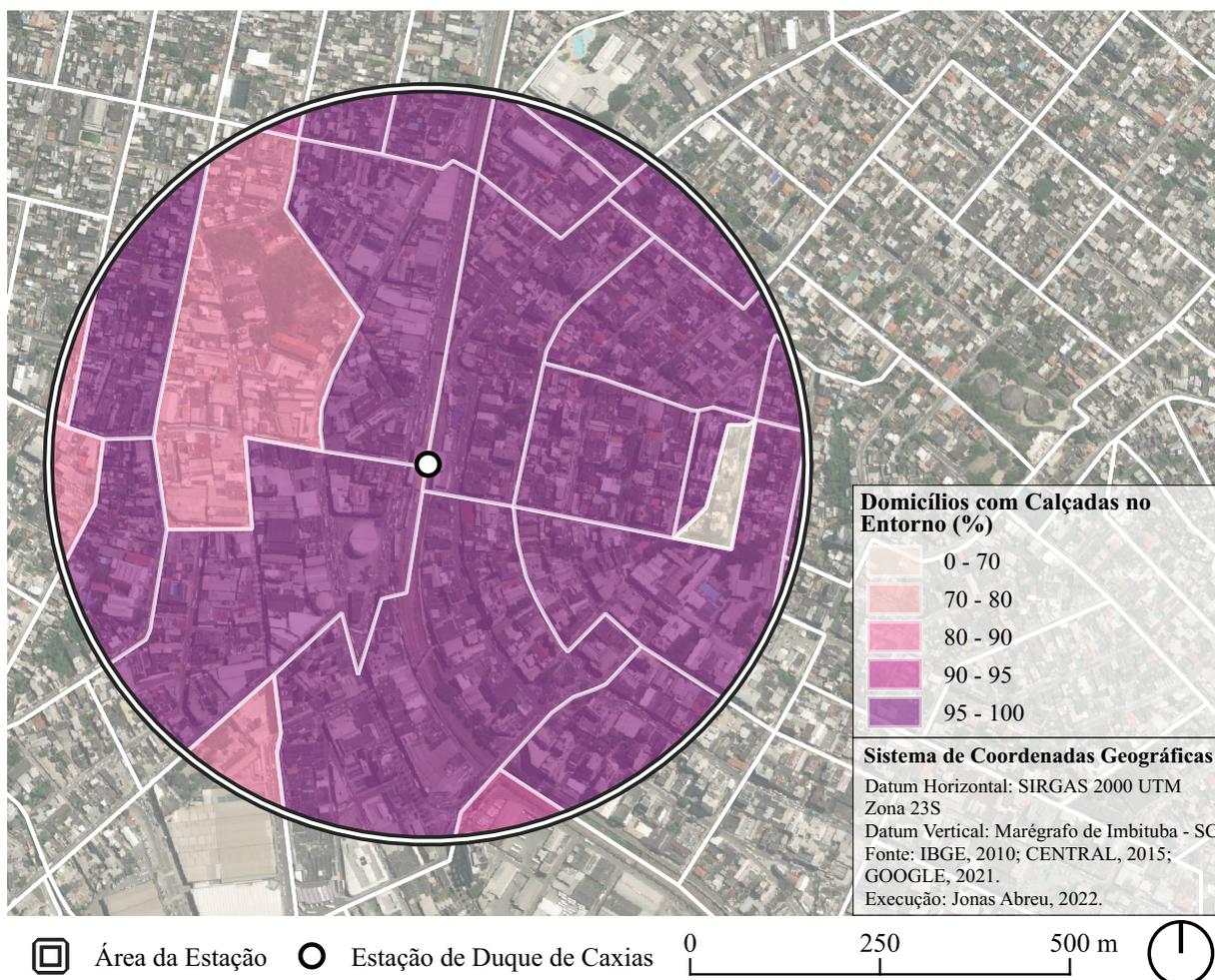
Para a ferramenta, foi feito o cálculo da média dos percentuais dos domicílios com calçada no entorno na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\% \text{ Domicílios com calçadas no entorno} = \frac{2.189 \text{ dom.}}{2.256 \text{ dom.}} = 97,4 \%$$

Assim, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 19, o valor obtido pelo percentual de domicílios com calçadas no entorno foi maior que 95%, obtendo a *Nota 5*.

¹⁵ Essa métrica não considera as condições de conservação e de segurança das calçadas para o uso dos pedestres, sendo necessário um estudo mais aprofundado na área.

Figura 39: Percentual de domicílios com calçadas no entorno por setor censitário na Área de Estação.



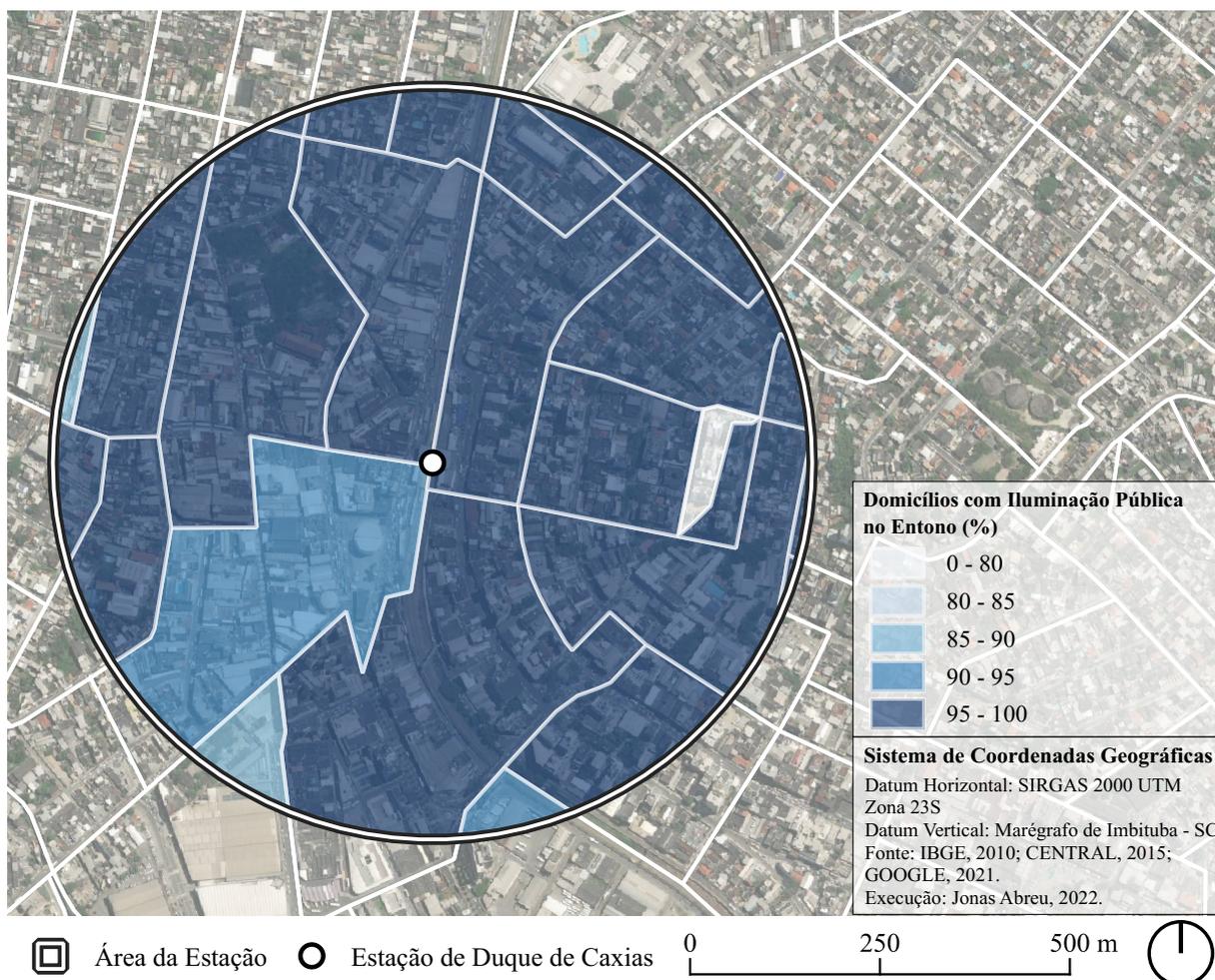
Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

