



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PATRICIA DUARTE SILVA

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE POTENCIAL TOD - TRANSIT ORIENTED
DEVELOPMENT: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO INTEGRADO DO
TRANSPORTE E USO DO SOLO EM ÁREAS DE FAVELA E COMUNIDADES
URBANAS LATINO-AMERICANAS**

SALVADOR
2024

PATRICIA DUARTE SILVA

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE POTENCIAL TOD - TRANSIT ORIENTED
DEVELOPMENT: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO INTEGRADO DO
TRANSPORTE E USO DO SOLO EM ÁREAS DE FAVELA E COMUNIDADES
URBANAS LATINO-AMERICANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Junior

Coorientador: Prof. Dr. Juan Pedro Moreno Delgado

Agência Financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

SALVADOR
2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Bernadete
Sinay Neves, Escola Politécnica – UFBA.

S586 Silva, Patricia Duarte.

Avaliação da metodologia de potencial TOD - Transit Oriented Development: subsídios para o planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas latino-americanas / Patricia Duarte Silva. – Salvador, 2024.

160f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Mauro José Alixandrini Junior.

Coorientador: Prof. Dr. Juan Pedro Moreno Delgado.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2024.

1. Transporte coletivo. 2. Solo – uso - favelas. 3. Mobilidade urbana. 4. Transporte - tecnologias. 5. Análise multicritério. I. Alixandrini Junior, Mauro José. II. Delgado, Juan Pedro Moreno. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

CDD: 388.41322

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu profundo agradecimento à minha mãe, minha principal referência e fonte de inspiração. Seu apoio incondicional foi essencial nesta jornada, além de me educar com amor e dedicação, ela me mostrou que o caminho acadêmico é uma oportunidade valiosa para o aprendizado e crescimento pessoal.

Agradeço também a oportunidade de ter tido um orientador como o professor Juan Pedro Moreno Delgado. Seu apoio foi essencial na construção deste trabalho e possibilitou meu contato com o colega Gaddiel, que me auxiliou nas atividades relacionadas ao geoprocessamento.

Aos especialistas que participaram das entrevistas, agradeço pelo tempo disponibilizado e pelas contribuições que foram fundamentais para o resultado deste estudo.

Da mesma forma, expresso minha gratidão aos professores que encontrei ao longo desta jornada de mestrado. Em particular, agradeço aos membros da Banca Examinadora, cujos comentários contribuíram significativamente para a qualidade deste trabalho. Também agradeço a CAPES pelo suporte financeiro essencial para a realização deste estudo.

Por fim, acredito que todo o processo vivido no mestrado me tornou uma pessoa mais interessada e agradecida por ter tido a oportunidade de desfrutar desse conhecimento, portanto, a todos os amigos, colegas e apoiadores que participaram deste capítulo de minha vida, expresso meu sincero agradecimento.

RESUMO

O Transit Oriented Development - TOD, ou Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público, representa uma abordagem urbana sustentável que visa não apenas reduzir a dependência do transporte individual, mas também promover a densificação e diversificação do uso do solo, privilegiando modos de transporte não motorizados, especialmente no entorno de estações de transporte público de média e alta capacidade. Entretanto, muitas áreas de favela e comunidades urbanas latino-americanas, apesar da demanda significativa por transporte público de qualidade, frequentemente enfrentam carências de infraestrutura urbana adequada e planejamento territorial. Neste contexto, este estudo propõe avaliar a viabilidade de aplicação da metodologia de Potencial TOD como ferramenta para subsidiar o planejamento integrado do transporte e uso do solo nessas áreas, com o intuito de induzir padrões sustentáveis de mobilidade e desenvolvimento urbano. Utilizando a Análise Multicritério e o geoprocessamento em um Sistema de Informação Geográfica - SIG, foi elaborado um mapa síntese de Potencial TOD para o Subúrbio Ferroviário de Salvador, Bahia. Os resultados obtidos por meio deste mapa possibilitam orientar melhorias para a valorização do solo urbano e o acesso ao transporte público de qualidade, contribuindo significativamente para promover o direito à cidade, a partir de diretrizes de intervenção urbana baseadas no Estatuto da Cidade e nos princípios do TOD. Apesar dos desafios na implementação da abordagem do Transit Oriented Development, devido à falta de políticas governamentais adequadas, este estudo oferece um método consistente para promover aprendizado contínuo no planejamento urbano e estimular futuras pesquisas a fim de preencher lacunas na aplicação do Potencial TOD em favelas e comunidades urbanas.

Palavras-chave: Potencial TOD. Transporte público. Favelas e comunidades urbanas. Análise multicritério. SIG.

ABSTRACT

Transit Oriented Development - TOD, represents a sustainable urban approach aimed not only at reducing dependence on individual transportation, but also at promoting densification and diversification of land use, prioritizing non-motorized modes of transportation, especially around medium and high-capacity public transit stations. However, many areas in Latin American slums, despite significant demand for quality public transportation, often face deficiencies in adequate urban infrastructure and land use planning. In this context, this study proposes to assess the feasibility of applying the Potential TOD methodology as a tool to support integrated transportation and land use planning in these areas, aiming to induce sustainable patterns of mobility and urban development. Using Multicriteria Analysis and geoprocessing in a Geographic Information System - GIS, a Potential TOD synthesis map was developed for the Subúrbio Ferroviário of Salvador, Bahia. The results obtained from this map enable better guidance for enhancing urban land value and access to quality public transportation, significantly contributing to promoting the right to the city, based on urban intervention guidelines established in the City Statute and TOD principles. Despite challenges in implementing the Transit Oriented Development approach due to inadequate government policies, this study provides a consistent method to promote continuous learning in urban planning and stimulate future research to address gaps in the application of Potential TOD in slums.

Keywords: Potential TOD. Public transportation. Slums. Multicriteria analysis. GIS.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Problema de Pesquisa.....	22
1.2. Objetivos.....	22
1.2.1. Objetivo Geral	22
1.2.2. Objetivos Específicos.....	22
1.3. Justificativa	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1. Mobilidade Urbana e Acessibilidade.....	24
2.1.1. Mobilidade Urbana	24
2.1.2. Acessibilidade.....	26
2.2. Transporte e Uso do Solo e sua relação com o TOD	28
2.2.1. Transporte e Uso do Solo	28
2.2.2. Transit Oriented Development - TOD	30
2.2.3. Índice de Potencial TOD	37
2.3. Transporte Público, Integração Modal e Tecnologias de Transporte ..	40
2.3.1. Transporte Público	40
2.3.2. Integração Modal	42
2.3.3. Tecnologias de Transporte	45
2.4. O Estatuto da Cidade e os instrumentos de política urbana: Possibilidades para o TOD em áreas urbanas em processo de consolidação.....	48
2.5. Análise Multicritério em SIG	53
3. METODOLOGIA	59
3.1. Etapa 1 - Definição do Objeto de Estudo, Problema de Pesquisa e Objetivos	61
3.2. Etapa 2 - Construção do Marco Teórico	61
3.3. Etapa 3 – Caracterização da Área de Estudo.....	62
3.4. Etapa 4 - Levantamento dos Indicadores e Seleção dos Fatores	62
3.5. Etapa 5 - Construção de uma base de dados georreferenciada	68
3.6. Etapa 6 – Pré-processamento de dados	69
3.7. Etapa 7- Análise Multicritério em SIG	70
3.8. Etapa 8 - Análise dos resultados e recomendações.....	73
3.9. Etapa 9 – Conclusões.....	73
4. CARACTERIZAÇÃO DO SUBÚRBIO FERROVIÁRIO E SUA INTERAÇÃO COM O CENTRO URBANO TRADICIONAL DE SALVADOR	73

5. ESTUDO DE CASO	84
5.1. Delimitação da Área de Estudo	84
5.2. Resultado do Levantamento dos Indicadores, Seleção e Análise Multicritério dos Fatores	85
5.3. Pré-processamento dos Fatores	92
5.3.1. Concentração de Emprego	93
5.3.2. Integração Modal	95
5.3.3. Microacessibilidade.....	99
5.3.4. Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos	104
5.3.5. Demanda para o Transporte Público	106
5.3.6. Distância ao Transporte Público.....	109
5.3.7. Diversidade do Uso do Solo.....	111
5.4. Integração dos Fatores: Índice de Potencial TOD – Mapa Síntese ...	114
5.5. Análise dos resultados da aplicação do Índice de Potencial TOD nas Áreas com Potencial Pleno e Relativo	115
5.5.1. Áreas de Potencial TOD: Localizadas na Área Urbana Consolidada.....	119
5.5.2. Área de Potencial TOD: Localizadas em áreas urbanas em processo de consolidação - Favelas e Comunidades Urbanas	122
5.6. Diretrizes de intervenção urbanística baseada nos princípios TOD ..	141
6. CONCLUSÕES	148
REFERÊNCIAS	151
APÊNDICE	160

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região Metropolitana de Salvador – RMS	18
Figura 2 - O ciclo de resposta entre transporte e uso do solo	29
Figura 3 - Esquema do modelo Nó-Lugar de Bertolini.....	32
Figura 4 - TransMilênio na cidade de Bogotá, Colômbia.....	34
Figura 5 - Sistema de transporte público em Curitiba, Brasil.....	35
Figura 6 - Plano “Conectar Queimados”: Intervenções baseadas em TOD em Queimados, Brasil.....	36
Figura 7 - Mapa de Índice de Potencial TOD na cidade Arnhem–Nijmegen, Holanda	38
Figura 8 - Pontos críticos com valores elevados de TOD e baixo acesso ao TP de alta qualidade.....	39
Figura 9 - Conjunto de sistemas de transporte público	41
Figura 10 - Sistema de transporte público por ônibus	41
Figura 11 - Sistema de transporte público sobre trilhos	42
Figura 12 - Esquema da rede integrada de transporte de Curitiba.....	44
Figura 13 - VLT Carioca	46
Figura 14 - Monotrilho suspenso de Wuppertal na Alemanha.....	46
Figura 15 - Monotrilho: Linha 15 – Prata, na cidade de São Paulo	47
Figura 16 - Grau de deficiência sobre ZEIS e setores censitários subnormal	51
Figura 17 - Localização das ZEIS de Salvador.....	52
Figura 18 - Localização das ZEIS de Salvador e o Índice de Desenvolvimento do Habitat – IDESH.....	53
Figura 19 - Camadas de dados espaciais em SIG	54
Figura 20 - Função lógica Fuzzy	59
Figura 21 - Fluxograma das etapas metodológicas.....	60
Figura 22 - Fluxograma das etapas realizadas na busca por periódicos.....	64
Figura 23 - Questionário aplicado aos especialistas – Frente	66
Figura 24 - Questionário aplicado aos especialistas - Verso.....	67
Figura 25 – Matriz multicritério de comparação par a par da metodologia AHP.....	71
Figura 26 - Esquema do Mapa de Índice de Potencial TOD	72
Figura 27 - Bairros do Subúrbio Ferroviário.....	74
Figura 28 - Fábrica São Braz em 1918 e atualmente	74

Figura 29 - Evolução da ocupação urbana em Salvador de 1940 a 2006, com destaque para o Subúrbio Ferroviário	75
Figura 30 - Condições de habitabilidade, com destaque para o Subúrbio Ferroviário	77
Figura 31 - Legalidade habitacional, com destaque para o Subúrbio Ferroviário.....	78
Figura 32 - Renda média familiar de Salvador, com destaque para o Subúrbio Ferroviário	79
Figura 33 - ZEIS na área do Subúrbio Ferroviário	80
Figura 34 - Área de encosta em Plataforma, Subúrbio Ferroviário.....	81
Figura 35 - Subdivisão das áreas de Salvador, conforme PlanMob (2017).....	82
Figura 36 - Antigo trem do Subúrbio.....	83
Figura 37 - Delimitação da área de estudo.....	85
Figura 38 - Esquema de geoprocessamento do fator de Concentração de Emprego	94
Figura 39 - Mapa do fator de Concentração de Emprego	95
Figura 40 - Esquema de geoprocessamento para identificar as Rotas de Transporte	96
Figura 41 - Esquema de geoprocessamento para identificar as Opções de Transporte	97
Figura 42 - Esquema final de geoprocessamento do fator de Integração Modal.....	98
Figura 43 - Mapa do fator de Integração Modal.....	99
Figura 44 - Esquema de geoprocessamento do fator de Declividade	102
Figura 45 - Esquema de geoprocessamento dos fatores de Microacessibilidade ..	103
Figura 46 - Mapa do fator de Microacessibilidade	104
Figura 47 - Esquema de geoprocessamento do fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos	106
Figura 48 - Mapa do fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos ...	106
Figura 49 - Esquema de geoprocessamento do fator de Demanda para o Transporte Público	108
Figura 50 - Mapa do fator de Demanda para o TP	109
Figura 51 - Esquema de geoprocessamento do fator de Distância ao TP	110
Figura 52 - Mapa do fator de Distância ao Transporte Público.....	111
Figura 53 - Mapa do fator de Diversidade do Uso do Solo	113
Figura 54 - Mapa Síntese de Índice de Potencial TOD	115

Figura 55 - Áreas de Potencial TOD.....	117
Figura 56 - Localização das estações existentes de Metrô e futuras de VLT.....	118
Figura 57 - Áreas de Potencial TOD 6 e 7 – Localizadas na Área Urbana Consolidada	120
Figura 58 - Área de Potencial TOD 8 – Localizada na Área Urbana Consolidada .	121
Figura 59 - Área de Potencial TOD em Favelas e Comunidades Urbanas	123
Figura 60 - Áreas de Potencial TOD 2 e 3 – Localizadas em Áreas de Favela e Comunidades Urbanas.....	125
Figura 61 - Orla Requalificada da praia de Tubarão.....	126
Figura 62 - Antiga Estação de Trem Paripe.....	126
Figura 63 - Área de Potencial TOD 1 - Paripe	127
Figura 64 - Área de Potencial TOD 1 – Paripe: ZEIS	130
Figura 65 - Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá	133
Figura 66 - Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá: ZEIS	136
Figura 67 - Área de Potencial TOD 5 – São Caetano.....	138
Figura 68 - Área de Potencial TOD 5 – São Caetano: ZEIS.....	140
Figura 69 - Tempo médio de viagem para acessar estação de metrô - Ciclofaixa ou rota ciclável	144
Figura 70 - Tempo médio de viagem para acessar estação de metrô - Micro-ônibus	145
Figura 71 - Proposta de Intervenção Urbanística para Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá.....	146
Figura 72 - Proposta de Intervenção Urbanística para Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá, em formato A3.....	160

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala fundamental de Saaty	56
Quadro 2 - Exemplo de construção de matriz de comparação par a par para 3 critérios	56
Quadro 3 - Matriz comparativa normalizada (divisão pela soma).....	57
Quadro 4 - Pesos relativos (soma dos valores normalizados de cada atributo)	57
Quadro 5 - Revisão sistemática da literatura de artigos europeus e asiáticos das bases de dados Scopus e Science Direct.....	86
Quadro 6 - Revisão sistemática da literatura de artigos latino-americanos da base de dados Google Acadêmico	87
Quadro 7 - Quadro metodológico dos fatores.....	89
Quadro 8 - Continuidade do Quadro metodológico dos fatores.....	90
Quadro 9 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Concentração de Emprego	93
Quadro 10 - Indicadores escolhidos para mensurar o fator de Integração Modal	96
Quadro 11 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Microacessibilidade	99
Quadro 12 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos	104
Quadro 13 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Demanda para o Transporte Público	107
Quadro 14 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Distância ao Transporte Público	109
Quadro 15 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Diversidade do Uso do Solo	112
Quadro 16 - Área Potencial TOD 1 – Paripe: Síntese das principais intervenções	131
Quadro 17 - Área Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá: Síntese das principais intervenções.....	137
Quadro 18 - Área Potencial TOD 5 – São Caetano: Síntese das principais intervenções.....	141
Quadro 19 - Resumo das propostas de Intervenção Urbanística na Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de motorização de automóveis das 10 cidades mais populosas do Brasil	20
Tabela 2 - Índice Randômico, definido em função do número de elementos comparados (n)	58
Tabela 3 - Categoria dos especialistas que responderam os questionários	65
Tabela 4 - Fonte de dados georreferenciados	69
Tabela 5 - Classes econômicas	79
Tabela 6 - Posição de hierárquica dos fatores após aplicação do questionário	91
Tabela 7 - Resultado final da aplicação da Matriz Multicritério de todos os especialistas	92
Tabela 8 - Resultado final da aplicação da Matriz Multicritério de todos os entrevistados – Fator Microacessibilidade	100
Tabela 9 - Categorias de classificação do Índice de Potencial TOD.....	115
Tabela 10 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 1 - Paripe.....	128
Tabela 11 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá.	133
Tabela 12 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 5 – São Caetano	138

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
APA	Área de Proteção Ambiental
APRN	Área de Proteção de Recursos Naturais
APS	Alimentação pelo Solo
AUC	Área Urbana Consolidada
BRT	Bus Rapid Transit
BTS	Baía de Todos os Santos
CAB	Centro Administrativo da Bahia
CEM	Centro de Estudos da Metrópole
CEBRAP	Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano da Bahia
CTB	Companhia de Transportes do Estado da Bahia
DINURB	Distrito Industrial Urbano do Município de Salvador
FMLF	Fundação Mário Leal Ferreira
HIS	Habitação de Interesse Social
HMP	Habitação de Mercado Popular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDESH	Índice de Desenvolvimento do Habitat
INOCOOP	Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana
ITDP	Institute for Transportation & Development Policy
MCA	Multicriteria Analysis
MDE	Modelo Digital de Elevação
MP	Ministério Público do Estado da Bahia
NBR	Norma Brasileira
O/D	Origem e Destino
OODC	Outorga Onerosa do Direito de Construir
OUC	Operação Urbana Consorciada
OSM	Open Street Maps
OWA	Ordered Weighted Average
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PLANMOB	Plano de Mobilidade
PMS	Prefeitura Municipal de Salvador
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
POT	Plano de Ordenamento Territorial
QGIS	Quantum GIS
REURB	Regularização Fundiária Urbana
RIT	Rede Integrada de Transporte
RMS	Região Metropolitana de Salvador
SEFAZ	Secretaria da Fazenda
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura
SEMOB	Secretaria de Mobilidade
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SSA	Salvador
SUMOB	Superintendência de Mobilidade
TP	Transporte Público
TOD	Transit Oriented Development
TUL	Transformação Urbana Localizada
TUS	Transporte e Uso do Solo
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
URBIS	Habitação e Urbanização da Bahia
UTM	Universal Transverse Mercator
VLT	Veículo Leve Sobre Trilhos
WLC	Weighted Linear Combination
ZCLMe	Zona de Centralidade Linear Metropolitana
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
ZT	Zonas de Tráfego

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano sustentável se consolida por meio de estratégias de planejamento e reestruturação dos espaços urbanos, bem como das atividades desenvolvidas nas cidades, que visam disponibilizar ferramentas capazes de atender "as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades" (Brundtland *et al.*, 1987).

Deste modo, o transporte desempenha um papel de fomento ao desenvolvimento urbano, uma vez que sua função consiste na integração da população com as diversas atividades realizadas no ambiente urbano, proporcionando apoio às dimensões sociais, econômicas e ambientais (Campos; Ramos, 2005).

Quando concebido de maneira sustentável, o transporte prioriza a utilização de modos não motorizados e do Transporte Público - TP, resultando na redução do número de veículos nas vias e, por conseguinte, na diminuição das emissões de gases poluentes na atmosfera, bem como na mitigação de congestionamentos e acidentes de trânsito.

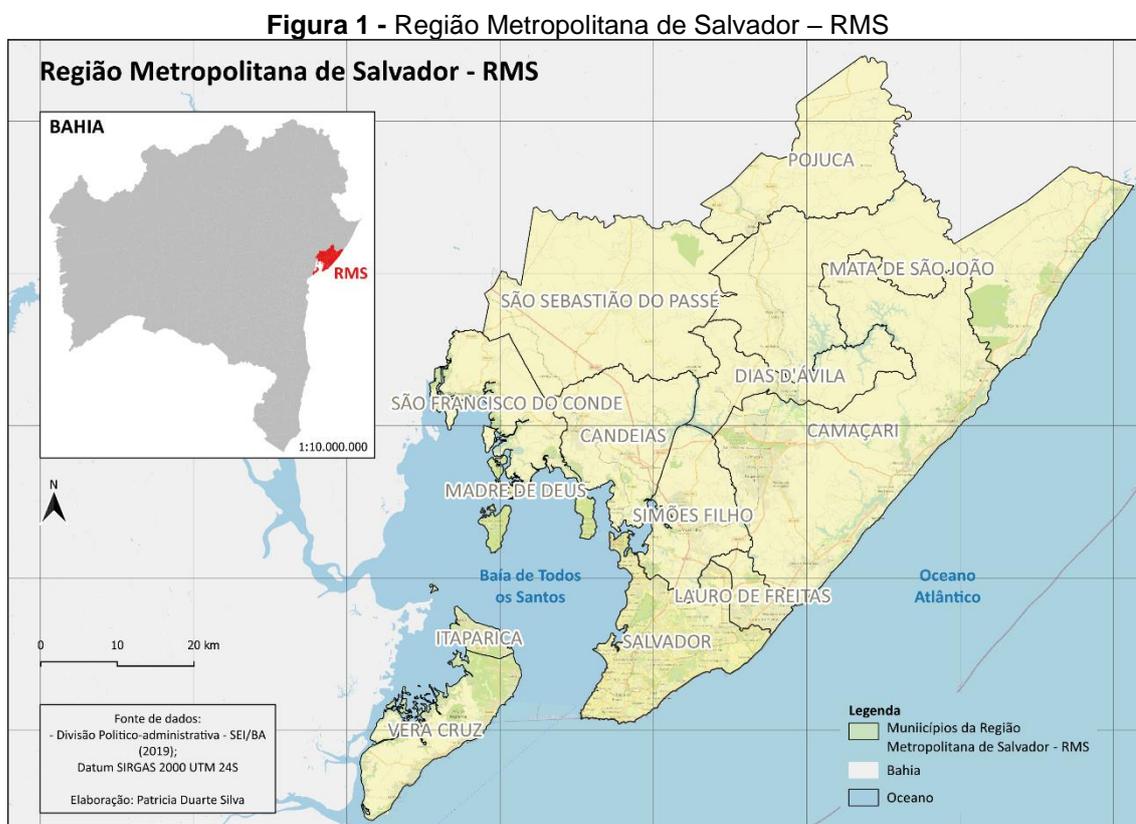
Contudo, nas últimas décadas, o crescimento de muitas cidades esteve mais intenso e novas centralidades foram criadas. Como consequência, houve o acréscimo das distâncias médias e os deslocamentos a pé e de bicicleta tornaram-se cada vez mais difíceis, promovendo o aumento do uso do transporte motorizado para alcançar essas distâncias.

No contexto brasileiro, as decisões tomadas no passado pelas autoridades políticas durante os processos de industrialização e urbanização tiveram um impacto significativo nos padrões de deslocamento de pessoas e mercadorias nas cidades. Dentre essas decisões está a opção pelo sistema rodoviário em detrimento ao transporte sobre trilhos.

Na Região Metropolitana de Salvador – RMS¹, constituída por 13 municípios e com aproximadamente 3,4 milhões de habitantes (IBGE, 2024), os deslocamentos estão predominantemente concentrados nos modos de transporte rodoviários, como ônibus, micro-ônibus, vans e veículos individuais (Bahia, 2012). Essa realidade é acentuada pela ausência de uma infraestrutura eficiente de transporte público de

¹ A Região Metropolitana de Salvador compreende os municípios de Camaçari, Candeias, Dias d'Ávila, Itaparica, Lauro de Freitas, Madre de Deus, Mata de São João, Pojuca, Salvador, São Francisco do Conde, São Sebastião do Passé, Simões Filho e Vera Cruz.

média ou alta capacidade que esteja integrada à rede de transporte da região (Figura 1).



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Em 2012, a pesquisa Origem e Destino destacava o município de Salvador como o principal gerador de viagens na RMS, totalizando aproximadamente 4,3 milhões de viagens diárias (Bahia, 2012). Analisando a distribuição das viagens motorizadas realizadas por transporte público, Delgado (2014) identificou as principais assimetrias existentes na capital baiana:

[...] 95,3% destas viagens são realizadas por ônibus, micro-ônibus e vans, os elevadores e planos inclinados são responsáveis por 2,7% das viagens, barcas e ferries 1,0% e o trem urbano somente 1,0% do total. Uma distribuição modal mais diversa e equilibrada, portanto, sustentável, exigiria uma maior participação do trem urbano, ferries e do transporte vertical nos deslocamentos cotidianos (Delgado, 2014).

Além disso, é possível observar que, apesar da variedade de opções de transporte disponíveis na cidade de Salvador, com distintos modos de deslocamento, evidenciam-se condições desfavoráveis para as camadas sociais empobrecidas que dependem do transporte público.

Entre as condições adversas, destacam-se aquelas estabelecidas no contrato

de concessão entre as empresas operadoras de transporte coletivo por ônibus e a Prefeitura Municipal de Salvador. As condições contratuais não resultam em melhorias na qualidade do transporte público para os usuários, que se encontram sujeitos a condições precárias dos ônibus e a um sistema de transporte público considerado obsoleto.

Ao mesmo tempo, acrescentam-se a esses desafios as objeções levantadas pelo Sindicato dos Rodoviários de Salvador em relação à possível redução do quadro de funcionários em caso de uma reestruturação do sistema. Embora compreensível, essa oposição pode estar embasada apenas em suposições, dado que a implementação de um novo sistema pode resultar na criação de novos postos de trabalho, seguindo um modelo similar ao adotado pelo sistema metroviário.

Também se evidencia a inclinação em favorecer a utilização do transporte individual por meio da infraestrutura viária historicamente projetada para tal fim, com o aumento de vias e estacionamentos para veículos particulares, os quais são priorizados em detrimento ao transporte público e de alternativas mais sustentáveis.

Pessoas que dispõem dos meios para adquirir um veículo próprio o fazem, em virtude das deficiências observadas no sistema de transporte público. Contudo, é importante ressaltar que os custos associados a essa opção são notavelmente elevados, visto que um veículo automotor considerado "popular", quando novo, tem um preço aproximado a 70 mil reais² no Brasil, o que corresponde a aproximadamente 50 salários mínimos, tornando-se inatingível para a maior parcela da população.

No entanto, apesar dos custos associados aos veículos individuais, no ano de 2021, a cidade de Salvador registrou uma taxa de motorização de 338,7 automóveis por cada 1000 habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021). Ao comparar essa taxa de motorização de automóveis com as 10 cidades mais populosas do Brasil, Salvador ocupa a oitava posição (Tabela 1).

² Informação proveniente do mês de janeiro de 2024. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/mercado/noticia/2024/01/10-carros-mais-baratos-do-brasil-janeiro-2024.ghtml>. Acesso em 05 mar. 2024

Tabela 1 - Taxa de motorização de automóveis das 10 cidades mais populosas do Brasil

POSIÇÃO	CIDADE - ESTADO	POPULAÇÃO ESTIMADA EM 2021	FROTA DE AUTOMÓVEIS REGISTRADA EM 2021	TAXA DE MOTORIZAÇÃO POR AUTOMÓVEL A CADA 1000 HABITANTES
1º	BELO HORIZONTE - MG	2.530.701	2.381.561	941,1
2º	CURITIBA - PR	1.963.726	1.665.540	848,2
3º	GOIÂNIA - GO	1.555.626	1.259.463	809,6
4º	SÃO PAULO - SP	12.396.372	8.889.095	717,1
5º	BRASÍLIA - DF	3.094.325	1.979.698	639,8
6º	RIO DE JANEIRO - RJ	6.775.561	3.004.120	443,4
7º	FORTALEZA - CE	2.703.391	1.180.049	436,5
8º	SALVADOR - BA	2.900.319	982.619	338,8
9º	RECIFE - PE	1.661.017	397.482	239,3
10º	MANAUS - AM	2.255.903	413.943	183,5

Fonte: IBGE, 2021. Adaptada pela autora, 2024

Com o aumento da taxa de motorização de veículos individuais há um crescimento dos congestionamentos, provocando consideráveis atrasos no deslocamento das pessoas, prolongando os tempos de viagem e diminuindo a eficácia do transporte público, tornando-o menos atrativo para os usuários. Paralelamente, há um incremento na emissão de gases poluentes na atmosfera, contribuindo para a deterioração da saúde pública e o agravamento das mudanças climáticas. Esses desdobramentos resultam em impactos ambientais, sociais e econômicos significativos.

Outro fator associado à ausência de ações eficazes no planejamento urbano no âmbito da mobilidade em Salvador é o processo de saturação do centro urbano tradicional, o qual vem ocorrendo ao longo de quarenta anos e contribuiu significativamente para o declínio dessas áreas, favorecendo a criação de novas centralidades periféricas e a desconcentração de atividades, como comércio, serviços, indústrias³ e novos centros para setores da administração pública.

Segundo Gordilho-Souza (2010, p. 80), “rompeu-se com a estrutura urbana antiga para dar lugar a uma cidade espalhada, verticalizada, de fluxos viários extensivos, segmentada por diversos usos, múltiplas funções e conteúdos sociais distintos”.

Nesse contexto, a área do Subúrbio Ferroviário, na cidade de Salvador, é um exemplo, cujo desenvolvimento teve origem a partir da construção da estrada de Ferro

³ As indústrias foram incentivadas a sair das antigas áreas industriais da cidade (Pilar e Península de Itapagipe) em 1968 com a instalação do DINURB ao longo da rodovia BR-324, a partir do bairro do Retiro (Brito, 2005).

da Bahia, da implantação da indústria têxtil e de conjuntos habitacionais (conforme será abordado no capítulo 4) que promoveram a expansão urbana do antigo centro da cidade para o norte do seu perímetro urbano.

Contudo, essa expansão urbana resultou em impactos significativos em determinadas áreas como o Subúrbio Ferroviário, caracterizada pelo surgimento de áreas urbanas densamente povoadas e pelo aumento da construção de habitações em desacordo com os parâmetros urbanísticos e construtivos estabelecidos.

Além disso, observam-se áreas precarizadas que enfrentam desafios como à falta ou distribuição inadequada de água potável, ausência de sistemas adequados de coleta e tratamento de esgoto, problemas de drenagem urbana, deficiências na coleta de resíduos sólidos, assim como a escassez de serviços e equipamentos públicos essenciais.

A interação entre o Subúrbio Ferroviário e o centro urbano tradicional de Salvador também se revela como uma das dificuldades enfrentadas, a partir das deficiências do sistema de transporte público, da topografia adversa e da fragmentação do arruamento. Esses aspectos físicos criam barreiras que ampliam as distâncias percebidas e reais entre as diferentes partes da cidade, tornando o acesso ao transporte público mais complexo e prolongando os tempos de deslocamento, especialmente para aqueles que dependem substancialmente desse meio de locomoção.

Como resultado, ocorre uma divisão espacial da cidade, com a periferia se isolando progressivamente do centro tradicional, o que agrava a segregação socioespacial, limita as oportunidades de desenvolvimento e compromete a qualidade de vida dos habitantes e do ambiente urbano. A falta de planejamento urbano amplia os desafios em áreas densas e precarizadas, como as favelas e comunidades urbanas de cidades latino-americanas, resultando em deficiências nos padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis.

Investimentos em infraestrutura, redes e estações de transporte público eficientes, aliados a políticas de gestão de tráfego e uso do solo, são essenciais para reduzir a dependência do transporte individual. Esses investimentos promovem a densificação e diversificação do uso do solo, priorizando modos de transporte não motorizados e incentivando o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público.

Tais medidas visam promover o bem-estar ambiental, a equidade social e o

desenvolvimento econômico sustentável, especialmente em áreas historicamente negligenciadas, como favelas e comunidades urbanas, garantindo que todos os cidadãos, independentemente de questões socioeconômicas, possam se beneficiar de ambientes e sistemas de transporte eficientes e sustentáveis.

1.1. Problema de Pesquisa

Dada a contextualização apresentada na Introdução deste estudo, o problema central de pesquisa pode ser delineado da seguinte forma: Como identificar e avaliar áreas com maior potencial para a futura implementação de estratégias de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público (Transit Oriented Development - TOD), de modo a subsidiar o planejamento integrado de transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas, promovendo padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis nas cidades latino-americanas?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade de aplicação da metodologia de Potencial TOD como ferramenta para subsidiar o planejamento integrado de transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas em cidades latino-americanas, com o propósito de induzir padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Calcular o Potencial TOD na área do Subúrbio Ferroviário da cidade de Salvador identificando áreas com maior ou menor aptidão para o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público, visando melhorar a sua dinâmica de interação com as áreas urbanas consolidadas;
- Fornecer subsídios de intervenção urbanística, em termos de transporte e uso do solo, baseados em princípios TOD e no Estatuto da Cidade na área em estudo.

1.3. Justificativa

No contexto delineado na Introdução e nos Objetivos deste estudo, é perceptível que a segregação socioespacial, evidenciada pelo isolamento progressivo da periferia em relação ao centro urbano tradicional, é agravada pela ausência de um planejamento urbano integrado que contemple tanto o transporte público, quanto o uso do solo, o que acarreta em lacunas na promoção da mobilidade sustentável. Nesse sentido, torna-se evidente a relevância do transporte público e do planejamento urbano como elementos fundamentais para o alcance do desenvolvimento sustentável.

No entanto, as áreas de favela e comunidades urbanas, frequentemente negligenciadas no planejamento urbano, intensificam a exclusão social e a segregação espacial das cidades. Contudo, é importante ressaltar que muitas dessas áreas manifestam uma demanda constante pelo transporte público, embora sejam frequentemente afetadas por deficiências no acesso ao sistema de transporte de alta qualidade, em parte devido à ausência de estações de transporte público.

Esses aspectos ressaltam a importância de identificar áreas com potencial para a mobilidade urbana e o desenvolvimento urbano sustentável, com o objetivo de mitigar as deficiências no acesso ao transporte de alta qualidade e promover o direito à cidade, conforme delineado pelo Estatuto da Cidade (2001), o qual estabelece diretrizes que visam assegurar o acesso equitativo aos benefícios urbanos e fomentar a inclusão social, bem como o desenvolvimento urbano justo e equilibrado.

Deste modo, a aplicação de uma metodologia centrada na elaboração de um mapa de índice de Potencial TOD tem um amplo valor instrumental e metodológico, tendo em vista que emerge como uma estratégia para a compreensão e delimitação de áreas com maior propensão, em curto prazo, para futuras políticas TOD.

Especialmente quando aplicada em áreas densas e em situação de precariedade, essa metodologia permite diversas possibilidades de intervenção, com o objetivo de promover a equidade socioespacial e enfrentar os desafios relacionados à promoção da mobilidade sustentável nos locais onde há maior necessidade. Além disso, essa abordagem possibilita uma compreensão mais abrangente dos elementos fundamentais e da dinâmica da relação entre transporte e uso do solo nesses contextos, contribuindo para embasar estratégias de intervenção mais eficazes e adaptadas às realidades locais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico desempenha um papel fundamental ao estabelecer a base conceitual essencial deste estudo, situando-o dentro do contexto teórico apropriado. Além de proporcionar a fundamentação, ele garante a credibilidade e a consistência das fontes utilizadas, essenciais para a sustentação argumentativa e interpretativa da pesquisa.

2.1. Mobilidade Urbana e Acessibilidade

A Mobilidade Urbana e a Acessibilidade são fundamentais para compreender e melhorar o fluxo e a qualidade de vida nas cidades. Investigar esses temas permite desenvolver soluções mais eficazes para os desafios contemporâneos de transporte e acesso, promovendo cidades mais inclusivas e sustentáveis. Assim, este subcapítulo explorará com mais detalhe a importância desses conceitos, a partir de suas interações e impactos.

2.1.1. Mobilidade Urbana

A mobilidade urbana está associada à facilidade de deslocamento de pessoas ou de bens nas cidades e se expressa por meio de viagens que valorizam os aspectos quantitativos e o atendimento da demanda. Dessa maneira, a mobilidade pode ser entendida como resultado da interação dos fluxos de deslocamento no espaço urbano, contemplando tanto modalidades motorizadas, quanto as não motorizadas (Brasil, 2005).

Esses deslocamentos possuem condições específicas decorrentes do seu modo de transporte, o que podem implicar diferentes consumos de tempo, espaço, energia, recursos financeiros e geração de externalidades negativas como a poluição do ar, os acidentes de trânsito e os congestionamentos (Vasconcellos *et al.*, 2011).

Desta forma, as definições abordadas acima tratam a mobilidade urbana essencialmente como uma prestação de serviço de transporte e de distribuição da infraestrutura. Essas práticas eram aplicadas essencialmente nos anos 1990, onde a principal estratégia utilizada para lidar com os impactos negativos produzidos pelo sistema de transporte e pelos problemas sociais, vinha do investimento em infraestrutura (Gronau; Kagermeier, 2004 *apud* Croese, 2016).

No entanto, a busca por soluções individualizadas no setor de transporte

resultou em um aumento significativo nos índices de motorização em diversas metrópoles, revelando-se ineficaz ao ser avaliado sob os aspectos ambientais, energéticos e de ocupação espacial, com impactos significativos na qualidade de vida urbana.

Diante da problemática, políticas que visam mitigar os impactos negativos causados pela lógica quantitativa e pelo foco no automóvel surgiram nas escalas local e global, com vistas a potencializar a sustentabilidade por meio do fomento à mobilidade urbana sustentável.

Foi então que, a partir da segunda metade do século XX, discussões sobre urbanização e sustentabilidade ganharam destaque, sendo marcadas pela Conferência de Estocolmo, em 1972, pelo relatório de Brundtland (Nosso Futuro Comum), em 1987, e pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em 1992. Esses eventos impulsionaram a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, entendido como a combinação de eficiência econômica, justiça social e prudência ambiental (Jacobi, 1999).

No contexto brasileiro, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001) atribui à União a definição das diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo transporte e mobilidade urbana, e estipula que cidades com mais de 500 mil habitantes devem elaborar o Plano de Transporte Urbano Integrado (Brasil, 2001).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, instituída em 2012 pela Lei nº 12.587/2012, determina a elaboração de Planos de Mobilidade Urbana - PlanMob para municípios acima de vinte mil habitantes, sendo um instrumento essencial para projetos de transporte integrados ao uso do solo e voltados para a melhoria da mobilidade urbana (Brasil, 2012).

A PNMU apresenta instrumentos fundamentais para assegurar a sustentabilidade e eficiência nos deslocamentos urbanos, com objetivos que incluem:

- Reduzir as desigualdades e promover a inclusão social;
- Promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais;
- Proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade;
- Promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades; e,
- Consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana. (Brasil, 2012).

Nesse contexto, torna-se evidente a importância de priorizar um sistema de transporte que promova de maneira positiva o desenvolvimento econômico e social, sem comprometer os usuários e o meio ambiente. Essa abordagem busca integrar as três dimensões fundamentais:

- a) Dimensão Social: visando satisfazer as necessidades básicas de acessibilidade e mobilidade de pessoas, empresas e da sociedade em geral;
- b) Dimensão Econômica: pautada por custos aceitáveis, operação eficiente e funcionalidade efetiva; e,
- c) Dimensão Ambiental: buscando minimizar emissões e resíduos de acordo com a capacidade de absorção do meio ambiente (Rodrigues da Silva; Costa; Macedo, 2008).

Inter-relacionado com o conceito de mobilidade urbana e com aspectos essenciais para garantir uma cidade funcional, inclusiva e sustentável, a acessibilidade apresenta sua definição no subcapítulo 2.1.2.

2.1.2. Acessibilidade

A mobilidade urbana, como mencionado no subcapítulo anterior, refere-se à capacidade das pessoas se deslocarem dentro do ambiente urbano, abrangendo diversos modos de transporte, como carro, ônibus, bicicleta e a pé.

Por outro lado, a acessibilidade diz respeito à facilidade com que as pessoas conseguem chegar a diferentes lugares e serviços, levando em consideração não apenas a disponibilidade de infraestrutura de transporte, mas também a proximidade física, a qualidade das calçadas, a presença de obstáculos e a inclusão de pessoas com mobilidade reduzida.

Entretanto, o conceito de acessibilidade apresenta variações em suas definições, especialmente quando aplicado no âmbito do transporte e do planejamento urbano. Essas variações decorrem dos objetivos específicos de estudo, da natureza do fenômeno analisado e da escala em consideração (Da Silva Portugal, 2017).

A acessibilidade ao sistema de transporte público para Vasconcellos (1985, p.26) caracteriza-se como “a facilidade (ou dificuldade) com que os locais da cidade são atingidos pelas pessoas e mercadorias, medida pelo tempo e pelo custo envolvido”.

Por sua vez, Santos (2005 *apud* Cardoso, 2006) define acessibilidade como a

distância percorrida pelo usuário desde a origem da viagem até o ponto de embarque e do ponto de desembarque até o destino final. Quanto menor a necessidade de deslocamento a pé, melhor será a acessibilidade do sistema de transporte público.

Cardoso (2006, p. 78) parte do pressuposto que “a acessibilidade ao sistema de transporte está diretamente relacionada às características da rede: sua configuração, localização, distância entre pontos de parada etc”. Assim, fica evidente que a acessibilidade não se limita à facilidade de atravessar o espaço, mas também inclui a facilidade de alcançar os destinos desejados (Portugalli, 1980 *apud* Vasconcellos, 2001).

Na área de transporte e planejamento urbano, a acessibilidade desempenha o papel de articular o transporte e o uso do solo em diferentes escalas espaciais, tais como:

- a) Microacessibilidade (escala local): que se refere ao acesso imediato a um espaço ou equipamento (pontos de ônibus, estações de metrô etc);
- b) Macroacessibilidade (escala global): definida como a "facilidade relativa de atravessar o espaço e atingir as construções e equipamentos urbanos desejados" (Vasconcellos, 2001, p. 91), ou seja, o potencial de alcançar diferentes pontos da cidade.

Deste modo, percebe-se que a condição ideal para o usuário do sistema de transporte ocorreria quando ele dispusesse de pontos de parada próximos aos locais de origem e destino de seus deslocamentos, e contasse com frequência adequada de serviço (Cardoso, 2008).

Contudo, “nas cidades brasileiras, o direito de circular e a forma com que se dá a circulação são altamente condicionados pelas condições sociais e políticas de seus habitantes” (Vasconcelos, 1993 *apud* Cardoso, 2008, p.58), induzindo a segregação dos espaços e das atividades urbanas.