6.1.4.2. Domicílios com iluminação pública no entorno

Esta métrica verificou a disponibilidade de iluminação pública a partir do percentual de domicílios com iluminação pública no entorno na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção de domicílios com iluminação pública no entorno e a quantidade total de domicílios presentes na Área de Estação.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o percentual de domicílios com iluminação pública em cada setor, conforme apresentado na Figura 40. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários inseridos na Área de Estação, 21 deles estavam com o percentual de domicílios com iluminação pública acima dos 95%. Dos 4 setores restantes, 3 deles estavam com cobertura de iluminação pública acima de 85% e apenas 1 setor sem cobertura.

Figura 40: Percentual de domicílios com iluminação pública no entorno por setor censitário na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a ferramenta, foi feito o cálculo da média dos percentuais dos domicílios com iluminação pública na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\% \text{ Domicílios com iluminação pública no entorno} = \frac{2.213 \text{ dom.}}{2.256 \text{ dom.}} = 98,1 \%$$

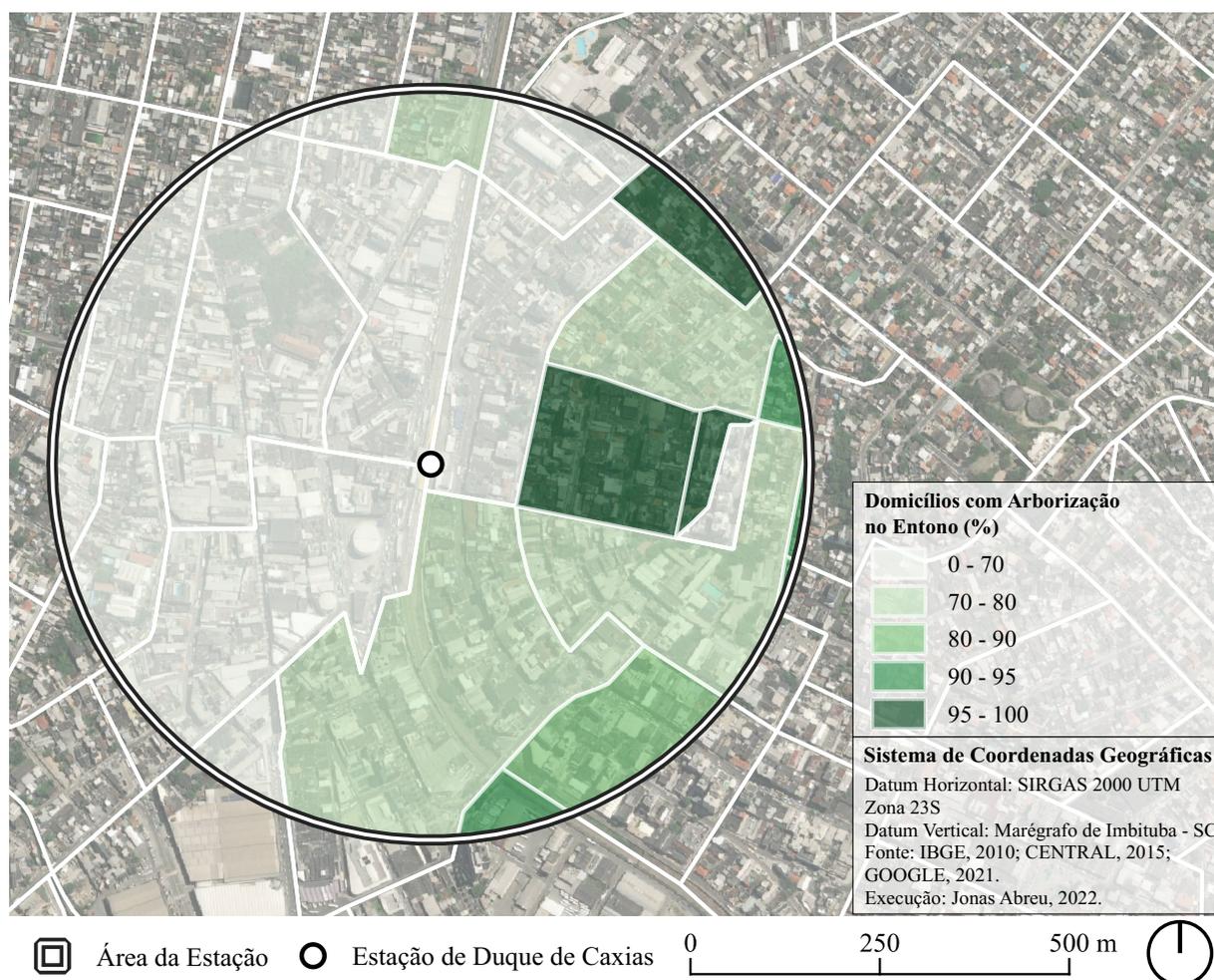
Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 20, o valor obtido pelo cálculo do percentual de domicílios com iluminação pública foi maior que 95% e assim, obteve a *Nota 5*.

6.1.4.3. Domicílios com arborização no entorno

Esta métrica verificou a disponibilidade de arborização a partir do percentual de domicílios com arborização no entorno na Área de Estação. O cálculo foi obtido pela proporção de domicílios com arborização no entorno e a quantidade total de domicílios na Área de Estação.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o percentual de domicílios com arborização no entorno em cada setor, apresentado na Figura 41. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários inseridos na Área de Estação, apenas 12 deles estavam com o percentual de domicílios com arborização no entorno acima dos 70%. Isso mostrou que a Área de Estação não está coberta por arborização no entorno em sua totalidade.

Figura 41: Percentual de domicílios com arborização no entorno por setor censitário na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

Para a ferramenta, foi feito o cálculo da média dos percentuais dos domicílios com arborização na Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\% \text{ Domicílios com arborização no entorno} = \frac{1.264 \text{ dom.}}{2.256 \text{ dom.}} = 56 \%$$

Dessa forma, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 21, o valor obtido pelo cálculo do percentual de domicílios com arborização foi menor que 70% e assim, obteve a *Nota 0*.

6.1.5. Diversidade socioeconômica (DIV)

A partir desse indicador foi possível verificar como as condições existentes, em relação ao grau de diversidade social existente na Área de Estação, contribuem para o desenvolvimento de projetos de DOTS. Dessa forma, investigou-se como a mistura bem equilibrada entre diferentes perfis socioeconômicos estabelecidos, em geral, não demandam alterações significativas em relação às condições originais do espaço urbano. A seguir são apresentados os cálculos da métrica utilizada pela ferramenta.

6.1.5.1. Distribuição de renda por pessoas residentes

Esta métrica verificou a distribuição de renda¹⁶ das pessoas residentes a partir do índice de diversidade socioeconômica na Área de Estação. O índice HHI (*Herfindahl-Hirschman Index*) foi adaptado para a ferramenta para indicar a distribuição da população na Área de Estação entre as diferentes faixas de renda avaliadas no Censo do IBGE.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos nos setores censitários foi possível calcular o índice de diversidade econômica em cada setor, conforme Figura 42. Assim, foi constatado que dos 25 setores censitários inseridos na Área de Estação, 10 setores ficaram com o índice entre 0,90 e 0,95, 10 setores ficaram entre os índices 0,85 e 0,90 e apenas 5 setores ficaram com o índice abaixo de 0,85. Isso mostrou que a Área de Estação tem a maioria dos setores com uma pontuação alta, que apresenta um equilíbrio da diversidade de renda através dessa métrica.

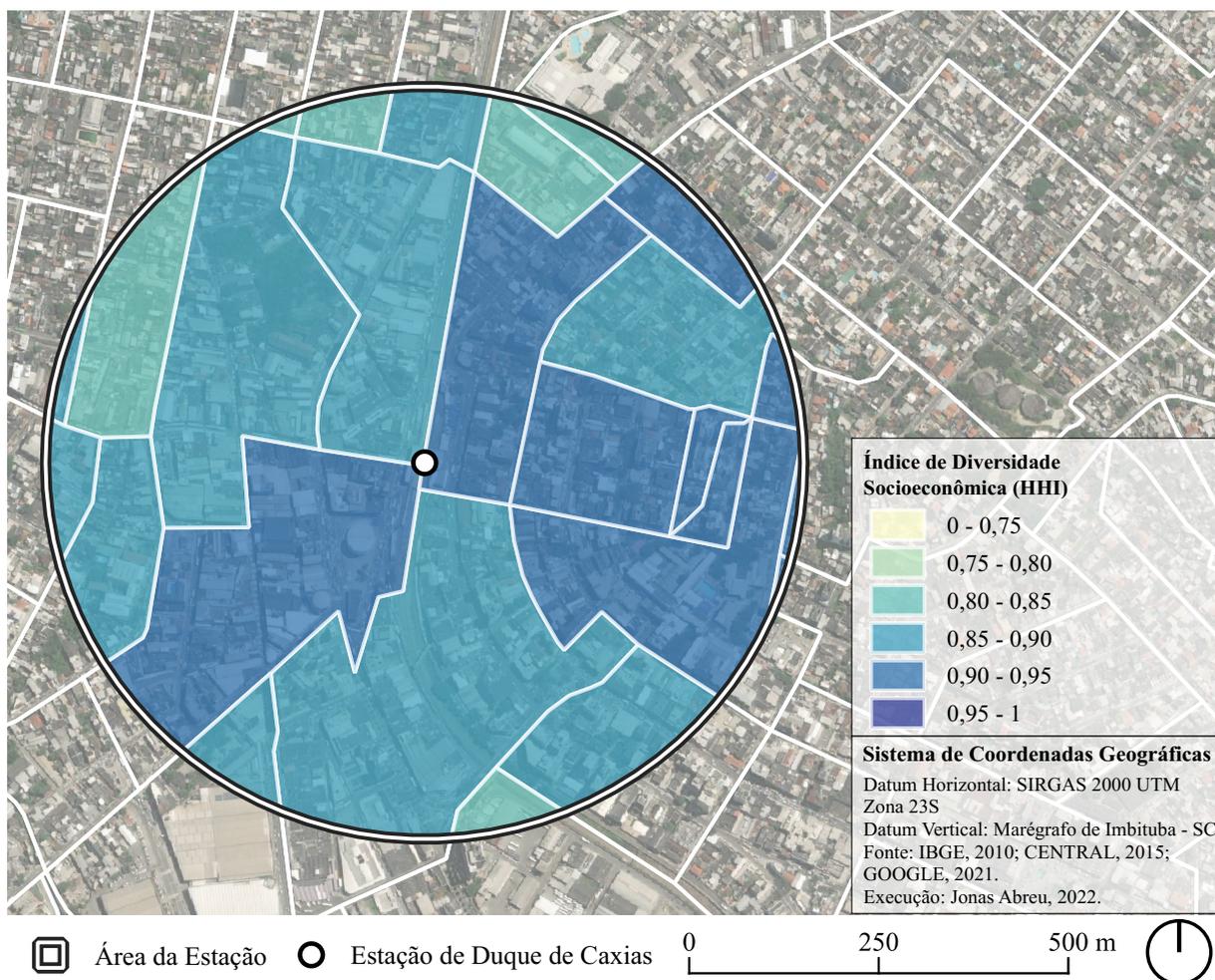
Para a ferramenta, foi obtido o índice normalizado a partir da soma dos quadrados da razão de pessoas de cada faixa de renda em relação ao total de pessoas com rendimento da Área de Estação, conforme cálculo a seguir:

$$\text{Índice de Diversidade Socioeconômica (HHI)} = \frac{1 - 0,184}{1 - 1/9} = 0,918$$

Assim, a partir dos critérios de avaliação da ferramenta apresentados na Tabela 22, o valor obtido pelo cálculo do índice de diversidade socioeconômica foi maior que 0,90 e assim, obteve a *Nota 4*.

¹⁶ É importante ressaltar que as faixas de renda utilizadas nessa métrica consideraram o valor do salário mínimo de R\$ 510,00, vigente em 2010. Os dados obtidos das faixas de renda podem estar defasados em relação a atual situação do ano de 2022, porém ainda não foi feito o censo demográfico programado para 2020.

Figura 42: Índice de diversidade socioeconômica (HHI) por setor censitário na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010; CENTRAL, 2015; GOOGLE, 2021. Produzido pelo autor.

6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir da análise de cinco (5) indicadores e treze (13) métricas explicativas associados às condições do espaço urbano da Área de Estação de Duque de Caxias. Cada métrica pode chegar a uma pontuação máxima de 5 pontos, ponderada de acordo com a importância para promoção de projetos de DOTS. A avaliação dos indicadores e das métricas na Área de Estação de Duque de Caxias mostrou um potencial “Alto” pela pontuação obtida de 78 pontos para a ferramenta, conforme Tabela 25:

Tabela 25: Divisão da pontuação dos indicadores e métricas da ferramenta de avaliação de corredores de transportes.