Neste sentido, mostram-se necessários estudos que visem à acessibilidade ao se promover o planejamento urbano, identificando questões fundamentais dos usuários e do ambiente urbano, relacionadas à mobilidade, ao uso do solo e ao transporte público, de modo a promover uma sociedade mais equitativa, conforme será mencionado no subcapítulo 2.2 deste estudo.

2.2. Transporte e Uso do Solo e sua relação com o TOD

A integração do transporte e do uso do solo é fundamental para o desenvolvimento orientado ao transporte público, pois permite a criação de cidades mais eficientes e sustentáveis. Essa integração facilita o acesso equitativo a serviços e reduz a dependência do transporte motorizado individual, promovendo um crescimento urbano que é socialmente inclusivo e ambientalmente responsável. Os subcapítulos subsequentes oferecerão uma exposição mais detalhada desses conceitos.

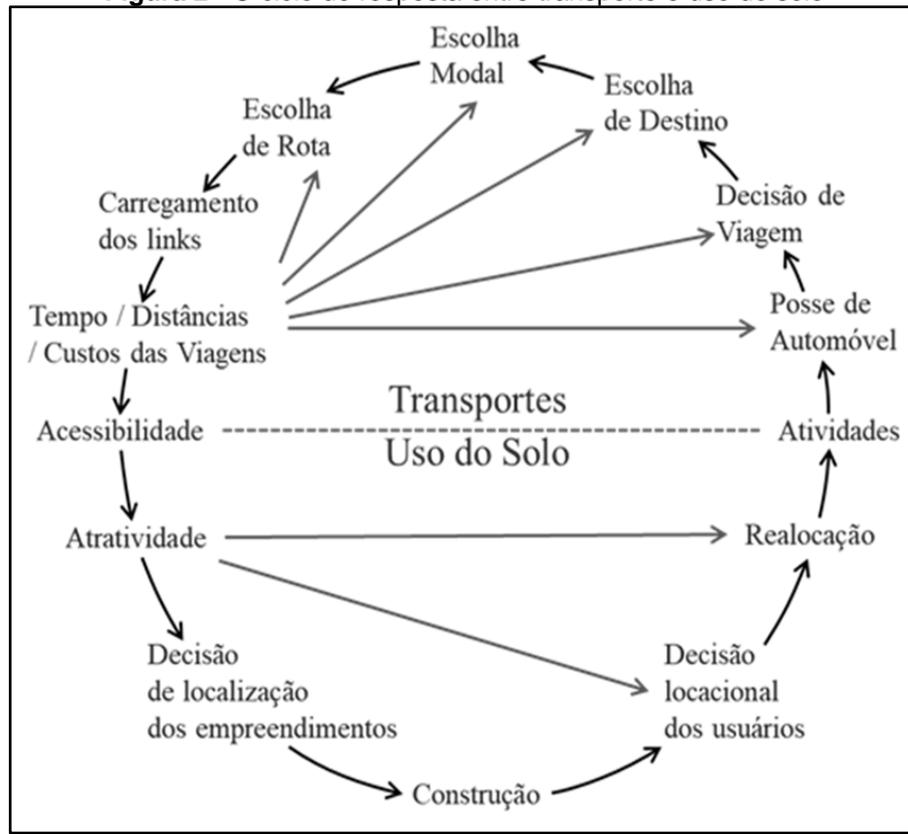
2.2.1. Transporte e Uso do Solo

A relação entre o sistema de transporte e o uso do solo se manifesta em dois aspectos distintos: em primeiro lugar, nos padrões de uso e ocupação do solo, que determinam a estrutura espacial e, por conseguinte, influenciam os volumes de transporte; e, em segundo lugar, nas características essenciais das infraestruturas de transporte, as quais devem ser projetadas de forma a corresponder adequadamente à estrutura espacial e ao uso do solo existente.

O primeiro aspecto pode ser observado por meio da crescente urbanização e expansão urbana das cidades, que ocasiona a dispersão do território e incentiva o aumento da dependência por veículos individuais em virtude ao crescimento substancial da distância das viagens. O segundo aspecto pode ser observado por meio do modo de transporte predominante das cidades (rodoviário, ferroviário, hidroviário, etc.) implantado historicamente a partir das diversas exigências que o uso do solo produz, tais como demandas por mobilidade e o sítio geográfico (Delgado, 2002).

O ciclo de resposta entre o transporte e uso do solo (Wegener, 1995 *apud* Sousa *et al.*, 2017, p. 99) (Figura 2), esquematiza a relação interativa entre decisões de viagem e padrões de uso do solo, onde atributos do solo orientam os padrões de movimento e os custos de transporte induzem a localização da população e atividades, em resposta às condições de acessibilidade, ou seja, demonstra que o nível de serviço dos sistemas de transporte estruturam o acesso às diversas atividades humanas e portanto, podem chegar a induzir as suas respectivas localizações.

Figura 2 - O ciclo de resposta entre transporte e uso do solo



Fonte: Wegener, 1995 *apud* Sousa *et al.*, 2017, p. 99

O conjunto de relações implicadas nesse ciclo pode ser elencado de tal maneira:

- a) A disposição variada do uso do solo, abrangendo áreas residenciais, industriais ou comerciais dentro do tecido urbano, influencia diretamente as atividades humanas, como trabalho, estudo, compras, entre outras;
- b) A organização das atividades humanas no espaço urbano gera interações espaciais, induzindo deslocamentos no sistema de transporte para superar distâncias e acessar diferentes locais de interesse;
- c) A distribuição das infraestruturas de transporte cria condições propícias para as interações espaciais e pode ser quantificada em termos de acessibilidade;
- d) A disposição da acessibilidade no espaço urbano impacta nas decisões de localização de empreendimentos, ocasionando alterações no uso do solo e na dinâmica urbana como um todo.

O efeito do transporte sobre o uso do solo se reflete na acessibilidade local. A melhoria da acessibilidade torna um local mais atrativo para diversos tipos de uso do solo, influenciando, assim, a direção do desenvolvimento urbano futuro. No entanto,

um aumento geral na acessibilidade em toda uma cidade pode levar a uma expansão da sua estrutura, tornando-a mais dispersa. Enquanto os custos e o tempo de viagem tendem a diminuir a distância percebida e a frequência das viagens, a acessibilidade tem o efeito oposto, incentivando viagens mais longas e frequentes.

A escolha do meio de transporte depende da atratividade comparativa entre os diferentes modos disponíveis, sendo uma das preferências os mais rápidos e econômicos. Esse modelo de relação dinâmica entre o uso do solo e o transporte, considerando também as atividades humanas, visa compreender os impactos das mudanças no uso do solo no sistema de transporte e vice-versa, permitindo prever padrões de desenvolvimento tanto do solo urbano quanto dos sistemas de transporte.

As interações delineadas no Ciclo de Resposta (Figura 2) apresentam a significativa função desempenhada pela integração entre transporte e uso do solo e a produção do espaço urbano. Iniciativas urbanísticas que priorizam o transporte público como um catalisador do desenvolvimento, fornecendo acessibilidade e facilitando o acesso a uma gama diversificada de serviços e equipamentos públicos, quando integrados a áreas de uso do solo misto, onde uma variedade de atividades urbanas é acessível, promovem a criação de ambientes urbanos mais conectados e atrativos para os modos de transporte não motorizados e sustentáveis.

Como destacado por Cervero e Kockelman (1997), essa integração pode resultar em benefícios significativos, tais como a redução da dependência do automóvel, o incentivo ao uso do transporte público e modos ativos de deslocamento, como caminhada e ciclismo, além da otimização da utilização do espaço urbano.

Portanto, assegurar a eficácia na integração entre o transporte e o uso do solo é essencial para impulsionar o desenvolvimento urbano sustentável. Esta abordagem pode ser alcançada por meio da aplicação dos princípios do Transit Oriented Development – TOD, como delineado no subcapítulo 2.2.2 a seguir.

2.2.2. Transit Oriented Development - TOD

Na década de 1990, originou-se nos Estados Unidos o movimento "New Urbanism", um conceito que critica a expansão dispersa das cidades e os significativos investimentos em infraestrutura rodoviária (Curtis; Renne; Bertolini, 2009). Nesse cenário, emergiu o conceito de Transit Oriented Development - TOD, traduzido como Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público, cuja abordagem

propõe integrar o uso do solo e os sistemas de transporte, o qual visa aproximar as pessoas de seus destinos e otimizar a utilidade dos modos de transporte público e não motorizados (Aston *et al.*, 2014).

A contribuição significativa de Peter Calthorpe para a consolidação do conceito de TOD no planejamento urbano ocorreu com a publicação de seu livro "The Next American Metropolis", em 1993. Nessa obra, foram estabelecidas diretrizes que envolvem o uso de solo misto e a proximidade dos usuários aos meios de transporte público (Calthorpe, 1993).

Segundo Calthorpe, um raio de 800 metros representa uma distância caminhável e ciclável, na qual a maioria das pessoas está disposta a percorrer para acessar serviços, empregos, áreas verdes e outras amenidades urbanas essenciais. Essa medida é central para o planejamento de áreas urbanas que incentivam o uso de modos de transporte sustentáveis, como caminhada, bicicleta e transporte público, reduzindo a dependência do automóvel e promovendo uma maior integração entre as atividades diárias dos moradores.

A caracterização de áreas TOD, conforme descrita por Nasri e Zhang (2014), engloba localidades com alta densidade populacional e uso diversificado do solo, situadas a uma distância percorrível a pé de estações de transporte. Nessas áreas, é possível realizar compras, encontrar residências e oportunidades de emprego por meio de modos não motorizados, sem excluir a presença de automóveis.

Alguns objetivos são traçados por Evans e Pratt (2007 *apud* Da Silva Portugal, 2017) ao delinear as potencialidades de TOD em relação ao transporte e ao ambiente urbano:

Para o transporte:

- Aumentar as possibilidades de residentes e visitantes beneficiarem-se das atividades disponibilizadas por meio de deslocamentos em transporte público ou a pé;
- Atrair nova demanda para o transporte público de maior capacidade, potencializando a sua produtividade;
- Favorecer o acesso à estação por modos não motorizados;
- Reduzir o tráfego veicular e as externalidades negativas associadas a ele, como poluição, congestionamentos e riscos de acidentes;
- Balancear a demanda nas estações ao longo do dia e não só nas horas de pico, bem como em ambos os sentidos de operação.

Para o ambiente urbano de qualidade:

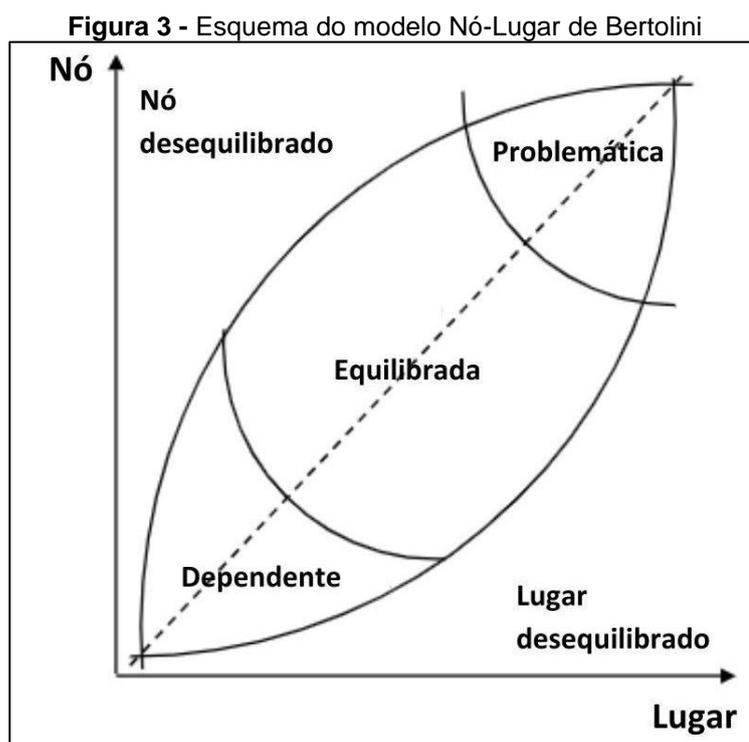
- Criar um ambiente urbano vivo e dinâmico;

- Renovar urbanisticamente áreas com boa acessibilidade que tenham sofrido deterioração ou não tenham sido desenvolvidas adequadamente desde o início;
- Reduzir os custos de novas infraestruturas que seriam requeridas para o desenvolvimento de novas áreas na periferia da cidade;
- Disponibilizar opções de moradia acessíveis para diferentes faixas da população (Evans e Pratt, 2007 *apud* Da Silva Portugal, 2017, p.177).

O TOD também pode ser compreendido por meio do conceito de Nó-Lugar, desenvolvido por Luca Bertolini (1999), que propõe uma abordagem para compreender as cidades não apenas como aglomerados de espaços urbanos, mas como redes de locais interligados.

Sob essa perspectiva, os "nós" representam pontos de interconexão na cidade, tais como estações de transporte público, centros comerciais ou áreas de alta densidade populacional, como rodoviárias, enquanto os "lugares" se referem ao potencial de desenvolvimento e à qualidade do ambiente, os quais são avaliados com base no uso do solo, considerando a intensidade e a diversidade das atividades. Esses fatores, por sua vez, influenciam a demanda potencial por transporte em cada estação (Bertolini, 2000. Bertolini; Spit, 1998).

O Modelo Nó-Lugar visa equilibrar as características das estações de transporte público e suas áreas adjacentes. Isso é alcançado por meio da construção de Índices de Nó e de Lugar, representados graficamente na Figura 3.



Fonte: Bertolini, 1999. Adaptada pela autora, 2024. Baseada em Alves *et al.*, 2017

Na Figura 3, é possível identificar cinco classes de estações: 1) equilibrada; 2) problemática; 3) dependente; 4) nó desequilibrado; e 5) lugar desequilibrado. As estações “problemáticas” são caracterizadas pela proximidade da saturação no que diz respeito ao potencial de desenvolvimento e uso do solo, assim como dos sistemas de transporte. Em contrapartida, as estações “dependentes” exibem uma oferta de transporte reduzida e baixa intensidade de atividades. Por outro lado, as estações “equilibradas” revelam uma harmoniosa integração entre a oferta de transporte e a demanda de viagens (Nó) provenientes das atividades urbanas do Lugar.

Por sua vez, as estações com “nós desequilibrados” apresentam uma subutilização da oferta de transporte em relação às atividades urbanas do Lugar, enquanto as estações de “lugares desequilibrados” evidenciam uma deficiência na oferta de transporte, indicando a necessidade de investimentos para sua ampliação ou demonstra a priorização de outros modos de transporte (Alves *et al.*, 2017).

Este modelo, concebido por Bertolini (1999), tem sido objeto de revisão por vários estudiosos em pesquisas locais, mostrando-se uma metodologia viável e adaptável para compreender os efeitos complexos em diferentes escalas e contextos. Destaca-se sua ênfase na análise da cidade como uma rede espacial, enfatizando as interações entre os diversos Nós e Lugares, por meio de uma abordagem integrada que considera não apenas os aspectos físicos, mas também as dinâmicas sociais, econômicas e culturais.

Cervero e Kockelman (1997) identificaram uma combinação de três componentes (Diversidade, Densidade e Desenho) que compõem os 3D's do ambiente construído, exercendo influência sobre o comportamento de viagem.

No entanto, à medida que a conexão entre as características do local e as escolhas de deslocamento eram mais exploradas, Ewing e Cervero (2001) acrescentaram mais dois D's, ou seja, Distância e Destino, expandindo para 5D's. Posteriormente, Ewing e Cervero (2010) propuseram 7D's, incluindo Demanda e Demografia. Cada uma dessas dimensões desempenha um papel fundamental no desenvolvimento orientado ao transporte público.

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, na sigla em inglês) também estabelece princípios TOD para orientar a implementação de projetos nas proximidades de estações de transporte. Esses princípios são:

a) Conectar - Criar redes densas de ruas e caminho; b) Adensar - Otimizar a densidade de ocupação de forma correspondente à capacidade do transporte coletivo; c) Misturar - Estimular a mistura de usos do solo, a diversidade demográfica e de renda; d) Compactar - Reestruturar as áreas urbanas para encurtar as viagens casa-trabalho-casa; e) Caminhar - Criar bairros que estimulem as pessoas a andar a pé; f) Pedalar - Priorizar redes de transporte ativo; g) Transportar - Prover acesso a sistemas de transporte coletivo de qualidade, confiáveis e integrados a cidade; e, h) Mudar - Aumentar a mobilidade regulamentando o uso de estacionamentos e de vias públicas por veículos individuais motorizados (ITDP, 2017).

Porém, para a implementação de projetos alinhados às diretrizes TOD é imprescindível contar com o respaldo de entidades públicas que endossem tal conceito, bem como com um arcabouço normativo, como uma política urbana compatível com os princípios de integração do planejamento de transporte e uso do solo (ITDP, 2017).

Nesse sentido, o TOD tem ganhado crescente relevância entre os planejadores urbanos de diversas nações. No entanto, suas práticas encontram-se predominantemente concentradas nos Estados Unidos, Austrália e, progressivamente, em países da Ásia.

No contexto dos países sul-americanos, a cidade de Bogotá, na Colômbia, implementou um sistema de transporte rápido, o Bus Rapid Transit - BRT – TransMilênio (Figura 4), para suprir as demandas decorrentes do crescimento demográfico, das baixas densidades de ocupação urbana e da crescente dispersão do tecido urbano. A adoção desse modo de transporte resultou em um significativo aumento no número de usuários do transporte público (Suzuki; Cervero; Iuchi, 2013).

Figura 4 - TransMilênio na cidade de Bogotá, Colômbia



Fonte: IDOM *et al.*, 2021

No entanto, o TransMilênio enfrenta desafios significativos devido ao alto volume de passageiros, superando a capacidade do sistema, com mais de 2 milhões

de passageiros diários, resultando em ônibus lotados constantemente. Apesar do tamanho considerável dos veículos, a capacidade é insuficiente.

O sistema BRT, embora concebido para ser semelhante ao metrô, enfrenta problemas de fluidez devido à falta de prioridade de trânsito, contribuindo para atrasos e congestionamentos. Além disso, a poluição do ar e o ruído são desafios adicionais, apesar dos ônibus modernos. A transição para veículos elétricos é vista como uma solução potencial (Mobilize, 2015).

Contudo, a fim de evitar as mesmas falhas identificadas no projeto TransMilênio, a cidade de Bogotá demonstrou um compromisso inequívoco com o TOD, ao alinhar as metas de planejamento do uso do solo tanto em seu Plano de Ordenamento Territorial – POT, quanto em seu Plano de Mobilidade, empreendendo esforços significativos para que os futuros sistemas de transporte estejam preparados para um desenvolvimento orientado (IDOM *et al.*, 2021).

No contexto brasileiro, a cidade de Curitiba associa o planejamento de transporte ao uso do solo em busca de soluções para os desafios da mobilidade urbana. O planejamento integrado do município se fundamenta em legislação específica que contempla o transporte público e fomenta a ocupação diversificada no entorno do BRT (Figura 5) (Miranda, 2010).

Apesar de sua alta dependência de veículos motorizados, incluindo o transporte individual, Curitiba adota diversas estratégias TOD, tais como a criação de infraestrutura para pedestres, o acesso a um transporte público eficiente e acessível, a promoção de usos diversificados do solo, o estímulo à atividade pública nas ruas e a preservação da identidade cultural local (Embarq Brasil, 2014).

Figura 5 - Sistema de transporte público em Curitiba, Brasil



Fonte: Mobilidade Estádio⁴, 2020

⁴ Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/por-que-o-transporte-publico-de-curitiba-e-copiado-no-mundo/>. Acesso em 09 dez. 2022.

No estado do Rio de Janeiro, o plano “Conectar Queimados” busca revitalizar a área próxima à estação ferroviária da cidade de Queimados utilizando os princípios TOD. O plano propõe a revitalização da área adjacente à estação ferroviária de Queimados, com o objetivo de estimular o adensamento residencial e comercial, fortalecer a posição da cidade como um centro regional, priorizar a segurança dos pedestres e ciclistas, além de incrementar a utilização do transporte ferroviário, entre outras medidas alinhadas aos princípios TOD (Figura 6).

Figura 6 - Plano “Conectar Queimados”: Intervenções baseadas em TOD em Queimados, Brasil



Fonte: ITDP.org⁵, 2023

Contudo, a disparidade na implementação de projetos alinhados às diretrizes TOD entre a Europa e a América do Norte, quando comparada com as cidades latino-americanas, incide na divergência do estado de desenvolvimento urbano e governança presente nesses locais.

Enquanto a maioria das cidades europeias e norte-americanas possuem sistemas de transporte público de média e alta capacidade já consolidados, com elevado nível de serviço e poucas interferências relacionadas a congestionamentos, acidentes, segurança pública e poluição ambiental, as cidades latino-americanas enfrentam rotineiramente tais desafios. Essas dificuldades estão intrinsecamente

⁵ Disponível em: <https://www.itdp.org/2023/04/21/conectar-queimados-tod-rio-stmag-34/>. Acesso em 04 abr. 2024.

ligadas à falta de um planejamento integrado do transporte e uso do solo, nas cidades do sul global, principalmente nas suas áreas urbanas precarizadas ou com menor grau de consolidação, o que contrasta com as abordagens adotadas nos países de maior renda com um espaço urbano muito mais estruturado, completo e organizado.

Deste modo, o subcapítulo 2.2.3 detalha, por meio da criação do Índice de Potencial TOD, a necessidade de investigar e obter uma maior compreensão do potencial para consolidar no futuro estratégias TOD, como uma possibilidade de induzir o desenvolvimento urbano em áreas urbanas precarizadas ou em consolidação, nas cidades latino-americanas.

2.2.3. Índice de Potencial TOD

Na literatura dedicada ao Transit Oriented Development, a avaliação do Índice TOD é predominantemente realizada em projetos já finalizados, nos quais o cálculo é conduzido na área adjacente a uma estação de transporte existente e normalmente descrita como uma área dentro dos limites transitáveis de um nó, ou seja, uma área dentro de cerca de 500m a 800m de uma infraestrutura de transporte (Singh *et al.*, 2014).

No entanto, pode ocorrer que áreas urbanas com características TOD estejam sem acesso a uma estação de transporte público, deste modo, ao empregar o Índice de Potencial TOD, torna-se viável identificar áreas com elevados níveis de desenvolvimento orientado ao transporte público, mas com deficiências no acesso ao transporte de alta qualidade (Singh *et al.*, 2014).

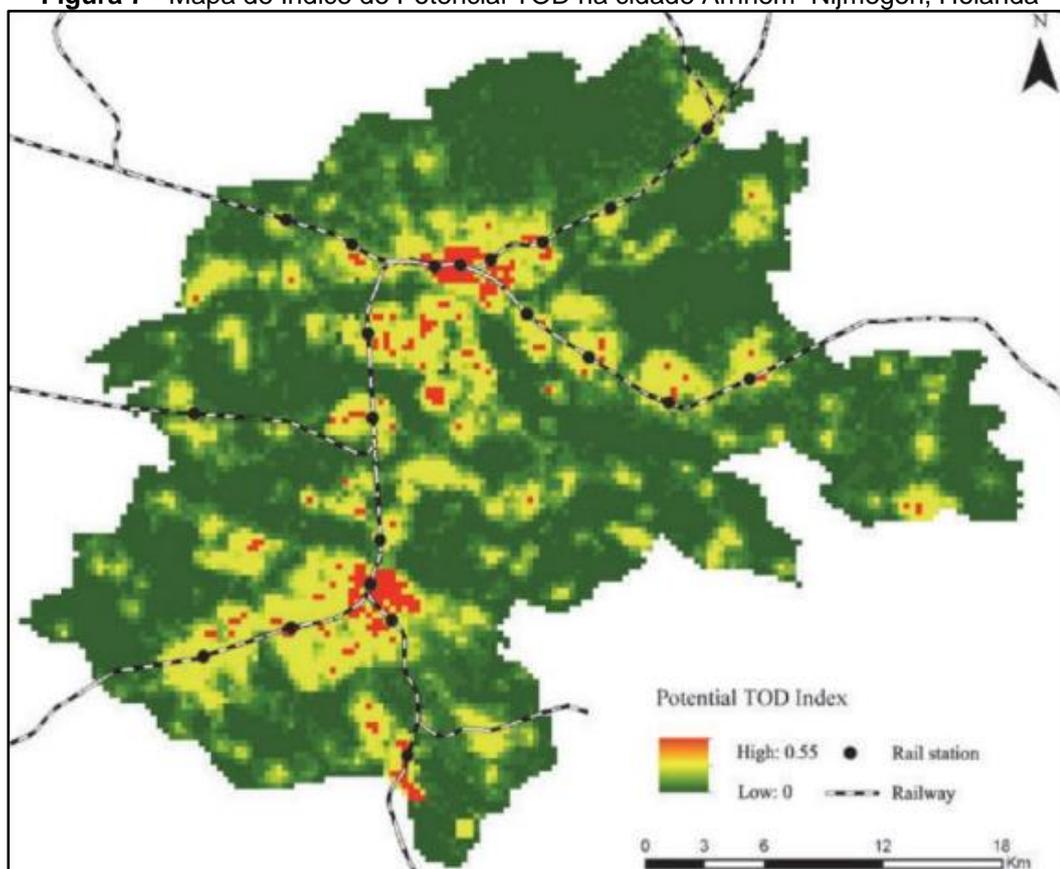
No estudo de caso conduzido por Singh (*et al.*, 2014), a avaliação do índice é conduzida por meio de uma grade composta por células, realizada na cidade de Arnhem-Nijmegen, na Holanda, onde emprega-se uma grade com dimensões de 300x300m, totalizando 12.000 células.

O cálculo do Índice é efetuado em todas as células da grade, sendo resultante da medição de quatro indicadores: 1) Densidade urbana; 2) Diversidade de uso do solo; 3) Transitabilidade e ciclabilidade; e 4) Desenvolvimento econômico. Em seguida, mapas são produzidos para cada um desses indicadores e incorporados ao software ILWIS para Análise Multicritério.

Ao final, todos os indicadores são ponderados, resultando na elaboração de um Mapa de Índice de Potencial TOD (Figura 7), que facilita a identificação das áreas com

maior ou menor Potencial TOD, orientando os traçados viários e a localização futura de estações que possam realmente induzir o desenvolvimento urbano na cidade em questão.

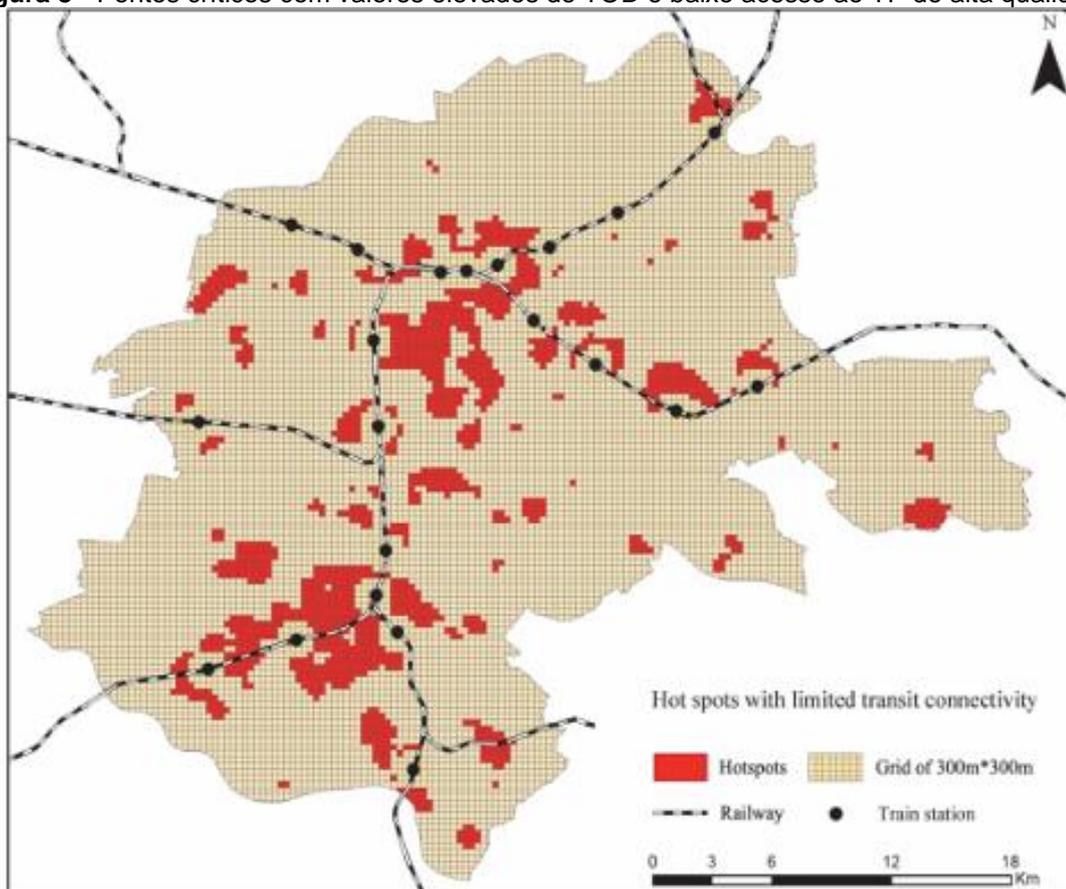
Figura 7 - Mapa de Índice de Potencial TOD na cidade Arnhem–Nijmegen, Holanda



Fonte: Singh *et al.*, 2014

Os pontos críticos remanescentes referem-se às áreas que exibem valores elevados do índice de Potencial TOD, mas que, na época da análise, apresentavam acesso limitado a modos de transporte público de alta qualidade, conforme ilustrado na Figura 8. Estas áreas merecem atenção por parte dos planejadores visando melhorar a conectividade do transporte público.

Figura 8 - Pontos críticos com valores elevados de TOD e baixo acesso ao TP de alta qualidade



Fonte: Singh *et al.*, 2014

Contudo, para identificar esses pontos críticos, é necessário mensurar o Potencial TOD em toda uma região, a fim de detectar áreas onde as condições do TOD são favoráveis, mas a oferta de conectividade da rede de transporte é deficiente (Singh *et al.*, 2014). Ao avaliar o TOD em uma escala regional, sua caracterização abrange atributos típicos do desenvolvimento urbano, como densidades populacionais, diversidade de uso do solo e outros aspectos relevantes.

Deste modo, a avaliação da capacidade de uma área urbana específica de ter ou não um elevado Potencial TOD surge como uma etapa metodológica para a compreensão do desempenho das redes de transporte e características do uso do solo preexistente na cidade, orientando a necessária análise destes espaços, visando um comportamento mais sustentável, por intermédio de intervenções em conectividade, acessibilidade e uma melhor localização das futuras estações. Neste aspecto, os diferentes graus de aptidão poderão orientar a localização e o traçado futuro da rede, principalmente em áreas urbanas precárias ou com menor grau de consolidação.

Entre os desafios para impulsionar o desenvolvimento urbano sustentável, está a implementação de um sistema de transporte público baseado em tecnologias sustentáveis e adaptadas ao contexto local, bem como a promoção de uma integração modal eficaz para os usuários. Portanto, esses aspectos serão abordados no subcapítulo 2.3, visando oferecer uma compreensão mais aprofundada de sua importância e impacto.

2.3. Transporte Público, Integração Modal e Tecnologias de Transporte

O transporte público desempenha um papel fundamental na promoção da mobilidade urbana e na redução do congestionamento. A integração modal permite uma transição eficiente entre diferentes modos de transporte, facilitando deslocamentos mais rápidos e sustentáveis, enquanto as tecnologias de transporte, são essenciais para melhorar a eficiência operacional e ambiental dos serviços públicos de transporte. Estes conceitos serão explorados em maior profundidade nos subcapítulos subsequentes.

2.3.1. Transporte Público

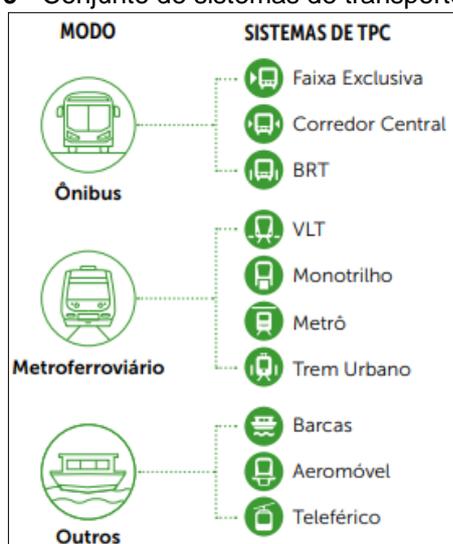
O desenvolvimento urbano conduz a um aumento contínuo na demanda por transporte, decorrente da dispersão dos locais de estudo e trabalho, uma tendência observada nos últimos anos. Como resultado, o transporte, especialmente o modo motorizado, torna-se ferramenta essencial para facilitar esse deslocamento, ajudando a otimizar o tempo de viagem do usuário até seu destino final.

Nessa perspectiva, o surgimento da indústria automobilística no país, em meados do século XX, ajudou a impulsionar a intensa urbanização no Brasil, que se desenvolveu em consonância com os princípios do transporte rodoviário motorizado. Desde então, o ônibus tem permanecido como o meio de Transporte Público – TP mais amplamente utilizado nas cidades brasileiras.

O transporte público destina-se ao uso da população em geral, independentemente de sua gestão, operação ou propriedade, podendo esta ser pública ou privada. Dentro do panorama dos sistemas de transporte, são identificados três grupos principais: a) sistemas baseados em ônibus; b) sistemas sobre trilhos; e, c) outros sistemas aplicáveis a contextos específicos, como Barcas, Teleférico, Aeromóvel, etc. (Figura 9) (Amicci *et al.*, 2018).

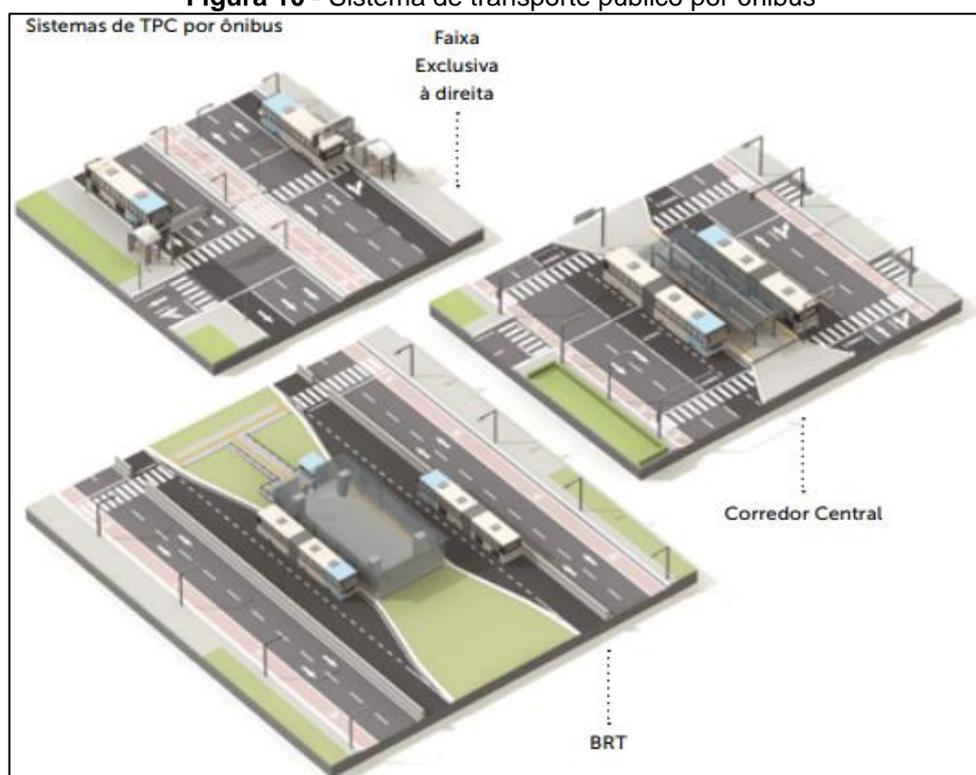
O transporte público por ônibus é frequentemente escolhido em cidades brasileiras devido à sua flexibilidade de configuração e aos menores investimentos necessários. Essa escolha abrange desde configurações simples, como redes básicas sem priorizações, até sistemas mais elaborados, como as Faixas Exclusivas, Corredor Central e BRT, que oferecem capacidades de atendimento mais amplas (Amicci *et al.*, 2018, p. 22) (Figura 10).

Figura 9 - Conjunto de sistemas de transporte público



Fonte: Amicci *et al.*, 2018

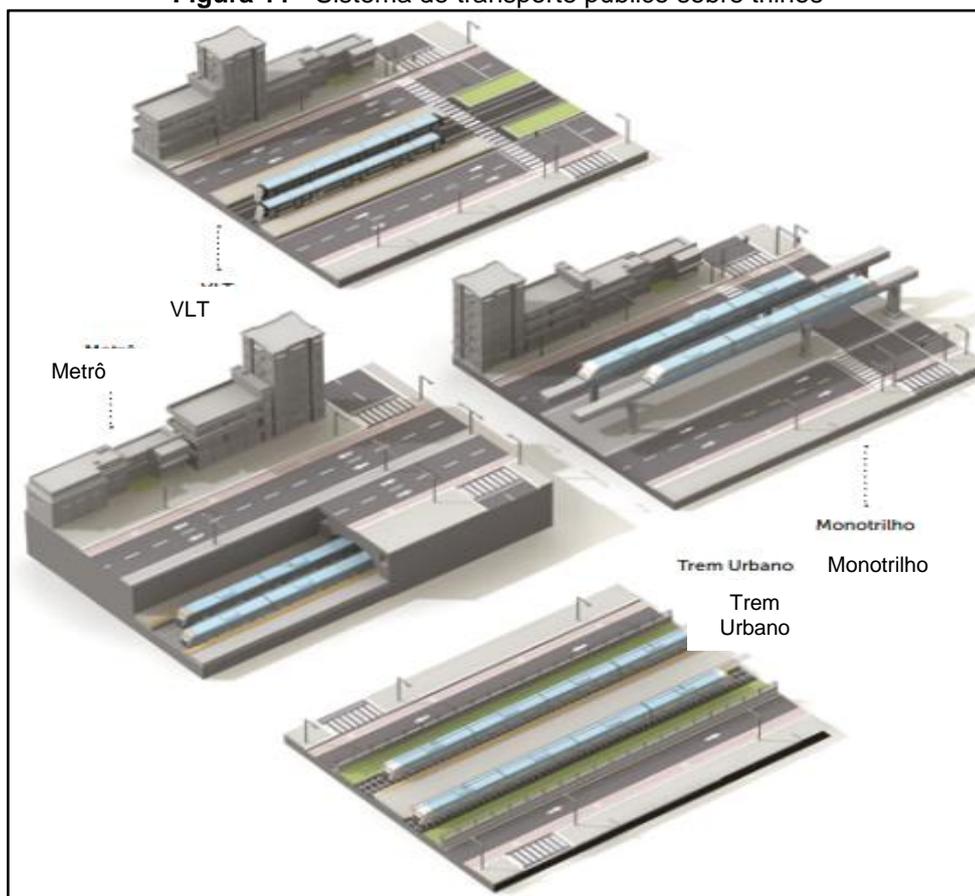
Figura 10 - Sistema de transporte público por ônibus



Fonte: Amicci *et al.*, 2018

No contexto dos sistemas de transporte público sobre trilhos, uma solução viável é representada pelo Veículo Leve sobre Trilhos - VLT, cuja operação ocorre de forma compartilhada com o tráfego geral e de pedestres. Além disso, dispõem-se de sistemas como Monotrilho, Metrô e Trem, os quais atendem demandas mais elevadas e operam em vias segregadas (Figura 11).

Figura 11 - Sistema de transporte público sobre trilhos



Fonte: Amicci *et al.*, 2018

2.3.2. Integração Modal

Independentemente da opção de modo de transporte público utilizada (subcapítulo 2.3.1), é de suma importância abordar a questão da integração modal como um elemento fundamental na busca pela eficácia da rede de transporte urbana. Deste modo, uma discussão mais detalhada sobre esse tema será apresentada a seguir.

Diversas são as definições sobre o conceito de integração modal, e autores como Sorratini e Silva (2005, p. 2) descrevem sistemas integrados de transporte como um "conjunto de medidas de natureza físico-operacional, tarifária e institucional,

destinadas a articular e racionalizar os serviços de transporte público".

Por sua vez, Cavalcante (2002, p. 16) parte do princípio de que a integração de sistemas de transporte é "uma estratégia que, ao mesmo tempo, oferece maior acessibilidade aos usuários e racionaliza a oferta dos serviços de transporte".

Essas definições enfatizam principalmente a natureza da integração sem considerar a existência de outros modos de transporte. Entretanto, Ferraz e Torres (2004) apresentam uma ideia mais próxima da pluralidade de modos de transporte, de maneira que destacam:

Quando o transbordo de passageiro (transferência de um veículo para outro) é realizado em local apropriado, exigindo pequenas distâncias de caminhada por parte dos usuários, diz-se que há integração física ou simplesmente integração dos modos de transporte. A integração física pode ser intermodal, quando a transferência de passageiros ocorre entre veículos de modos diferentes, ou intramodal quando do mesmo modo (Ferraz; Torres, 2014, p. 125).

Assim sendo, com base nos conceitos estabelecidos, torna-se evidente que a integração modal assume uma importância fundamental em diversos cenários, destacando-se:

- a) Quando as linhas radiais e transversais, já otimizadas operacionalmente ao máximo, não conseguem atender plenamente às necessidades dos usuários;
- b) Quando um determinado modo de transporte não consegue suprir o volume da demanda existente;
- c) Quando os custos de transporte se elevam a ponto de uma parcela significativa dos usuários precisar realizar múltiplas transferências para chegar aos seus destinos;
- d) Quando o sistema de transporte deixa de atender satisfatoriamente à maioria dos deslocamentos e passa a apresentar custos elevados.