Indicador	Métrica	Pontuação por Métrica	Pontuação por Indicador	Fator de Ponderação	Percentual da Pontuação Total
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (UOS)	Densidade demográfica	3 pontos	11 pontos	1	11 pontos
	Áreas monofuncionais ou incompatíveis	5 pontos			
	Áreas residenciais com atividades complementares	1 ponto			
	Áreas não edificadas ou subutilizadas	2 pontos			
INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO (SAB)	Domicílios ligados à rede de abastecimento de água	5 pontos	10 pontos	2,5	25 pontos
	Domicílios ligados à rede de coleta de esgoto	5 pontos			
CONECTIVIDADE DO ESPAÇO URBANO (CON)	Densidade de quadras	5 pontos	10 pontos	2	20 pontos
	Integração do sistema de transporte	0			
	Elementos indutores de segregação do espaço urbano	5 pontos			
CONDIÇÕES DE CIRCULAÇÃO PARA TRANSPORTES ATIVOS (ATV)	Domicílios com calçada no entorno	5 pontos	14 pontos	1	14 pontos
	Domicílios com iluminação pública no entorno	5 pontos			
	Domicílios com arborização no entorno	4 pontos			
DIVERSIDADE SOCIOECONÔMICA (DIV)	Distribuição de renda por pessoas residentes	4 pontos	4 pontos	2	8 pontos
Pontuação Total					78 pontos

Fonte: ITDP, 2016. Adaptado pelo autor.

A análise do indicador Uso e Ocupação do Solo (UOS) apresentou um desempenho médio para a ferramenta a partir da pontuação das métricas analisadas. A métrica *densidade demográfica* obteve uma boa pontuação devido à densidade abaixo do valor de referência¹⁷, que favorece ao adensamento populacional e viabilização de sistemas de transporte de média e alta capacidades. Porém, o tipo de densidade considerado na métrica não considera o gabarito das edificações e o potencial de ocupação do “solo aéreo” que avaliaria de forma mais específica o potencial construtivo de adensamento na área.

Já a métrica *áreas monofuncionais ou incompatíveis* teve um bom desempenho, pois não foram encontradas usos incompatíveis a DOTS na Área de Estação. Na métrica *áreas residenciais com atividades complementares* não obteve um bom desempenho, pois foi encontrado um baixo percentual de edificações de uso misto na área. Da mesma forma, que na métrica *áreas não edificadas ou subutilizadas*, na qual uma maior pontuação é concedida a maiores porcentagens dessas áreas, foi marcada pela presença de diversos estacionamentos de automóveis, que podem ser revertidos em áreas de uso misto favorecendo a implementação de projetos de DOTS.

Assim, a metodologia mostrou que o indicador UOS busca uma alta densidade na Área de Estação como um fator necessário para um maior equilíbrio da demanda de viagens na estação ao longo do dia. A partir disso, um maior número de habitantes com acesso à estação, a pé ou por bicicleta, resulta no menor uso do automóvel, que se relaciona diretamente à facilidade de adensamento populacional da área.

A análise do indicador Infraestrutura de Saneamento Básico (SAB) evidenciou o bom desempenho das métricas *domicílios ligados à rede de abastecimento de água* e *domicílios ligados à rede de coleta de esgoto*, que obtiveram a pontuação máxima do indicador. Isso ocorreu devido ao alto percentual de domicílios atendidos pelas redes de abastecimento de água (98,9%) e de coleta de esgoto (97,8%). Dessa forma, o indicador apresentou condições favoráveis para o adensamento populacional e de atividades econômicas. Porém, o indicador não leva em consideração a capacidade da infraestrutura existente sustentar de maneira eficiente o aumento de demanda e de uso causados pelo possível adensamento populacional da área.

¹⁷ Como valor de referência para a viabilização de sistemas de transporte de média e alta capacidade, sugere-se 9.000 hab/km² (ou 90 hab/ha) conforme proposto por UN-Habitat (2014).

A análise do indicador Conectividade do Espaço Urbano (CON) mostrou ótimo desempenho em 2 de suas métricas: *densidade das quadras* e *elementos indutores de segregação física do espaço urbano*, que obtiveram pontuação máxima na análise. Com relação à primeira métrica, isso ocorreu devido à existência de uma malha densa de quadras, que favorece os deslocamentos curtos e as rotas alternativas de acesso à estação. Em relação à segunda métrica, a inexistência de elementos indutores de segregação física determinaram a pontuação máxima da métrica. Já a métrica *integração de sistemas de transporte de média e alta capacidade* não obteve pontuação, pois a Área de Estação não possui nenhuma estação de linhas de transporte de média e alta capacidade no seu interior. Mesmo assim, o indicador teve uma boa pontuação, pois mostrou condições existentes favoráveis à conectividade do espaço urbano necessária ao desenvolvimento de projetos de DOTS.

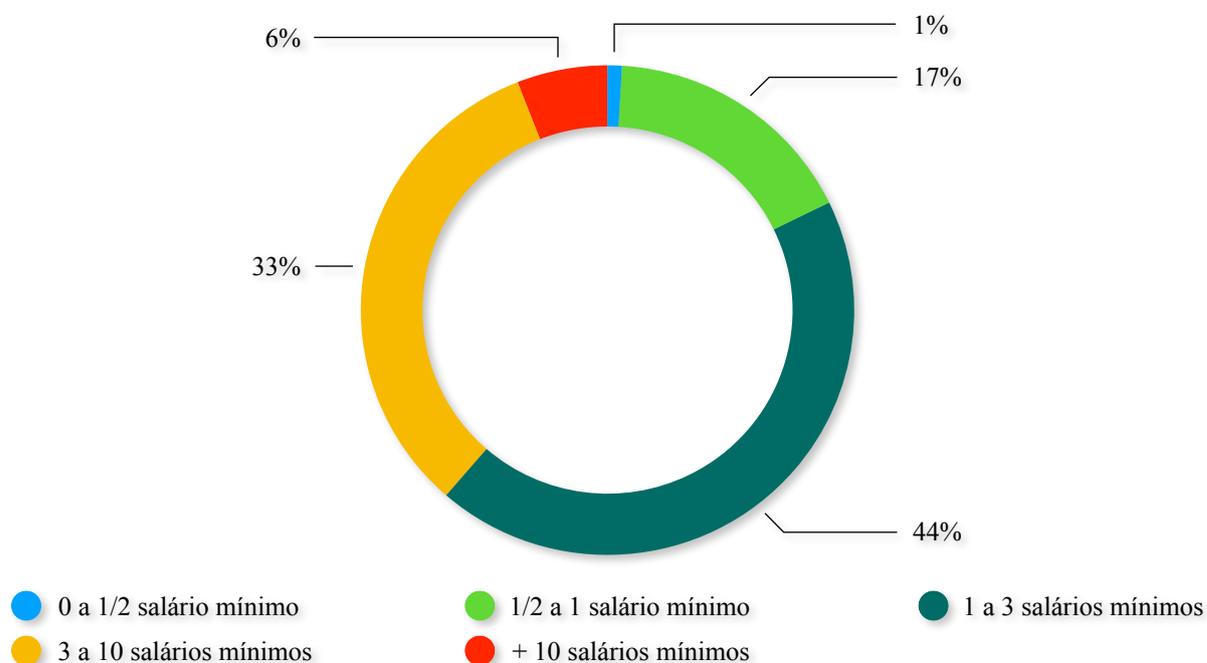
A análise do indicador Condições de Circulação para Transportes Ativos (ATV) apresentou ótimo desempenho em 2 métricas: *domicílios com calçadas no entorno* e *domicílios com iluminação pública no entorno*, que obtiveram a pontuação máxima para o indicador. Isso ocorreu devido ao alto percentual de domicílios com a presença de calçadas (97,4%) e de iluminação pública (98,1%). Mesmo assim, é importante ressaltar que a métrica *domicílios com calçadas no entorno* não considera nem as condições da pavimentação das calçadas, nem o relevo da área. Tais condições são decisivas para promover o transporte ativo na área, pois essas condições podem potencializar ou bloquear a mobilidade feita a pé, principalmente às pessoas com mobilidade reduzida, para o acesso à estação.

Já na métrica *domicílios com arborização no entorno* não obteve a mesma pontuação, devido a um baixo percentual de domicílios com arborização (56%). Mesmo assim, a baixa arborização presente na área da estação não se reproduz na pontuação da métrica que acabou pontuando com a segunda maior nota. Assim, o indicador apresentou condições existentes favoráveis à mobilidade a pé ou por bicicleta. Porém, essas métricas não permitiram uma análise da qualidade do ambiente ao pedestre (calçada, iluminação e arborização) em termos de desenho urbano.

A análise do indicador Diversidade Socioeconômica (DIV) apresentou um bom desempenho em relação à métrica *distribuição de renda das pessoas residentes na área de estação*, alcan-

çando a 2ª maior pontuação. Apesar da alta pontuação, a distribuição das faixas de renda não é homogênea, conforme Figura 43. A faixa de renda com maior representatividade é a faixa de 1 a 3 salários mínimos¹⁸ (44%) representada pela classe média baixa. Seguida pela faixa de 3 a 10 salários mínimos (33%), que é o foco do mercado imobiliário para empreendimentos residenciais. As demais faixas de renda existentes são as de 0 a 1/2 salário mínimo (1%) e de acima de 10 salários mínimos (6%). Assim, a Área de Estação contém em sua maioria uma população de classe média e média baixa, que tem o potencial de fixação e consolidação da área a partir da implantação de novos empreendimentos.

Figura 43: Distribuição percentual (%) das faixas de renda na Área de Estação.



Fonte: IBGE, 2010. Produzido pelo autor.

De maneira geral, o desempenho positivo da Área de Estação de Duque de Caxias é reflexo da sua inserção em área urbana de ocupação consolidada, condição que se refletiu nos resultados obtidos nos indicadores relacionados ao uso e ocupação do solo e infraestrutura urbana. Com relação às condições de conectividade do espaço urbano, os resultados foram satisfatórios em relação à métrica da densidade das quadras. Mesmo que, a linha férrea atue como indutora de segregação do espaço urbano, influenciando nas questões associadas à conectividade urbana.

¹⁸ O valor do salário mínimo vigente considerado no Censo de 2010 era de R\$ 510,00 (IBGE, 2010).

As métricas relativas à existência de calçadas, iluminação pública e arborização no entorno dos domicílios presentes nesta Área de Estação contribuíram diretamente na pontuação devido às condições de segurança e conforto à mobilidade a pé ou por bicicleta. Porém, a pontuação elevada da métrica de arborização nas calçadas não refletiu a realidade encontrada de baixa arborização, que se relaciona diretamente com o conforto ambiental necessário à caminhabilidade. Já que a Área de Estação está inserida em uma cidade de clima tropical com altas temperaturas ao longo do ano. Somado a isso, não foi encontrado um equilíbrio de diferentes faixas de renda entre os habitantes desta Área de Estação. Esse equilíbrio contribuiria para a consolidação do espaço urbano mais diverso, animado e socialmente inclusivo, com pessoas de diferentes perfis socioeconômicos circulando pelas ruas em diferentes períodos do dia.

É importante citar como crítica à metodologia utilizada, o fato de não considerar em seus indicadores e métricas a pesquisa do número de empregos na área, no qual apresentaria os fluxos de deslocamentos através do número de viagens por motivo de trabalho. Ou mesmo a contabilização de instituições de ensino e estabelecimentos de saúde, que mostrariam a necessidade ou potencial de atendimento desses serviços oferecidos à população da área.

Mesmo assim, a partir da análise da metodologia utilizada constatou-se o potencial da Área de Estação de Duque de Caxias para receber investimentos que estimulem a implementação de projetos de DOTS. Os resultados corroboram para uma estratégia voltada para o estabelecimento de uma cidade compacta, fortalecendo a mobilidade urbana sustentável.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consolidação das cidades como ambientes principais das atividades humanas transformaram as áreas centrais em importantes pontos de concentração e articulação nas dinâmicas da estrutura urbana. Por sua vez, os transportes foram responsáveis pela ligação entre as cidades de maneira mais consolidada e, principalmente, entre a área central e a periferia. A partir disso, o processo de expansão das cidades transformou a estrutura urbana para um sistema pluriarticulado de produção, de infraestrutura e de serviços que contribuiu para a formação das regiões metropolitanas, como conhece-se hoje.

No Brasil, a expansão das regiões metropolitanas expôs a dualidade entre cidade formal e informal, na qual a ocupação inadequada do solo acelerou a informalidade nas áreas de proteção ambiental e produziram um forte impacto ambiental. Nesse contexto, o agravamento dessas práticas ambientais predatórias trouxe perdas significativas para o funcionamento adequado do conjunto metropolitano. Assim, o conceito de desenvolvimento urbano sustentável surgiu em resposta à discussão entre os conceitos de sustentabilidade e o crescimento das cidades, direcionando para a incorporação de questões ambientais ao desenvolvimento urbano.

Nesse sentido, os princípios de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) se alinham ao desenvolvimento urbano sustentável, através do planejamento integrado dos transportes e do uso e ocupação do solo urbano. O DOTS promove o desenvolvimento de usos complementares (residencial, comercial, serviços, lazer e outros) nas áreas próximas às estações e rotas de transporte público, priorizando um ambiente amigável ao transporte ativo (a pé ou por bicicleta). Dessa forma, a adoção do DOTS no processo de planejamento das cidades e regiões metropolitanas brasileiras promovem o desenvolvimento urbano sustentável.