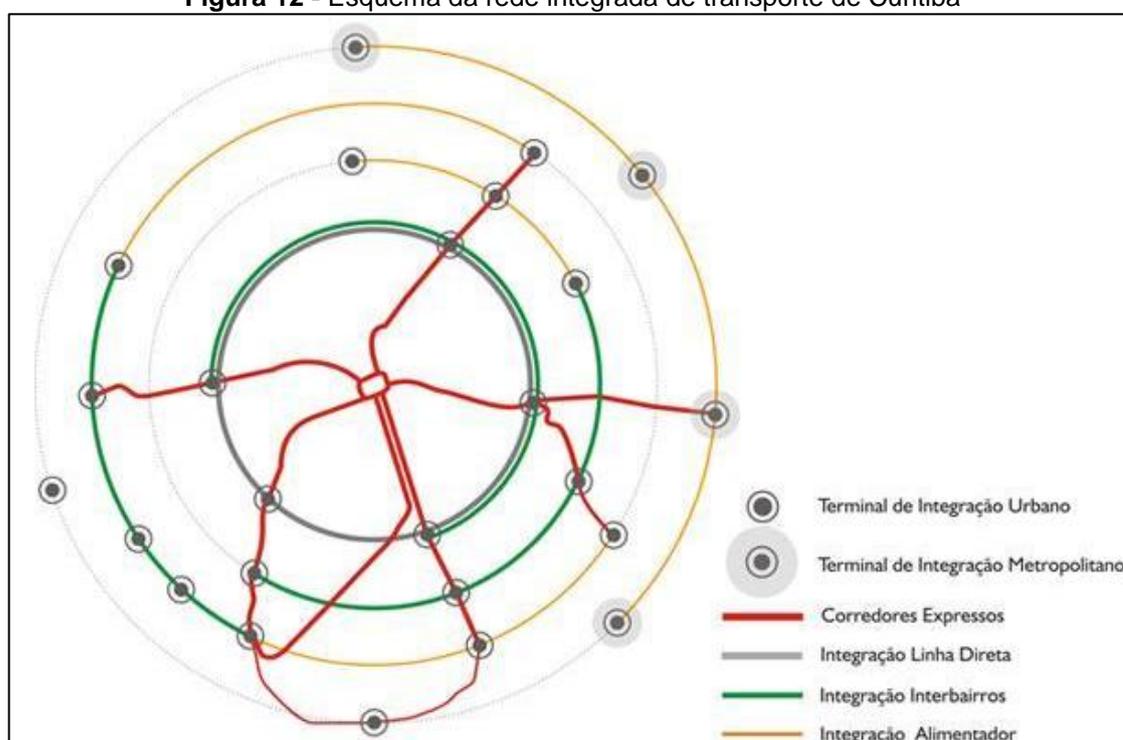
Todos os elementos mencionados comprometem a eficácia do sistema de transporte, resultando em restrições no acesso dos usuários a diferentes áreas da cidade, limitando assim, o pleno exercício do direito à cidade pela população, e contribuindo para a degradação ambiental e urbana.

De tal modo, o planejamento do sistema de integração do transporte público deve se orientar pela busca de combinação, racionalização e coordenação da oferta de transporte. Esse objetivo visa aprimorar a acessibilidade aos serviços de transporte público e à cidade em si, visando garantir a satisfação dos usuários (Cirianni, 2009,

citado por Paixão, 2011).

A Figura 12 apresenta um exemplo ilustrativo da Rede Integrada de Transporte de Curitiba - RIT, a qual permite aos usuários o uso de múltiplas linhas de ônibus mediante o pagamento de uma única tarifa. Esse processo de integração é viabilizado por meio de terminais específicos, nos quais os passageiros podem desembarcar de uma linha e embarcar em qualquer outra dentro do mesmo local e sem a necessidade de um novo pagamento. Dessa maneira, os usuários têm a possibilidade de elaborar itinerários personalizados para se locomover entre diferentes bairros da cidade de Curitiba.

Figura 12 - Esquema da rede integrada de transporte de Curitiba



Fonte: Urbs⁶

Portanto, conclui-se que a implementação da integração modal apresenta vantagens potenciais, como o aumento da quantidade de viagens, a redução de custos e impactos ambientais e o acesso da população a diferentes locais da cidade, além de contribuir para a diminuição de congestionamentos nas vias urbanas. Quando combinada com uma seleção apropriada de tecnologias de transporte que enfatizem a eficiência e sustentabilidade, conforme ressaltado no subcapítulo 2.3.3, ela fomenta

⁶ Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte/18>. Acesso 01 mar. 2024.

o estabelecimento de uma rede integrada de transporte de alta qualidade.

2.3.3. Tecnologias de Transporte

A promoção do transporte público desempenha um papel essencial na vida urbana, permitindo a acessibilidade universal, a redução de congestionamentos e a mitigação da poluição ambiental. Assim sendo, investir em modos de transporte sustentáveis é determinante para otimizar o sistema e melhorar a qualidade de vida nas cidades, além de reduzir o impacto ambiental.

Nos próximos subcapítulos, serão discutidos dois tipos de sistemas de transporte sobre trilhos - VLT e Monotrilho - que apresentam características sustentáveis, promovendo a mitigação dos impactos ambientais.

2.3.3.1. O Veículo Leve sobre Trilhos - VLT

O Veículo Leve sobre Trilhos constitui um meio de transporte sobre trilhos que pode operar de maneira segregada ou compartilhada com o tráfego viário convencional. Sua implantação em superfície facilita a adaptação em áreas metropolitanas, sendo particularmente adequado para percursos com distâncias entre 10 km e 40 km. Em faixas compartilhadas, sua velocidade média varia entre 20 e 35 km/h, alcançando até 80 km/h em linhas segregadas dentro do contexto urbano (Santos, 2016).

Dado o predomínio do uso da eletricidade como fonte de energia, o VLT apresenta baixo impacto ambiental, contribuindo para a redução de emissões de poluentes locais e de gases de efeito estufa. No espectro metroferroviário, sua capacidade é considerada a menor, comportando no máximo 13 mil passageiros/hora/sentido (Amicci *et al.*, 2018).

De maneira geral, a distância entre as estações de VLT varia entre 300 a 1000 metros. A alimentação do sistema pode ser realizada por meio de catenária (distribuição elétrica aérea semelhante à utilizada em trens urbanos) ou pelo sistema de Alimentação Pelo Solo - APS, que emprega um terceiro trilho instalado entre os trilhos de rolamento para transferência de energia quando em contato com o veículo (Miranda, 2017). Em relação à declividade, os VLT's são projetados para operar em desníveis relativamente suaves, em torno de 6% a 8% (Vuchic, 2007).

Considerado um sistema seguro, o VLT permite o tráfego de pedestres sobre a

linha, uma vez que a carga elétrica é acionada apenas quando o veículo entra em contato com o trilho. No Brasil, três VLT's estão em operação, um no Estado do Ceará, VLT de Sobral, outro na Baixada Santista, em São Paulo, e um terceiro no estado do Rio de Janeiro, o VLT Carioca (Figura 13).

Figura 13 - VLT Carioca



Fonte: Transporte Moderno⁷, 2016.

2.3.3.2. Monotrilho

O primeiro sistema de Monotrilho concebido no mundo remonta ao século XIX, no Reino Unido, tendo realizado sua primeira viagem em 1825, transportando tijolos. Posteriormente, em 1886, foi estabelecido o primeiro sistema de Monotrilho suspenso, utilizando ligas de metal leve, na cidade de Nova Jersey, nos Estados Unidos. Entre os anos de 1900 e 1901, a cidade de Wuppertal, na Alemanha, construiu seu Monotrilho suspenso, o qual permanece em operação até os dias atuais (Figura 14) (Viatrolebus, 2020).

Figura 14 - Monotrilho suspenso de Wuppertal na Alemanha



Fonte: Viatrolebus⁸, 2019

⁷ Disponível em: <https://transportemoderno.com.br/2016/07/06/vlt-inicia-operacao-na-cidade-do-rio-de-janeiro/>. Acesso 21 out. 2022.

⁸ Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2019/09/monotrilho-suspenso-de-wuppertal-ganha-novo-sistema-de-sinalizacao/>. Acesso 7 mar. 2024.

A empresa alemã Alweg desenvolveu um sistema de monotrilho aéreo, com trens suportados por vigas, uma configuração que continua sendo utilizada até os dias atuais e serviu de inspiração para os sistemas de Monotrilho em São Paulo, nos Estados Unidos e em países asiáticos. A Ásia adotou essa tecnologia, inspirada no sistema da empresa Alweg, e atualmente possui diversas linhas de Monotrilho no Japão e na China.

O sistema de Monotrilho mais comum atualmente é movido por propulsão elétrica, resultando em nenhuma emissão de poluentes. Os trens circulam em vias elevadas e segregadas, não interferindo no tráfego de veículos. Este modo de transporte utiliza pneus internos de borracha para sustentação, guia e estabilização, enquanto o tráfego é realizado sobre uma viga guia de concreto (Yoshida; Dinis, 2018).

No Brasil, a cidade de São Paulo implantou duas linhas de Monotrilho: a Linha 15 - Prata, que está em operação (Figura 15), e a Linha 17 - Ouro, cuja entrega estava inicialmente prevista para 2014, mas, devido a atrasos e mudanças no projeto, em abril de 2024 ainda se encontra em fase de construção.

Figura 15 - Monotrilho: Linha 15 – Prata, na cidade de São Paulo



Fonte: Diário do Transporte⁹, 2020

O processo de implantação do monotrilho em São Paulo enfrentou diversos desafios, incluindo questões como a falta de assistência social e dificuldades nas negociações para desapropriação das famílias situadas nas proximidades da Linha 17, além da existência de edifícios construídos ao longo do trajeto previsto para o

⁹ Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2019/12/06/linha-15-prata-de-monotrilho-de-sao-paulo-tera-interdicao-e-paese-no-fim-de-semana/>. Acesso 21 out. 2022.

Monotrilho desta linha específica.

As expectativas de que as linhas de Monotrilho teriam custos inferiores aos do Metrô e seriam implantadas de forma mais rápida não se concretizaram na capital paulista. Todas as linhas deveriam ter entrado em operação desde 2014. A Linha 15, atualmente em funcionamento, tem sido frequentemente afetada por falhas graves, incluindo descarrilamentos, quebras e colisões entre os trens, o que compromete tanto a operação quanto a rotina dos passageiros.

No Brasil, uma expressiva parcela de usuários que utilizam o transporte público e, por consequência, poderiam ter acesso às tecnologias de transporte de alta qualidade mencionadas anteriormente, são residentes de áreas de favela e comunidades urbanas. Neste contexto, o próximo subcapítulo 2.4 abordará os instrumentos de política urbana, como as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, contidos no Estatuto da Cidade e que podem ter aplicação potencial nessas áreas.

2.4. O Estatuto da Cidade e os instrumentos de política urbana: Possibilidades para o TOD em áreas urbanas em processo de consolidação

A desigualdade socioespacial da urbanização brasileira é evidenciada pela presença de Favelas e Comunidades Urbanas¹⁰, refletindo a incompletude das políticas governamentais e investimentos privados em infraestrutura, serviços públicos e proteção ambiental.

Em Salvador, a produção habitacional para a população empobrecida se concentrou principalmente nas áreas do Miolo e do Subúrbio Ferroviário. Isso ocorreu por meio de iniciativas formais e públicas, como a construção de conjuntos habitacionais e por ocupações espontâneas e irregulares em áreas como loteamentos clandestinos. Muitas dessas ocupações ocorrem em áreas vulneráveis, como encostas e localidades alagadiças, com infraestrutura e planejamento urbano precários.

Dentro deste contexto, foi promulgada no Brasil, em 2001, a Lei Federal nº 10.257, conhecida como Estatuto da Cidade. Esta legislação se estabeleceu como um instrumento fundamental para delinear a ordenação do desenvolvimento urbano,

¹⁰ Em 2024 a nova nomenclatura "Favelas e Comunidades Urbanas" foi escolhida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, após estudos técnicos e consultas a diversos segmentos sociais, visando refletir a perspectiva dos direitos constitucionais fundamentais da população à cidade.

consolidar a função social da propriedade urbana, estabelecer diretrizes para a elaboração de planos diretores municipais e promover o bem-estar dos habitantes.

O Estatuto da Cidade é um marco significativo na legislação brasileira, cujas origens remontam à Constituição Federal de 1934. No entanto, foi somente em 1988, com a promulgação da nova Constituição Federal, que foram estabelecidas de forma mais sólida as bases da Política Urbana, delineando princípios, diretrizes e instrumentos para promover a reforma urbana. Dentre esses instrumentos, destacam-se:

- **Direito de Preempção:** permite ao poder público adquirir um imóvel antes de sua venda a terceiros, visando assegurar o uso adequado do espaço, evitar a especulação imobiliária e promover o desenvolvimento sustentável das cidades;
- **Outorga Onerosa do Direito de Construir:** permite aos proprietários ampliar o potencial construtivo de seus imóveis mediante contrapartida financeira ao poder público, promovendo o adensamento urbano controlado e o desenvolvimento equilibrado das áreas urbanas;
- **Operações Urbanas Consorciadas:** planejadas pelo poder público, visam revitalizar espaços degradados, melhorar a infraestrutura e promover o desenvolvimento urbano sustentável por meio de parcerias público-privadas;
- **IPTU Progressivo:** prevê o aumento gradual da alíquota do IPTU sobre imóveis subutilizados ou não edificados em áreas urbanas valorizadas, estimulando sua utilização adequada e combatendo a especulação imobiliária;
- **Transferência do Direito de Construir:** permite a transferência do direito de construir de uma área para outra, viabilizando o adensamento urbano em locais apropriados e preservando áreas sensíveis.

Além desses instrumentos de política urbana, destacam-se as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, definidas principalmente em áreas ocupadas por assentamentos precários, como favelas e loteamentos irregulares. As ZEIS visam garantir o direito à cidade, combater a segregação socioespacial e promover a inclusão social e o desenvolvimento urbano sustentável.

A delimitação das ZEIS geralmente envolve a identificação de áreas ocupadas irregularmente, o mapeamento das características socioeconômicas da população

residente e a elaboração de um plano de regularização fundiária e urbanística.

A regulamentação de áreas como ZEIS pode incluir medidas como a concessão de títulos de propriedade ou de direito real de uso aos moradores, a implementação de infraestrutura básica, como redes de água e esgoto, pavimentação de vias e fornecimento de energia elétrica, além da oferta de serviços públicos, como educação, saúde e transporte. Para que uma área seja reconhecida como ZEIS, é necessário que o poder público a delimite como uma área de interesse social, conforme previsto no Estatuto da Cidade.

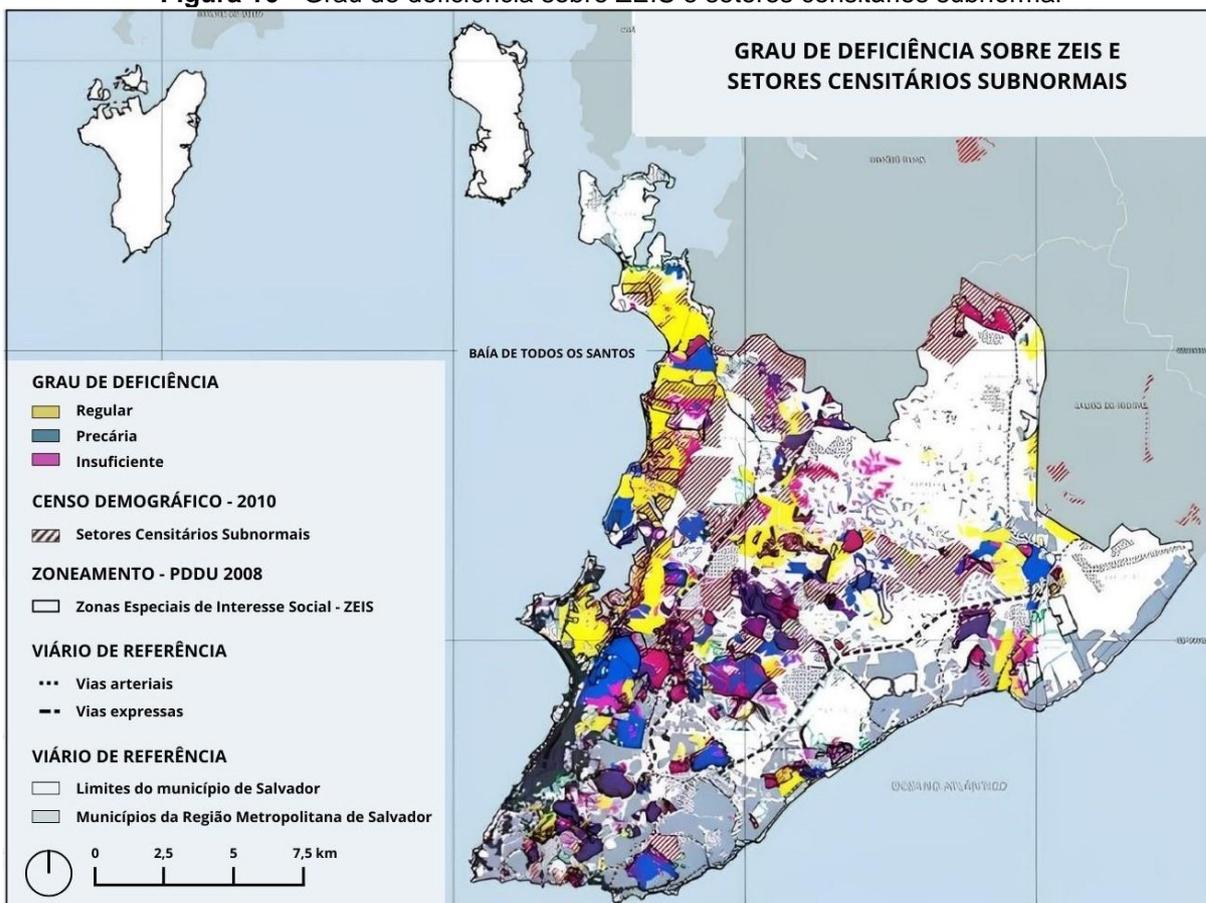
O Censo Demográfico do IBGE de 2010 registrou 275 mil domicílios permanentes em Aglomerados Subnormais¹¹ em Salvador, abrigando cerca de 882 mil pessoas. Embora essas áreas não englobem todos os assentamentos precários, sua distribuição permite identificar padrões de segregação socioespacial, evidenciando a baixa qualidade das habitações e a carência de infraestrutura.

Um estudo do CEM/Cebrap revelou que, além dos aglomerados subnormais identificados pelo Censo Demográfico de 2010 do IBGE, várias outras áreas da cidade compartilham características semelhantes com assentamentos precários. Isso sugeriu que a demarcação do Censo (IBGE, 2012) não foi o suficiente para compreender totalmente a inadequação habitacional (Salvador, 2020).

Além disso, as ZEIS delimitadas pelo PDDU de Salvador de 2008 não correspondiam a esses aglomerados subnormais, nem ao levantamento feito no estudo sobre a Ocupação Urbana de Salvador, realizado por Gordilho-Souza (2008) (Figura 16). Portanto, para melhorar a identificação de áreas densas e com infraestrutura precária no PDDU de Salvador de 2016, além das referências do Censo Demográfico e do estudo de Gordilho-Souza, foram adotados indicadores adicionais, como presença de saneamento e qualidade da habitação, o que aumentou significativamente o número de áreas demarcadas como ZEIS, totalizando 234, das quais 214 são ocupadas e 20 estão em terrenos não edificados.

¹¹ O IBGE está substituindo a denominação de “Aglomerados Subnormais”, adotada pelo instituto em seus censos e pesquisas desde 1991, por “Favelas e Comunidades Urbanas” (IBGE, 2024).

Figura 16 - Grau de deficiência sobre ZEIS e setores censitários subnormal



Fonte: Plano Salvador 500. Salvador, 2020. Adaptada pela autora, 2024.

As 214 áreas de ZEIS do PDDU de Salvador (2016) foram subdivididas em cinco categorias, conforme ilustrado na Figura 17, que refletem as características físicas e simbólicas dos respectivos territórios, sendo elas:

I - ZEIS-1: correspondente aos assentamentos precários - favelas, loteamentos irregulares e conjuntos habitacionais irregulares - habitados predominantemente por população de baixa renda e situados em terrenos de propriedade pública ou privada, nos quais haja interesse público em promover a regularização fundiária e produzir HIS e HMP;

II - ZEIS-2: correspondente à edificação ou conjunto de edificações deterioradas, desocupadas ou ocupadas predominantemente sob a forma de cortiços, habitações coletivas, vilas ou filas de casas, localizados em regiões com infraestrutura urbana consolidada, nos quais haja interesse público em promover a regularização edilícia, sua reutilização e a regularização das unidades imobiliárias, destinando-as prioritariamente a HIS e HMP;

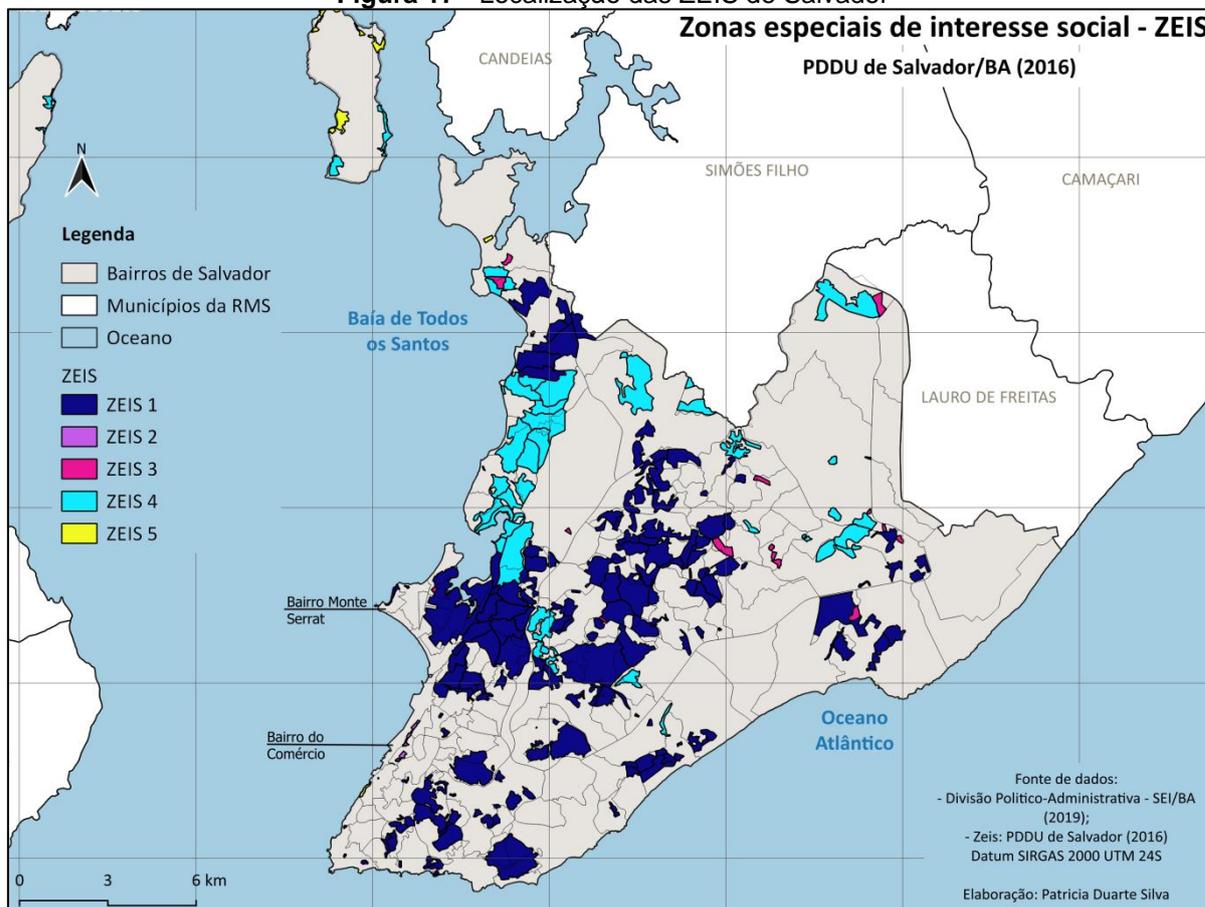
III - ZEIS-3: correspondente aos terrenos não edificados, subutilizados ou não utilizados, nos quais haja interesse público na implantação de HIS e HMP;

IV - ZEIS-4: correspondente aos assentamentos precários ocupados por população de baixa renda, inseridos em APA ou em APRN, localizados em áreas públicas ou privadas, nos quais haja interesse público em promover os meios para a regularização fundiária e recuperação ambiental, considerando a legislação específica vigente;

V - ZEIS-5: correspondente aos assentamentos ocupados por comunidades quilombolas e comunidades tradicionais, especialmente aquelas vinculadas à pesca e mariscagem, localizados em áreas públicas ou privadas, nos quais

haja interesse público em promover os meios para a regularização fundiária e recuperação ambiental e medidas necessárias à manutenção de suas tradições e cultura (Salvador, 2016).

Figura 17 - Localização das ZEIS de Salvador

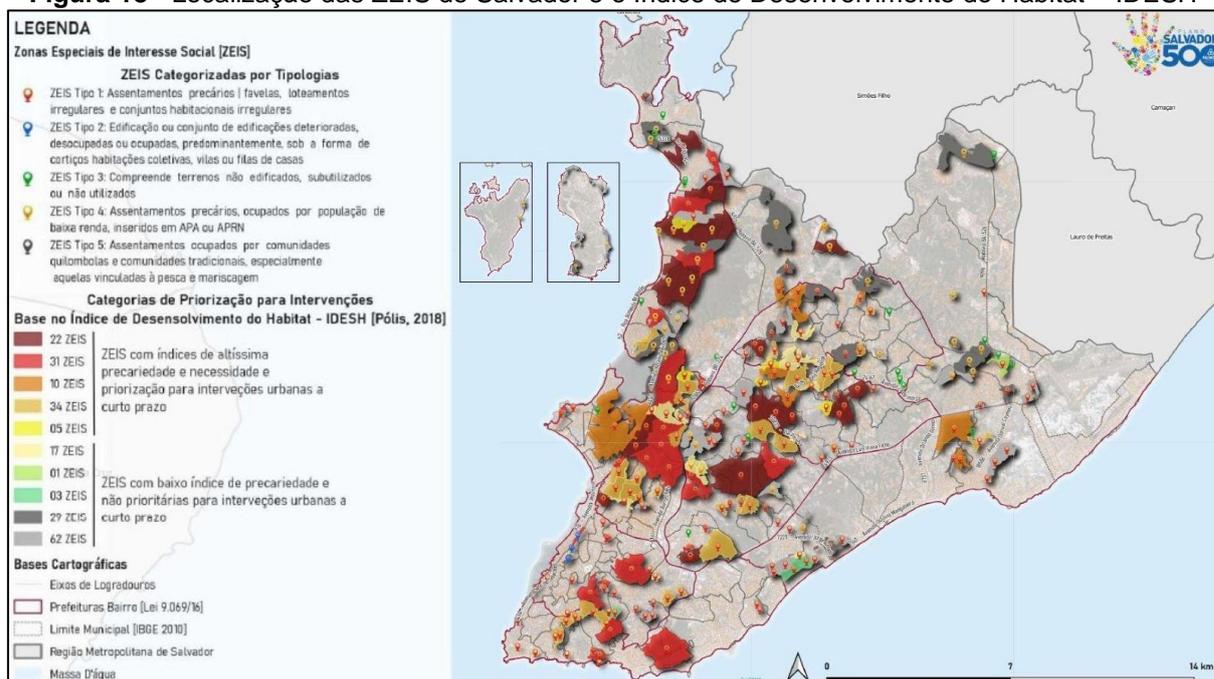


Fonte: Elaborada pela autora, 2024. Baseada no PDDU, 2016

Porém, as ZEIS em Salvador não estão regulamentadas, e conforme o PDDU de 2016, a regularização deve seguir um Plano de Regularização Fundiária. Esse processo envolve várias fases, desde a elaboração até a execução das intervenções, todas sujeitas à análise e aprovação da Comissão de Regularização de ZEIS. Essa comissão deve ser composta de forma equitativa por membros do poder público municipal e da sociedade civil, incluindo residentes, associações de moradores das áreas adjacentes e proprietários de imóveis das ZEIS (PDDU de Salvador, 2016).

No entanto, apesar de não regulamentadas, a definição das ZEIS de Salvador permitiu a realização de um estudo em colaboração com a Unesco/FMLF e o Instituto Polis. Esse estudo resultou no desenvolvimento de uma metodologia de priorização, que utiliza o Índice de Desenvolvimento do Habitat - IDESH para caracterizar as condições físicas e sociais das ZEIS e ordená-las de acordo com a urgência de intervenção (Figura 18).

Figura 18 - Localização das ZEIS de Salvador e o Índice de Desenvolvimento do Habitat – IDESH



Fonte: Plano Salvador 500. Salvador, 2020. Adaptada pela autora, 2024

Portanto, o contexto exposto ao longo do subcapítulo evidencia a necessidade de regulamentação das áreas de ZEIS de uma forma integrada com a implementação de instrumentos de política urbana baseados em princípios TOD, sendo isto uma medida fundamental para delinear a ordenação do desenvolvimento urbano, consolidar a função social da propriedade urbana, promover a inclusão social, reduzir a segregação socioespacial e assegurar o direito à cidade para os moradores de favelas e comunidades urbanas.

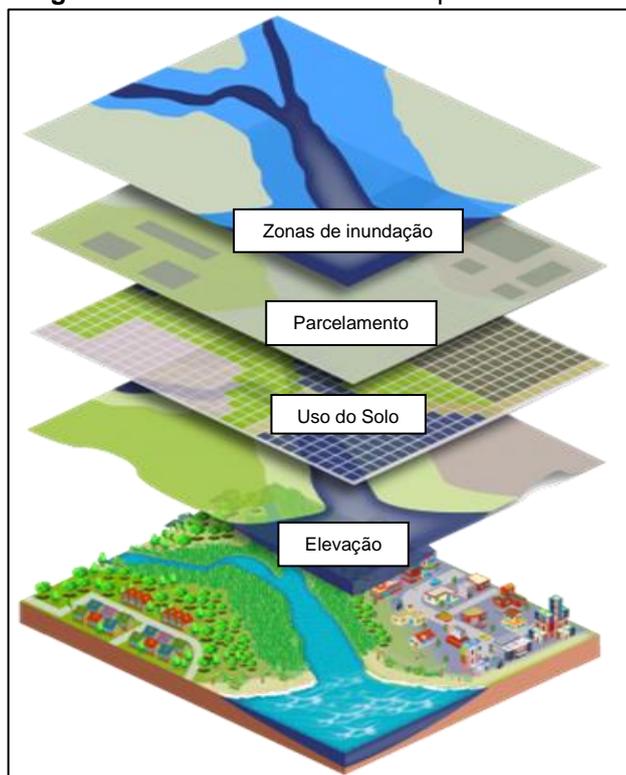
2.5. Análise Multicritério em SIG

Este subcapítulo explora a tomada de decisões em contextos nos quais múltiplos critérios precisam ser considerados e representados por meio de análises espaciais. Desta forma, a seguir, será fornecida uma exposição mais detalhada sobre essas abordagens, destacando suas complexidades e aplicações.

“Sistemas de Informações Geográficas - SIG são sistemas computacionais feitos para armazenar e processar informação geográfica” (Longley *et al.*, 2013). Deste modo, a plataforma SIG oferece estruturas e processos para os dados, por meio da integração, gerenciamento, modelagem, mapeamento e análise, possibilitando o planejamento, tomada de decisão e monitoramento dessas informações, como é possível observar por meio da Figura 19 e a visualização de diferentes fontes de dados

a partir das camadas de dados vetoriais e matriciais.

Figura 19 - Camadas de dados espaciais em SIG



Fonte: Geosemfronteiras.org, 2021¹²

Portanto, associando parâmetros e propriedades de um mesmo espaço físico, aumenta-se a capacidade de interpretar fenômenos ou problemas ocorridos nesse espaço, facilitando a identificação de suas principais causas ou motivações (Loch, 2006). Moura (2014) destaca que o SIG possibilita tanto a definição física quanto a análise quantitativa, juntamente com análises qualitativas, atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida.

Na área de transporte, o SIG permite ao planejador organizar, visualizar, quantificar dados e identificar padrões e tendências, facilitando a compreensão da distribuição espacial do fenômeno em análise e permitindo a estimativa de valores futuros (Viana, 2016).

Ao utilizar o SIG para tomada de decisão, um dos métodos frequentemente empregados é a Análise Multicritério, do inglês Multicriteria Analysis - MCA. A análise de decisão multicritério é um procedimento metodológico que consiste em mapear diversos critérios relacionados a um determinado problema e, posteriormente,

¹² Disponível em: <https://geosemfronteiras.org/blog/sistemas-de-informacao-geografica-sig/>. Acesso 15 mai. 2024

estabelecer o grau de pertinência e importância entre eles (Moura, 2007).

De acordo com Ensslin (2001, *apud* Silva, 2014) cada critério é uma função matemática que mede o desempenho das ações potenciais em relação a um determinado aspecto. A análise multicritério é empregada quando variáveis qualitativas e/ou subjetivas estão envolvidas.

Muitos são os métodos de análise multicritério disponíveis na literatura, contudo alguns são amplamente recomendados em decorrência da sua facilidade de aplicação, como é o caso do método Analytic Hierarchy Process - AHP. Criado por volta da década de 1970, pelo professor Thomas L. Saaty, o método é replicado até os dias atuais para situações complexas, nas quais existem muitos critérios conflitantes (Golden *et al.*, 1989).

O método AHP segue uma ordem de processo, iniciando com a definição dos critérios relevantes para a investigação. Este processo permite normalizar os valores dos critérios não comparáveis entre si para uma mesma escala, facilitando a agregação entre eles.

Os critérios devem ser selecionados previamente de acordo com sua relevância em relação ao problema em questão. Após a seleção, eles são avaliados entre si por especialistas da área de conhecimento, que determinam o nível de importância de cada um.

A atribuição de pesos é baseada na comparação paritária dos critérios considerados, ou seja, dois a dois, indicando sua importância relativa. A comparação é realizada respondendo à seguinte pergunta: “Qual, e quanto um critério é mais importante que o outro?”. Cada especialista responde individualmente a essa pergunta por meio de uma matriz.

O método estabelece uma escala de comparação que varia de 1 a 9, denominada Escala Fundamental de Saaty (Quadro 1).

Quadro 1 - Escala fundamental de Saaty

Escala de importância	Avaliação	Recíproco	Caracterização
IGUAL	1	1	Os dois atributos contribuem igualmente para os objetivos.
MODERADA IMPORTÂNCIA (pequena de um sobre o outro)	3	1/3	Um atributo é levemente favorecido sobre outro.
MAIS IMPORTANTE (grande ou essencial)	5	1/5	Um atributo é fortemente favorecido em relação a outro.
MUITO IMPORTANTE	7	1/7	Um atributo é fortemente favorecido em relação a outro e pode ser demonstrado na prática.
IMPORTÂNCIA EXTREMA (absoluta)	9	1/9	Um atributo é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza.
VALORES INTERMEDIÁRIOS	2, 4, 6, e 8	-	Quando se procura condições intermediárias entre duas definições. É necessário acordo.

Fonte: Amicci *et al.*, 2018

Os julgamentos são feitos comparando os atributos que estão em linha aos pares respectivos que estão em colunas. É importante ressaltar que a matriz de Saaty é recíproca, o que significa que cada critério tem a mesma importância em relação a si mesmo.

No exemplo apresentado no Quadro 2 é possível observar que o “Atributo 2” é 5 vezes mais importante que o “Atributo 1” e 3 vezes menos importante que o “Atributo 3”. Ao final do julgamento, o peso parcial de cada atributo é obtido por meio da somatória de cada coluna.

Quadro 2 - Exemplo de construção de matriz de comparação par a par para 3 critérios

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3
ATRIBUTO 1	1	5	3
ATRIBUTO 2	1/5	1	3
ATRIBUTO 3	1/3	1/3	1
SOMA	1,53	6,33	7,00

Fonte: Amicci *et al.*, 2018

A normalização é obtida por meio da divisão do valor de cada atributo (linhas) pela soma da coluna correspondente. Ao final, a soma dos valores das colunas deverá resultar no valor 1 (um). (Quadro 3).

Quadro 3 - Matriz comparativa normalizada (divisão pela soma)

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3
ATRIBUTO 1	$1 \div (1,53) = 0,65$	$5 \div 6,33 = 0,79$	$3 \div 7,0 = 0,43$
ATRIBUTO 2	$(1 \div 5) \div (1,53) = 0,13$	$1 \div 6,33 = 0,16$	$3 \div 7,0 = 0,43$
ATRIBUTO 3	$(1 \div 3) \div (1,53) = 0,22$	$(1 \div 3) \div 6,33 = 0,05$	$1 \div 7,0 = 0,14$

Fonte: Amicci *et al.*, 2018

O peso relativo é obtido por meio da média aritmética dos valores de cada um dos atributos, dividido pelo número de atributos (Quadro 4). O resultado pode ser interpretado como a participação percentual de cada item avaliado, representando a sua importância relativa.

Quadro 4 - Pesos relativos (soma dos valores normalizados de cada atributo)

	Pesos relativos	Pesos em porcentagens
ATRIBUTO 1	$(0,65 + 0,79 + 0,43) \div 3 = 0,623$	62,3%
ATRIBUTO 2	$(0,13 + 0,16 + 0,43) \div 3 = 0,239$	23,9%
ATRIBUTO 3	$(0,22 + 0,05 + 0,14) \div 3 = 0,138$	13,8%

Fonte: Amicci *et al.*, 2018

O próximo passo consiste em verificar a consistência dos atributos. Este processo tem como objetivo avaliar se os especialistas mantiveram coerência em suas opiniões durante o processo decisório (Gomede *et al.*, 2012).

O índice de consistência (IC) é calculado a partir do autovalor máximo (λ_{\max}) e do número de variáveis analisadas ($n = 3$, neste caso), conforme a equação a seguir.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

De acordo com Saaty (1991), o autovalor máximo (λ_{\max}) é calculado pela multiplicação da matriz de comparação (A) pela matriz de pesos normalizados (p). O resultado obtido (Ap) é então dividido pelo vetor de pesos normalizados (p), conforme demonstrado na equação a seguir:

$$\lambda_{\max} = \text{média dos valores da matriz resultante de } \frac{Ap}{p}$$

Caso o índice de consistência (IC) seja menor que 0,1, considera-se que há consistência suficiente para prosseguir com os cálculos de AHP. Caso contrário, recomenda-se que os julgamentos sejam revisados até que a consistência seja

alcançada. Saaty (1991) também propõe a utilização da Razão de Consistência (RC), calculada pela divisão do IC pelo Índice Randômico (IR) (Tabela 2), que varia conforme o tamanho “n” da amostra. Ainda conforme o autor, a condição de consistência dos julgamentos é satisfeita quando $RC \leq 0,10$.

Tabela 2 - Índice Randômico, definido em função do número de elementos comparados (n)

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IC	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

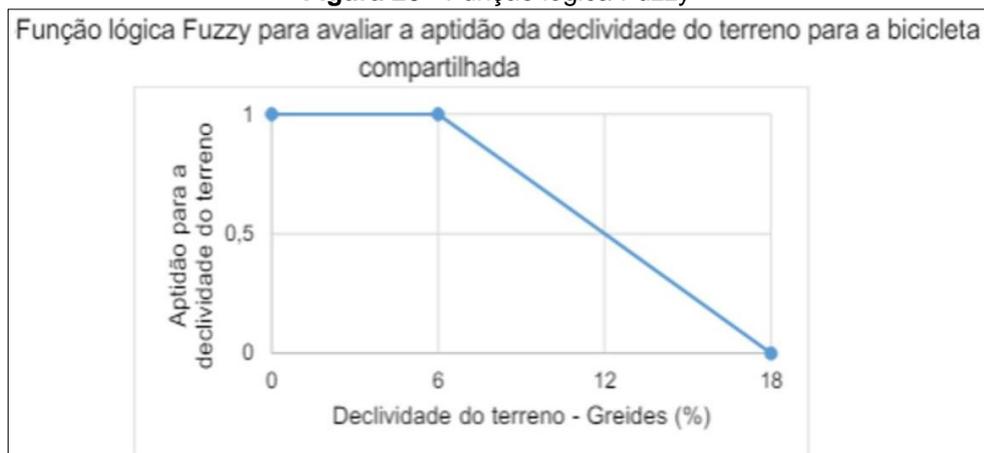
Fonte: Cunha e Silva *et al.*, 2019

Após a verificação do índice de consistência, os valores dos atributos serão ponderados e normalizados para uma escala de zero a um (ou outra qualquer), eles poderão ser representados por meio de um mapa específico, sendo possível agregá-los de acordo com a regra de decisão, como a Combinação Linear Ponderada (WLC, do inglês Weighted Linear Combination) ou a Média Ponderada Ordenada (OWA, do inglês Ordered Weighted Average), que geralmente estão incorporadas nos softwares SIG mais comuns.

Nesses métodos, cada mapa de entrada é tratado como uma evidência que recebe um peso relativo à sua importância para a hipótese em consideração. O resultado é um mapa que demonstra áreas com diferentes graus de importância relativa por meio de valores numéricos de saída (Moreira *et al.*, 2001).

Além disso, é possível classificar certos mapas ou fatores por meio da aplicação da lógica Fuzzy (Moura, 2007), a qual se fundamenta em funções de pertinência para os diferentes critérios analisados. Essas funções são capazes de estabelecer, de maneira espacial, os limites entre áreas consideradas adequadas e inadequadas para determinado propósito de estudo (Viana, 2016), embasadas tanto em teorias quanto em evidências empíricas.

O esquema apresentado na Figura 20 ilustra a classificação Fuzzy baseada na aptidão da declividade do terreno para a utilização de bicicletas compartilhadas. Essa aptidão é avaliada da seguinte maneira: inclinações entre 0% e 6% recebem um valor de 1, ou seja, o melhor cenário, enquanto declividades superiores a 6% têm seus valores reduzidos proporcionalmente até atingir zero.

Figura 20 - Função lógica Fuzzy

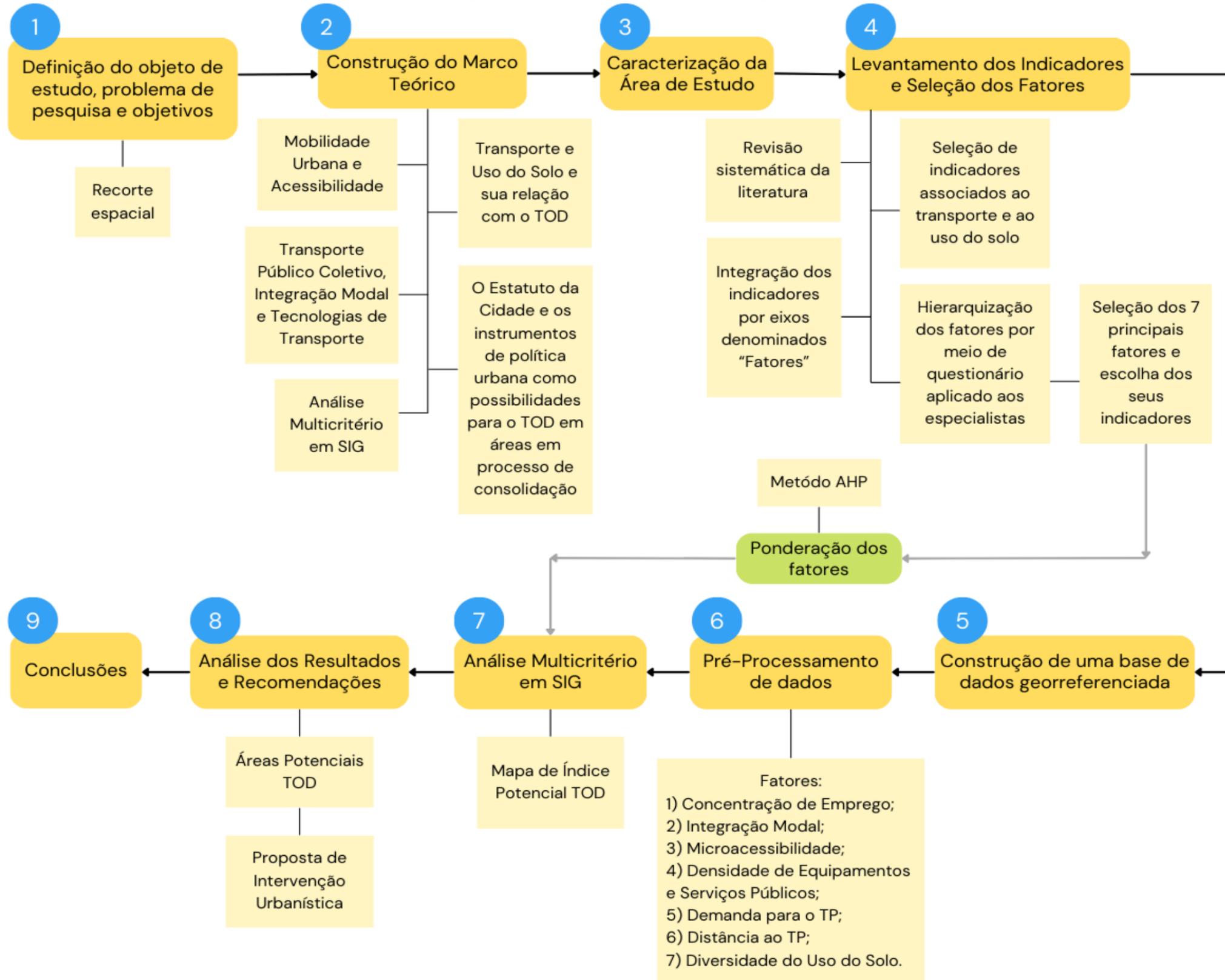
Fonte: de Moura, 2020

Portanto, a análise espacial realizada por meio da integração da análise multicritério com o sistema de informação geográfica permite realizar uma interpretação visual eficaz do problema, o que não se fazia possível com a utilização do método multicritério isoladamente. Deste modo, é possível gerar mapas que apresentam a ordem de importância dos parâmetros investigados, destacando áreas com maior ou menor aptidão para esses parâmetros.

3. METODOLOGIA

Após a revisão do Referencial Teórico, a etapa metodológica emerge como fundamental neste estudo, proporcionando estrutura e método à pesquisa ao definir as abordagens e ferramentas para coleta, análise e interpretação dos dados. A metodologia baseou-se principalmente no uso de técnicas de apoio à decisão, utilizando geoprocessamento e análise multicritério em um Sistema de Informação Geográfica - SIG. O processo metodológico foi delineado em nove etapas distintas, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 21.

Figura 21 - Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

3.1. Etapa 1 - Definição do Objeto de Estudo, Problema de Pesquisa e Objetivos

A abordagem metodológica adotada neste estudo teve seu ponto de partida com a delimitação do objeto de pesquisa, concentrando-se na possibilidade de aplicação da metodologia de Potencial TOD em áreas de favela e comunidades urbanas.

Esta definição foi acompanhada pela delimitação do problema de pesquisa, orientado pela indagação central de como identificar e analisar áreas com potencial para a consolidação do Transit Oriented Development - TOD, a fim de subsidiar o planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas, permitindo padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis em cidades latino-americanas.

Nesta fase inicial, foram delineadas as questões centrais que orientaram a evolução da pesquisa, servindo como base para a formulação dos objetivos geral e específicos do estudo, que buscam contribuir para o fomento da mobilidade e do desenvolvimento urbano sustentável em cidades latino-americanas, especificamente no contexto do Subúrbio Ferroviário de Salvador.

Para assegurar a legitimidade científica da pesquisa, foi necessário elaborar a Etapa 2, por meio da construção do marco teórico, como será demonstrado a seguir.

3.2. Etapa 2 - Construção do Marco Teórico

Na revisão bibliográfica realizada por meio de fontes como livros, artigos, teses, dissertações e monografias disponíveis em acervos físicos e virtuais, foram identificados recursos que contribuem para o entendimento do estado atual do conhecimento. Essa análise permitiu o aprofundamento dos estudos conduzidos por diversos autores, os quais abordam e exploram questões relacionadas aos seguintes temas:

- a) Mobilidade urbana e acessibilidade;
- b) Transporte e Uso do Solo e sua relação com o TOD;
- c) Transporte público, integração modal e tecnologias de transporte;
- d) O Estatuto da Cidade e os instrumentos de política urbana como possibilidades para o TOD em áreas urbanas em processo de consolidação;
- e) Análise multicritério dentro do contexto dos Sistemas de Informação Geográfica

- SIG.

Por meio da revisão bibliográfica das temáticas mencionadas, foi possível identificar lacunas no desenvolvimento de estudos referente ao Potencial TOD em favelas e comunidades urbanas, delineando áreas em que o conhecimento é escasso ou inexistente. Essa identificação de áreas de carência não apenas ressalta a necessidade de novas pesquisas, mas também justifica a relevância deste estudo.

3.3. Etapa 3 – Caracterização da Área de Estudo

A caracterização do Subúrbio Ferroviário de Salvador e sua interação com o centro urbano tradicional da cidade proporcionou um entendimento abrangente do ambiente investigado. Por meio dessa caracterização, foram descritas as particularidades físicas, socioeconômicas e ambientais da área em questão, fornecendo uma base sólida para as análises subsequentes e de recomendações de intervenções urbanísticas formuladas ao final deste estudo.

Além disso, a caracterização da área de estudo desempenhou um papel fundamental na garantia da legitimidade e confiabilidade dos resultados obtidos nesta pesquisa. Ao fornecer informações abrangentes sobre o contexto no qual a pesquisa está inserida, permite-se uma melhor compreensão das condições em que os dados foram coletados e das limitações que possam influenciar os resultados.

3.4. Etapa 4 - Levantamento dos Indicadores e Seleção dos Fatores

Adicionalmente à revisão bibliográfica, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura com o propósito de fundamentar o referencial teórico adotado neste estudo. Essa revisão desempenhou um papel essencial ao orientar a seleção dos métodos de pesquisa mais adequados, fornecendo percepções sobre as abordagens metodológicas empregadas em estudos similares, como o levantamento de indicadores.

Contudo, devido ao considerável número de indicadores encontrados na revisão, julgou-se necessário sistematizá-los e compilá-los em eixos designados “Fatores”. Essa abordagem visou identificar os fatores de maior relevância para o escopo do presente estudo. Logo, o procedimento desta etapa abrangeu 9 (nove) fases distintas:

- 1) Seleção da base de dados a ser utilizada;
- 2) Definição das palavras-chave pertinentes ao tema de investigação;

- 3) Elaboração de uma estratégia de busca eficaz;
- 4) Análise minuciosa do conteúdo dos periódicos relacionados ao objeto de estudo;
- 5) Identificação dos indicadores empregados nos estudos analisados;
- 6) Compilação dos indicadores em eixos denominados “Fatores”;
- 7) Aplicação de questionário aos especialistas;
- 8) Sistematização dos resultados obtidos;
- 9) Escolha do indicador pertinente para o respectivo Fator.

Na fase 1, as bases de dados escolhidas para a pesquisa foram: 1) Scopus; 2) Science Direct; e, 3) Google Acadêmico. Nas duas primeiras bases, foram identificados artigos de origem europeia e asiática, enquanto no Google Acadêmico foram encontrados artigos latino-americanos.

Na fase 2, a definição das palavras-chave foi conduzida por meio de revisão centrada nos conceitos relacionados ao Transit Oriented Development. Foram selecionadas três palavras-chave para orientar a pesquisa: 1) TOD; 2) Transporte Público; e, 3) Análise Multicritério.

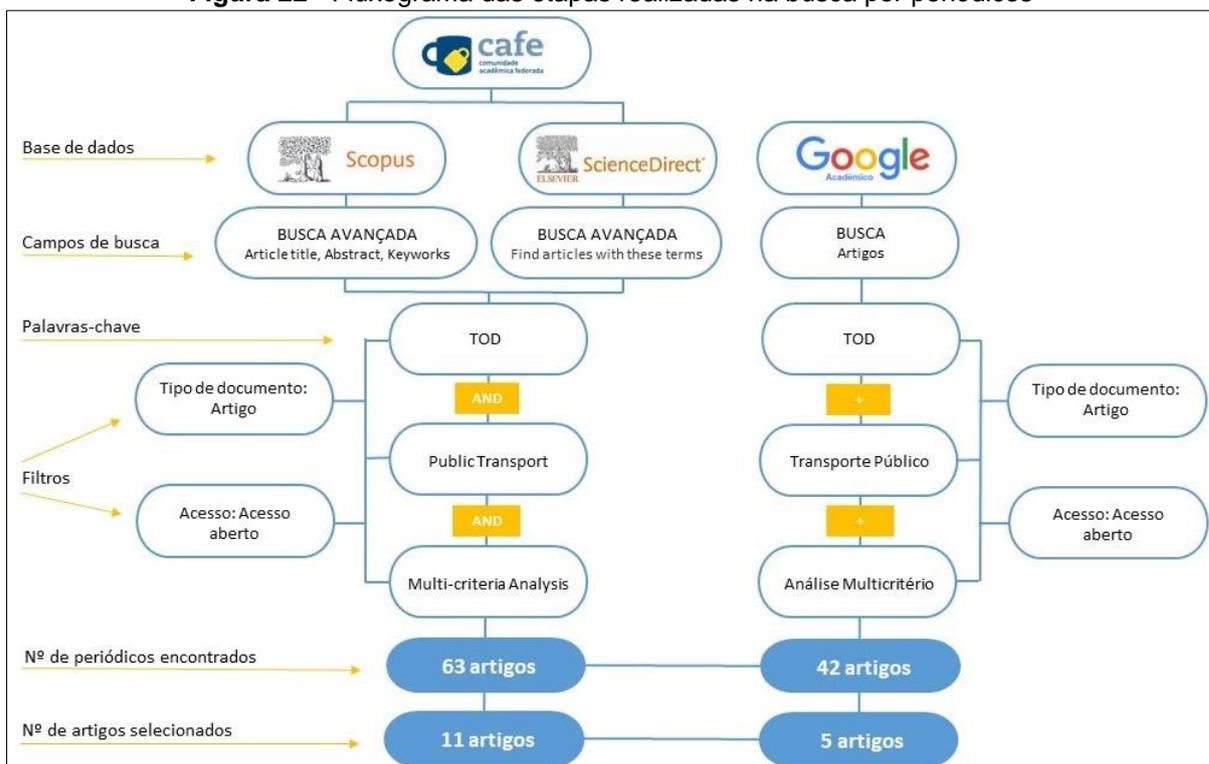
As palavras-chave foram traduzidas para o inglês nas bases Scopus e Science Direct da seguinte forma: 1) TOD; 2) Public Transport; e, 3) Multi-criteria Analysis. Os operadores utilizados foram "AND" para Scopus e Science Direct e "+" para o Google Acadêmico.

Utilizando as palavras-chave selecionadas e os filtros de tipo de documento (artigos) e acesso (acesso aberto), foram localizados 63 artigos nas bases Scopus e Science Direct, dos quais 11 foram selecionados com base em sua relevância e adequação temática.

No entanto, considerando a necessidade de ampliar a base de pesquisa e incorporar perspectivas latino-americanas, buscaram-se artigos na base de dados do Google Acadêmico que abordassem contextos locais. Foram encontrados 42 artigos, onde após análise, foram selecionados 5 (cinco) que se alinharam com o tema proposto.

Nas fases 3 e 4, as etapas realizadas para a busca dos periódicos seguiram a ordem estabelecida no fluxograma da Figura 22, e a organização, sistematização e tabulação dos dados obtidos foram realizadas utilizando planilha eletrônica.

Figura 22 - Fluxograma das etapas realizadas na busca por periódicos



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Na fase 5, após a análise e compilação dos resultados da revisão sistemática da literatura, foram elaborados dois quadros fundamentados nos artigos identificados nas três bases de dados utilizadas, que serão apresentados no subcapítulo 5.2.

Na fase 6, os indicadores foram integrados em eixos, denominados “Fatores”. Entretanto, para indicar a qual fator pertence cada indicador, foi desenvolvido um Quadro Metodológico (subcapítulo 5.2), onde os indicadores são categorizados de acordo com suas dimensões e critérios. Isso viabilizou a identificação do eixo (fator) ao qual cada indicador pertence.

Nesse contexto, o quadro estabelece as seguintes definições:

- Fator: Refere-se à síntese de todas as variáveis de uma dimensão específica;
- Indicador: Constitui um elemento destinado a expressar o desempenho do fator;
- Dimensão: Representa o conceito central no qual os fatores e seus respectivos indicadores estão relacionados;
- Critério: Define o parâmetro estabelecido para medir o fator em questão.

As dimensões foram delineadas com base no conceito dos 7D's¹³ de Ewing e Cervero (2010) e no estudo de mobilidade produtiva conduzido por Alves *et al.* (2017), que considera as particularidades brasileiras na aplicação dos modelos. Os critérios foram estabelecidos conforme as definições do ITDP (2017).

Na etapa 7, um questionário (conforme representado nas Figuras 23 e 24) foi administrado a especialistas da área de transporte. Este questionário foi conduzido por meio de entrevistas pessoais com os participantes. Os especialistas foram selecionados com base na relevância de suas funções relacionadas ao transporte público de Salvador, divididos em três categorias, com três entrevistados cada: 1) especialistas do setor de transporte; 2) gestores públicos; e 3) representantes da comunidade, incluindo movimentos sociais, potenciais usuários, sindicatos e associações.

Essa segmentação visou captar as distintas perspectivas dos atores envolvidos no planejamento da mobilidade urbana (Cohen; Shaheen, 2016), como é possível observar na Tabela 3.

Tabela 3 - Categoria dos especialistas que responderam os questionários

Categoria	Função
Gestão Pública	Superintendente de Mobilidade - SEDUR/BA
	Promotora de Justiça, Habitação, Meio Ambiente e Urbanismo de Salvador
	Presidente da Fundação Mário Leal Ferreira
Especialistas do Setor de Transporte	Arquiteto, Urbanista e Planejador Regional
	Chefe de Gabinete da Fundação Mário Leal Ferreira
	Consultor em Logística de Transportes
Representantes da Comunidade	Diretor do GERMEN - Grupo de Defesa e Promoção Socioambiental - Consultor - Gestor de Projetos
	Coordenador Geral da Sociedade Movimento Trem de Ferro/Ver de Trem - Diretor executivo do GERMEN
	Professor do Magistério Superior

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Ainda na etapa 7, foi fornecida a orientação sobre o preenchimento do questionário e a explicação detalhada das definições dos fatores correspondentes.

¹³ Os 7D's são compostos por diversidade, densidade, desenho, distância, destino, demanda e demografia (Cervero e Kockelman, 1997).

Após essa exposição, os especialistas foram convidados a sugerir outros fatores que julgassem relevantes para o contexto das cidades latino-americanas, especialmente para áreas de favela e comunidades urbanas.

Posteriormente, os fatores foram avaliados pelos especialistas para determinar sua hierarquização em termos de importância para a promoção do planejamento integrado do transporte e uso do solo na área de estudo.

Figura 23 - Questionário aplicado aos especialistas – Frente

QUESTIONÁRIO 1		
Discente: Patricia Duarte Silva		
Professor Orientador: Prof. Juan Pedro Moreno Delgado		
Nome do entrevistado: _____		
Atividade exercida: _____		
Síntese do trabalho		
<p>O projeto de pesquisa tem por objetivo avaliar a viabilidade de aplicação da metodologia de Potencial TOD como subsídio para o planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas em cidades latino-americanas, visando induzir padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis.</p> <p>O Subúrbio Ferroviário e sua interação com o centro da cidade de Salvador/BA foi a área de estudo escolhida para avaliar as condições de base de transporte e uso do solo.</p>		
O que é <u>Transit Oriented Development - TOD</u>		
<p>Traduzido como Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público, é uma abordagem de desenvolvimento urbano sustentável que busca reduzir a dependência do transporte individual, promover a densificação e diversificação do uso do solo e priorizar os modos de transporte não motorizados, especialmente no entorno de estações de transporte público de média e alta capacidade.</p>		
<p>O presente questionário visa obter um quadro hierárquico dos principais fatores associados ao objeto de pesquisa. O preenchimento do questionário levará poucos minutos.</p>		
<p>No quadro abaixo foram definidos 15 fatores que poderão auxiliar no planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas de modo a induzir padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis no contexto do Subúrbio Ferroviário de Salvador.</p>		
<p>Além dos fatores mencionados você poderá citar outros fatores que julgue importante.</p>		
Nº	Fator	Definição
1	Demanda para o transporte público	Padrões de concentração populacional com características sociodemográficas que visem favorecer a rentabilidade do transporte público.
2	Distância ao sistema de transporte público	Distância da residência até os pontos de conexão com o transporte público.
3	Integração modal	Maior ou menor grau de integração dos diversos modos transporte com o transporte público.
4	Microacessibilidade	Condições do meio ambiente construído e do design das vias, visando fornecer acesso adequado ao transporte público para os pedestres e ciclistas.
5	Macroacessibilidade	Capacidade do transporte público de fornecer acesso amplo e eficaz aos diversos destinos da cidade.
6	Densidade de serviços e equipamentos públicos	Ocorrência de serviços e equipamentos públicos (comércios, escolas, hospitais etc) na área de estudo, de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.
7	Diversidade do uso do solo	Localidades com uso do solo misto (usos residenciais e não residenciais combinados), de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Figura 24 - Questionário aplicado aos especialistas - Verso

8	Concentração de emprego	Localidades com maior densidade de empregos, na área de estudo, de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.
9	Declividade	Características do relevo/sítio urbano geográfico que viabilizem ou não a implantação adequada do transporte público.
10	Características do arruamento/rede viária	Padrão espacial do arruamento /rede viária na área de estudo, em termos de morfologia, design, capacidade viária, de modo a receber uma implantação adequada do transporte público.
11	Segurança pública	Sensação de segurança no espaço público (calçadas, vias de tráfego, pontos de ônibus etc) na área de influência imediata do transporte público.
12	Renda familiar	Características da renda familiar, de modo a demonstrar o perfil socioeconômico do possível usuário do transporte público.
13	Valor do solo	Valor do solo urbano na área de estudo, o qual reflete as características das infraestruturas e construções, este ambiente influencia a dinâmica urbana local e tende a potencializar ou não a implantação do transporte público.
14	Nível educacional	Nível educacional dos potenciais usuários do transporte público na área de estudo, o qual poderá influenciar o seu adequado uso e conservação.
15	Idade do usuário do transporte público	Faixa etária do potencial usuário do transporte público. A faixa etária tende a influenciar um maior ou menor uso do transporte público, de modo que os jovens na sua maioria são mais ativos que os idosos.
16		

Todos os fatores mencionados são importantes, porém, solicitamos que você hierarquize-os de maneira que o número "1" seja aquele que você considera **MAIS** importante ao se "planejar um transporte público em áreas de favela e comunidade urbanas no Subúrbio Ferroviário, visando induzir padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis", e o número "15" seja aquele que você considera **MENOS** importante.

Nº	Fator de relevância
	Demanda para o transporte público
	Distância ao sistema de transporte público
	Integração modal
	Microacessibilidade
	Macroacessibilidade
	Densidade de serviços e equipamentos públicos
	Diversidade do uso do solo
	Concentração de emprego
	Declividade
	Características do arruamento/rede viária
	Segurança pública
	Renda familiar
	Valor do solo
	Nível educacional
	Idade do usuário do transporte público

Agradecemos a sua colaboração!

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Com o processo de hierarquização, foram selecionados os sete primeiros fatores, pois segundo Satty (1991), uma pessoa não consegue simultaneamente comparar mais do que sete fatores (com uma margem de cerca de um para cima ou para baixo) sem experimentar confusão psicológica.

A partir da seleção dos fatores, estabeleceram-se critérios para conferir a escolha dos indicadores, considerando sua aplicabilidade, facilidade na obtenção de dados e outros parâmetros como relevância, mensuração, validade e confiança. Os indicadores assim definidos foram posteriormente mensurados e analisados, conforme estabelecido no Capítulo 5, subcapítulo 5.3 deste estudo.

3.5. Etapa 5 - Construção de uma base de dados georreferenciada

Os dados necessários para a elaboração de uma base de dados georreferenciada dos fatores definidos na fase anterior foram obtidos por meio de fontes oficiais, incluindo órgãos municipais, estaduais e federais, como detalhado na Tabela 4, com informações de fonte e ano do dado disponível.

Tabela 4 - Fonte de dados georreferenciados

Fatores	Dado	Fonte	Ano do dado
Concentração de Emprego	Divisão político-administrativa	SEI / BA	2019
	Domicílios por setor censitário	Censo Demográfico - IBGE	2010
	Viagens atraídas motivo trabalho de todos os modos por subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Demanda para o Transporte Público	Área em hectare da subzona de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
	Divisão político-administrativa	SEI / BA	2019
	Viagens atraídas e produzidas de todos os modos por subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Densidade de equipamentos e serviços públicos	Divisão político-administrativa	SEI / BA	2019
	Equipamentos e Serviços Públicos	CONDER	2016
	Equipamentos e Serviços Públicos	Open Street Maps	2023
	Equipamentos e Serviços Públicos	Google Earth	2023
	Subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Distância ao transporte público	Divisão político-administrativa	SEI / BA	2019
	Pontos de ônibus	SEMOB	2020
	Estações de Metrô	OSM	2023
	Subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Diversidade do uso do solo	Divisão político-administrativa da Bahia	SEI / BA	2019
	Viagens atraídas por motivo por subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Integração modal	Divisão político-administrativa da Bahia	SEI / BA	2019
	Linhas de ônibus	SEMOB	2020
	Pontos de diferentes modos de transporte	Open Street Maps	2023
	Pontos de diferentes modos de transporte	SEMOB	2020
	Subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012
Microacessibilidade	Divisão político-administrativa da Bahia	SEI / BA	2019
	Fatores da tabela "Entorno"	Censo Demográfico - IBGE	2010
	Relevo	Cartografia Salvador - SEFAZ	2019
	Subzonas de tráfego	Pesquisa O/D - SEINFRA	2012

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Adicionalmente aos dados já disponíveis em formato digital, foram realizadas visitas *in loco* na área de estudo e por meio de imagens de satélite provenientes de ferramentas de mapeamento como o Google Earth Pro e o e por meio de imagens no nível da rua provenientes do Google StreetView, para uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas territoriais. A partir das informações coletadas, foi desenvolvido o projeto de análise espacial utilizando um ambiente SIG, sendo adotado o software livre Quantum GIS – QGIS na versão 3.26.

3.6. Etapa 6 – Pré-processamento de dados

O processo de pré-processamento de dados espaciais marcou o início da preparação e organização dos dados georreferenciados antes de sua utilização em

análises posteriores. Após a seleção dos fatores e a obtenção dos dados requeridos, uma série de operações foi conduzida, englobando conversões de formato, projeção e estrutura para a produção dos mapas.

As conversões de formato envolveram a transformação de dados vetoriais em “raster” ou vice-versa. Os ajustes na estrutura dos dados permitiram otimizar sua organização e manipulação, o que incluiu agregações, segmentações ou simplificações para facilitar a análise e visualização dos dados. Esses processos foram fundamentais para garantir a precisão e a utilidade dos mapas resultantes na tomada de decisões e análises geoespaciais.

A uniformização do Referencial Geodésico e sistema de projeção garantiu que todos os dados estivessem em um sistema de coordenadas comum, permitindo operações geoespaciais entre diferentes dados e análises baseadas em distâncias planimétricas. Para todos os mapas e fatores, foi utilizada uma resolução de 193 linhas por 127 colunas e pixels no formato "raster" de 20 x 20 metros. O sistema de coordenadas adotado foi o Sirgas 2000 / UTM Zone 24S -EPSG: 31984.

3.7. Etapa 7- Análise Multicritério em SIG

Esta etapa teve como objetivo hierarquizar os fatores pré-processados na etapa anterior, utilizando a escala de hierarquização de Saaty.

A partir da matriz multicritério de comparação par a par da metodologia AHP (Figura 25), foram coletadas a opinião dos 9 (nove) especialistas¹⁴, referente ao grau de importância de cada fator de TOD na área de estudo. Os especialistas tinham como objetivo responder à questão: “Qual é, em sua opinião, o grau de importância que os fatores têm no planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas, no contexto do Subúrbio Ferroviário em Salvador?”.

¹⁴Os especialistas que participaram da Etapa 4, na aplicação dos questionários, permaneceram os mesmos durante a aplicação da Matriz Saaty, exceto por duas substituições necessárias devido à impossibilidade de participação nesta etapa. A Superintendente de Mobilidade da SEDUR/BA foi substituída por um Economista da SEPLAN/BA e o Arquiteto, Urbanista e Planejador Regional foi substituído por um Urbanista e Professor Assistente na Escola Politécnica da UFBA. Essas mudanças não afetaram a integridade da pesquisa.

Figura 25 – Matriz multicritério de comparação par a par da metodologia AHP

Caro (a) especialista, por gentileza, peço que preencha a pontuação com os pesos em nível de importância de um fator em relação ao outro (comparando o Fator da COLUNA 1 aos Fatores da LINHA a direita)

PREENCHER apenas OS ESPAÇOS QUE ESTÃO NA COR BRANCA, COM OS VALORES DA MATRIZ SAATY (VER ABAIXO)

Qual é, em sua opinião, o grau de importância que os fatores têm no planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas, no contexto do Subúrbio Ferroviário em Salvador?

Fator (COLUNA 1)	1) Demanda para o transporte público	2) Distância ao sistema de transporte público	3) Integração modal	4) Microacessibilidade	5) Densidade de serviços e equipamentos públicos	6) Concentração de emprego	7) Diversidade do uso do solo
1) Demanda para o TP	1						
2) Distância ao sistema de TP		1					
3) Integração modal			1				
4) Microacessibilidade				1			
5) Densidade de serv. e equip. públicos					1		
6) Concentração de emprego						1	
7) Diversidade do uso do solo							1

MATRIZ SAATY	
Nível de importância (Matriz Saaty adaptada)	Avaliação numérica
Extremamente MAIS importante	9
Muito fortemente MAIS importante	7
Fortemente MAIS importante	5
Moderadamente MAIS importante	3
Mesma importância	1
Moderadamente MENOS importante	0,33
Fortemente MENOS importante	0,20
Muito fortemente MENOS importante	0,14
Extremamente MENOS importante	0,11

Fator	Definição
1) Demanda para o transporte público	Padrões de concentração populacional com características sociodemográficas que visem favorecer a rentabilidade do transporte público.
2) Distância ao sistema de transporte público	Distância da residência até os pontos de conexão com o transporte público.
3) Integração modal	Maior ou menor grau de integração dos diversos modos transporte com o transporte público.
4) Microacessibilidade	Condições do meio ambiente construído e do design das vias, visando fornecer acesso adequado ao transporte público para os pedestres e ciclistas.
5) Densidade de servi. e equip. públicos	Ocorrência de serviços e equipamentos públicos (comércios, escolas, hospitais etc) na área de estudo, de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.
6) Concentração de emprego	Localidades com maior densidade de empregos, na área de estudo, de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.
7) Diversidade do uso do solo	Localidades com uso do solo misto (usos residenciais e não residenciais combinados), de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público.

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

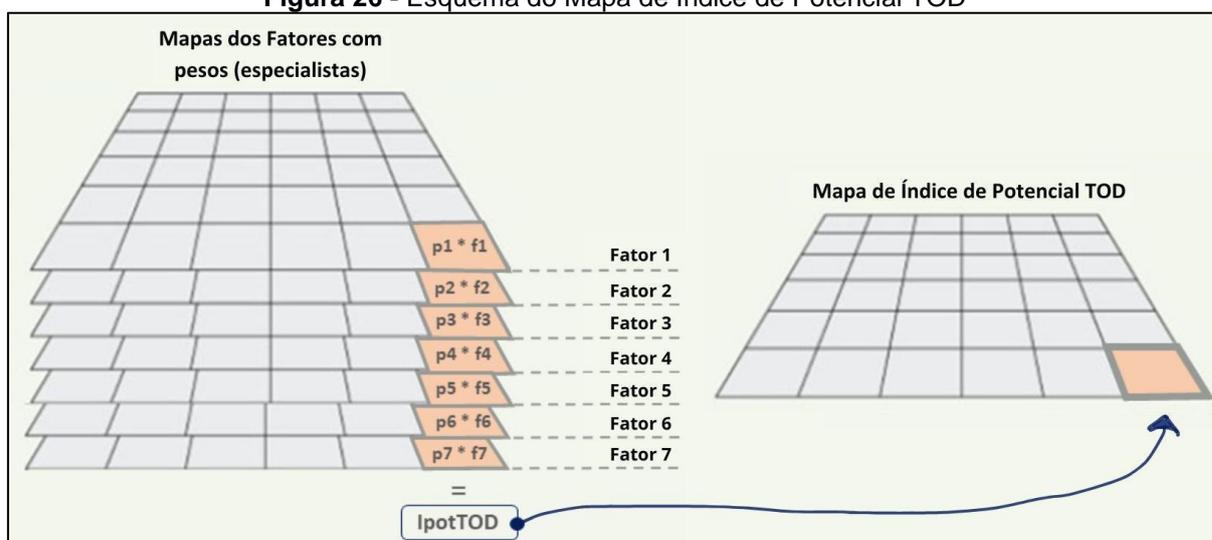
Os valores finais designados por cada especialista, por meio da utilização da Matriz Multicritério, foram consolidados mediante normalização, resultando na determinação da ordem de importância de cada fator em uma escala de 0 a 1. A matriz multicritério com os respectivos resultados encontra-se no Capítulo 5 de Estudo de Caso.

Após a atribuição dos pesos, elaboraram-se mapas específicos para cada fator utilizando o software QGIS, conforme detalhado no subcapítulo 5.3. A integração dos mapas/fatores foi realizada mediante uma operação de cálculo numérico, onde o valor ponderado de cada fator (determinado pela matriz multicritério) é multiplicado pelo valor do respectivo fator normalizado de 0 a 1, em cada célula do mapa "raster".

A normalização de alguns fatores esteve baseada em regras de lógica Fuzzy, construindo-se funções de pertinência, visando explorar o conhecimento adquirido no marco teórico. Como consequência de toda essa operação, obteve-se o Mapa de Índice de Potencial TOD (Capítulo 5, subcapítulo 5.4).

No esquema da Figura 26, evidencia-se que o símbolo "p^x" representa o peso atribuído pelos especialistas, enquanto o símbolo "f^x" denota o valor do fator na célula ou pixel, de modo que ocorre uma varredura com integração locacional. A soma dos resultados de todos os mapas/fatores resulta no "Ipot TOD", que representa o Índice de Potencial TOD desse pixel, conforme ilustrado na Figura 26, a partir da representação do Mapa de Índice de Potencial TOD.

Figura 26 - Esquema do Mapa de Índice de Potencial TOD



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

3.8. Etapa 8 - Análise dos resultados e recomendações

Após a finalização do Mapa de Índice de Potencial TOD, procedeu-se à análise dos resultados com o objetivo de avaliar as áreas que apresentam condições mais favoráveis para promover o desenvolvimento orientado ao transporte público.

Com base nas análises das áreas identificadas com maior Potencial TOD, foi escolhida uma delas para uma análise mais detalhada, com vistas a formular recomendações a partir de uma proposta de intervenção urbanística. Essas recomendações serão fundamentadas em termos de TOD a partir de instrumentos do Estatuto da Cidade, visando orientar as transformações urbanas em direção ao desenvolvimento urbano e a mobilidade sustentáveis em áreas de favela e comunidades urbanas.

A discussão dos resultados permitiu uma análise aprofundada de suas implicações teóricas e práticas, destacando tanto os aspectos positivos quanto as limitações do estudo.

3.9. Etapa 9 – Conclusões

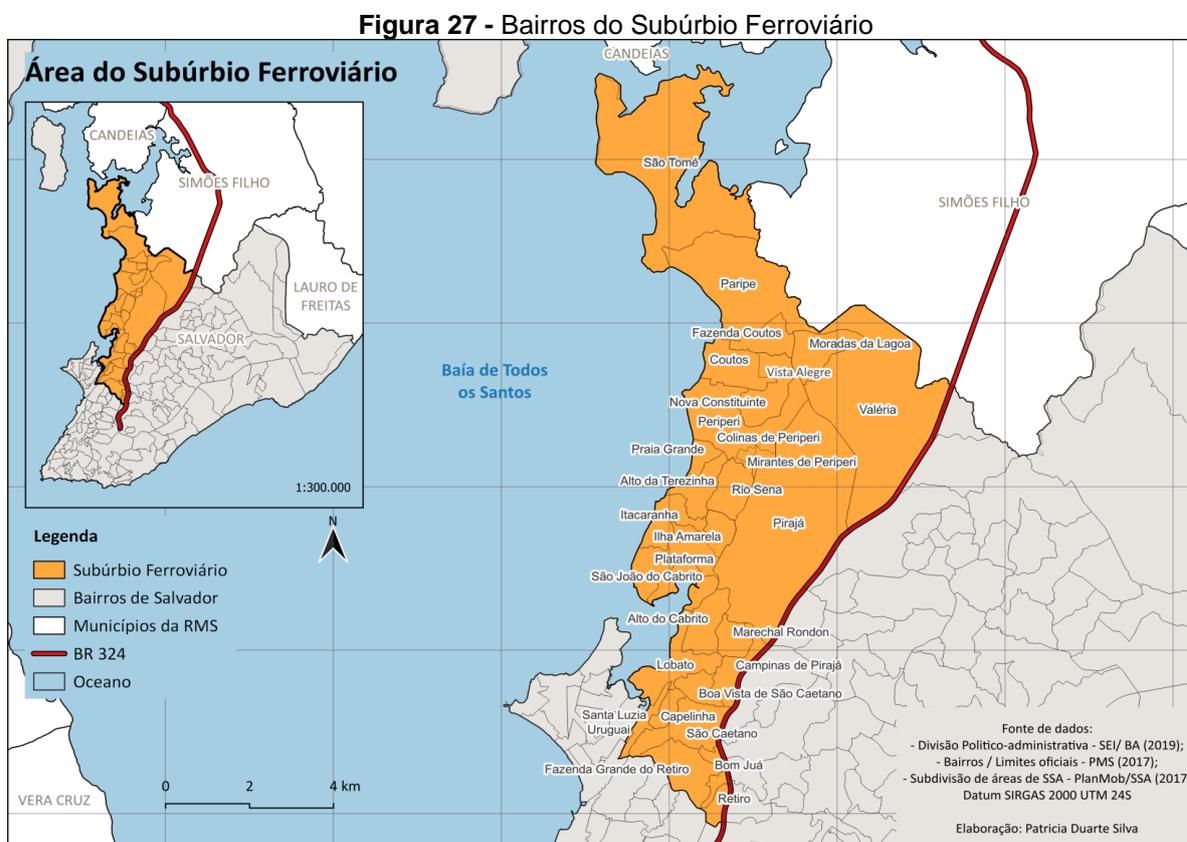
O capítulo de conclusões respondeu sobre a resolução do problema de pesquisa e recapitulou de forma sintética os principais resultados alcançados ao longo do estudo, contextualizando-os dentro do âmbito da literatura e dos objetivos da pesquisa, reafirmando a sua importância e seu potencial impacto no campo de estudo.

4. CARACTERIZAÇÃO DO SUBÚRBIO FERROVIÁRIO E SUA INTERAÇÃO COM O CENTRO URBANO TRADICIONAL DE SALVADOR

Neste capítulo, serão apresentados dados referentes à área onde será realizado o estudo de caso da pesquisa, o Subúrbio Ferroviário, incluindo sua história, limites geográficos, perfil socioeconômico e sua interação com o centro urbano tradicional de Salvador. Essa caracterização da área é fundamental para o estudo, pois permite a análise a partir da identificação de suas vulnerabilidades e potencialidades.

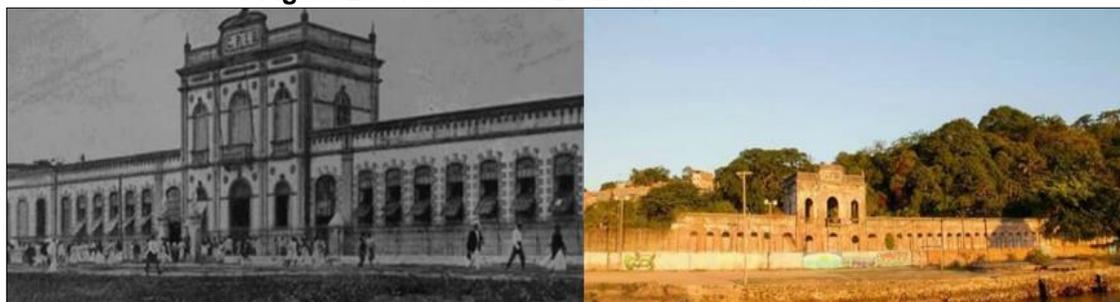
O Subúrbio Ferroviário, situado na cidade de Salvador, estado da Bahia, abrange uma área localizada ao noroeste da cidade, estendendo-se entre as margens da Baía de Todos os Santos e a BR-324. Ao Norte dessa área, é perceptível a ligação dos limites municipais de Salvador e Simões Filho e ao sul a localização do bairro do

Retiro. São 31 bairros que compõem sua extensão demográfica, conforme definido no Plano de Mobilidade de Salvador – PlanMob (Salvador, 2017) (Figura 27).



A área do Subúrbio Ferroviário destaca-se por dois importantes catalisadores de desenvolvimento. O primeiro foi à construção da Estrada de Ferro da Bahia em 1860, que estabeleceu uma conexão entre Salvador e Alagoinhas (Vasconcelos, 2016) e o segundo foi o período industrial, marcado pela instalação de fábricas de calçados, sabão e tecidos, como a fábrica São Braz em Plataforma (Figura 28).

Figura 28 - Fábrica São Braz em 1918 e atualmente

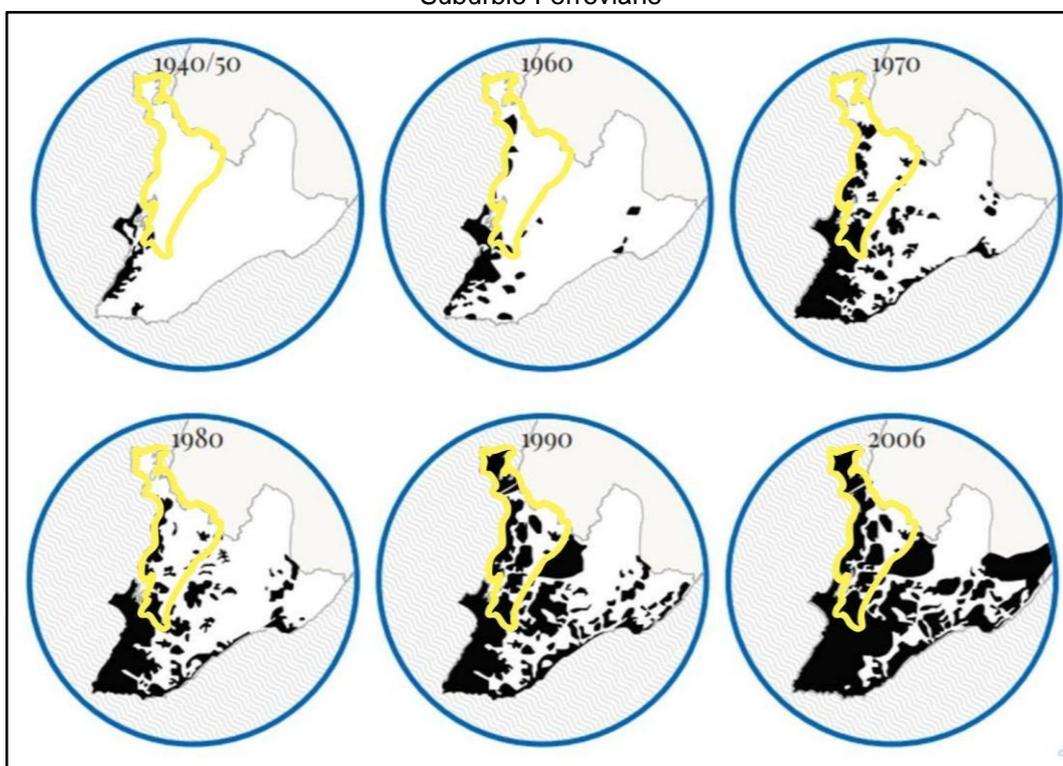


Fonte: Visão Cidade¹⁵, 2019

¹⁵ Disponível em <https://visaocidade.com.br/2019/07/historia-da-fabrica-textil-sao-braz.html>. Acesso em 20 out. 2022.

Entretanto, o aumento populacional no Subúrbio Ferroviário teve início com a instalação do Centro Industrial de Aratu em 1967, seguido pela construção de conjuntos habitacionais promovidos pela URBIS e INOCOOP no final dos anos 1960 e início dos anos 1970, além da implantação da Avenida Afrânio Peixoto (Suburbana) em 1971. No entanto, foi durante os anos 1990 que esse crescimento se intensificou, conforme evidenciado pela expansão da mancha urbana ao longo das décadas subsequentes, conforme demonstrado na Figura 29.