Este trabalho realizou uma análise na Fase 1 da Ferramenta para Avaliação do Potencial de DOTS na Área de Estação de Duque de Caxias, para verificar sua potencialidade para receber investimentos em projetos de DOTS. A aplicação da ferramenta permitiu identificar pontos fortes e desafios concretos em uma importante centralidade no contexto da RMRJ. Essa avaliação se mostrou uma ótima oportunidade de concentrar esforços em uma estrutura urbana consolidada e contribuindo para a policentralidade da RMRJ.

Os resultados da análise da ferramenta indicaram que a Área de Estação possui boas condições de acesso a TMA, infraestrutura urbana e potencial para intensificação da ocupação do solo. Entretanto, foram identificados desafios importantes ligados: à alta concentração de uso comercial e de serviços; à grande quantidade de áreas não edificadas e subutilizadas ocupadas por estacionamentos rotativos; à falta de integração com outro sistema de transporte de média e alta capacidade; à escassez de arborização nas calçadas; e a falta de diversidade entre as faixas de renda presentes na área.

Mesmo assim, esses desafios podem ser considerados como potencialidades e devem ser enfrentados para a melhoria da qualidade urbanística e ambiental dessa Área de Estação. Nesse sentido, para o enfrentamento destes problemas são necessários intensos esforços de planejamento, gestão e incentivos para ocupação dessa área com o objetivo de dinamizar a atividade econômica e aproveitar o contexto privilegiado de disponibilidade de infraestrutura.

A aplicação da ferramenta foi suficiente para identificar frentes de atuação na Área de Estação e elaborar recomendações de forma ágil e consistente. Por fim, esse trabalho apresentou algumas limitações que podem ser eventualmente sanadas em trabalhos futuros para aprofundar a análise através da percepção de atores qualificados envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos de DOTS.

REFERÊNCIAS

- ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.
- AGUILAR, A. G. Las mega-ciudades y las periferias expandidas. Ampliando el concepto en Ciudad de México. **EURE (Santiago)**, v. 28, n. 85, p.121-149, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500007>>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- AMANCIO, Marcelo Augusto. **Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé**. 2005. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- ASCHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.
- BÄHR, J.; MERTINS, G. Un modelo de la diferenciación socio-espacial de las metrópolis de América Latina. **Revista geográfica**, n. 98, p. 23-29, 1983. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/40992442>>. Acesso em 10 mar. 20.
- BÄHR, J.; BORSDORF, A. La ciudad latinoamericana: la construcción de un modelo. Vigencia y perspectivas. **Revista ur[b]jes**, n. 2, p. 207-221, 2005. Disponível em: <<https://www.uibk.ac.at/geographie/personal/borsdorf/pdfs/urbes-2-2005-207-221.pdf>>. Acesso em 21 out. 2020.
- BANISTER, D. Cities, mobility and climate change. **Journal of transport geography**, v. 19, no. 6, p. 1538-1546, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.03.009>>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- BARAT, J. **Logística, Transporte e Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Editora CLA, 2007.
- BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R. C.; CORBELLA, O. D. Intraurban temperature variations: urban morphologies of the densification process of Copacabana neighborhood, Brasil. **Climate**, v. 7, no. 5, p. 65, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/cli7050065>>. Acesso em 26 nov. 2019.
- BARRETO, R. O centro e a centralidade urbana – aproximações teóricas a um espaço em mutação. **Cadernos de doutoramento em geografia**, FLUP, n. 2, p. 23-41, 2010. Disponível em: <<https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/8280.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2019.
- BINOTI SIMAS, Tarcísio. **Requalificação urbana através de rede de mobilidade – um exemplo no eixo industrial da avenida Brasil**. 2013. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

BORSODORF, A.; BÄHR, J.; JANOSCHKA, M. Die dynamik stadtstrukturellen wandels in lateinamerika im modell der lateinamerikanischen stadt. **Geographica helvetica**, v. 57, n. 4, p. 300-310, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/gh-57-300-2002>>. Acesso em: 23 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de janeiro de 2012. Regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 11 jul. 2012. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/07/2001&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=80>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

_____. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 04 dez. 2012. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=04/01/2012>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

_____. **PAC 1: balanço completo do PAC – 4 anos (2007 a 2010)**. 11º Balanço. Brasília-DF: Comitê Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento, Presidência da República, 2010. Disponível em: <<http://pac.gov.br/pub/up/relatorio/b701c4f108d61bf921012944fb273e36.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

_____. **PAC 2: balanço de 4 anos (2011 a 2014)**. 11º Balanço. Brasília-DF: Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento, Ministério do Planejamento, 2014. Disponível em: <<http://pac.gov.br/pub/up/relatorio/f9d3db229b483b35923b338906b022ce.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

_____. Ministério da Educação (MEC). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacional (INEP). **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) - Planilhas do Ideb | Taxa de Aprovação, notas do Saeb, Ideb e projeções**. Brasília, DF: INEP, 2019. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2019/divulgacao_ensino_medio_municipios_2019.zip>. Acesso em 08 jan. 2022.

_____. Ministério da Educação (MEC). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacional (INEP). **Censo Escolar da Educação Básica**. Brasília, DF: INEP, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>>. Acesso em 05 jan. 2022.

CALTHORPE, P. **The next American Metropolis: Ecology, community and the American dream**. Nova Iorque: Princeton Architectural Press, 1993.

CARDOSO JR., J. C.; NAVARRO, C. A. **O Planejamento governamental no Brasil e a experiência recente (2007 a 2014) do programa de aceleração do crescimento (PAC)**. Brasília-DF: IPEA, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6590>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

CARVALHO, C. H. R. Mobilidade urbana: avanços, desafios e perspectivas. In: COSTA, M. A. (Org.). **Estatuto da Cidade e habitat: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana**. Brasília: Ipea, 2016.

CERVERO, R.; MURPHY, S.; FERREL, C.; GOGUTS, N.; TSAI, Y.; ARRINGTON G.; *et al.* **Transit-oriented development in the United States: experiences, challenges, and prospects (TCRP Report 102)**. Washington, DC: Transit Cooperative Research Program, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/23360>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CERVERO, R. Transit oriented development in America: strategies, issues, policy directions. In: “Transit oriented development: making it happen”, 2005, Austrália. **Conference Proceedings...** Perth, Austrália: Western Australian Planning Commission, 2005. p. 1-27. Disponível em: <<http://reconnectingamerica.org/assets/Uploads/bestpractice043.pdf>>. Acesso em 17 mar. 2021.

CERVERO, R.; SARMIENTO, O. L.; JACOBY, E.; GOMEZ, L. F.; NEIMAN, A. Influences of built environments on walking and cycling: Lessons from Bogotá. **International journal of sustainable transportation**, v. 3, no. 4, p. 203-226, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/15568310802178314>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

CÂMARA METROPOLITANA DE INTEGRAÇÃO GOVERNAMENTAL DO RIO DE JANEIRO (CMIG). **Caderno metropolitano 2: centralidades: territórios de perspectivas para políticas públicas**. Rio de Janeiro: Câmara Metropolitana de Integração Governamental do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.modelarametropole.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Produto-18-Tomo-1.pdf>>. Acesso em 14 jun. 2019.