Figura 29 - Evolução da ocupação urbana em Salvador de 1940 a 2006, com destaque para o Subúrbio Ferroviário



Fonte: Plano de Mobilidade - PlanMob (Salvador, 2017). Adaptada pela autora, 2024

Fatores associados à elevada densidade de ocupação residencial pela população empobrecida (resultado do acesso informal à habitação, por meio da ocupação não regulamentada das terras) e a carência de infraestrutura urbana pré-existente do Subúrbio Ferroviário resultam em marcante desigualdade quando comparados aos bairros localizados na Orla Atlântica de Salvador. Conforme observado por Delgado (2014 *apud* Delgado, 2016):

Os bairros mais densos revelam menores indicadores de renda e, portanto, dependem fortemente do transporte público para realizar as suas viagens diárias, entretanto é nestas regiões onde se evidenciam as maiores carências em termos de infraestruturas e investimentos em mobilidade ao longo do tempo. Os bairros do subúrbio apresentam densidades elevadas, e evidencia-se a falta de corredores de transporte de alta capacidade próximos

ou que cruzem estas áreas densas (localizadas predominantemente em cumeadas) e que viabilizem adequadamente a sua conexão com as áreas centrais (Delgado, 2016, p. 240).

Outro aspecto importante a ser mencionado é a segregação espacial que caracteriza o Subúrbio Ferroviário, com áreas de ocupação irregular e falta de serviços básicos em determinadas localidades. Essa desigualdade socioespacial tem consequências significativas para a qualidade de vida e o bem-estar dos moradores do Subúrbio Ferroviário. A falta de acesso a serviços básicos de saúde, educação e saneamento, aliada à precariedade das condições de moradia e infraestrutura urbana, perpetua um ciclo de pobreza e exclusão social na área.

De acordo com a análise conduzida por Gordilho-Souza (2008), é observada uma predominância de áreas com níveis regulares de habitabilidade no Subúrbio Ferroviário (conforme ilustrado na cor mostarda na Figura 30), embora haja algumas localidades com graus precários (representados em azul) e insuficientes (em rosa).

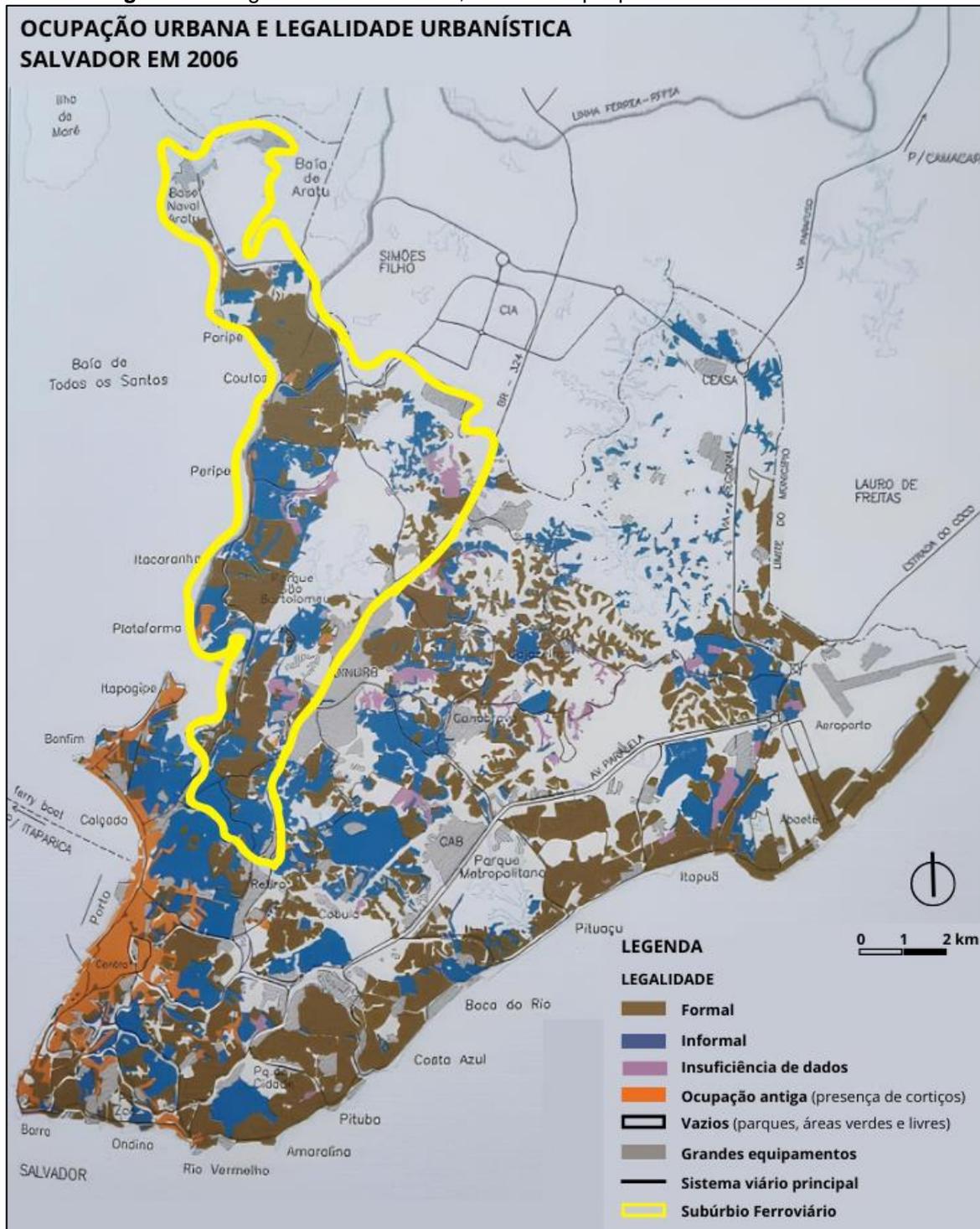
As áreas categorizadas como "Regulares" se estendem entre o bairro de Itacaranha até o bairro de Paripe, além de apresentarem uma concentração em áreas próximas aos bairros de Alto do Cabrito, Lobato e Capelinha. Em contrapartida, as áreas presentes na categoria "Boa" são menos representativas, com destaque para uma porção dos bairros de São Caetano e Morada da Lagoa.

Já as áreas classificadas como "Precárias" apresentam uma proporção significativa, concentrando-se principalmente nos bairros de Fazenda Grande do Retiro, Uruguai, Plataforma, São João do Cabrito e Fazenda Coutos, áreas que carecem de melhorias na infraestrutura e/ou na rede de equipamentos coletivos devido às condições desfavoráveis de conservação e topografia.

Por outro lado, as áreas categorizadas como "Insuficientes", cuja maior concentração está nas proximidades dos bairros de Bom Juá e Retiro, carecem de condições mínimas de habitabilidade, demandando intervenções urbanísticas abrangentes e, em alguns casos, a realocação da população.

e Lobato com áreas com maior proporção de ocupações formais e Periperi, Uruguai e Fazenda Grande do Retiro com ocupações informais (Figura 31).

Figura 31 - Legalidade habitacional, com destaque para o Subúrbio Ferroviário



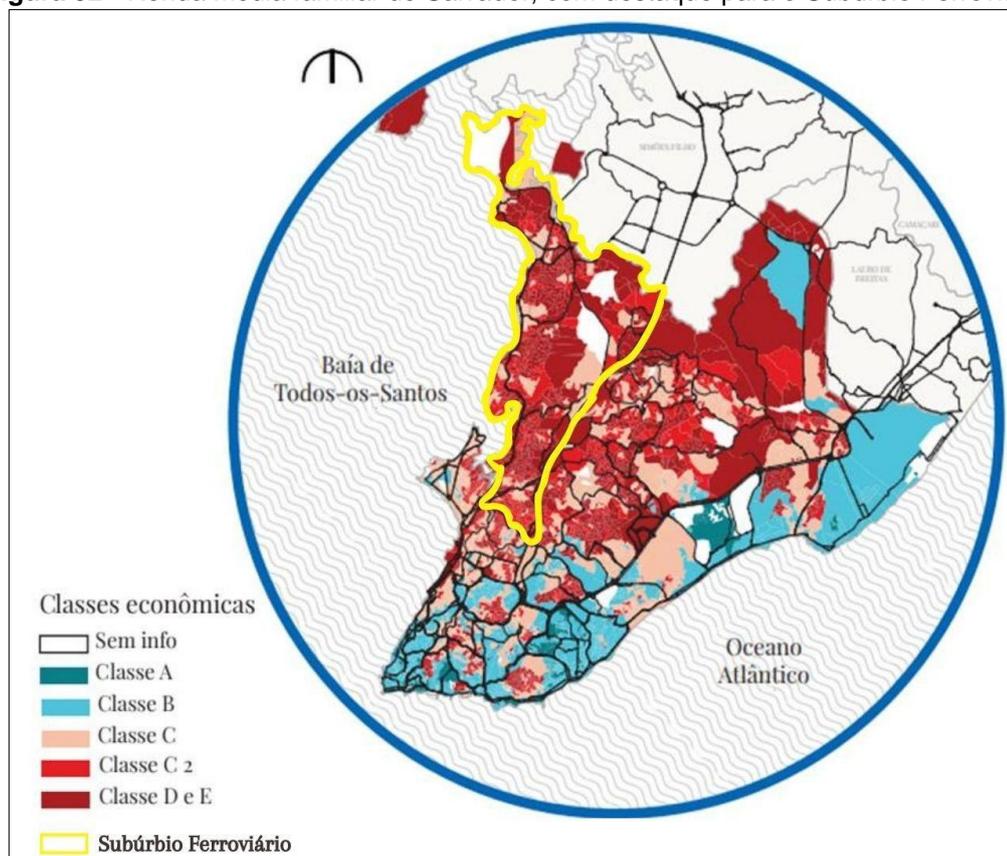
Fonte: Gordilho-Souza, 2008. Adaptada pela autora, 2024

Também se constatou, a partir de estudos conduzidos pelo PlanMob (Salvador, 2017), que o Subúrbio Ferroviário abrange o estrato socioeconômico de renda mais

baixo, caracterizado pela predominância das classes econômicas C, D e E, conforme expresso na Figura 32 (Salvador, 2017).

As classes econômicas são definidas com base na renda média familiar per capita, conforme estabelecido pelo Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas (FGV). A Tabela 5 apresenta os valores correspondentes a cada classe econômica em Reais, utilizando dados de janeiro de 2014, quando o salário mínimo era de R\$ 724,00.

Figura 32 - Renda média familiar de Salvador, com destaque para o Subúrbio Ferroviário



Fonte: Plano de Mobilidade – PlanMob (Salvador, 2017). Adaptado pela autora, 2024

Tabela 5 - Classes econômicas

CLASSES ECONÔMICAS	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Classe E	R\$ 0,00	R\$ 1.254,00
Classe D	R\$ 1.255,00	R\$ 2.004,00
Classe C	R\$ 2.005,00	R\$ 8.640,00
Classe B	R\$ 8.641,00	R\$ 11.261,00
Classe A	R\$ 11.262,00	-

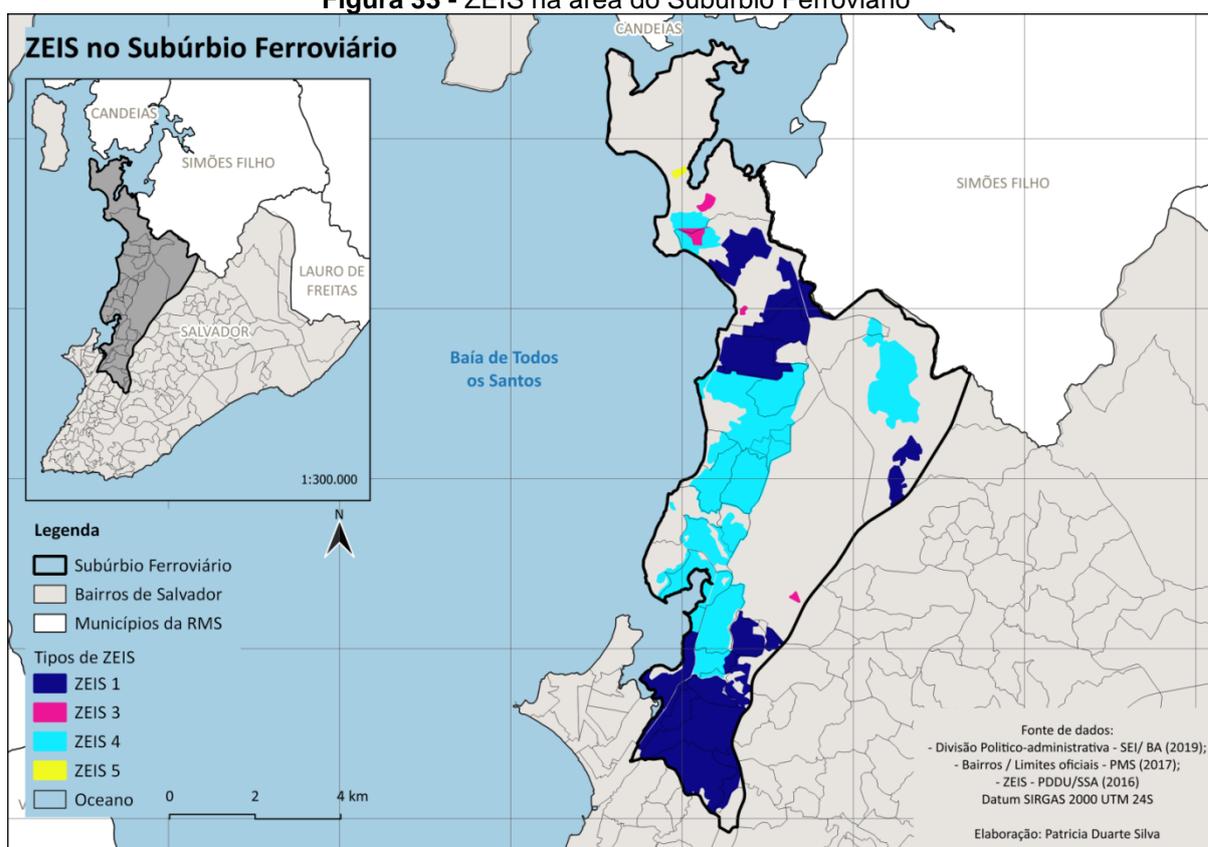
Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024, com dados da FGV, 2014¹⁶

¹⁶Disponível em: <https://cps.fgv.br/qual-faixa-de-renda-familiar-das-classes>. Acesso 20 out. 2022.

No Subúrbio Ferroviário, constata-se a presença de Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, conforme indicado no PDDU de Salvador (2016). No entanto, até o momento, nenhuma dessas ZEIS foi devidamente regulamentada.

Essas áreas estão distribuídas de forma ampla pelo território, evidenciando a concentração de populações empobrecidas que se estabelecem nesses locais devido à inadequação das políticas habitacionais vigentes (Figura 33).

Figura 33 - ZEIS na área do Subúrbio Ferroviário

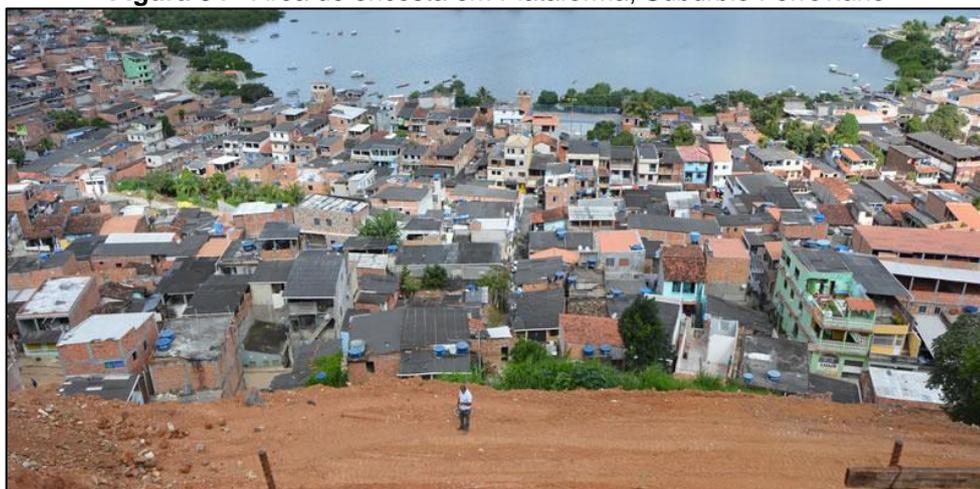


Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

O Subúrbio Ferroviário de Salvador também se caracteriza pela sua localização ao longo da falha geológica da cidade, estendendo-se desde o bairro da Calçada até a cidade de Simões Filho. A topografia varia de cotas elevadas com solo argiloso a áreas planas com solo arenoso (Figura 34).

A instabilidade geotécnica é evidente, com riscos associados à escarpa da falha e à ocupação desordenada. A drenagem natural se divide em direção à Baía de Todos os Santos e à Orla Atlântica, mas é frequentemente comprometida durante períodos chuvosos (Fundação Mário Leal Ferreira - FMLF, 1999).

Figura 34 - Área de encosta em Plataforma, Subúrbio Ferroviário



Fonte: Paripe.net¹⁷, 2019

No que tange à interação entre o Subúrbio Ferroviário e o centro urbano tradicional de Salvador, esta é motivada pela necessidade da população em acessar uma ampla gama de serviços e oportunidades. Este acesso engloba não apenas serviços bancários, clínicas, e estabelecimentos comerciais, mas também instituições educacionais e oportunidades de emprego, tanto nas proximidades do bairro da Calçada, quanto o centro tradicional de Salvador.

A instalação desses equipamentos e serviços em alta densidade no centro urbano tradicional de Salvador é historicamente atribuída às camadas de média e alta renda que ocupavam essa área. No entanto, a partir de 1940, com o crescimento e a modernização da cidade, ocorreram algumas transformações significativas, como a migração da população de alta renda que antes se concentrava no centro urbano tradicional para outras áreas da cidade (Gordilho-Souza, 2008).

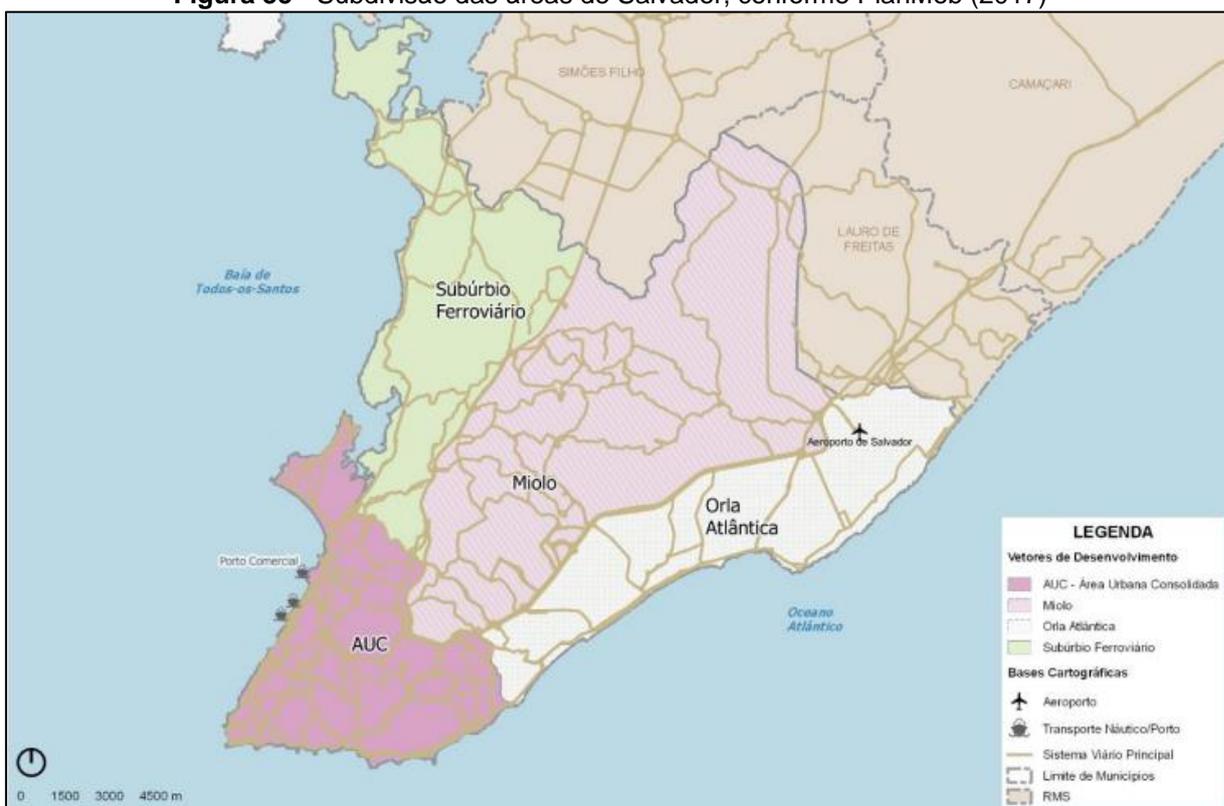
Essa migração ganhou força na década de 1980, quando surgiram novos centros urbanos consolidados nas áreas da Rodoviária/Iguatemi, Centro Administrativo da Bahia - CAB e Avenida Paralela, contribuindo para o gradual esvaziamento do centro urbano tradicional. Apesar desse esvaziamento, grande parte da infraestrutura de equipamentos, vias e serviços continuou concentrada no centro urbano tradicional (Gordilho-Souza, 2008).

Nesse sentido, o PlanMob de Salvador (2017) reconheceu essas dinâmicas

¹⁷ Disponível em: <http://www.paripe.net/noticia?url=moradores-de-plataforma-sao-beneficiados-com-mais-uma-obra-de-contencao-de-encosta-3836>. Acesso em 20 out. 2022.

urbanas ao categorizar a cidade em quatro áreas¹⁸ principais: 1) Área Urbana Consolidada – AUC; 2) Miolo, 3) Orla Atlântica; e 4) Subúrbio Ferroviário (Figura 35). Embora compartilhem algumas características similares, essas áreas representam elementos distintos de um sistema urbano fragmentado, caracterizado pela falta de integração tanto em termos de infraestrutura viária, quanto de aspectos socioeconômicos.

Figura 35 - Subdivisão das áreas de Salvador, conforme PlanMob (2017)



Fonte: Plano de Mobilidade de Salvador. PlanMob, 2017

Uma das principais formas de deslocamento dos moradores do Subúrbio Ferroviário em direção aos recursos e serviços localizados no centro urbano tradicional da capital baiana era o antigo sistema de trem urbano do Subúrbio Ferroviário (Figura 36).

¹⁸ O Mapa das Áreas de Salvador baseia-se nos setores censitários do IBGE, que foram agrupados para formar as Zonas de Tráfego - ZT utilizadas na Pesquisa Origem e Destino de 1995.

Figura 36 - Antigo trem do Subúrbio

Fonte: Viatrolebus¹⁹, 2021

O percurso do trem abrangia uma extensão de 13,5 quilômetros, com 10 estações, conectando o terminal da Calçada ao Terminal de Paripe (Bahia, 2022). Conforme relatos de usuários do antigo sistema ferroviário, o intervalo entre os comboios era de aproximadamente 40 minutos, enquanto a viagem de ponta a ponta da linha demandava cerca de trinta minutos.

A tarifa integral do trem era estabelecida em 0,50 centavos, com meia tarifa de 0,25 centavos, considerando o perfil socioeconômico dos passageiros. De acordo com uma pesquisa conduzida em 2019 pelo Bákó Escritório Público de Engenharia e Arquitetura da UFBA, Ministério Público da Bahia - MP e Tec&Mob, cerca de 42% dos usuários reportaram ganhar, à época da pesquisa, menos de um quarto do salário mínimo, colocando-os abaixo da linha de pobreza (Bahia, 2021).

Entretanto, em 15 de fevereiro de 2021, o serviço de trem no Subúrbio foi descontinuado, com a remoção dos trilhos para dar lugar a um novo sistema de transporte. O projeto prevê que o VLT a ser implantado utilizará a mesma rota do antigo trem. O percurso em questão localiza-se às margens da Baía de Todos os Santos - BTS, o que suscita o interesse do setor imobiliário na implementação desse modo de transporte, motivado pelas atrativas características da paisagem urbana e pela proximidade com as praias locais.

Contudo, a primeira licitação para a implementação do VLT foi rescindida em novembro de 2023, devido ao aumento no orçamento decorrente da paralisação das

¹⁹Disponível em: <https://viatrolebus.com.br/2021/01/salvador-anuncia-extincao-dos-trens-do-suburbio-a-partir-do-dia-15/>. Acesso em 20 out. 2022.

obras durante a pandemia, levando ao término do contrato com a empresa chinesa Skyrail. No entanto, uma segunda licitação foi iniciada e em abril de 2024 encontrava-se em andamento.

O atraso na implementação desse sistema de transporte acarreta consequências significativas para os trabalhadores, estudantes, feirantes e pescadores, que dependem desse meio de locomoção para suas atividades diárias. Privados desse modo de transporte, eles agora se veem obrigados a utilizar o transporte público por ônibus para se deslocarem, o que acarreta dificuldades adicionais em suas rotinas diárias.

A tarifa, no mês de abril de 2024, do transporte público por ônibus em Salvador estava em 5,20 reais, sendo 10,4 vezes superior à antiga tarifa do trem (0,50 centavos), tornando-se economicamente inviável para os usuários. Como alternativa, resta o deslocamento a pé por longas distâncias.

Por fim, e com base na caracterização apresentada sobre o Subúrbio Ferroviário e de sua interação com o centro urbano tradicional de Salvador, torna-se possível identificar a área a ser considerada para a elaboração do estudo proposto, conforme fundamentado no capítulo de Estudo de Caso a seguir.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Delimitação da Área de Estudo

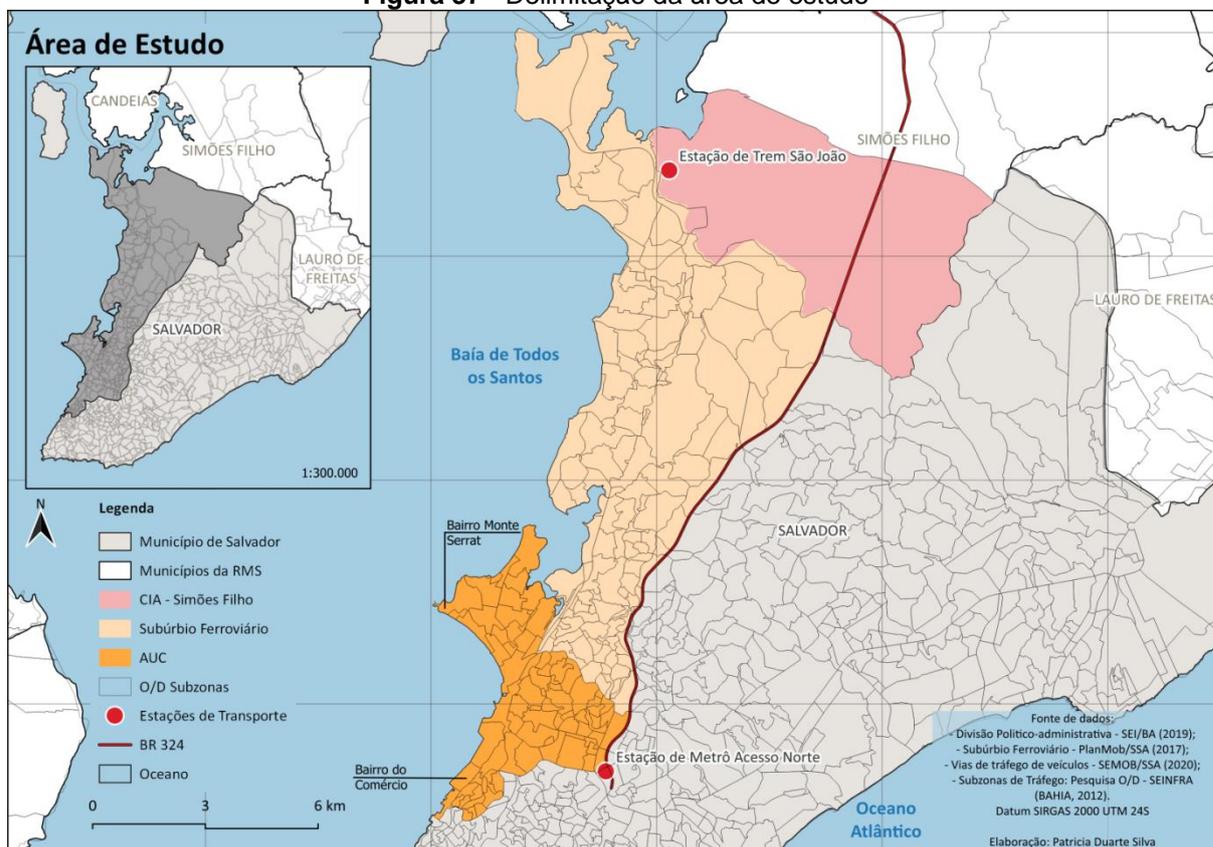
A área de estudo foi delimitada com base no objetivo da pesquisa de aplicar a metodologia de Potencial TOD para o planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas. O Subúrbio Ferroviário foi escolhido devido à sua alta densidade populacional, infraestrutura precária e baixo índice socioeconômico, características comuns em favelas e comunidades urbanas.

A delimitação inicial seguiu a extensão do Subúrbio Ferroviário estabelecida pelo PlanMob (Salvador, 2017), com a identificação das subzonas de tráfego a partir da Pesquisa Origem e Destino da RMS (2012). No entanto, para promover a interação entre o Subúrbio e a Área Urbana Consolidada de Salvador, a área de estudo foi ampliada para incluir subzonas de tráfego que facilitassem essa conexão.

Além disso, uma expansão ao norte incorporou a subzona de tráfego da antiga estação de trem (Estação São João) e parte do Centro Industrial de Aratu - CIA em Simões Filho. Desta forma, os limites da área de estudo foram então definidos: ao

norte pela parcela do CIA em Simões Filho; ao sul pelo bairro do Comércio; a leste pelo bairro de Monte Serrat e a Baía de Todos os Santos; e a oeste pela BR-324 e a Estação Acesso Norte (Figura 37).

Figura 37 - Delimitação da área de estudo



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.2. Resultado do Levantamento dos Indicadores, Seleção e Análise Multicritério dos Fatores

Conforme proposto na etapa 4 da Metodologia deste estudo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar os indicadores a serem utilizados na construção do Potencial TOD. A partir da identificação dos indicadores nos artigos encontrados em três bases de dados, foram elaborados dois quadros para tabular os resultados. O primeiro quadro (Quadro 5) apresenta os resultados dos artigos encontrados nas bases Scopus e Science Direct, enquanto o segundo quadro (Quadro 6) exhibe os resultados dos artigos encontrados na base Google Acadêmico.

Os quadros resultaram em uma vasta quantidade de indicadores, que foram sistematizados em relação as bases de dados, ano de publicação e localização, abrangendo continente, país e cidade onde os estudos foram realizados.

Os artigos identificados nas bases Scopus e Science Direct foram publicados entre os anos de 2013 e 2022. Dos 11 artigos analisados, 9 tiveram os estudos realizados na Ásia e 2 na Europa. Dentre os 34 indicadores identificados, os mais recorrentes foram a Diversidade do Uso do Solo, presente em 10 artigos, e a Densidade Populacional, presente em 9 artigos.

Na base Google Acadêmico, os artigos foram publicados entre 2014 e 2021. Dos 5 artigos, 3 tiveram os estudos realizados na América do Sul e 2 na América do Norte, sendo que 4 estão na América Latina e apenas 1 na América Central. Dentre os 28 indicadores identificados, os mais recorrentes foram a Distância da Residência até Pontos de Transporte, presente em 5 artigos, e o Comprimento do Caminho a Pé/Cicláveis, presente em 4 artigos.

Após a análise e compilação dos indicadores, estes foram agrupados em eixos denominados "Fatores" por meio de um Quadro Metodológico (Quadros 7 e 8), onde foi possível classificar cada indicador com base em suas dimensões e critérios, fundamentados nos princípios do TOD e que abordam questões relacionadas a integração do transporte e uso do solo.

O objetivo deste quadro foi identificar o indicador mais adequado para cada fator, levando em consideração a disponibilidade dos dados, sua mensuração e a viabilidade de aplicação em áreas de favela e comunidades urbanas, como o Subúrbio Ferroviário de Salvador, conforme apresentado no subcapítulo 5.3.

Quadro 7 - Quadro metodológico dos fatores

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Característica do arruamento/rede viária	Porcentagem de becos sem saída	Ambiente Urbano	Desenho Urbano	Conectar
	Satisfação do pedestre			Caminhar
	Avaliação qualitativa da paisagem urbana			Compactar
	Tamanho do quarteirão			
	Densidade de interseção de vias			
	Sombra e abrigo			Caminhar/ Pedalar
	Fachadas fisicamente permeáveis			Densidade
	Densidade de acessos de veículos			
Concentração de emprego	Densidade de emprego	Socioeconômico	Densidade	Adensar
Declividade	Declividade	Ambiente Urbano	Desenho Urbano	Caminhar/Pedalar
Demanda para o transporte público	Disponibilidade de estacionamentos de veículos	Transporte	Demanda	Mudar
	Frequência do transporte			Transportar
	Número de passageiros por modal			
	Densidade populacional	Uso do Solo	Densidade	Adensar
	Área de construção alta		Densidade / Diversidade	
Densidade de serviços e equipamentos públicos	Acessibilidade até serviços/equipamentos públicos	Uso do Solo	Destinos acessíveis	Conectar
Distância ao sistema de transporte público	Acessibilidade até o transporte público	Uso do Solo	Destinos acessíveis	Conectar
	Distância da residência até pontos de transporte		Distância	Transportar
Diversidade do uso do solo	Densidade comercial	Socioeconômico	Densidade	Adensar
	Relação emprego-moradia		Demografia	Misturar
	Diversidade do uso do solo	Uso do Solo	Diversidade	
	Proporção de unidades residenciais e não residenciais		Densidade	
	Densidade habitacional		Destinos acessíveis	Conectar
	Acesso a áreas verdes (florestas/parques)			

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Quadro 8 - Continuidade do Quadro metodológico dos fatores

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Idade do usuário do transporte público	Idade do usuário de transporte	Socioeconômico	Demografia	Misturar
Integração modal	Opções de transporte	Transporte	Demanda / Destinos acessíveis	Conectar
	Rotas de transporte			
	Número de paradas de ônibus		Demanda / Distância ao transporte público	Transportar
	Tempo de viagem no transporte público			
Macroacessibilidade	Comprimento de vias de circulação de veículos	Ambiente Urbano	Desenho Urbano	Transportar
Microacessibilidade	Conectividade da rua com sistema de transporte	Ambiente Urbano	Desenho Urbano	Conectar
	Calçada nas normas locais e internacionais		Destinos acessíveis	Caminhar
	Disponibilidade de estacionamento de bicicletas	Transporte	Demanda	Mudar
	Comprimento do caminho a pé/ cicláveis		Desenho Urbano	Caminhar/Pedalar
	Acesso ao transporte ativo			
Nível educacional	Nível educacional	Socioeconômico	Demografia	Misturar
Renda familiar	Trabalhadores por família	Socioeconômico	Demografia	Adensar
	Renda familiar			Misturar
	Membros da família			Adensar
	Propriedade de veículos de residentes		Demanda	
Segurança pública	Segurança pública	Ambiente Urbano	Destinos acessíveis	Transportar
	Fachadas visualmente ativas			Caminhar / Pedalar
	Segurança do passageiro no local de embarque		Desenho Urbano	Transportar
	Segurança viária			
Valor do solo	Áreas adensáveis	Uso do Solo	Densidade	Adensar
	Área de terrenos urbanos vazios		Diversidade	Compactar
	Área de terrenos urbanos ocupados			
	Preço da habitação	Socioeconômico	Demografia	Misturar
	Habitação com valor depreciado			Mudar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

A sistematização do Quadro Metodológico permitiu a identificação de quinze fatores, sendo eles: 1) Características do arruamento/rede viária; 2) Concentração de emprego; 3) Declividade; 4) Demanda por transporte público; 5) Densidade de serviços e equipamentos públicos; 6) Distância ao sistema de transporte; 7) Diversidade do uso do solo; 8) Idade do usuário do transporte público; 9) Integração modal; 10) Microacessibilidade; 11) Macroacessibilidade; 12) Nível educacional; 13)

Renda familiar; 14) Segurança Pública; e 15) Valor do solo.

Esses fatores passaram por uma hierarquização inicial por meio de um questionário aplicado a nove especialistas, conforme descrito na etapa 4 da Metodologia. Neste questionário, os fatores foram avaliados quanto à sua importância para a promoção do planejamento integrado do transporte e uso do solo na área de estudo.

Após a aplicação do questionário, a posição hierárquica preliminar dos fatores e a identificação dos sete mais importantes foram sintetizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Posição de hierárquica dos fatores após aplicação do questionário

Posição	Fator	Pontuação
1º	Demanda para o transporte público	21
2º	Integração modal	36
3º	Microacessibilidade	37
4º	Distância ao sistema de transporte público	42
5º	Densidade de serviços e equipamentos públicos	51
6º	Concentração de emprego	61
7º	Diversidade do uso do solo	69
8º	Macroacessibilidade	73
9º	Renda familiar	77
10º	Declividade	78
11º	Características do arruamento/rede viária	89
12º	Segurança pública	83
13º	Idade do usuário do transporte público	111
14º	Valor do solo	117
15º	Nível educacional	125

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Os sete fatores inicialmente hierarquizados por meio de questionários foram então avaliados utilizando a escala hierárquica de Saaty, por meio da matriz multicritério de comparação par a par, conforme descrito na etapa 7 da Metodologia.

Especialistas previamente identificados no subcapítulo 3.4 foram consultados para avaliar a importância de cada fator no planejamento integrado do transporte e uso do solo em áreas de favela e comunidades urbanas do Subúrbio Ferroviário de Salvador. Eles responderam à questão sobre o grau de importância atribuído a cada fator nesse contexto específico.

Após a obtenção dos resultados da matriz multicritério, os fatores foram novamente hierarquizados e classificados na seguinte ordem: 1) Concentração de empregos; 2) Integração modal; 3) Microacessibilidade; 4) Densidade de serviços e equipamentos públicos; 5) Demanda por transporte público; 6) Distância até o transporte público; e 7) Diversidade do uso do solo. Esta ordenação está apresentada nas colunas "Resultado Final" e "%", conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Resultado final da aplicação da Matriz Multicritério de todos os especialistas

Qual é, em sua opinião, o grau de importância que os indicadores têm no planejamento integrado do transporte e uso do solo em favelas e comunidades urbanas, no contexto do Subúrbio Ferroviário em Salvador?"

Fator	Espec. 1	Espec. 2	Espec. 3	Espec. 4	Espec. 5	Espec. 6	Espec. 7	Espec. 8	Espec. 9	Resultado Final	(%)
1) Concentração de emprego	0,35	0,07	0,24	0,12	0,14	0,16	0,11	0,17	0,27	0,181	18,1
2) Integração modal	0,12	0,19	0,10	0,26	0,19	0,13	0,15	0,11	0,14	0,154	15,4
3) Microacessibilidade	0,04	0,38	0,02	0,07	0,19	0,22	0,06	0,31	0,07	0,152	15,2
4) Densidade de serviços e equipamentos públicos	0,12	0,04	0,18	0,13	0,09	0,22	0,09	0,15	0,21	0,136	13,6
5) Demanda para o TPC	0,24	0,05	0,12	0,11	0,04	0,06	0,36	0,14	0,08	0,134	13,4
6) Distância ao sistema de TPC	0,03	0,19	0,07	0,26	0,21	0,04	0,20	0,08	0,03	0,124	12,4
7) Diversidade do uso do solo	0,10	0,08	0,27	0,05	0,13	0,16	0,04	0,05	0,19	0,119	11,9
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	100

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3. Pré-processamento dos Fatores

O pré-processamento envolveu a preparação e organização dos dados georreferenciados e mensuráveis relacionados aos fatores identificados e hierarquizados no subcapítulo 5.2. Nesse sentido, os seguintes subcapítulos abordarão a conceituação, o cálculo e a representação dos fatores considerados prioritários pelos especialistas em transporte como sendo “os mais importantes ao se planejar um transporte público em áreas de favela e comunidades urbanas”, especificamente no contexto da área do Subúrbio Ferroviário de Salvador. A ordem de apresentação dos fatores reflete sua importância, conforme avaliado pelos especialistas na matriz multicritério.

É importante ressaltar que todos os mapas dos fatores foram produzidos a partir das subzonas de tráfego, com dimensões variadas, obtidas pela Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Salvador realizada em 2012. No entanto, nos mapas dos fatores, destaca-se uma subzona localizada ao norte, abrangendo o município de Simões Filho, que possui uma área significativamente

maior em comparação às demais. Dessa forma, sua representação nos mapas se torna bastante destacada em relação à grande proporção²¹.

5.3.1. Concentração de Emprego

O fator de Concentração de Emprego é utilizado para identificar as áreas que apresentam uma maior densidade de oportunidades de emprego na área de estudo. Essa abordagem visa promover uma dinâmica urbana propícia ao transporte público, impulsionando uma atividade econômica que beneficie a localidade. Essencialmente, esse fator permite a avaliação do equilíbrio entre o número de empregos disponíveis e a oferta de moradias.

O indicador empregado para a obtenção do fator foi identificado por meio do Quadro Metodológico. Trata-se de “Densidade de emprego”, cujas dimensões essenciais incluem os aspectos Socioeconômico e de Densidade. O critério estabelecido para medir o fator em questão é o Adensar, conforme detalhado no Quadro 9.

Quadro 9 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Concentração de Emprego

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Concentração de emprego	Densidade de emprego	Socioeconômico	Densidade	Adensar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

O dado de base para o desenvolvimento desse fator foi o número de “Viagens Atraídas por Motivo de Trabalho por Todos os Modos”, obtido por meio dos resultados fornecidos pela Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Salvador de 2012. Essa informação estava inicialmente distribuída por subzona de tráfego, uma divisão utilizada pela Pesquisa O/D.

Para que houvesse uma estimativa do número de emprego por domicílio foi utilizado para a construção do fator o dado de “Número de Domicílios por Setor Censitário”, obtido por meio do Censo Demográfico de 2010 (IBGE). Porém, para garantir a compatibilização espacial, foram convertidos os valores de Domicílio por Setores Censitários para Subzonas de Tráfego, possibilitando a resolução da equação

²¹ Cabe salientar que áreas muito extensas podem distorcer a análise dos fatores, uma vez que frequentemente apresentam uma alta concentração de ocupação urbana em uma porção pequena de território, enquanto o restante permanece desocupado. Para mitigar essa distorção, recomenda-se adotar estratégias como considerar apenas a área efetivamente ocupada e seu entorno imediato para a análise. Portanto, é indicado para trabalhos futuros que estas considerações sejam incorporadas na análise de todos mapas de fatores e no mapa de Índice de Potencial TOD.

proposta:

$$CEmp = Xvamtmm \div Xdom$$

Onde:

CEmp: Fator de quantidade de emprego por subzona de tráfego;

Xvamtmm: Quantidade de viagens atraídas pelo motivo trabalho de todos os modos por subzona;

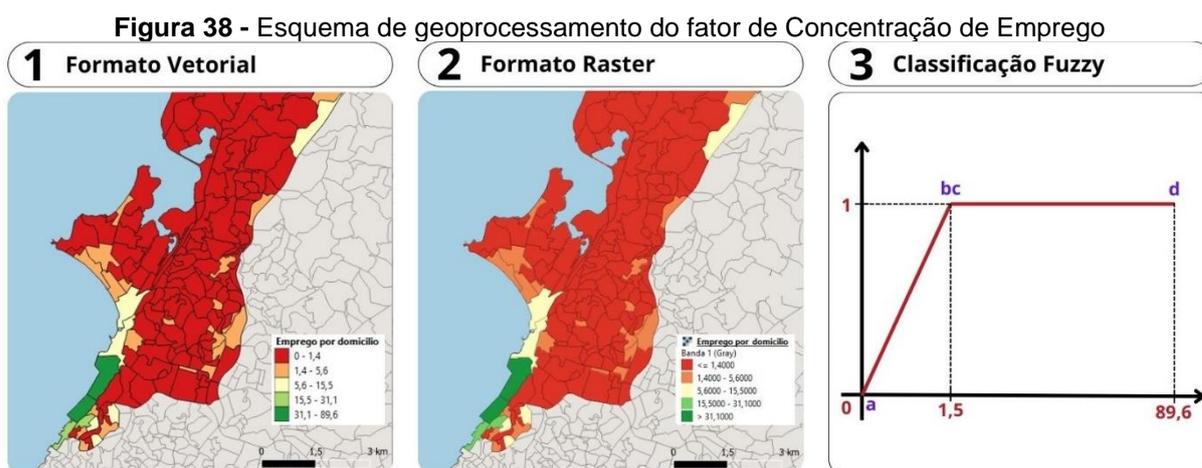
Xdom: Quantidade de domicílios presentes em uma dada subzona.

Os dados geoespaciais de Concentração de Emprego foram então convertidos para um formato vetorial e em seguida transformados em formato “raster” (itens 1 e 2 da Figura 38), para a compatibilização com os outros fatores posteriormente.

Os resultados alcançados possibilitaram a avaliação da interação entre a disponibilidade de emprego e domicílios, assim como a análise da representatividade e atratividade de determinadas áreas para deslocamentos.

Seguindo a proposição de Mello (2015), foi adotado o parâmetro de que um índice ideal de empregos por domicílio deve exceder 1,5, sugerindo que localidades com tal relação sejam consideradas favoráveis para a mobilidade sustentável.

Deste modo, empregou-se a classificação Fuzzy (item 3 da Figura 38), utilizando o QGIS por meio da ferramenta "caixa de ferramentas de processamento" em conjunto com o complemento "fuzzyfy", visando construir uma função de pertinência que atenda o critério estabelecido.

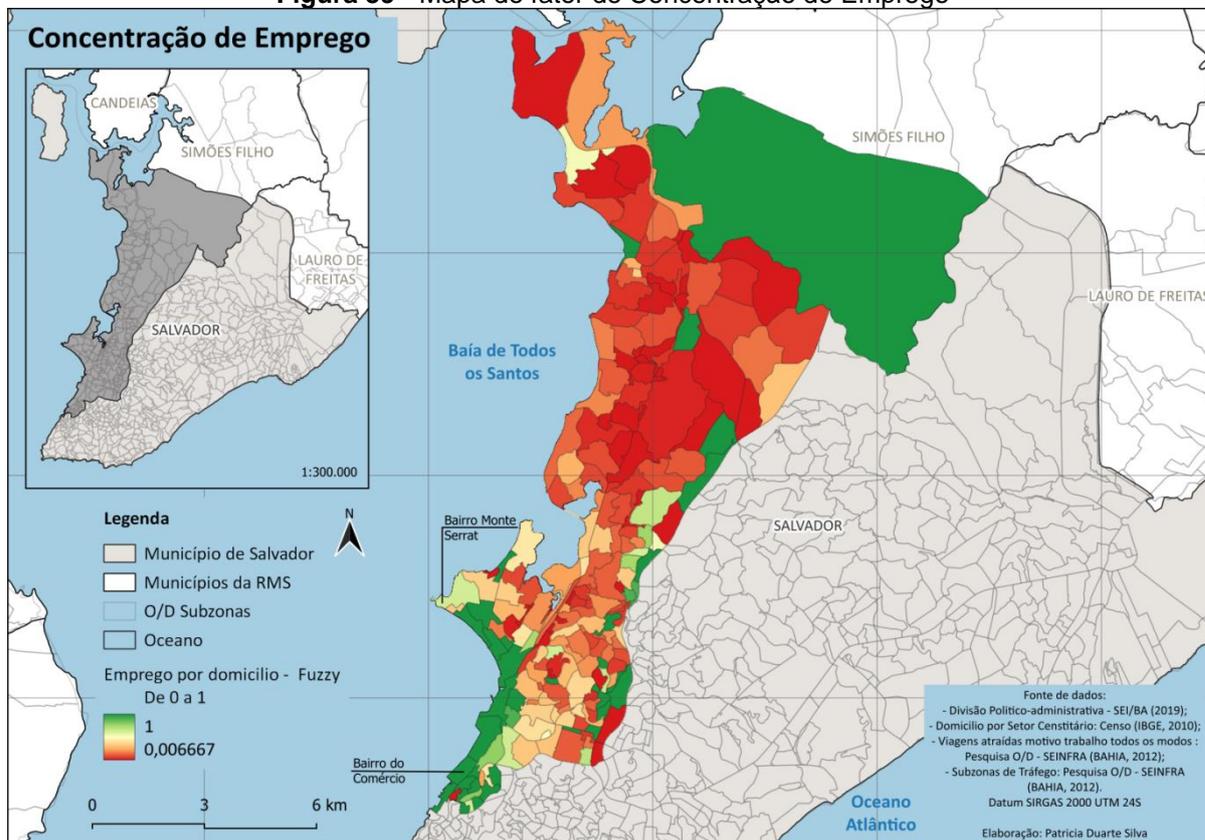


Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

A classificação Fuzzy, realizada com o auxílio do complemento mencionado, permitiu a normalização dos valores obtidos por subzona de tráfego em uma escala de 0 a 1. Nesta escala, o valor 1 indica uma concentração de emprego por moradia acima de 1,5 na respectiva subzona, conforme ilustrado na Figura 36. Este processo

fornece uma visão clara e quantificada das áreas que se alinham com o padrão sugerido por Mello, facilitando a identificação de polos atratores para viagens com base na relação empregos por moradia.

Figura 39 - Mapa do fator de Concentração de Emprego



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3.2. Integração Modal

O fator de Integração Modal visa avaliar a densidade de conexões potenciais, facilitando a acessibilidade e a integração físico-operacional, por meio do nível de integração dos diversos modos de transporte.

Os indicadores empregados na determinação do fator foram identificados mediante o Quadro Metodológico. Estes compreendem as "Opções de transporte" e as "Rotas de transporte", cujas dimensões fundamentais incluem os elementos relacionados ao Transporte, à Demanda e aos Destinos acessíveis. O critério adotado para avaliar os fatores mencionados é o de Conectar, conforme delineado no Quadro 10.

Quadro 10 - Indicadores escolhidos para mensurar o fator de Integração Modal

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Integração modal	Opções de transporte	Transporte	Demanda / Destinos acessíveis	Conectar
	Rotas de transporte			

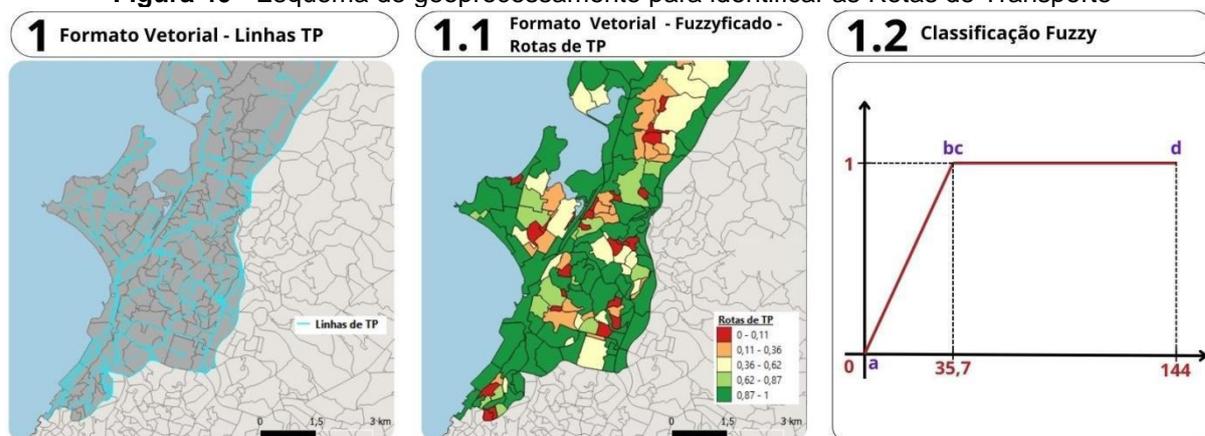
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Utilizando dados georreferenciados fornecidos pela Secretaria de Mobilidade - SEMOB da Prefeitura Municipal de Salvador (2020), foi possível identificar a quantidade de linhas de ônibus (Rotas de Transporte) que operam nos percursos de ida e volta em cada subzona de tráfego específica (item 1 da Figura 40).

Os valores da distribuição das linhas de ônibus variam de 0 a 144 linhas por subzona. Entretanto, julgou-se necessário estabelecer um parâmetro médio representativo. Deste modo, procedeu-se o cálculo da média das linhas, resultando no valor de 35,7 linhas por subzona.

Esta média foi então georreferenciada em formato vetorial e representada cartograficamente, conforme ilustrado na Figura 40, item 1.1.

Posteriormente, empregou-se a técnica de classificação Fuzzy (item 1.2 da Figura 40), utilizando o componente "fuzzyfy". Neste processo, as subzonas que apresentavam número de linhas acima da média foram atribuídas com o maior valor, ou seja, 1, indicando uma quantidade "ideal" de linhas que forneçam acessibilidade pelo transporte público na área. Por outro lado, as subzonas que registraram valores abaixo da média foram classificadas proporcionalmente em valores inferiores a 1.

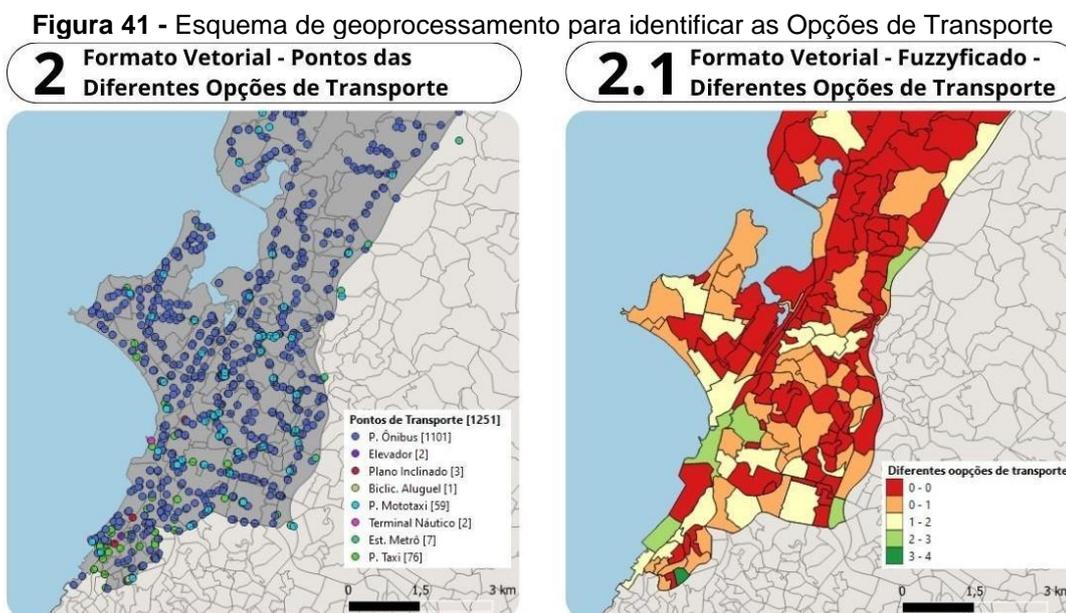
Figura 40 - Esquema de geoprocessamento para identificar as Rotas de Transporte

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Avaliar o potencial de integração modal é fundamental para compreender a dinâmica dos sistemas de transporte em áreas urbanas. Nesse contexto, outro critério

foi adotado, à análise da diversidade de modos de transporte disponíveis em cada subzona. Os modos considerados foram 7 e incluem: 1) elevador; 2) plano inclinado; 3) bicicleta alugada (Itaú); 4) terminal náutico; 5) metrô; 6) táxi; e 7) mototáxi. Essa abordagem possibilitou a identificação de subzonas que oferecem até quatro modalidades distintas de transporte, bem como aquelas desprovidas de qualquer opção (item 2 da Figura 41).

Para melhor visualização e compreensão dessa distribuição espacial, foi elaborado um mapa georreferenciado em formato vetorial. Este mapa classifica as subzonas de acordo com a presença e diversidade de opções de transporte, conforme ilustrado na Figura 41, item 2.1.



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Ao final desses dois procedimentos, os valores dos indicadores de Rotas de Transporte e de Opções de Transporte por subzona foram somados utilizando a equação a seguir, o que resultou em valores que foram de 0 a 4,812, conforme ilustrado na Figura 42, item 3.

$$FMod = QRotT + DOpT$$

Onde:

FMod: Fator de Integração Modal;

QRotT: Quantidade de linhas de ônibus que passam pela Subzona (IDA E VOLTA);

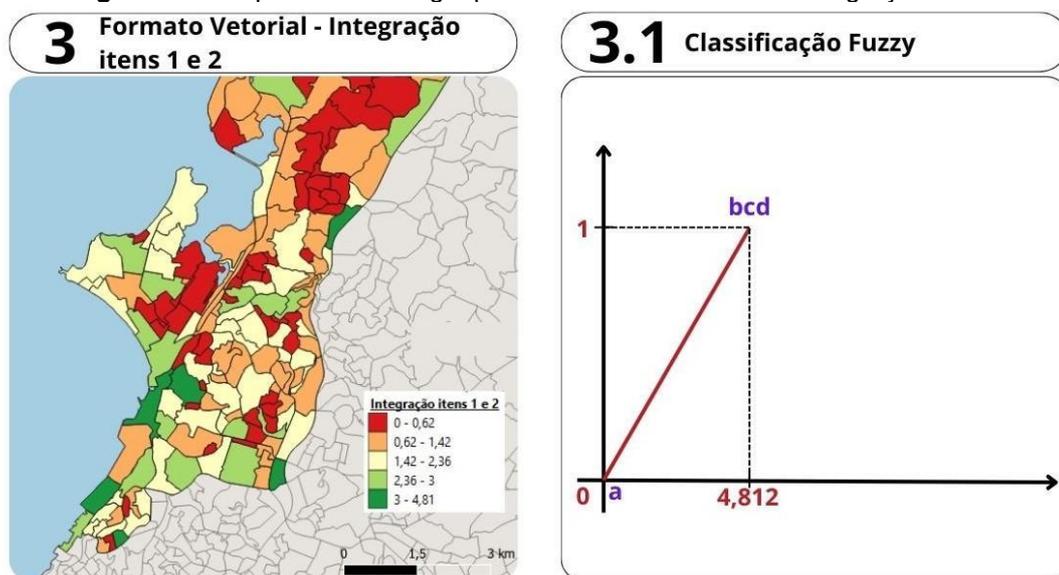
DOpT: Diferentes opções de transporte existentes na Subzona.

Posteriormente, os valores foram submetidos a um processo de normalização

em uma função linear ascendente, para uma escala de 0 a 1, por meio da classificação Fuzzy. Nesta classificação, o valor 1 corresponde ao maior valor observado, ou seja, 4,812, enquanto os valores menores decrescem até atingir 0, conforme evidenciado na Figura 42, item 3.1.

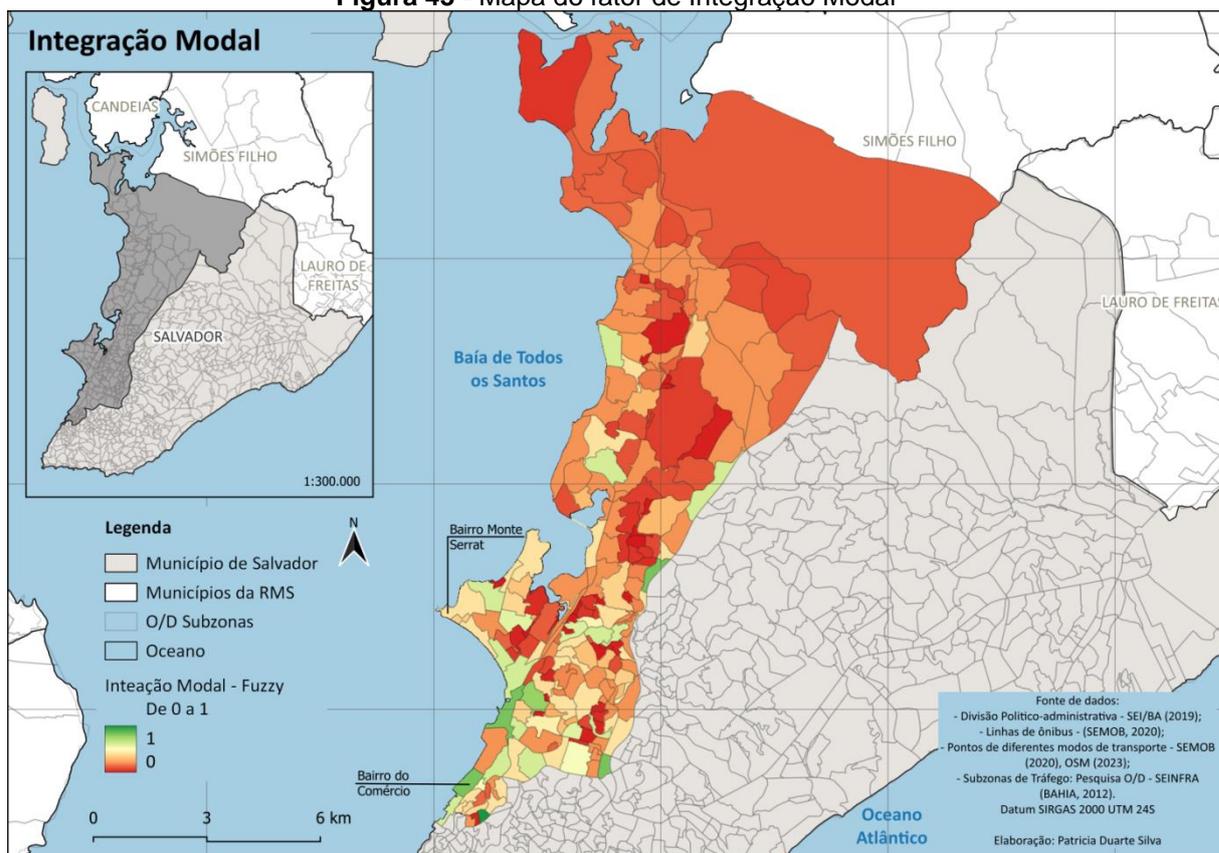
Os resultados da classificação foram expressos no formato “raster” por meio do Mapa do Fator de Integração Modal (Figura 43), o qual delinea as subzonas com o mais alto potencial de integração modal por meio da coloração verde, progressivamente atenuada para amarelo à medida que este potencial diminui, até alcançar seu ponto mais crítico identificado pela coloração vermelha.

Figura 42 - Esquema final de geoprocessamento do fator de Integração Modal



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Figura 43 - Mapa do fator de Integração Modal



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3.3. Microacessibilidade

A microacessibilidade na mobilidade urbana pode ser entendida como um desdobramento da acessibilidade, quando o acesso a um determinado local se faz na micro escala urbana ou nas proximidades a determinados locais (Baiardi *et al.*, 2014), permitindo condições de acesso para os pedestres e ciclistas ao transporte público.

O indicador utilizado para determinar o fator foi identificado com base no Quadro Metodológico. Este indicador compreende o "Acesso ao transporte ativo", que incluem dimensões fundamentais relacionadas ao Transporte, à Demanda e ao Desenho Urbano. O critério selecionado para avaliar esse fator é o de Caminhar/Pedalar, conforme delineado no Quadro 11.

Quadro 11 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Microacessibilidade

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Microacessibilidade	Acesso ao transporte ativo	Transporte	Desenho Urbano	Caminhar/Pedalar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Neste contexto, com base na análise dos dados do Censo Demográfico de

2010, foram identificados seis fatores que podem impactar as condições de microacessibilidade, ou seja, o acesso ao transporte ativo na área de estudo, dependendo de sua presença ou ausência no ambiente urbano.

Esses fatores incluem: 1) existência de arborização para proporcionar sombreamento e conforto; 2) presença de calçadas para garantir conforto e segurança ao caminhar; 3) declividade acentuada do terreno, criando barreiras físicas para a locomoção; 4) existência de iluminação pública para evitar riscos à segurança pública (assaltos); 5) presença de pavimentação, influenciando a segurança e o conforto dos deslocamentos, e; 6) existência de rampas para pessoas com mobilidade reduzida.

Os fatores foram então submetidos à avaliação de especialistas com faixas etárias variadas, abrangendo idades de 20 a 65 anos. A avaliação foi conduzida utilizando também o método de análise multicritério “Analytic Hierarchy Process” – AHP (Saaty, 1980), o qual permite que valores de critérios não comparáveis entre si sejam normalizados para uma mesma escala, viabilizando a agregação entre eles.

Nesse processo, os especialistas foram consultados individualmente e solicitados a determinar, com base em suas opiniões, o grau de importância de cada fator em comparação com os demais, considerando o impacto na microacessibilidade.

Os valores finais atribuídos por cada entrevistado, por meio da Matriz Multicritério, foram compilados, conduzindo à determinação da ordem de relevância de cada fator. Cabe ressaltar que os valores atribuídos foram normalizados dentro de uma escala de 0 a 1, na qual a unidade mais próxima a 1 denota o fator de maior importância em relação ao conjunto, como representado na última coluna (%) da Tabela 8.

Essa representação revela que a declividade é o fator de maior importância para os entrevistados, com um peso de 43%, enquanto o fator rampa detém menor relevância, com 15%.

Tabela 8 - Resultado final da aplicação da Matriz Multicritério de todos os entrevistados – Fator Microacessibilidade

Ordem Fatores	Entr. 01 (50+)	Entr. 02 (20+)	Entr. 03 (30+)	Entr. 04 (20+)	Entr. 05 (60+)	Entr. 06 (30+)	Soma	Soma/6	Resultado	(%)
1) Declividade	1,37	0,21	1,34	2,03	2,14	2,19	9,29	1,55	0,43	43%
2) Iluminação	1,23	0,21	0,83	0,87	1,43	0,68	5,25	0,87	0,24	24%
3) Calçada	0,69	0,21	1,06	1,24	0,81	1,19	5,21	0,87	0,24	24%
4) Arborização	1,33	0,07	0,55	0,68	0,73	0,68	4,04	0,67	0,19	19%
5) Pavimentação	0,89	0,21	0,97	0,51	0,43	0,97	3,99	0,66	0,18	18%
6) Rampa	0,48	0,07	1,25	0,67	0,46	0,29	3,22	0,54	0,15	15%

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Após a definição dos pesos, foram construídos mapas específicos de cada fator no formato vetorial, sendo utilizados os dados existentes na planilha do Censo Demográfico de 2010, denominada “Entorno”. É importante observar que essa fonte de dados foi selecionada devido à ausência de informações semelhantes disponíveis no Censo de 2022. Adicionalmente, procedeu-se a revisão destas informações, a fim de atualizá-las na medida do possível.

Na aplicação do Censo Demográfico, o pesquisador verificou junto a seus entrevistados a ocorrência ou não de um determinado fator (presente ou ausente) a frente de seus domicílios. Tais informações foram disponibilizadas na planilha “Entorno” com valores relativos a cada setor censitário, discriminando o número de domicílios nos quais existe a ocorrência desse fator específico. A obtenção do percentual de ocorrência de cada fator nos setores censitários desejados baseia-se na seguinte equação:

$$Ocor^{F^x} = Dom^{F^x} / Dom^{Tot}$$

Onde:

Ocor^{F^x}: Percentual de ocorrência de determinado fator por setor censitário;

Dom^{F^x}: Número de domicílios que contêm determinado fator por setor censitário;

Dom^{Tot}: Número total de domicílios (próprios + alugados + cedidos) por setor censitário.

Assim, com base no índice de ocorrência de um determinado fator para cada setor censitário, variando de 0 a 1, obteve-se uma perspectiva do nível de abrangência, ou seja, da presença desse fator no espaço. Por exemplo, se o fator “Calçada” está com índice 0,75, indica que 75% dos domicílios neste setor possuem calçamento em sua frente.

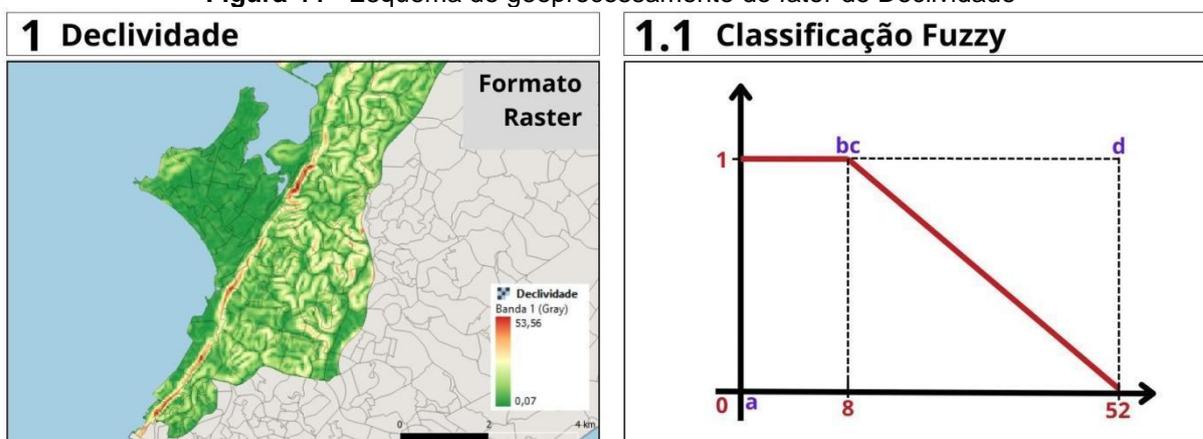
Por fim, os fatores normalizados representados por mapas vetoriais foram convertidos para o formato “raster”. Durante esse processo, foi respeitada a resolução da unidade de referência adotada, que, neste caso, corresponde ao tamanho do pixel, estabelecido em 20x20 metros.

Para o cálculo do fator de declividade adotou-se uma abordagem distinta, empregando curvas de nível de 5x5 metros para formar um Modelo Digital de Elevação - MDE, a partir do qual um mapa de declividade foi gerado (item 1 da Figura 44). A representação desse mapa é delineada por meio de variações de cores, sendo que as tonalidades mais avermelhadas indicam declividades mais acentuadas, ultrapassando os 8,33% aceitáveis, ou seja, menos adequadas para a

microacessibilidade, conforme estipulado pela norma brasileira (ABNT-NBR 9050, 2015) intitulada "Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos".

Com o intuito de destacar no mapa as declividades desfavoráveis, que ultrapassaram o limite estabelecido pela norma, realizou-se a classificação Fuzzy destes resultados. Dessa maneira, a declividade que se encontra entre o intervalo de 0% a 8,33% foi considerada adequada para microacessibilidade e obteve o valor 1, por outro lado, valores acima de 8,33% foram linearmente classificados como desfavoráveis (item 1.1 da Figura 44).

Figura 44 - Esquema de geoprocessamento do fator de Declividade



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Na Figura 45, são exibidos mapas representando os outros cinco fatores de estudo, os quais possibilitaram a análise espacial em pauta. É relevante salientar que todos esses mapas passaram por conversão de formato, à exceção do mapa de declividade que já se encontrava em formato "raster". Além disso, eles compartilham uma resolução espacial uniforme, visando facilitar a posterior integração por meio da técnica de álgebra de mapas (Moreira *et al.*, 2001).

Esta técnica possibilitou a aplicação da soma ponderada dos seis fatores, integrando seus respectivos valores conforme os pesos atribuídos a cada um. Como desfecho deste processo, foi elaborado o Mapa do Fator de Microacessibilidade (Figura 46), que constitui uma síntese visual das condições preponderantes na área em estudo. Nesse contexto, a tonalidade verde do mapa indica um maior nível de microacessibilidade na área mapeada.

A operação de álgebra de mapas executada por meio da função do QGIS intitulada de "Calculadora Raster" é expressa na seguinte equação:

$$Micr = (p1*f1)+(p2*f2)+(p3*f3)+(p4*f4)+(p5*f5)+(p6*f6)$$

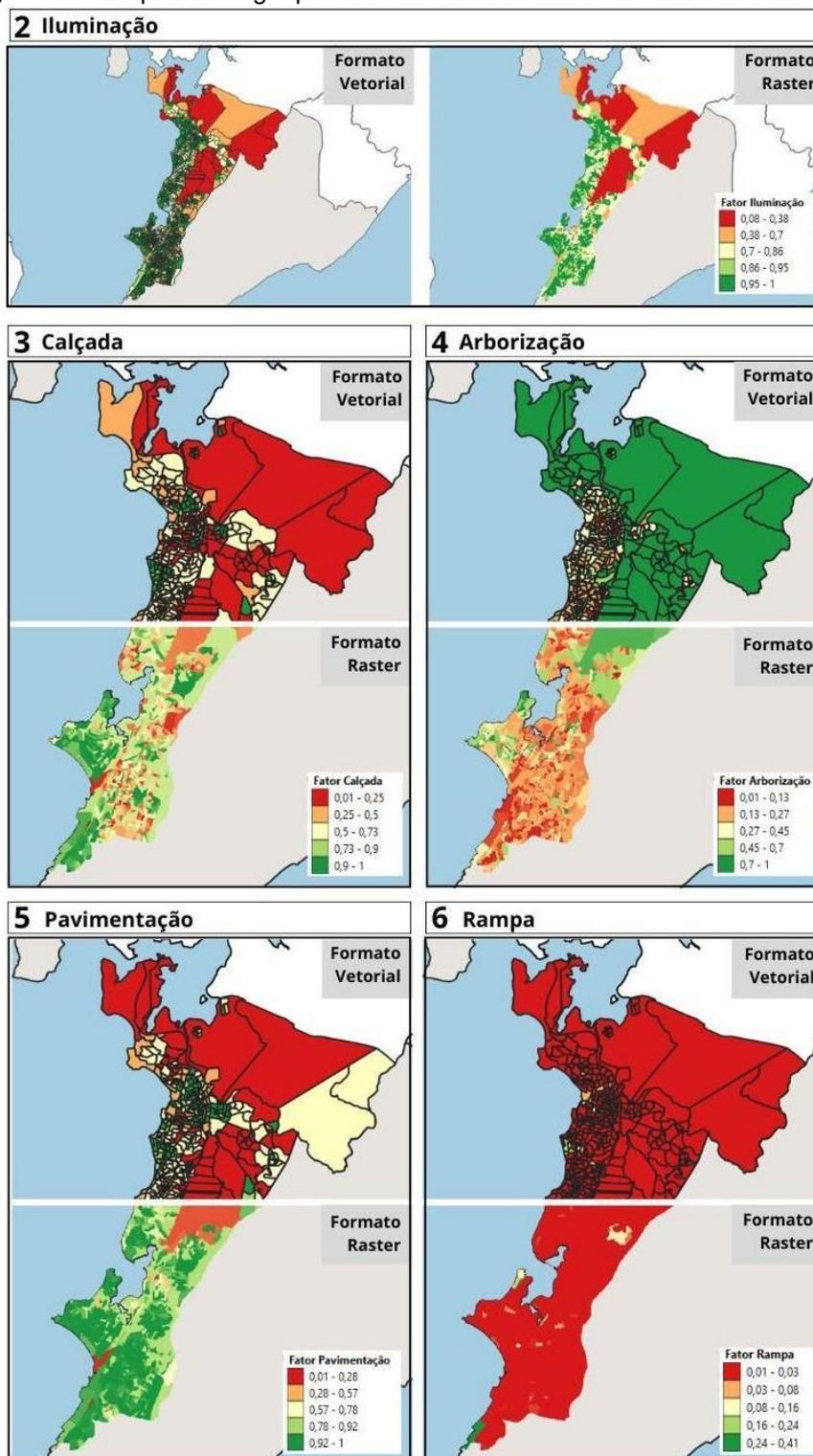
Onde:

Micr: Condições predominantes de microacessibilidade na área de estudo;

px: Peso estabelecido pelos especialistas para cada fator, por meio da aplicação da Matriz Multicritério;

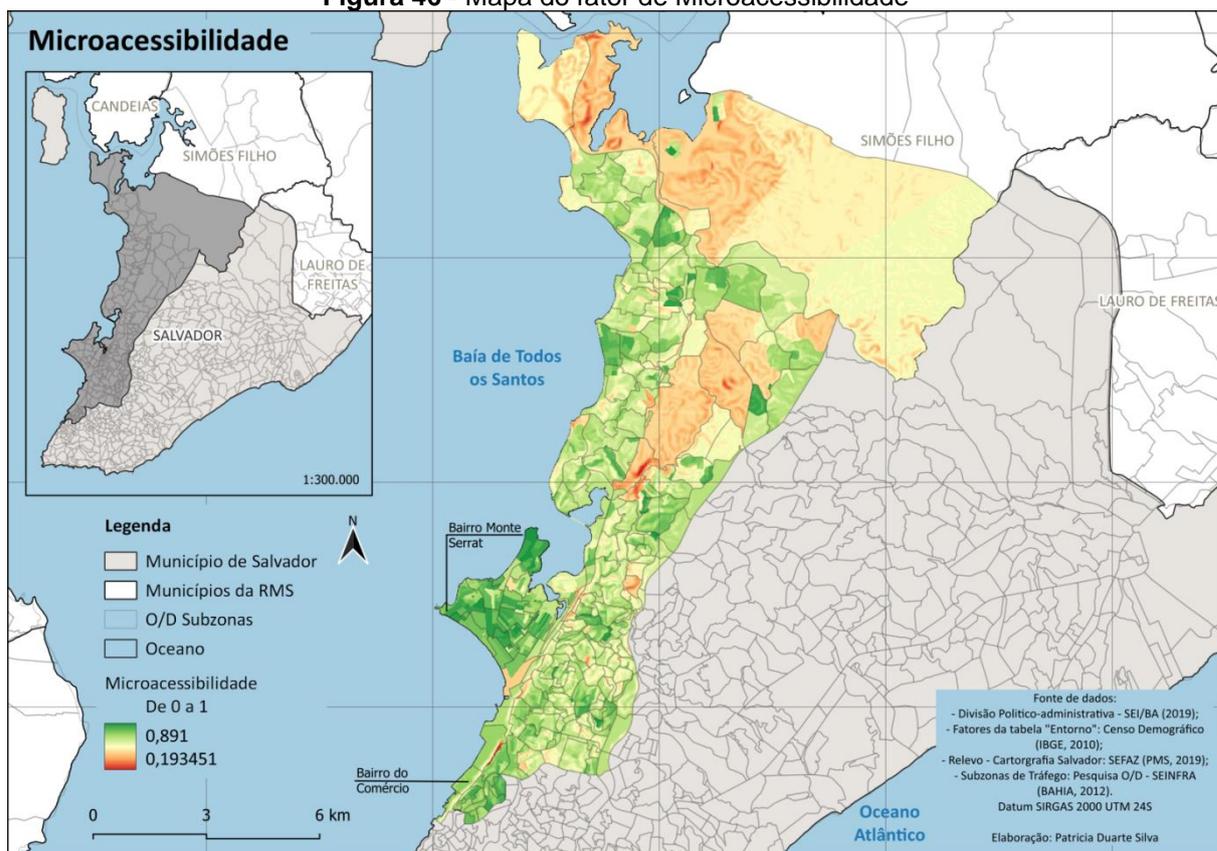
fx: Valor de cada fator normalizado de 0 a 1.

Figura 45 - Esquema de geoprocessamento dos fatores de Microacessibilidade



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Figura 46 - Mapa do fator de Microacessibilidade



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3.4. Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos

A presença e distribuição de serviços e equipamentos públicos desempenham um papel relevante na configuração da dinâmica urbana, influenciando diretamente a acessibilidade e a atratividade do transporte público. Nesse contexto, o presente fator investigou a ocorrência de tais elementos na área de estudo, visando favorecer uma dinâmica urbana propícia ao transporte público.

O indicador empregado para determinar o fator foi identificado a partir do Quadro Metodológico. Este indicador abrange a "Acessibilidade até serviços/equipamentos públicos", que engloba dimensões essenciais relacionadas ao Uso do Solo e aos Destinos Acessíveis. O critério escolhido para avaliar este fator é o de Conectar, conforme descrito no Quadro 12.

Quadro 12 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Densidade de serviços e equipamentos públicos	Acessibilidade até serviços/equipamentos públicos	Uso do Solo	Destinos acessíveis	Conectar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

A busca ocorreu por meio da base de dados georreferenciados de equipamentos e serviços públicos fornecidos pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - Conder (2016), os quais foram cuidadosamente revisados e atualizados pela autora com auxílio do projeto colaborativo de mapeamento geográfico Open Street Maps – OSM e da ferramenta Street View do Google Maps (item 1 da Figura 47).

Os pontos de interesse identificados foram segmentados de tal maneira: 1) Abastecimento de alimentos: Mercado Modelo, Feira de São Joaquim, restaurantes populares; 2) Administração Pública: Órgãos públicos municipais, estaduais e federais; 3) Assistência Comunitária: Cemitérios públicos, unidades de acolhimento, CREAS, CRAS; 4) Cultura: Museus, bibliotecas, teatros, espaços culturais; 5) Educação: Escolas municipais estaduais e institutos e universidades federais; 6) Finanças: Bancos estatais; 7) Parques: Parque estadual São Bartolomeu; 8) Saúde: Unidades de saúdes, hospitais, maternidades; e 9) Segurança: Delegacias, postos policiais.

Estes elementos foram mapeados e transformados em um modelo espacial utilizando a técnica de Mapa de Calor²² (Kernel simples), com um raio de 800 metros ao redor de cada ponto (item 2, Figura 47), conforme preconizado por Calthorpe (1993) na teoria TOD.

Os valores resultantes dessa análise variaram de 0 a 38,23. A fim de mitigar discrepâncias e proporcionar uma avaliação mais equitativa, empregou-se a classificação Fuzzy, estabelecendo 12 (doze) como o número mínimo de serviços e equipamentos públicos necessários para estarem dentro do raio TOD de 800 metros.

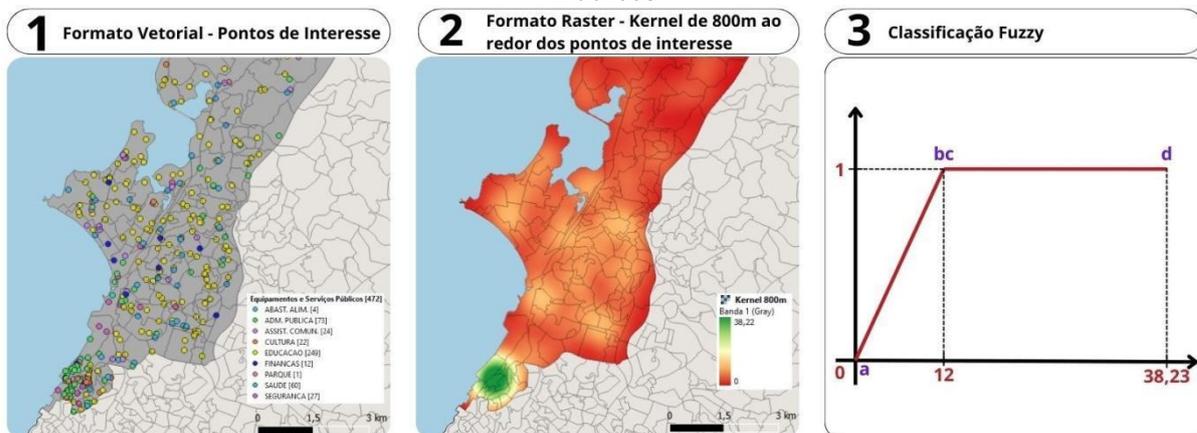
O número 12 foi adotado com base na avaliação do valor observado na área adjacente ao Shopping Liberdade, localizado no bairro da Liberdade. Este bairro desempenha um papel significativo na dinâmica urbana atual, fornecendo uma ampla gama de serviços e equipamentos públicos no seu entorno. Dessa forma, os valores foram normalizados, atribuindo o valor de 1 para aqueles acima de 12, enquanto os valores abaixo desse limiar decresceram proporcionalmente até atingir zero (item 3, Figura 47).

Assim, o mapa final do fator é delineado pela coloração verde em áreas que

²² Representação visual que destaca a densidade ou a intensidade de ocorrências de um determinado fenômeno geográfico em uma determinada área.