_____. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – Tomo 1**. Rio de Janeiro: Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.modelarametropole.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Produto-18-Tomo-1.pdf>>. Acesso em 14 jun. 2019.

CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO (CEPERJ). **Produto interno bruto dos municípios 2018**. Rio de Janeiro: Centro de Estatísticas, Estudos e Pesquisas (CEEP), 2020. Disponível em: <<https://www.ceperj.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/PIB-MUNICIPAL-2018.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2022.

COMPANHIA ESTADUAL DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA (CENTRAL). **Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU)**. Rio de Janeiro: CENTRAL, 2015. Disponível em: <<http://www.central.rj.gov.br/pdtu2015.html>>. Acesso em 14 mar. 2021.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 4ª edição. São Paulo: Editora Ática, 1999.

COSTA, H. S. M. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição em termos? **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, n. 2, p. 55-71, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.22296/2317-1529.2000n2p55>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

COY, M. Tendências atuais de fragmentação nas cidades latino-americanas e desafios para a política urbana e o planejamento urbano. **Revista Iberoamericana. América latina – Espanha – Portugal**, v. 3, n. 11, p. 11-128, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.18441/ibam.3.2003.11.111-128>>. Acesso em 17 jan. 2021.

DE MATTOS, C. A. Transformación de las ciudades latinoamericanas: ¿Impactos de la globalización? **EURE (Santiago)**, v. 28, n. 85, p. 5-10, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500001>>. Acesso em: 07 Jan. 2021.

DI MÉO, G. Introdução ao debate sobre a metropolização. **Confins – Revista franco-brasileira de geografia**, n. 4, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.4000/confins.5433>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

EUFRASIO, M. A. **Estrutura urbana e ecologia humana: a sociológica de Chicago (1915-1940)**. 1ª edição. São Paulo: Editora 34, 1999.

EVANS, J. E.; PRATT, R. H. Transit Oriented Development. In: **Traveler Response to Transportation System Changes Handbook**. 3ª edição. Washington, DC: The National Academies Press, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.17226/14077>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

GEHL, J. **Cidades para as pessoas**. 1ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GEURS, K. T.; WEE, B. V. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of transport geography**, v. 12, no. 2, p. 127-140, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

GOMIDE, A. A. **Agenda governamental e o processo de políticas públicas: o projeto de lei de diretrizes da política nacional de mobilidade urbana**. Brasília: Ipea, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1486>> Acesso em: 20 maio 2020.

GOMIDE, A. A.; GALINDO, E. P. A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. **Revista estudos avançados**, São Paulo, v. 27, n. 79, p. 27-39, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000300002>>. Acesso em: 07 maio 2020.

GONZÁLEZ VILLADA, César Augusto. **Procedimento metodológico para a aplicação do TOD em países em desenvolvimento**. 2016. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

GONZÁLEZ VILLADA, C. A.; GRIECO, E. P.; SANCHES, S.; FERREIRA, M.; PORTUGAL, L. S. Mobilidade sustentável e o TOD – desenvolvimento orientado ao transporte. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

GOOGLE. **Imagem de satélite do município de Duque de Caxias**. GOOGLE, 2021. Acesso em: 11 jan. 2022.

GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano**. 2ª edição. São Paulo: Edusp, 1993.

GRIECO, E. P.; GONZÁLEZ VILLADA, C. A.; BARROS, A. P. B. G.; SANCHES, S.; FERREIRA, M.; PORTUGAL, L. S. Microacessibilidade orientada ao transporte não motorizado. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **Revista São Paulo em perspectiva**. São Paulo, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

HOLDEN, E.; GILPIN, G.; BANISTER, D. Sustainable mobility at thirty. **Sustainability**, v. 11, no. 7, p. 1965, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su11071965>>. Acesso em 12 fev. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Brasil: IBGE, 2010.

_____. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2020**. Diretoria de pesquisas, Coordenação de população e indicadores sociais, Brasil: IBGE, 2020. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/estimativa_dou_2020.xls>. Acesso em: 30 maio 2021.

_____. **Base de faces de logradouros do Brasil de 2020**. Brasil: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/28971-base-de-faces-de-logradouros-do-brasil.html>>. Acesso em: 28 nov. 2021.

INSTITUTO DE ESTUDOS DO TRABALHO E SOCIEDADE (IETS). **Centralidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – Relatório Final**. Rio de Janeiro: IETS, 2016. Disponível em: <https://www.iets.org.br/IMG/pdf/relatorio_final_centralidades.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Caracterização e quadros de análise comparativa da governança metropolitana no Brasil: arranjos institucionais**

de gestão metropolitana (componente 1) - Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Brasília-DF: IPEA, 2015a. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150820_relatorio_arranjos_riode_janeiro.pdf>. Acesso em 01 jul. 2021.

_____. **Caracterização e quadros de análise comparativa da governança metropolitana no Brasil: análise comparativa das funções públicas de interesse comum (componente 2) - região metropolitana do Rio de Janeiro.** Brasília-DF: IPEA, 2015b. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150909_analise_componente2_riode_janeiro.pdf>. Acesso em 01 jul. 2021.

_____. **Identificação e caracterização das relações interfederativas na região metropolitana do Rio de Janeiro: interfaces com a construção da PNDU: componente A: relatório de pesquisa.** Brasília-DF: IPEA, 2021. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.38116/rp-rmriodejaneiro-comp-a>>. Acesso em 29 jun. 2021.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE DE DESENVOLVIMENTO (ITDP). **As Cidades somos nós: princípios para a mobilidade urbana.** Nova York: ITDP, 2010.

_____. **Ferramenta para avaliação do potencial de DOTS em corredores de transporte.** Versão 1.3. ITDP, 2016. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2016/11/2016-11-itdp-ferramenta-dots.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2019.

_____. **Análise de Impacto do BRT TransCarioca na Mobilidade Urbana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: ITDP, 2015. Disponível em: <http://2rps5v3y8o843iokettbxnya.w-pengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/04/ITDP-Brasil_Análise-Impacto-BRT-TransCarioca_em-PT_versão-WEB-para-site_corrigido.pdf>. Acesso em 06 maio 2021.

_____. **Avaliação do BRT TransOlimpica segundo o Padrão de Qualidade BRT.** Rio de Janeiro: ITDP, 2017. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/08/avaliacao-BRT-transolimpica-01-08-2017.pdf>>. Acesso em 06 maio 2021.

_____. **Padrão de qualidade DOTS.** 3ª edição. Nova York: ITDP, 2017. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/12/DU-Padiao-de-Qualidade-DOTS-2017.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2019.

_____. **Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro - Avaliação de resultados e recomendações de melhoria.** Versão 1.0. Rio de Janeiro: ITDP, 2018. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/05/ITDP_PP_Linha_4_Maio_2018.pdf>. Acesso em 06 maio 2021.

_____. **Índice de caminhabilidade 2.0.** Versão 2.2. Rio de Janeiro: ITDP, 2019. Disponível em: <http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/Caminhabilidade_Volume-3_Ferramenta-ALTA.pdf>. Acesso em 03 mar. 2021.