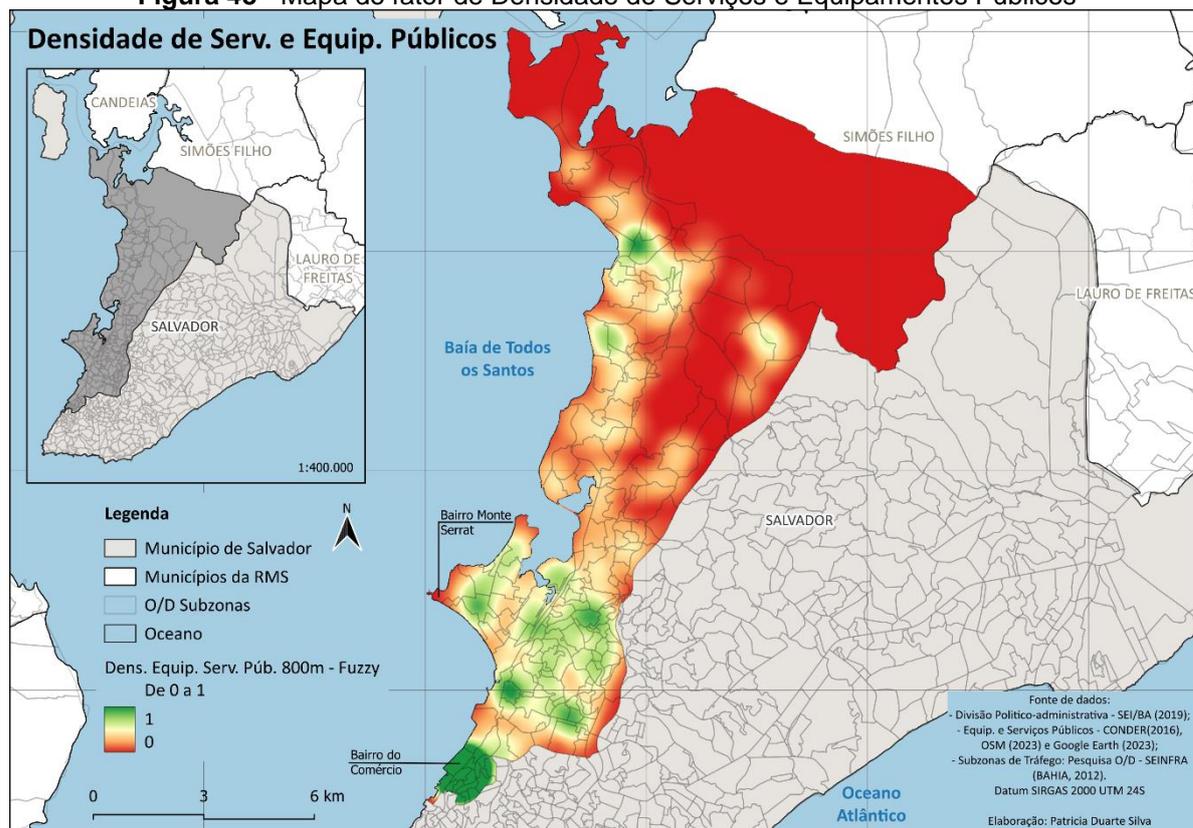
exibem uma densidade satisfatória de equipamentos e serviços públicos, enquanto tonalidades avermelhadas denotam uma escassez significativa dessa infraestrutura, conforme ilustrado na Figura 48.

Figura 47 - Esquema de geoprocessamento do fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Figura 48 - Mapa do fator de Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

5.3.5. Demanda para o Transporte Público

A compreensão dos padrões de concentração populacional e suas características sócio-demográficas desempenha um papel fundamental na avaliação

da viabilidade do transporte público em áreas urbanas. Neste contexto, a construção do fator de Demanda para o Transporte Público tem como objetivo analisar a demanda por transporte público na área de estudo, com base em dados de dimensão do território e de mobilidade.

O indicador empregado para determinar o fator foi identificado a partir do Quadro Metodológico. Este indicador abrange o "Número de passageiros por modo de transporte", que engloba dimensões essenciais relacionadas ao Transporte e Demanda. O critério escolhido para avaliar este fator é o de Transportar, conforme descrito no Quadro 13.

Quadro 13 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Demanda para o Transporte Público

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Demanda para o transporte público	Número de passageiros por modo de transporte	Transporte	Demanda	Transportar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Para identificar a demanda por transporte público, o cálculo do número de passageiros por modo de transporte foi derivado da soma total de "Viagens Atraídas e Produzidas por Transporte Público" em subzonas de tráfego específicas, conforme os dados da Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Salvador de 2012. Essa soma foi então dividida pela área em hectares dessas subzonas. Esse método proporciona uma avaliação da demanda potencial por transporte público em diversas áreas urbanas.

O fator de Demanda para o Transporte Público foi derivado do padrão de viagens da área de estudo, representando o volume da demanda por transporte público em cada subzona de tráfego, conforme a equação a seguir:

$$DemTP = \frac{V_{prod/dia} + V_{atra/dia}}{Área_{(ha)}}$$

Onde:

$DemTP$: Fator de Demanda do Transporte Público;

$V_{prod/dia}$: Viagens produzidas pela subzona por dia;

$V_{atra/dia}$: Viagens atraídas pela subzona por dia;

$Área_{(ha)}$: Área da subzona por hectare.

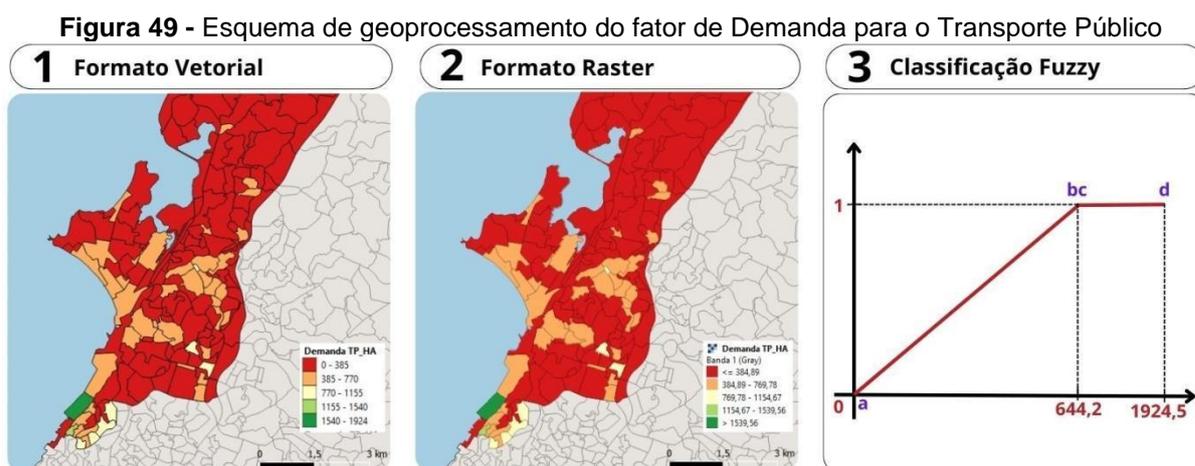
Após a execução da equação, o resultado foi representado espacialmente por meio de um mapa em formato vetorial, que posteriormente foi convertido em formato

“raster” para garantir a compatibilidade com os mapas dos demais fatores (conforme descrito nos itens 1 e 2 da Figura 49).

A classificação Fuzzy foi empregada como método de análise, visando à normalização dos valores e a delimitação da demanda de viagens produzidas e atraídas diariamente (item 3 da Figura 49).

Dessa forma, a quantidade de 644 viagens provenientes da subzona localizada no Largo do Tanque, no bairro da Liberdade, foi selecionada como um marco para definir a demanda ideal, uma vez que esta se encontra na interseção entre a Área Urbana Consolidada, representada pelo centro urbano tradicional de Salvador e o Subúrbio Ferroviário, conforme delineado pelo PlanMob de Salvador (2017).

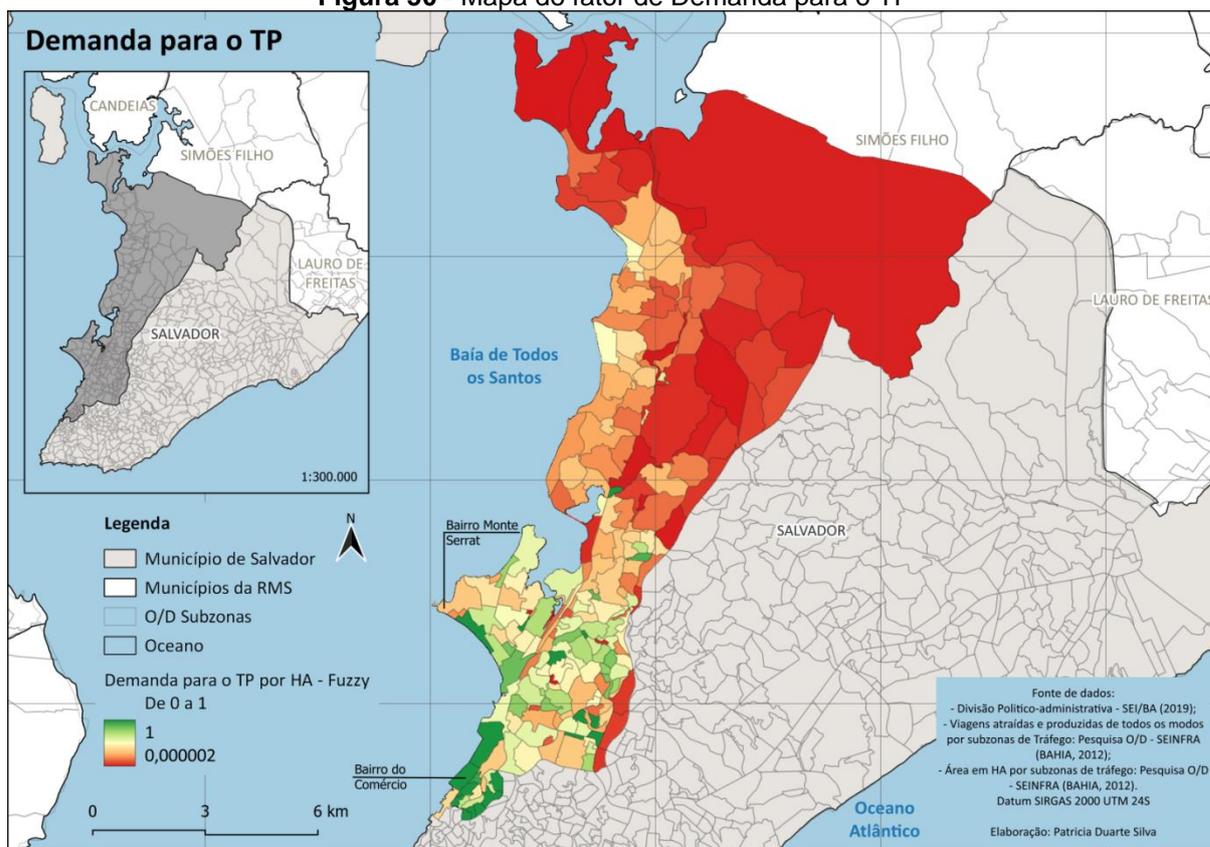
Aos valores superiores a 644 foi atribuído o grau de pertinência máximo, ou seja, 1. As demandas inferiores a 644 viagens foram progressivamente decrescendo até atingir o valor de 0, conforme delineado no item 3 da Figura 49.



Como resultado desse processo, foi revelada uma distribuição diversa das áreas com demanda ideal, destacadas por uma coloração verde no mapa final do fator de Demanda para o Transporte Público. Essas áreas predominantemente localizam-se em proximidade ao centro urbano tradicional da cidade. Por outro lado, uma considerável parcela de território apresentou uma demanda ruim, evidenciada pela tonalidade avermelhada, como ilustrado na Figura 50.

Deste modo, destaca-se que este fator é fundamental para compreender o grau de atividade urbana e a necessidade de deslocamentos eficientes em determinadas áreas. O volume de viagens produzidas e atraídas reflete não apenas os deslocamentos pendulares da população, mas também a oferta de serviços, empregos e atividades comerciais na área.

Figura 50 - Mapa do fator de Demanda para o TP



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3.6. Distância ao Transporte Público

O fator de Distância ao Transporte Público tem como objetivo avaliar o tempo médio necessário para o deslocamento até um ponto de transporte público mais próximo, destacando a relação intrínseca entre distância e tempo de acesso da residência até os pontos de conexão.

O indicador utilizado para determinar o fator foi identificado com base no Quadro Metodológico. Este indicador aborda a "Distância da residência até pontos de transporte", considerando dimensões relacionadas ao Uso do Solo, aos Destinos Acessíveis e à Distância. O critério selecionado para avaliar este fator é o de Transportar, conforme especificado no Quadro 14.

Quadro 14 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Distância ao Transporte Público

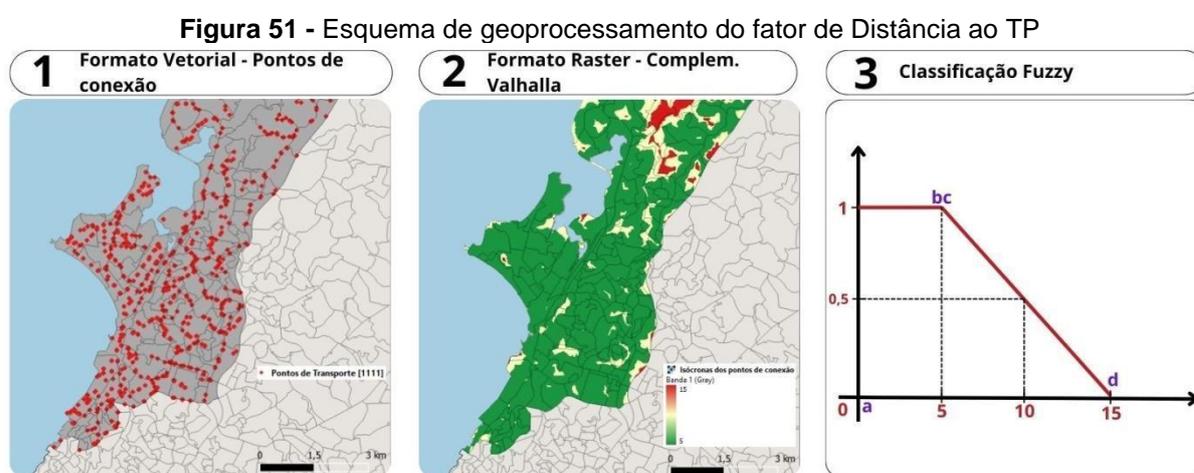
Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Distância ao transporte público	Distância da residência até pontos de transporte	Uso do Solo	Distância	Transportar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Os pontos de conexão compreendem a paradas de ônibus e estações de metrô

mais próximas. Para avaliar o tempo médio, procedeu-se à identificação desses pontos georreferenciados por meio de um shapefile disponibilizado pela Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana - SEMOB (item 1 da Figura 51).

Os dados foram processados por meio do software QGIS, utilizando o complemento Valhalla. Esse processo resultou na geração de isócronas definidas a partir do centroide dos pontos, abrangendo as distâncias estipuladas em um intervalo médio de 5 e 10 minutos de caminhada. Essas isócronas simulam um percurso viável, que considera a topologia da rede viária destinada ao pedestre, conforme representado no item 2 da Figura 51.



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

O complemento Valhalla, em suas configurações, adota uma velocidade média de deslocamento para pedestres de 4,62 km/h, o que equivale a 385 metros em 5 minutos de caminhada e 770 metros em 10 minutos, valores estes que se mostram em conformidade com as diretrizes de Calthorpe (1993) na teoria TOD, onde um raio de 800 metros é considerado ideal para deslocamentos a pé.

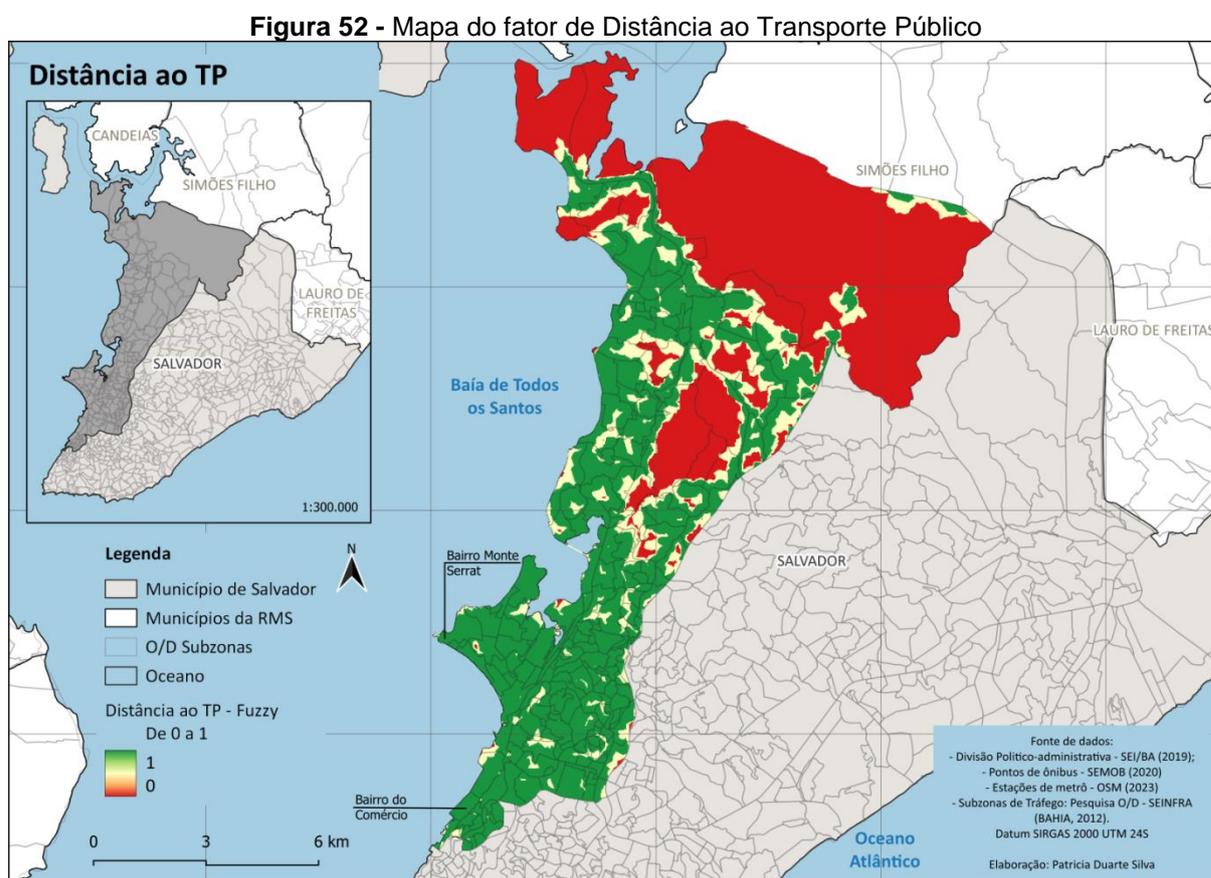
Quanto à normalização do fator de Distância ao Transporte Público, a literatura expõe uma diversidade de dados, geralmente enquadrados em um intervalo temporal de 5 a 30 minutos como tempo médio de deslocamento a pé até o transporte público (Kenworthy *et al.*, 1999) variando conforme as características específicas de cada localidade.

Para realizar a normalização dos valores, adotou-se a abordagem da classificação Fuzzy, na qual na função de pertinência foi atribuída uma nota de 1 para os valores que vão de 0 até 5 minutos de caminhada, representando o tempo ideal de deslocamento. À medida que o tempo de deslocamento aumenta, o valor normalizado decresce progressivamente, sendo que aos 10 minutos a nota é reduzida pela metade

(0,5) e, conseqüentemente, aos 15 minutos a nota chega a 0, conforme descrito no item 3 da Figura 51.

Com base nos resultados obtidos por meio da técnica de classificação Fuzzy, procede-se à elaboração de um mapa final do fator em questão. Este mapa, por sua vez, emprega uma variação de cores, com a tonalidade vermelha indicando uma condição desfavorável, caracterizada pela necessidade de percorrer uma distância superior a 15 minutos a pé para acessar um ponto de transporte.

À medida que a coloração do mapa transita da coloração vermelha para a amarela, observa-se uma redução progressiva da distância/tempo, até alcançar a coloração verde, a qual representa uma condição “ideal”, conforme preconizado pelas diretrizes estabelecidas pelo Transit Oriented Development (Figura 52).



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.3.7. Diversidade do Uso do Solo

O fator de Diversidade do Uso do Solo é definido por localidades com uso do solo misto (usos residenciais e não residenciais combinados), de modo a favorecer uma dinâmica urbana favorável para o transporte público e possibilitar maiores oportunidades de interação econômica e social.

O indicador utilizado para determinar o fator foi identificado com base no Quadro Metodológico. Este indicador compreende a "Diversidade do uso do solo", que abrange dimensões essenciais relacionadas ao Uso do Solo e à Diversidade. O critério selecionado para avaliar este fator é o de Misturar, conforme descrito no Quadro 15.

Quadro 15 - Indicador escolhido para mensurar o fator de Diversidade do Uso do Solo

Fator	Indicador	Dimensão Mobilidade Produtiva Alves <i>et al.</i> (2017)	Dimensão 7D's de Ewing e Cervero (2010)	Critério ITDP (2017)
Diversidade do uso do solo	Diversidade do uso do solo	Uso do Solo	Diversidade	Misturar

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

O presente fator foi adaptado do Índice de Entropia (Grieco *et al.*, 2017 *apud* Brito, 2022) comumente utilizado para averiguar o equilíbrio entre as áreas ocupadas pelos diferentes tipos de atividades urbanas. A formulação utilizada é apresentada na equação disposta a seguir:

$$\text{Entropia} = \frac{-\sum_{k=1}^{k=5} p_k * \ln(p_k)}{\ln(K)}$$

Onde p_k corresponde à proporção de viagens atraídas pelo motivo k , ao passo que K é igual à soma de todas as viagens atraídas. A diversidade das atividades urbanas avaliadas por cada zona são 5: 1) Residencial; 2) Comercial; 3) Industrial; 4) Ensino; e, 5) Serviços. Para isso, os motivos de viagens foram agregados de acordo com a atividade de destino. Quanto mais a Entropia de determinada zona se aproxima de 1, maior é o equilíbrio na oferta de oportunidades das diferentes categorias.

Neste estudo, dada a ausência de dados específicos sobre as atividades urbanas na área em questão, foi decidido adotar as Viagens Atraídas por Motivo²³ como uma medida para representar a diversidade de oportunidades urbanas em cada subzona de tráfego. Essa abordagem se baseia na relação intrínseca entre transporte e uso do solo, uma vez que os deslocamentos são uma resposta à necessidade de acesso a atividades (Brito, 2022).

A presença de viagens motivadas por determinados propósitos serve como fator da disponibilidade de oportunidades urbanas. Deste modo, a diversidade das

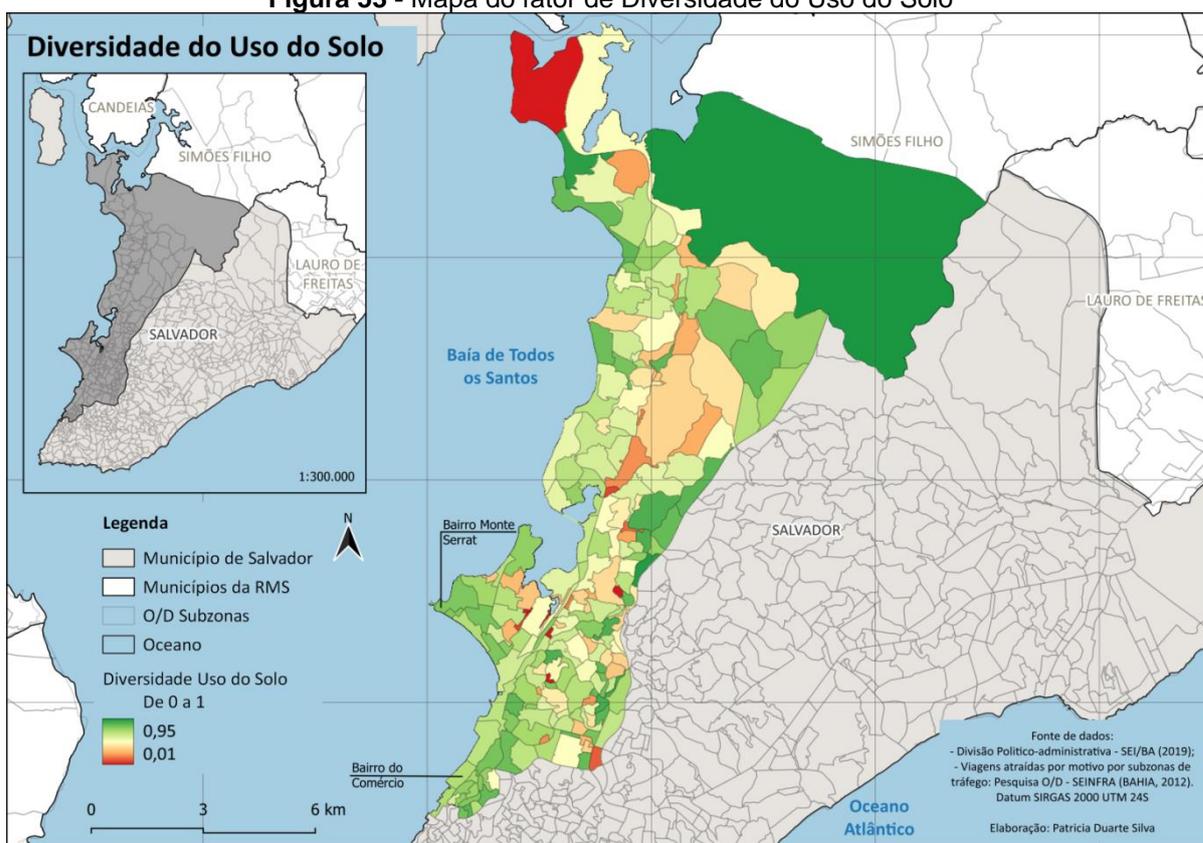
²³ No banco de dados da Pesquisa O/D (2012) da RMS, as informações referentes aos motivos de viagem são relacionadas a trabalho, educação e outros.

atividades disponíveis e sua contribuição relativa podem ser quantificadas por meio do número de deslocamentos gerados.

$$\text{Diversidade do Uso do Solo} = \text{Viagens atraídas por motivo (trabalho + educação + outros) por subzona de tráfego}$$

Diante os dados apresentados, a Diversidade do Uso do Solo na área de estudo é delineada sob a forma de representação vetorial e subsequentemente convertida para o formato “raster” na Figura 53. Observa-se que, de acordo com todos os outros mapas de fatores apresentados neste estudo, a coloração esverdeada indica níveis superiores de Diversidade do Uso do Solo, progressivamente declinando para tons amarelos que denotam valores médios e, por fim, para tonalidades avermelhadas que indicam valores inferiores.

Figura 53 - Mapa do fator de Diversidade do Uso do Solo



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024. Baseada em Brito, 2022

5.4. Integração dos Fatores: Índice de Potencial TOD – Mapa Síntese

Após a construção dos sete fatores, apresentados no subcapítulo 5.3 deste estudo, voltado para a avaliação das condições de integração entre transporte e uso do solo, foi desenvolvido um mapa de potencial com base nesses fatores, os quais, quando analisados em conjunto, descrevem as condições favoráveis ou desfavoráveis que condicionarão futuras intervenções, visando a mobilidade e o desenvolvimento urbano sustentáveis no âmbito do TOD, especialmente dentro do contexto específico abordado.

Após a atribuição de pesos a cada fator, procedeu-se à integração dos mapas individuais desses fatores por meio da técnica de álgebra de mapas. É importante destacar que os mapas dos fatores foram disponibilizados no formato “raster”, onde cada pixel possui dimensões de 20x20 metros. Todos esses mapas foram padronizados para ter uma resolução espacial uniforme, facilitando assim a integração posterior, conforme recomendado por Moreira *et al.* (2001).

Esse processo de integração foi realizado por meio da aplicação da álgebra de mapas dos sete fatores, que foi executada utilizando a função "Calculadora Raster" do software QGIS, conforme expresso na equação subsequente:

$$I_{potTOD} = (p1*f1) + (p2*f2) + (p3*f3) + (p4*f4) + (p5*f5) + (p6*f6) + (p7*f7)$$

Onde:

I_{potTOD} : Índice de Potencial TOD na área de estudo;

p_x : Peso estabelecido pelos especialistas para cada fator;

f_x : Valor de cada fator normalizado de 0 a 1.

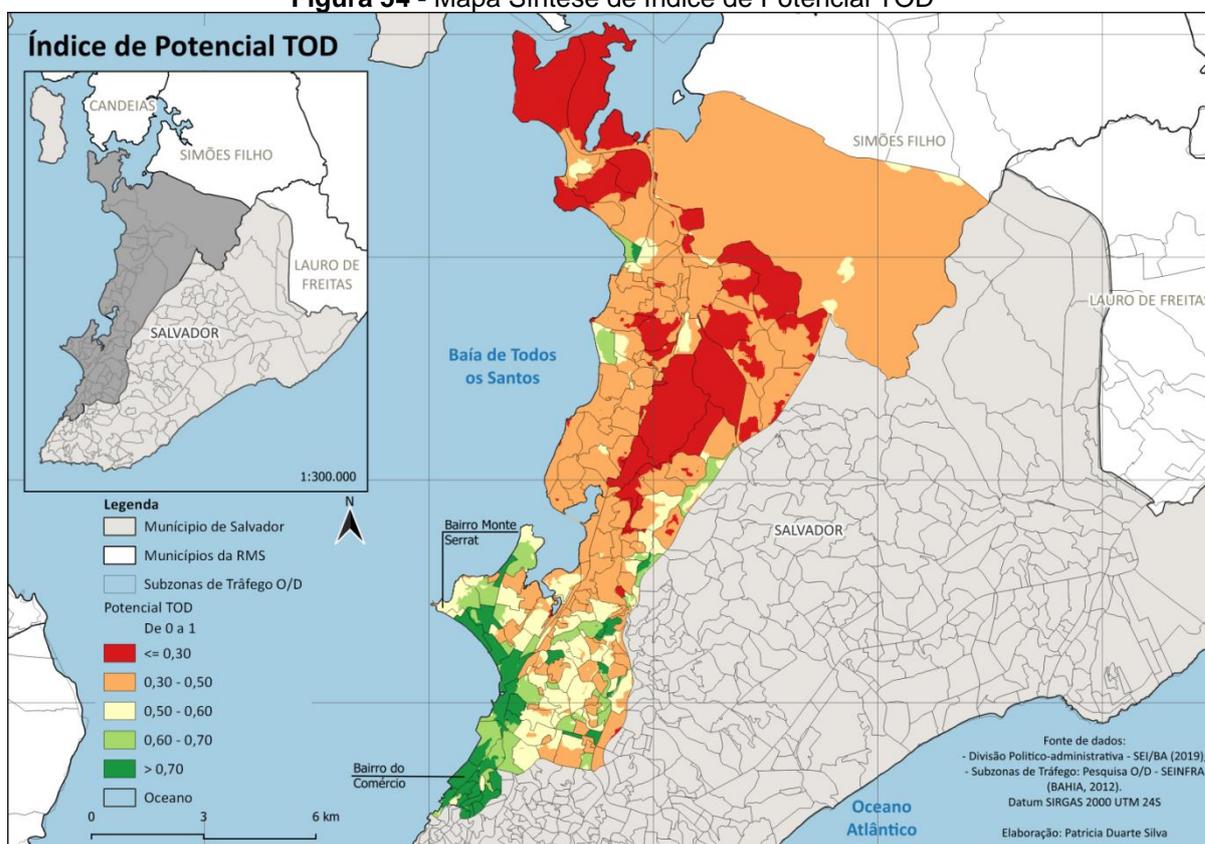
Com base nos valores atribuídos e representados para cada localidade (pixel), a classificação adotada para determinar o maior ou menor grau de Potencial TOD foi organizada em cinco categorias distintas: 1) Potencial insuficiente; 2) Potencial baixo; 3) Potencial médio; 4) Potencial relativo; e 5) Potencial pleno. Cada uma dessas categorias foi definida por meio de parâmetros específicos, conforme detalhado na Tabela 9.

Tabela 9 - Categorias de classificação do Índice de Potencial TOD

Potencial	Valor	Cor
Insuficiente	< 0,30	
Baixo	0,30 - 0,50	
Médio	0,50 - 0,60	
Relativo	0,60 - 0,70	
Pleno	> 0,70	

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Portanto, no Mapa Síntese de Índice de Potencial TOD (Figura 54), cada pixel delinea a capacidade ou potencial de cada localidade dentro da área de estudo.

Figura 54 - Mapa Síntese de Índice de Potencial TOD

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.5. Análise dos resultados da aplicação do Índice de Potencial TOD nas Áreas com Potencial Pleno e Relativo

Os resultados derivados do Mapa Síntese de Índice de Potencial TOD revelaram áreas com potencial Pleno e Relativo, evidenciando características distintas em relação aos seus fatores. Desta forma, a representação gráfica do índice

construído possibilitou a identificação de 8 (oito) áreas consideradas relevantes pelo seu Potencial TOD, conforme ilustrado na Figura 55.

A diferenciação entre as áreas é estabelecida com base na infraestrutura existente em cada uma delas. As áreas delineadas pelo contorno tracejado e na cor azul englobam bairros que pertencem a Área Urbana Consolidada - AUC, com infraestrutura urbana completa, incluindo abastecimento de água, eletricidade, saneamento básico e um relevante atendimento realizado pelo sistema de transporte existente. Além disso, existem vias e calçadas bem estabelecidas e uma relevante parcela das habitações está em situação regular.

Por outro lado, as áreas delimitadas pelo contorno na cor preta encontram-se em bairros caracterizados pela predominância de densidades populacionais mais elevadas e pela deficiência de infraestrutura, configurando-se como áreas de favela e comunidades urbanas.

Algumas dessas áreas são identificadas pelo PDDU de Salvador (2016) como **Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS**. Nestas localidades, a infraestrutura existente revela-se insuficiente, demandando melhorias significativas conforme os critérios estabelecidos para cada fator.

Desta forma a numeração das áreas com Potencial TOD Pleno e Relativo, com seus respectivos bairros segue a seguinte ordem: 1) Paripe; 2) Periperi; 3) Pirajá; 4) Campinas de Pirajá e Marechal Rondon; 5) São Caetano; 6) Liberdade e Curuzu; 7) Fazenda Grande do Retiro, Bom Juá, IAPI, Pau Miúdo e Cidade Nova; e 8) Península de Itapagipe, Calçada, Comércio e adjacências.

Quanto às análises, estas foram conduzidas em áreas com potencial para o TOD, embasadas em três premissas definidas:

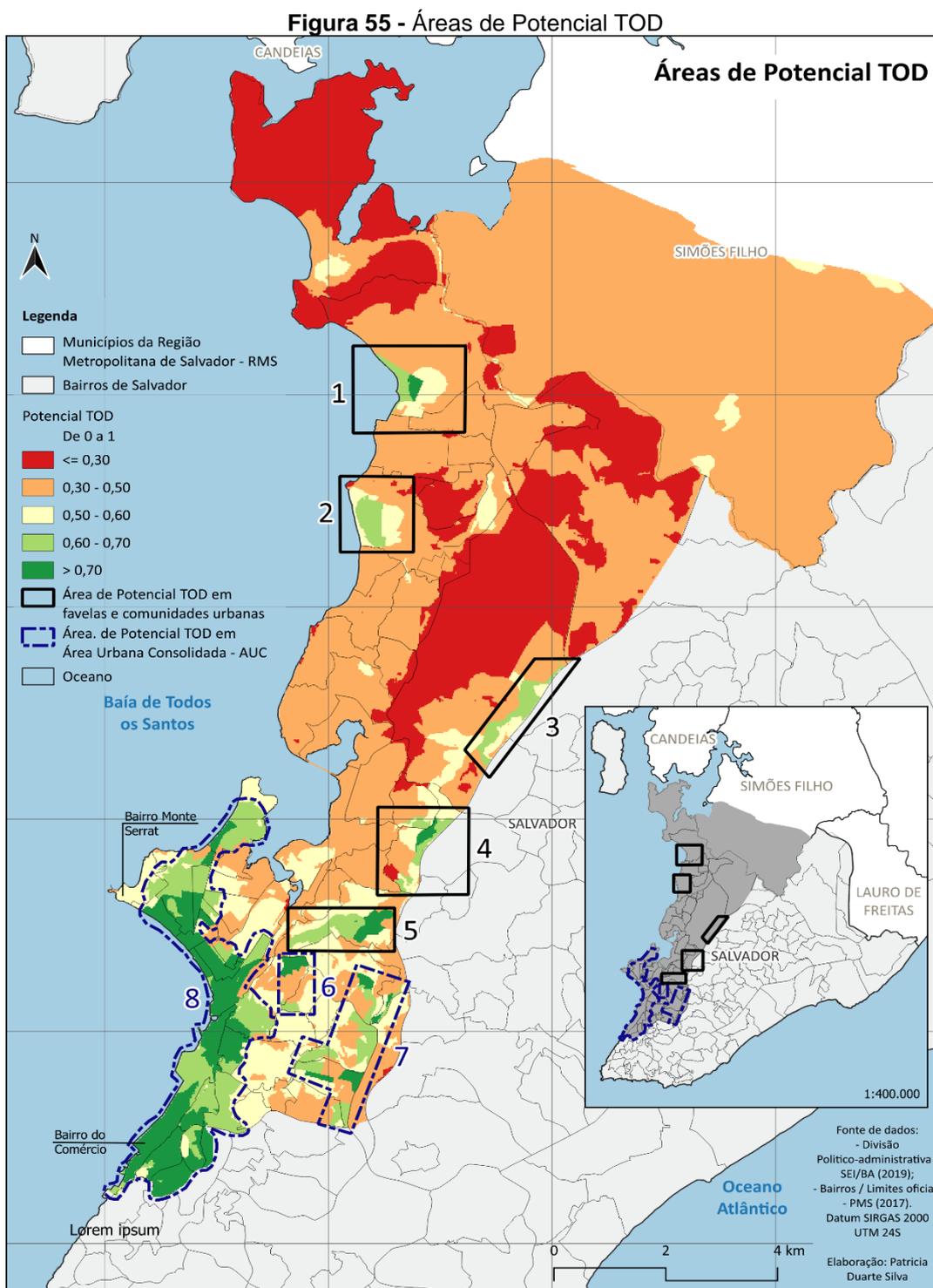
- 1) Áreas que já possuem estação de transporte;**
- 2) Áreas que terão estação de transporte implantada futuramente; e**
- 3) Áreas onde não há estação de transporte.**

Para as áreas com estações existentes ou planejadas, a análise foi realizada no interior de um raio de 800 metros, definido a partir da localização da estação e conforme sugerido na teoria TOD (Calthorpe, 1993). Por outro lado, nas áreas sem estação, a análise foi focada apenas nas áreas identificadas com Potencial TOD Pleno e Relativo e no seu entorno imediato.

Os resultados das análises, ou seja, os valores numéricos de cada fator TOD foram expressos em uma escala de 0 a 1, onde 1 representa 100% de potencial. À

medida que o valor diminui, a porcentagem correspondente também diminui, podendo chegar a 0, indicando ausência de Potencial TOD.

Os valores seguem a mesma categorização utilizada no Índice de Potencial TOD, onde aqueles acima de 70% são considerados como Potencial TOD Pleno; entre 60% e 70% são classificados como Relativo; de 50% a 60% como Médio; entre 30% e 50% como baixos; e abaixo de 30% como insuficientes.



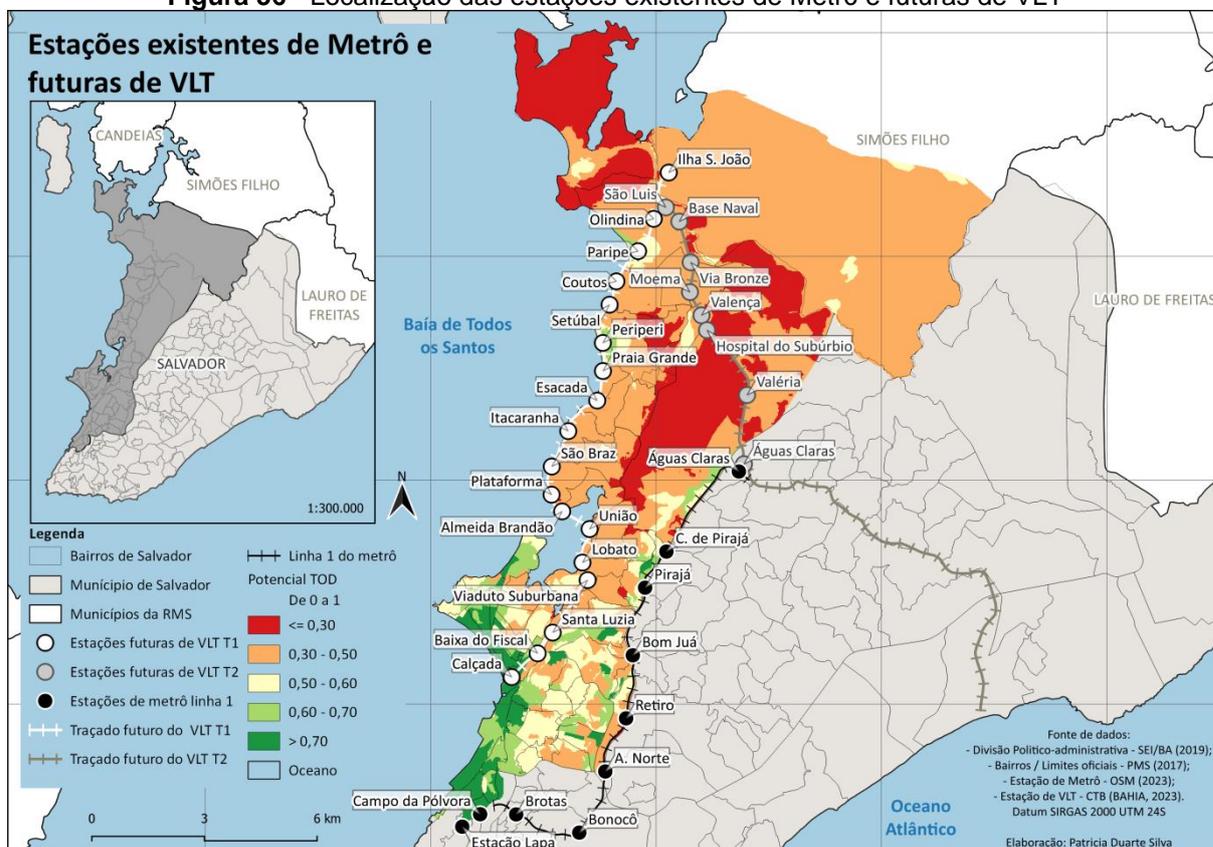
Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Também é relevante salientar a localização das estações de transporte público de média e alta capacidade existentes e planejadas na área de estudo. Isso inclui a identificação das estações atuais da linha 1 do sistema metroviário de Salvador, bem como as futuras estações de VLT propostas pelo governo do estado da Bahia.