JACOBS, Jacobs. **Morte e vida das grandes cidades**. 3ª edição. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

JONES, P. The evolution of urban mobility: the interplay of academic and policy perspectives. **IATSS research**, v. 38, no. 1, p. 7-13, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2014.06.001>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

KNEIB, E. C.; PORTUGAL, L. S. Caracterização da acessibilidade e suas relações com a mobilidade e o desenvolvimento. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

KNOWLES, R. D. Transit oriented development in Copenhagen, Denmark: from the Finger Plan to Ørestad. **Journal of transport geography**, v. 22, p. 251-261, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.009>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

KNOWLES, R. D.; FERBRACHE, F.; NIKITAS, A. Transport's historical, contemporary and future role in shaping urban development: Re-evaluating transit oriented development. **Cities**, v. 99, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102607>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

LAH, O. **Sustainable urban mobility pathways: policies, institutions, and coalitions for low carbon transportation in emerging countries**. 1ª edição. Elsevier, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/C2017-0-02280-2>>. Acesso em: 2 fev. 2021.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. 5ª edição. São Paulo: Centauro Editora, 2008.

LEITE, C.; AWAD, J. C. M. **Cidades sustentáveis cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. 1ª edição. São Paulo: Editora Bookman, 2012.

LITMAN, T. Land use impacts on transport: how land use factors affect travel behavior. **Victoria Transport Policy Institute**, 90 p., 2020. Disponível em: <<https://www.vtpi.org/landtravel.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2021.

LOUREIRO, V.; LEITE, V. F. Por uma região metropolitana eficiente, equilibrada e sustentável - contribuição da Câmara Metropolitana de Integração Governamental do Estado do Rio de Janeiro. In: MARGUTI, B. O.; COSTA, M. A.; FAYARÃO, C. B. (Org.). **Brasil metropolitano em foco: desafios à implementação do Estatuto da MetrÓpole**, Série Rede Ipea, Projeto Governança Metropolitana no Brasil, v. 4. Brasília-DF: IPEA, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8657>>. Acesso em 21 out. 2021.

MACHADO, R. A.; GOMIDE, A. A.; PIRES, R. R. C. Arranjos, instrumentos e ambiente político-institucional na reconfiguração da ação estatal em políticas de infra-estrutura no Brasil.

In: GOMIDE, A. A.; PEREIRA, A. K. (Org.) **Governança da política de infraestrutura: condicionantes institucionais ao investimento**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8482>>. Acesso em: 21 maio 2020.

MAGALHÃES, M. T. Q.; ARAGÃO, J. J. G.; YAMASHITA, Y. Definições formais de mobilidade e acessibilidade apoiadas na teoria de sistemas de Mario Bunge. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 9, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n9.2013.12293>>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MELLO, A. J. R. **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 2015. 235 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MELLO, A. J. R.; GONZÁLEZ VILLADA, C. A.; ALBINO, V. H. G.; PORTUGAL, L. S. Concepção de uma abordagem baseada na acessibilidade e orientada à mobilidade sustentável na realização de planos e estudos de mobilidade. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

METZ, D. H. Mobility of older people and their quality of life. **Transport Policy**, v. 7, no. 2, p. 149-152, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(00\)00004-4](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(00)00004-4)>. Acesso em: 23 jul. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Nosso futuro comum**. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.

_____. **The future we want: outcome document adopted at Rio+20**. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro: ONU, 2012. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=E>. Acesso em 31 ago. 2020.

_____. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Assembleia Geral das Nações Unidas, Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desensust/Agenda2030-completo-site.pdf>. Acesso 15 jan. 2021.

_____. **Nova agenda urbana**. Assembleia Geral das Nações Unidas (Habitat III), Quito: ONU, 2016. Disponível em: <<https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese.pdf>>. Acesso 18 jan. 2021.

OSSENBRÜGGE, J. Formas de globalización y del desarrollo urbano en América Latina. **Revista iberoamericana. América latina – España – Portugal**, v. 3, n. 11, p. 97-110, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.18441/ibam.3.2003.11.97-110>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

PEDRO, L. M.; SILVA, M. A. V.; PORTUGAL, L. S. Desenvolvimento e mobilidade sustentáveis. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

PEREIRA, R. H. M.; NADALIN, V. G.; GONÇALVES, C. N.; NASCIMENTO, I. F. **Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis: o que mostra o retrato do Brasil? (Cadernos ODS: ODS 11)**. Brasília-DF: IPEA, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9340>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasil: PNUD, 2022. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/330170>>. Acesso em 05 jan. 2022.

PORTUGAL, L. S.; MELLO, A. J. R. Um panorama inicial sobre transporte, mobilidade, acessibilidade e desenvolvimento urbano. In: PORTUGAL, L. S. (Org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

PRADO, A. L. Desenvolvimento urbano sustentável: de paradigma a mito. **Revista de ocupação e planejamento urbano**, v. 12, n. 1, p. 83-97, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.24220/2318-0919v12n1a2714>>. Acesso em 12 ago. 2020.

RICHARDSON, H. W. **Economia regional: teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. 1ª edição. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

ROLNIK, R. **O que é Cidade**. Coleção primeiros passos n. 203. 3ª edição. São Paulo: Brasiliense, 1995.

SANTOS, C. N. **A cidade como um jogo de cartas**. Niterói: EDUFF; São Paulo: Projeto Editores, 1988.

SCIFONI, S. Urbanização brasileira e mobilidade urbana. In: ALMEIDA, E. (Org.). **Mobilidade urbana no Brasil**. 1ª edição. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2016.

SERRA, Bernardo Mendonça Lima. **Procedimento para o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável: Estudo de caso da região administrativa de São Cristóvão**. 2018. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SINGH, Y. J.; LUKMAN, A.; HE, P.; FLACKE, J.; ZUIDGEEST, M. E.; MAARSEVEEN, M. V. Planning for transit oriented development (TOD) using TOD Index. **Transportation research board 94th annual meeting**, Washington D. C., 20 p., 2015.

SUPERVIA. Demanda mensal de passageiros por estação - 2021 (até setembro). Rio de Janeiro: SUPERVIA, 2021. Disponível em: <https://www.supervia.com.br/sites/default/files/demanda_de_passageiros_por_estacao_2021-09.pdf>. Acesso em 15 nov. 2021.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. **Transforming cities with transit: transit and land-use integration for sustainable urban development**. Washington DC: The World Bank, 2013. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12233>>. Acesso em 22 mar. 2021.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-Habitat). **Urban Planning for city leaders**. 2ª edição. Nairobi: UN-Habitat, 2014.

VASCONCELLOS, E. A.; CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil / IPEA, 2011.

VASCONCELLOS, E. A. Urban transport policies in Brazil: The creation of a discriminatory mobility system. **Journal of Transport Geography**, v. 67, p. 85-91, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.014>>. Acesso em 27 abr. 2021.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998.

ZEGRAS, Pericles Christopher. **Sustainable urban mobility: exploring the role of built environment**. 2005. 265 p. Tese (Doutorado de Filosofia em Planejamento Urbano e Regional) – Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, EUA, 2005.