Na Figura 56, observa-se que as estações estão posicionadas nas extremidades da área de estudo, com três estações de metrô (Acesso Norte, Retiro e Bom Juá) e 19 futuras estações de VLT localizadas em áreas com baixo Potencial TOD. Essa configuração negligencia áreas com potencial significativo, resultando em um investimento de recursos públicos em áreas com pouca aptidão para o desenvolvimento orientado ao transporte público.

Portanto, as análises subsequentes abordarão apenas as áreas que já possuem Potencial TOD Pleno e Relativo e que, conseqüentemente, estão mais próximas de estarem aptas a receber um sistema de transporte público de qualidade. Ao focar nessas áreas, busca-se maximizar o impacto positivo dos investimentos em transporte público, promovendo um desenvolvimento urbano mais sustentável.

Figura 56 - Localização das estações existentes de Metrô e futuras de VLT



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.5.1. Áreas de Potencial TOD: Localizadas na Área Urbana Consolidada

5.5.1.1. Área de Potencial TOD 6 e 7 – Liberdade e Curuzu; IAPI e Pau Miúdo

A Área de Potencial TOD 6 está localizada na Área Urbana Consolidada de Salvador, nas proximidades da Península de Itapagipe, englobando os bairros da Liberdade e Curuzu (Figura 57).

O bairro da Liberdade tem sua origem ligada à Estrada da Liberdade, nomeada em homenagem à marcha dos soldados vitoriosos na luta pela independência da Bahia em 1823 (Leite, 2012). Ao longo dos séculos o bairro testemunhou o surgimento de instituições educacionais e infraestrutura urbana, como o Colégio Abrigo Filhos do Povo e a instalação de água, luz elétrica e bondes na década de 1920 (ObservaSSA, 2021).

Desde os anos 1940, o bairro da Liberdade experimentou um crescimento populacional e urbanístico expressivo, sendo reconhecido por sua forte identidade cultural afro-brasileira e atrações turísticas. Este desenvolvimento perdura até os dias atuais, com o bairro oferecendo infraestrutura e serviços à sua comunidade. Destaca-se a presença de um sistema de transporte vertical (plano inclinado) conectando a Liberdade à Calçada, na Cidade Baixa, e uma influência proeminente de religiões de matriz africana.

O bairro do Curuzu, por sua vez, nasceu da expansão do bairro da Liberdade, originado como uma fazenda para criação de gado. O Curuzu é sede do Movimento Negro Unificado e dos blocos afros Muzenza e Ilê Aiyê, destacando-se como um centro cultural importante para a comunidade negra. Reconhecido pelo Ministério da Cultura como território nacional da cultura afro-brasileira, o bairro conta com projetos sociais e instituições de ensino, como a faculdade de Turismo, contribuindo para o desenvolvimento e preservação da rica herança cultural afro-brasileira na cidade (Santos *et al.*, 2013).

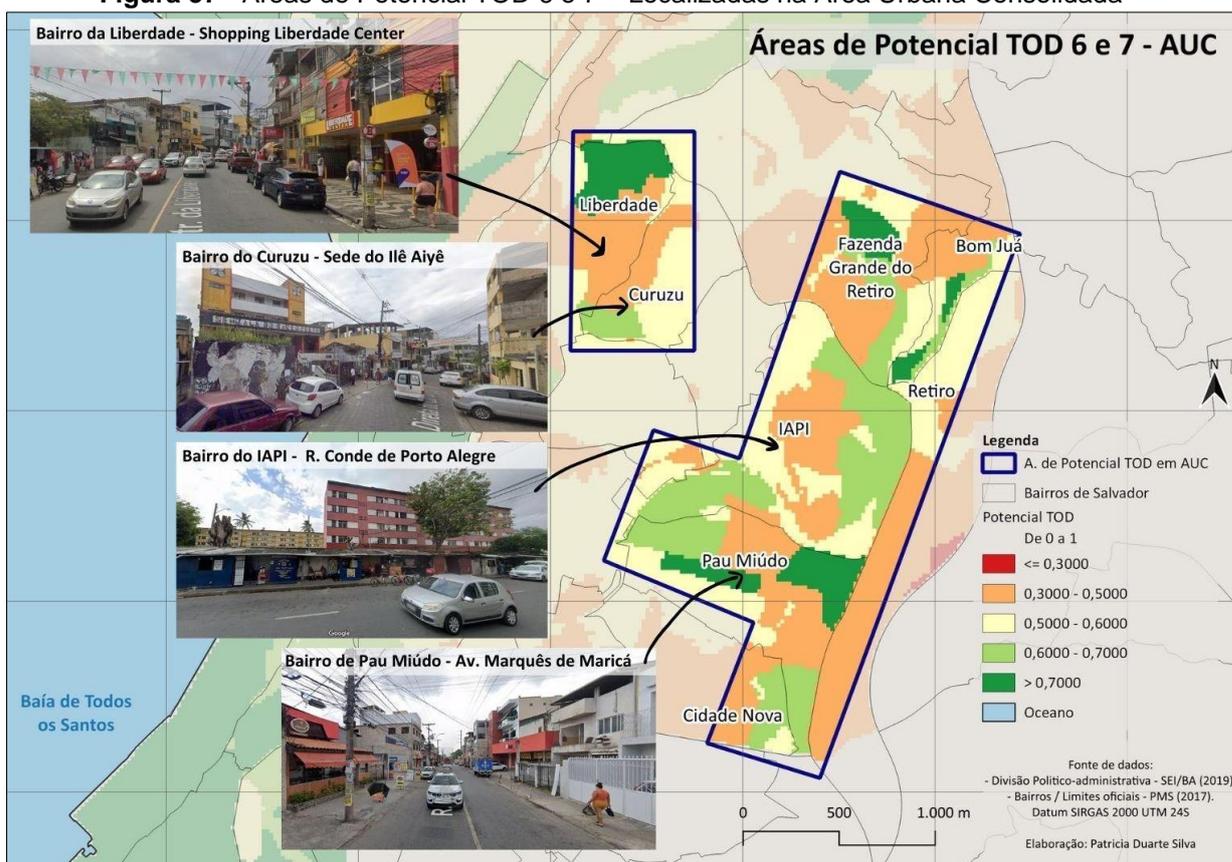
A Área de Potencial TOD 7 está situada na Área Urbana Consolidada de Salvador, abrangendo os bairros na sua totalidade de IAPI e Pau da Lima, além de partes dos bairros Fazenda Grande do Retiro, Bom Juá, Retiro e Cidade Nova (Figura 57).

Para caracterizar a área, foram selecionados os bairros que compreendem sua integridade, começando por IAPI, originado em torno do Conjunto Habitacional IAPI, construído pelo Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Industriários em 1951. Na década de oitenta, destacava-se pelo contraste entre classes sociais por meio da

habitação, com condomínios como o Jardim Eldorado, de classe média, e as ocupações irregulares Nova Divinéia e Bem Amado. O bairro é densamente povoado, com um comércio expressivo na Avenida Conde de Porto Alegre, contando também com escolas estaduais, igrejas, área de lazer e um hospital psiquiátrico (Santos *et al.*, 2013).

O bairro do Pau Miúdo tem como sua via principal a Rua Marquês de Maricá. Segundo um líder comunitário, a expansão do bairro ocorreu após a desapropriação de dois terrenos de candomblé, onde foram construídos o Colégio Marquês de Maricá e a Escola Classe III. Entre as atividades sociais do bairro, destacam-se a Festa de Natal e o Dia da Consciência Negra. Além disso, o bairro abriga o Hospital Otávio Mangabeira, a Maternidade de Referência Prof. José Maria e um posto de saúde (Santos *et al.*, 2013).

Figura 57 - Áreas de Potencial TOD 6 e 7 – Localizadas na Área Urbana Consolidada



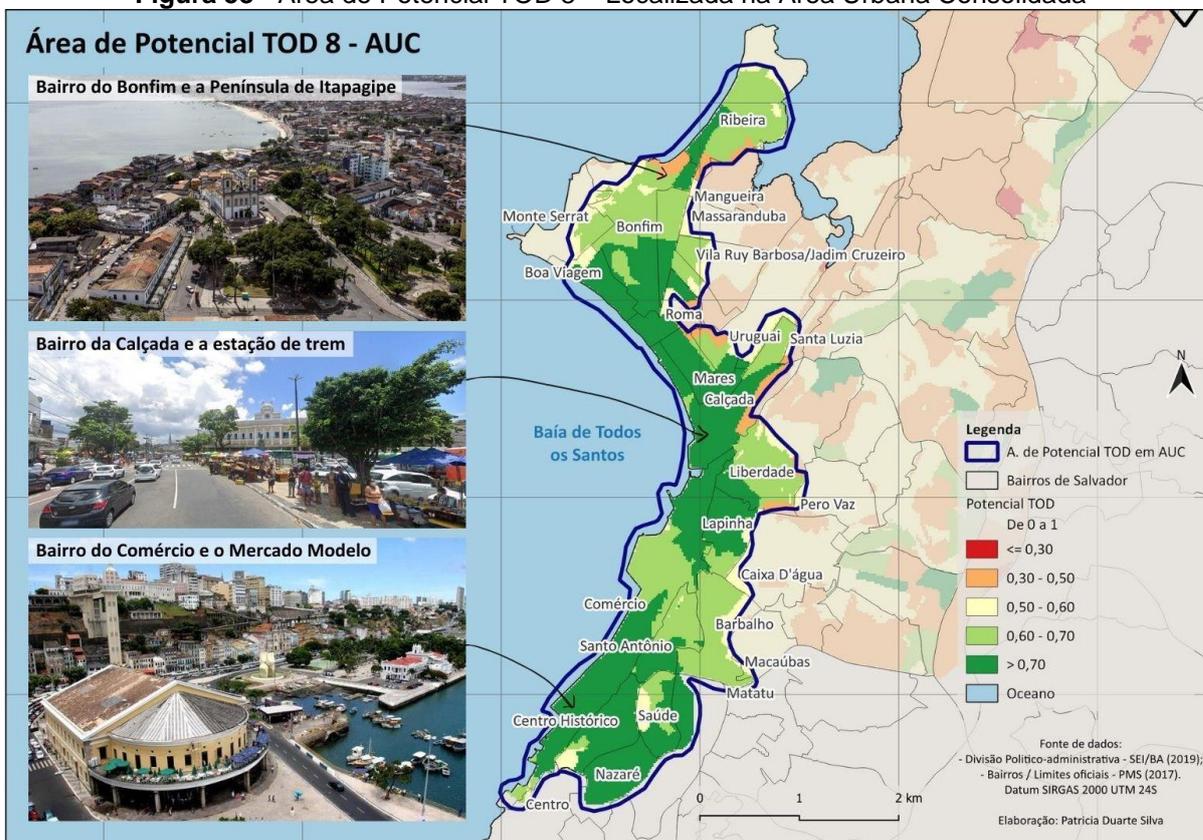
Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.5.1.2. Área de Potencial TOD 8 – Península de Itapagipe

A Área de Potencial TOD 8 na Área Urbana Consolidada, situa-se em proximidade à Baía de Todos os Santos e engloba a Península de Itapagipe, além dos bairros da Calçada e do Comércio e suas adjacências (Figura 58). Essa área se

destaca pela sua considerável presença em termos de patrimônio histórico e infraestrutura urbana.

Figura 58 - Área de Potencial TOD 8 – Localizada na Área Urbana Consolidada



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Localizada a oeste de Salvador, a Península de Itapagipe é circundada pelas águas da Baía de Todos os Santos e desempenhou um papel estratégico ao longo da história da cidade, desde a chegada dos colonizadores portugueses até sua transformação em uma área de intenso comércio e residências. Reconhecida por sua importância histórica, cultural e geográfica nos últimos anos, tem passado por um processo de revitalização e desenvolvimento urbano, atraindo investimentos em infraestrutura, turismo e habitação, impulsionando seu crescimento econômico e social.

Situado entre a Cidade Baixa e o Subúrbio Ferroviário de Salvador, o bairro da Calçada destaca-se pela sua proximidade com a Feira de São Joaquim e o terminal marítimo, além de ser servido por um plano inclinado que o conecta ao bairro da Liberdade. Tem como destaque o edifício da antiga estação ferroviária, inaugurada em 1860, que desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento comercial da área. Ademais, o bairro preserva sua significância histórica e comercial de maneira

contínua, e se renova por meio de instalações de ensino superior, como a Universidade do Estado da Bahia - UNEB.

Já o bairro do Comércio, datado de 1549, marca o início da história comercial do Brasil. Ao longo dos séculos, testemunhou o crescimento econômico impulsionado pela navegação e pelo tráfico de escravizados. Apesar de perder protagonismo econômico após o século XX, enfrentou tentativas de revitalização e atualmente mantém sua importância histórica e turística, atraindo investimentos e órgãos públicos para o bairro.

Esta breve exposição dos bairros localizados na Área Urbana Consolidada de Salvador tem como objetivo destacar suas características como áreas já consolidadas. É evidente que, apesar do declínio do centro histórico, que também afetou as localidades mencionadas, especialmente durante a década de 1960, devido ao processo de desconcentração urbana e à expansão da cidade em direção à periferia (Gordilho-Souza, 2008), há atualmente um movimento de transformação do cenário urbano e de gentrificação em determinadas áreas, acompanhado de uma notável valorização dos imóveis (Mourad, 2011).

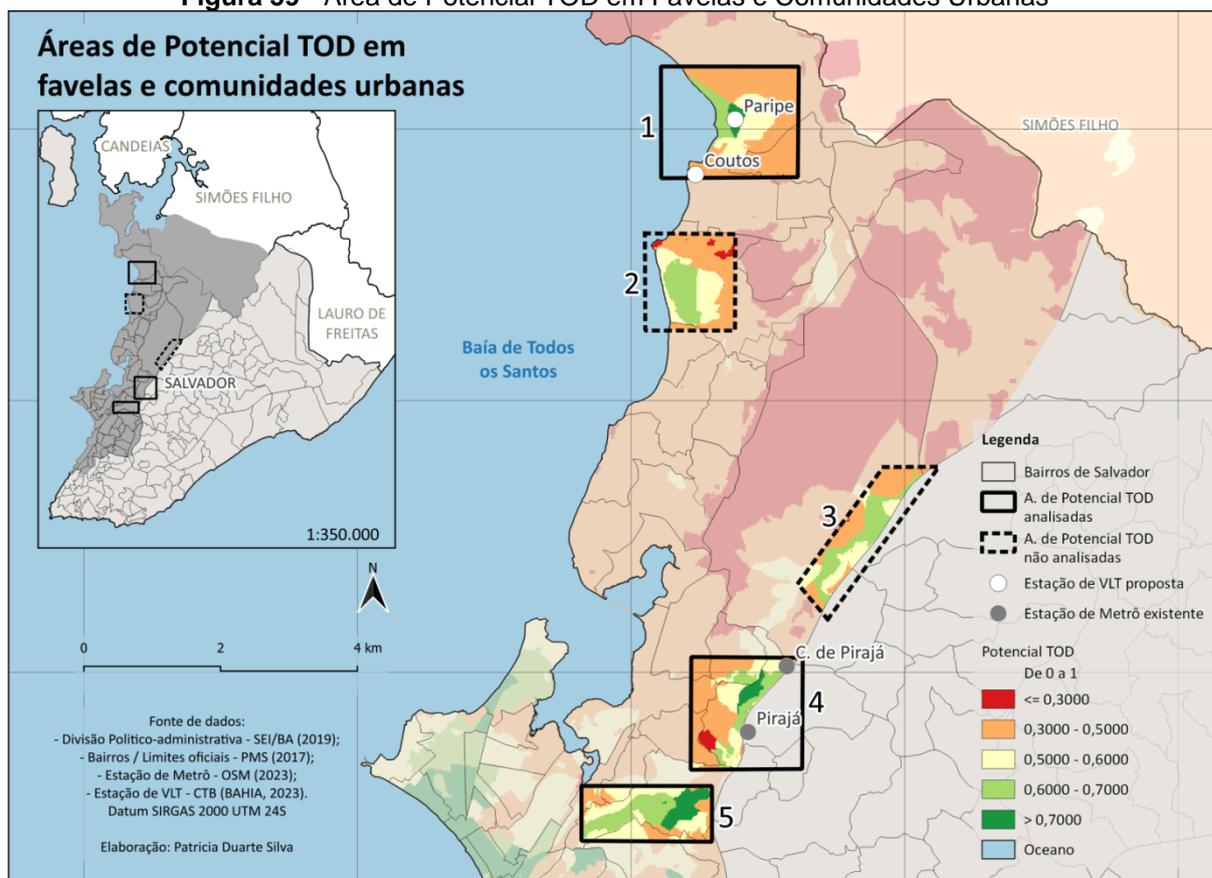
Assim, apesar da presença de outras centralidades em Salvador, as Áreas de Potencial TOD na AUC mantêm uma parcela considerável das atividades urbanas. Embora negligenciada pelas autoridades públicas, essa área se destaca por sua rica história, cultura e pontos turísticos e sua forte interação com os bairros periféricos, facilitada por linhas de ônibus, infraestrutura urbana existente e projetos futuros de transporte público.

Portanto, embora tenham sido identificadas várias localidades com potencial TOD em área de consolidação urbana, estas não serão objeto de análise mais aprofundada neste estudo, pelo fato de que ultrapassam os objetivos delineados preliminarmente para esta pesquisa, que considera analisar áreas urbanas em processo de consolidação, como favelas e comunidades urbanas.

5.5.2. Área de Potencial TOD: Localizadas em áreas urbanas em processo de consolidação - Favelas e Comunidades Urbanas

Foram identificadas cinco áreas potenciais (1 a 5) em bairros caracterizados pela presença de densidade populacional elevada e condições precárias, típicas de favelas e comunidades urbanas (Figura 59).

Figura 59 - Área de Potencial TOD em Favelas e Comunidades Urbanas



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Deste modo, todas as áreas identificadas possuem potencial TOD e requerem um reforço por meio da implementação de estratégias destinadas à melhoria dos fatores TOD de transporte e uso do solo mais precários, ou seja, a conectividade e a consolidação do futuro solo urbano

No entanto, inicialmente, procederemos com a análise das áreas de **TOD Relativo**, de forma sucinta nas **Áreas de Potencial TOD 2 e 3**, a fim de compreendermos as particularidades inerentes a cada uma delas. Posteriormente, concentraremos a análise dos fatores nas três áreas de potencial **TOD Pleno**, seguindo as premissas estabelecidas:

1) Área Potencial TOD 1 - Paripe, como uma área onde está prevista a implantação futura de uma estação de transporte;

2) Área Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá e Marechal Rondon, como uma área que já possui uma estação de transporte existente;

3) Área Potencial TOD 5 - São Caetano, como área onde não há estação de transporte.

5.5.2.1. Área de Potencial TOD 2 e 3 – Periperi e Pirajá (TOD Relativo)

A **Área de Potencial TOD 2**, situada no bairro de Periperi, está localizada a oeste da área de estudo, no Subúrbio Ferroviário de Salvador (Figura 60). Originou-se na década de 1920 a partir de uma oficina ferroviária destinada ao conserto de vagões e locomotivas. A estação ferroviária, construída em 1860 e reformada em 1938, atraiu a construção de residências nas proximidades para abrigar os operários que ali trabalhavam.

Gradualmente, o local se transformou em um destino balneário para veranistas em busca de tranquilidade. No entanto, a partir dos anos 1960, o bairro tornou-se predominantemente residencial, embora ainda sofresse com a falta de infraestrutura básica, como eletricidade e água encanada. Com a construção da Avenida Afrânio Peixoto, Periperi viu um aumento expressivo de habitações irregulares.

Atualmente, conta com espaços públicos como a Praça Revolução, além de delegacias, posto de saúde e escola municipal (Santos, 2010). De acordo com o projeto “futuro” de VLT, está prevista em Periperi uma estação no mesmo local onde se encontrava a antiga estação de trem do Subúrbio Ferroviário de mesmo nome do bairro.

A **Área de Potencial TOD 3**, situada no bairro de Pirajá (Figura 60) já foi uma área rural com fazendas e núcleos agrícolas, desempenhando um papel importante na economia açucareira da Bahia durante o período colonial. Com o declínio dessa atividade e a expansão urbana de Salvador no século XIX, o bairro passou por um processo de urbanização impulsionado pela chegada da ferrovia (Santos *et al.*, 2013).

Ao longo do século XX, experimentou um rápido crescimento populacional devido à migração em busca de emprego na cidade, resultando na formação de favelas. Recentemente, Pirajá tem sido alvo de iniciativas de desenvolvimento urbano, incluindo revitalização de áreas degradadas e expansão da infraestrutura de transporte público por meio da estação de metrô Campinas de Pirajá.

Figura 60 - Áreas de Potencial TOD 2 e 3 – Localizadas em Áreas de Favela e Comunidades Urbanas



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.5.2.2. Área de Potencial TOD 1 - Paripe

A **Área de Potencial TOD 1** está situada no bairro de Paripe, no Subúrbio Ferroviário de Salvador. Historicamente, Paripe teve origem como uma fazenda e passou por um processo gradual de urbanização a partir da chegada da ferrovia em 1860. Ao longo do tempo, tornou-se um centro residencial e industrial, embora tenha enfrentado desafios como o fechamento de indústrias e problemas de infraestrutura. No contexto socioeconômico, a maioria da população encontra-se em estratos de renda considerados baixos (Rossi, 2016).

Investimentos em requalificação urbana, como da orla de Tubarão em 2014 (Figura 61) trouxeram melhorias, ainda que alguns aspectos do projeto não tenham sido totalmente implementados. Atualmente, o bairro oferece uma variedade de serviços e mantém uma forte presença cultural, evidenciada pela existência de numerosos terreiros de candomblé (Fundação Cultural Palmares - FCP, 2007).

Figura 61 - Orla Requalificada da praia de Tubarão

Fonte: R7 Notícias²⁴, 2014

Os principais corredores de transporte compreendem a Avenida Afrânio Peixoto, a Rua Almirante Tamandaré, a Avenida São Luís e a Rua Dr. Eduardo Dotto, os quais são servidos pelos ônibus urbanos municipais. Anteriormente, a área era atendida pela estação Paripe (Figura 62), integrante do sistema de trem urbano do Subúrbio Ferroviário, o qual foi desativado com a promessa de início das obras para um novo sistema de transporte em fevereiro de 2021, algo que não se concretizou. Contudo, segundo o projeto atual a ser submetido à licitação pelo Governo do Estado²⁵, está prevista a implantação de uma estação de VLT no mesmo local.

Figura 62 - Antiga Estação de Trem Paripe

Fonte: Wikimapia²⁶, 2006

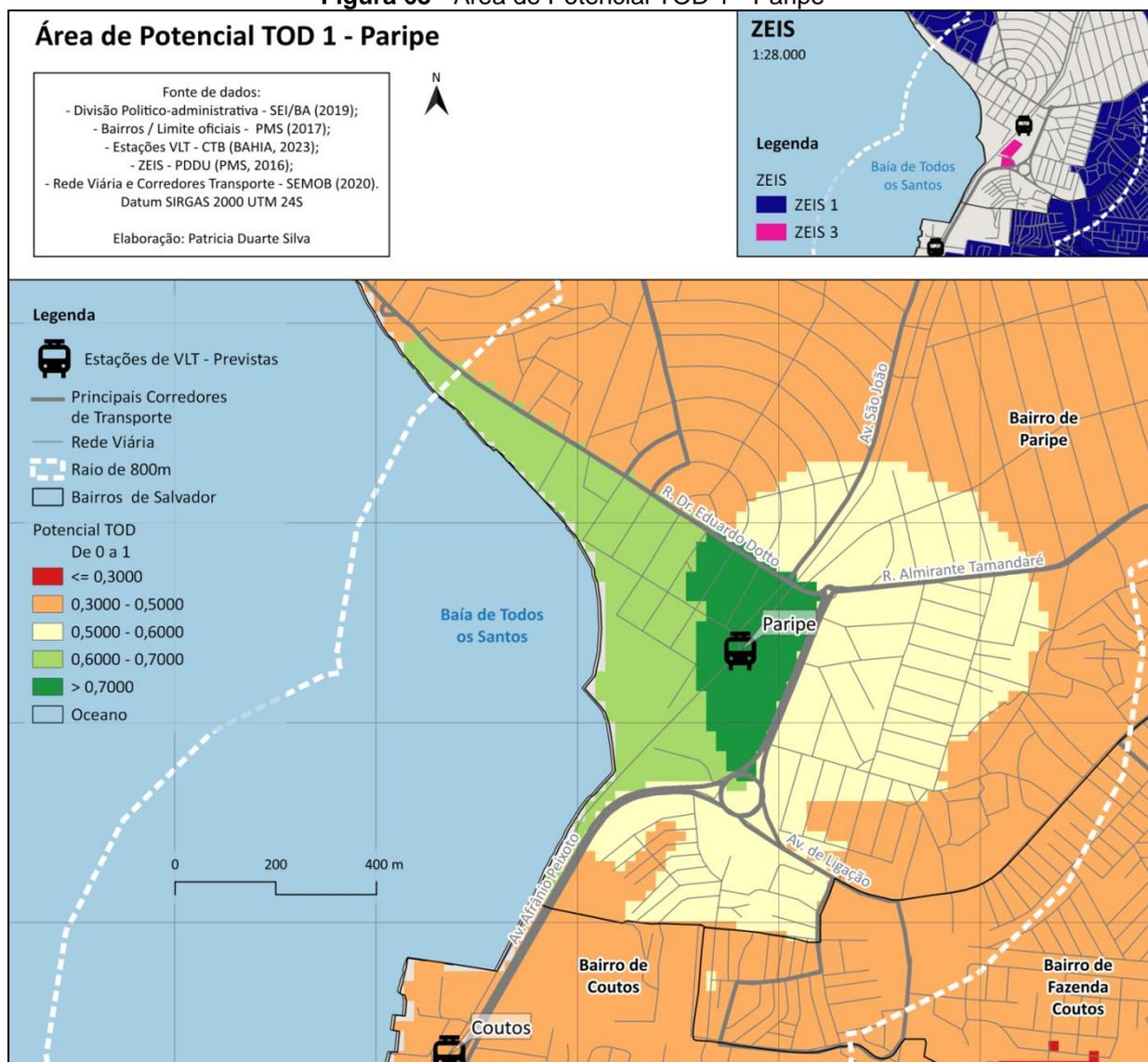
²⁴Disponível em: <https://noticias.r7.com/bahia/orlas-de-sao-tome-de-paripe-e-tubarao-serao-requalificadas-ate-outubro-28082015>. Acesso em 21 mar. 2024

²⁵ Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2023/12/27/licitacao-vlt-salvador.ghtml> Acesso em 21 de mar. 2024

²⁶ Disponível em: <https://wikimapia.org/676964/pt/Esta%C3%A7%C3%A3o-Paripe>. Acesso em 21 de mar. 2024

Na Figura 63, observa-se que a área no entorno da futura estação de VLT Paripe possui Potencial TOD Pleno e Relativo, dentro do raio de 800 metros recomendado para TOD. Deste modo, os fatores desenvolvidos anteriormente, no subcapítulo 5.3, foram então identificados e analisados com o objetivo de determinar quais possuem maiores valores e quais precisam ser revisados e potencializados (Tabela 10).

Figura 63 - Área de Potencial TOD 1 - Paripe



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Tabela 10 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 1 - Paripe

Fatores	Pleno	Relativo
	Paripe	Paripe
Potencial TOD	0,71	0,66
Concentração de Emprego	1,00	1,00
Integração Modal	0,20	0,20
Microacessibilidade	0,62	0,67
Densidade de Serv. e Equip. Públicos	0,87	0,41
Demanda para o TP	0,50	0,50
Distância ao TP	1,00	1,00
Diversidade do Uso do Solo	0,83	0,83

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

A área de Potencial TOD 1 - Paripe demonstra a presença do Potencial **TOD Pleno** (0,71), com os melhores valores nos fatores de **Concentração de Emprego** (1,00) e **Distância ao TP** (1,00), indicando uma oferta adequada de empregos em relação aos domicílios e uma quantidade suficiente de pontos de transporte público, permitindo que a distância para os acessar seja reduzida. No entanto, o fator de **Integração Modal** (0,20) revela uma insuficiência na presença de diferentes modos de transporte na área em questão, em comparação com o centro urbano tradicional da cidade, apesar de que no passado existiu uma estação de trem urbano.

O Potencial **TOD Relativo** (0,66) apresenta valores similares ao Potencial Pleno, contudo, o fator de **Densidade de Serviços Públicos e Equipamentos** (0,41) demonstra uma redução em comparação ao Pleno (0,87), indicando a necessidade de fortalecimento a partir da implantação de equipamentos e serviços públicos, tais como aqueles relacionados à saúde, educação, cidadania, entre outros.

O fator de **Demanda para o TP** (0,50) apresenta valores médios, refletindo uma razoável disponibilidade de viagens atraídas e produzidas, mas não suficiente para atender à demanda por hectare, tanto na área de Potencial Pleno, quanto na de Potencial Relativo. Por outro lado, o fator de **Diversidade do Uso do Solo** (0,83), apresenta significativos níveis de Potencial TOD em ambas as áreas. Isso reflete uma eficácia na utilização do espaço urbano, o que por sua vez contribui para a integração social, econômica e cultural, ao mesmo tempo em que oferece uma ampla gama de serviços e oportunidades para os moradores.

A **Microacessibilidade** (Potencial 0,62 e Relativo 0,67) surge como um fator importante, evidenciando fatores como presença de iluminação pública, calçadas acessíveis, pavimentação, entre outros, o que permite um bom deslocamento para o transporte não motorizado em atividades cotidianas. No entanto, é necessário

intensificar esses elementos para alcançar valores superiores a 70%, a fim de atingir o status de Potencial Pleno.

No contexto do desenvolvimento urbano na Área de Potencial TOD 1 - Paripe, as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS surgem como elementos significativos, com o propósito de fomentar a inclusão social, mitigar as disparidades socioeconômicas e, juntamente com intervenções baseadas em TOD, provocar a valorização do solo. Na área em questão, foram identificadas duas categorias de ZEIS: a ZEIS 1, destinada a assentamentos precários, e a ZEIS 3, voltada para áreas não edificadas, conforme estabelecido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (Salvador, 2016).

A localização da **ZEIS 3**, caracterizada por terrenos subutilizados, na Área de Potencial TOD 1, oferece uma oportunidade para a implantação de equipamentos e serviços públicos, promovendo a melhoria da densidade de infraestrutura e/ou a implementação de espaços para pontos de táxi ou mototáxi, visando à integração modal, como também de estações de bicicletas, permitindo a otimização da microacessibilidade por meio de infraestruturas de transporte ativo.

Entretanto, ao examinar a situação do local por meio de imagens de satélite obtidas pelo Google Earth, 2024 (Figura 64), observou-se a instalação de um hipermercado (Açaí Atacadista), o que contribui para o aumento no número de equipamentos na Área de Potencial TOD 1 - Paripe, porém este não está vinculado aos setores públicos de saúde, educação e cidadania. Deste modo, esse cenário reforça a urgência da regularização das áreas de ZEIS e da adoção de políticas públicas eficazes que assegurem o direito à cidade para todos os cidadãos e promovam soluções verdadeiramente pertinentes às necessidades locais.

Figura 64 - Área de Potencial TOD 1 – Paripe: ZEIS



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptada pela autora, 2024

Outras áreas de ZEIS foram identificadas, na sua área de influência, sendo elas a de **ZEIS 1**, consideradas áreas densas e precarizadas. Desta forma, a melhoria dos fatores de Demanda ao Transporte Público, por meio da instalação de Serviços Públicos e Equipamentos, poderá resultar em valores mais elevados desses fatores nas áreas designadas como ZEIS 1. Essa melhoria inclui a criação de rotas mais acessíveis para uma melhor Microacessibilidade, por meio das avenidas de Ligação e São João e das ruas Dr. Eduardo Dotto e Rua Almirante Tamandaré, o que pode aumentar o valor do Potencial TOD nas localidades com Potencial Pleno e Relativo, e consequentemente, nas demais áreas localizadas dentro do raio de 800 metros.

Da mesma forma, ao promover uma possível Integração Modal na área da ZEIS 3, haverá uma diversificação de modos de transporte que afetará as áreas circundantes dentro do raio de 800 metros. Isso facilitará os deslocamentos diários dos moradores e promoverá a inclusão social ao proporcionar acesso à infraestrutura e conexão com outras partes da cidade.

Deste modo, com o propósito de destacar os fatores de transporte e uso do solo que demandam intervenções na Área de Potencial TOD 1 - Paripe foi elaborado um quadro para identificá-los. Esta representação está disponível no Quadro 16.

Quadro 16 - Área Potencial TOD 1 – Paripe: Síntese das principais intervenções

Fatores	Intervenções
Concentração de Emprego	
Integração Modal	 
Microacessibilidade	 
Densidade de Serviços e Equipamento Públicos	
Demanda para o TP	 
Distância ao TP	
Diversidade do Uso do Solo	

Legenda

 Área de Potencial TOD Pleno

 Área de Potencial TOD Relativo

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

Portanto, pode-se inferir que a Área de Potencial TOD 1 - Paripe é um local de relevância histórica, marcado por seu desenvolvimento desde o início da ferrovia e durante a instalação das indústrias, aliado à presença cultural dos terreiros de candomblé e aos recursos naturais. Contudo, enfrenta desafios na mobilidade, evidenciados pela escassez de nós de transporte que garantem a integração modal, pela necessidade de incremento na microacessibilidade e na implementação de equipamentos e serviços públicos para impulsionar a demanda para o transporte público.

5.5.2.3. Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá

O adensamento inicial do bairro de Campinas de Pirajá teve origem nas proximidades do antigo Posto da Polícia Rodoviária Federal, o que atraiu considerável número de habitantes devido à sua localização estratégica. Antes da construção da BR-324, o acesso ao bairro era feito exclusivamente pela Estrada Campinas de Pirajá, que conectava Salvador ao interior da Bahia. Recentemente, Campinas de Pirajá tem sido alvo de diversas iniciativas de desenvolvimento urbano, incluindo a expansão da infraestrutura de transporte público (Santos *et al.*, 2013).

Por outro lado, o surgimento do bairro Marechal Rondon teve origem na busca por um terreno mais elevado por parte de algumas famílias, após uma inundação ocorrida no bairro do Retiro na década de 1960. Esse episódio desencadeou um

rápido crescimento populacional devido à migração em busca de moradia na cidade, resultando na formação de áreas de favela. Atualmente, o bairro tem como principal via de acesso a Rua Vicente Celestino, onde se concentram o comércio e os equipamentos e serviços públicos (Santos *et al.*, 2013).

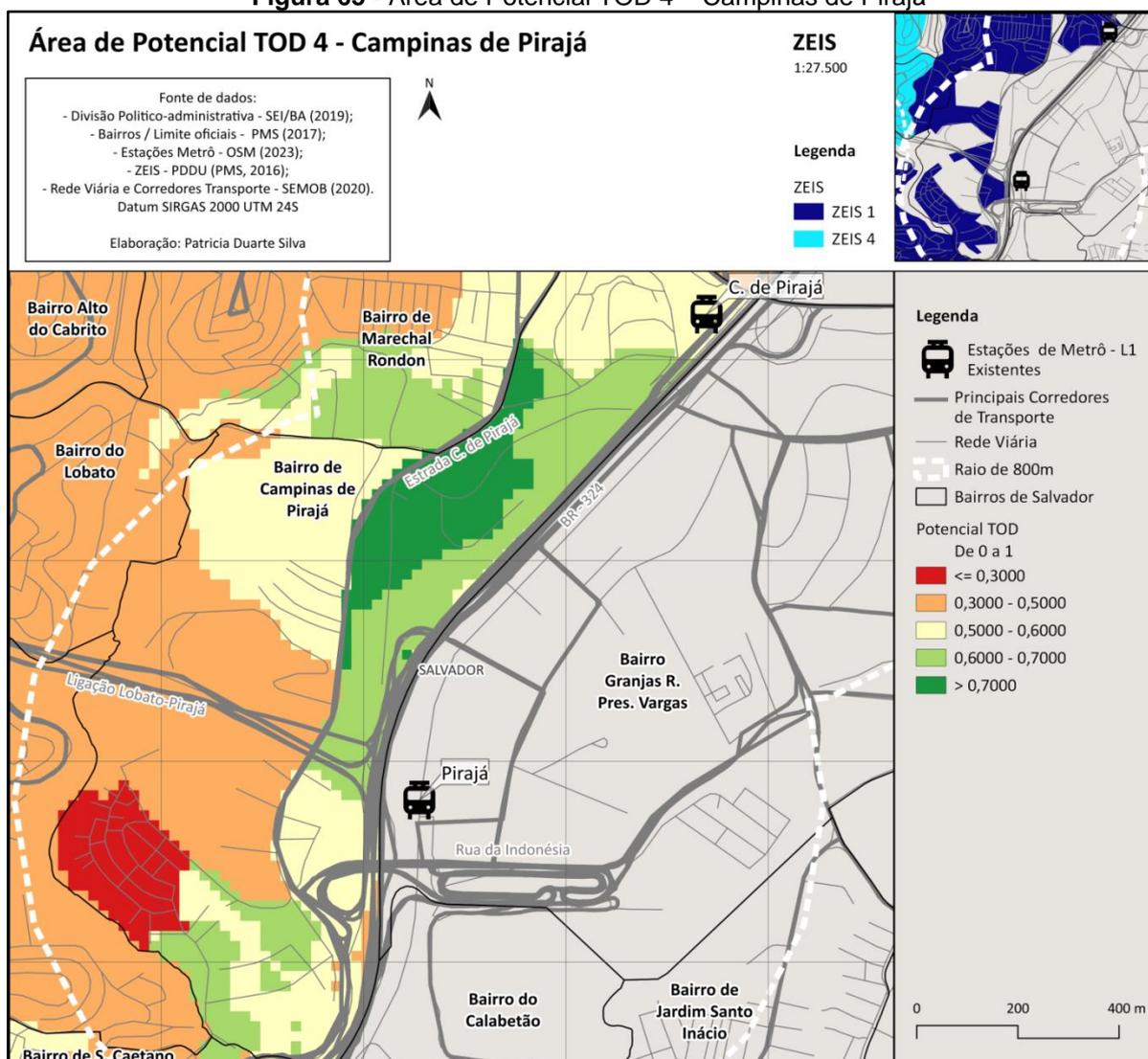
Desta forma, a denominada Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá localiza-se a leste da área de estudo (Figura 65) e está inserida no Subúrbio Ferroviário de Salvador. Dentro dessa área, há locais com Potencial TOD Pleno no bairro de Campinas de Pirajá e locais com Potencial TOD Relativo, também em Campinas de Pirajá e no bairro de Marechal Rondon.

A nomenclatura "Campinas de Pirajá" foi atribuída para identificar esta área devido à presença do bairro e da estação de metrô com o mesmo nome. É importante ressaltar que até aproximadamente meados de 2023, a estação de metrô Pirajá operava como o ponto final da Linha 1 do sistema metroviário de Salvador. No entanto, em 6 de junho de 2023, foi inaugurada a Estação Campinas de Pirajá, ampliando e modificando a infraestrutura de transporte da área.

A análise da área em questão tem início a partir da Figura 65, na qual é delimitado um raio de 800 metros em torno das duas estações de metrô já existentes. Dessa forma, a avaliação do potencial TOD será direcionada especificamente para o espaço contido dentro desse raio, levando em conta tanto o Potencial TOD Pleno quanto o Relativo.

Os valores associados aos fatores elaborados foram identificados e analisados com a finalidade de determinar as áreas potenciais que exibem valores mais elevados e as que necessitam de revisão, como detalhado na Tabela 11.

Figura 65 - Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Tabela 11 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá

Fatores	Pleno	Relativo
	C. Pirajá	M. Rondon
Potencial TOD	0,70	0,61
Concentração de Emprego	1,00	0,62
Integração Modal	0,83	0,03
Microacessibilidade	0,57	0,65
Densidade de Equip. e Serv. Públicos	0,38	0,43
Demanda para o TP	0,16	0,90
Distância ao TP	1,00	1,00
Diversidade do Uso do Solo	0,93	0,75

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá observa-se a presença do Potencial **TOD Pleno** (0,70), com os valores mais favoráveis para os fatores:

Concentração de Emprego (1,00), **Distância ao TP** (1,00), **Diversidade do Uso do Solo** (0,93) e **Integração Modal** (0,83), enquanto **Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos** (0,38) tem um Potencial TOD baixo e **Demanda para o TP** (0,16) insuficiente, apesar de estar próximos de duas estações de metrô.

O Potencial **TOD Relativo** (0,61) apresenta valores mais altos nos fatores de **Distância ao TP** (1,00), **Diversidade do Uso do Solo** (0,75) e **Demanda para o TP** (0,90), este último com valor diferente do encontrado para o Potencial TOD Pleno, que foi considerado insuficiente. O fator de **Integração Modal** (0,03) também se mostra insuficiente para a área de Potencial TOD Relativo.

A análise dos resultados das áreas potenciais revela uma relação significativa entre a alta **Concentração de Empregos** e a **Distância ao TP**. Esta constatação sugere que a acessibilidade proporcionada pela quantidade e boa distribuição dos pontos de transporte pode influenciar diretamente na distribuição dos empregos na área, facilitando o acesso dos funcionários ao local de trabalho, o que pode explicar a concentração de empregos em áreas próximas a pontos de transporte.

Já a **Diversidade do Uso do Solo** indica um ambiente urbanizado com vitalidade, propício para atração e destinos, reduzindo as distâncias entre residências, locais de trabalho, comércio e serviços e facilitando o acesso a uma variedade de atividades.

Quando o fator de **Integração Modal** é considerado baixo, como nas Áreas de Potencial TOD Relativo, no bairro de Marechal Rondon, sugere-se uma ineficaz ou inexistente interconexão entre os modos de transporte quando comparada a corredores de transporte com maiores diversidade dos modos de transporte, como parte do bairro de Campinas de Pirajá que está próximo a BR-324. A falta de Integração Modal impede que as diversas partes da cidade estejam interligadas e funcionem de forma harmoniosa e eficiente.

O valor insuficiente do fator de **Demanda para o TP** na área de Potencial Pleno evidencia uma maior oferta de transporte em relação à demanda de usuários, estabelecido diante das barreiras relativas do relevo acidentado. Esta demanda poderia ser otimizada mediante uma maior **Microacessibilidade**, que facilitaria o acesso dos usuários aos locais de interesse em diversos níveis de conveniência, porém, na área em questão é necessário potencializá-la, como forma de atingir valores superiores a 70% (Potencial Pleno).

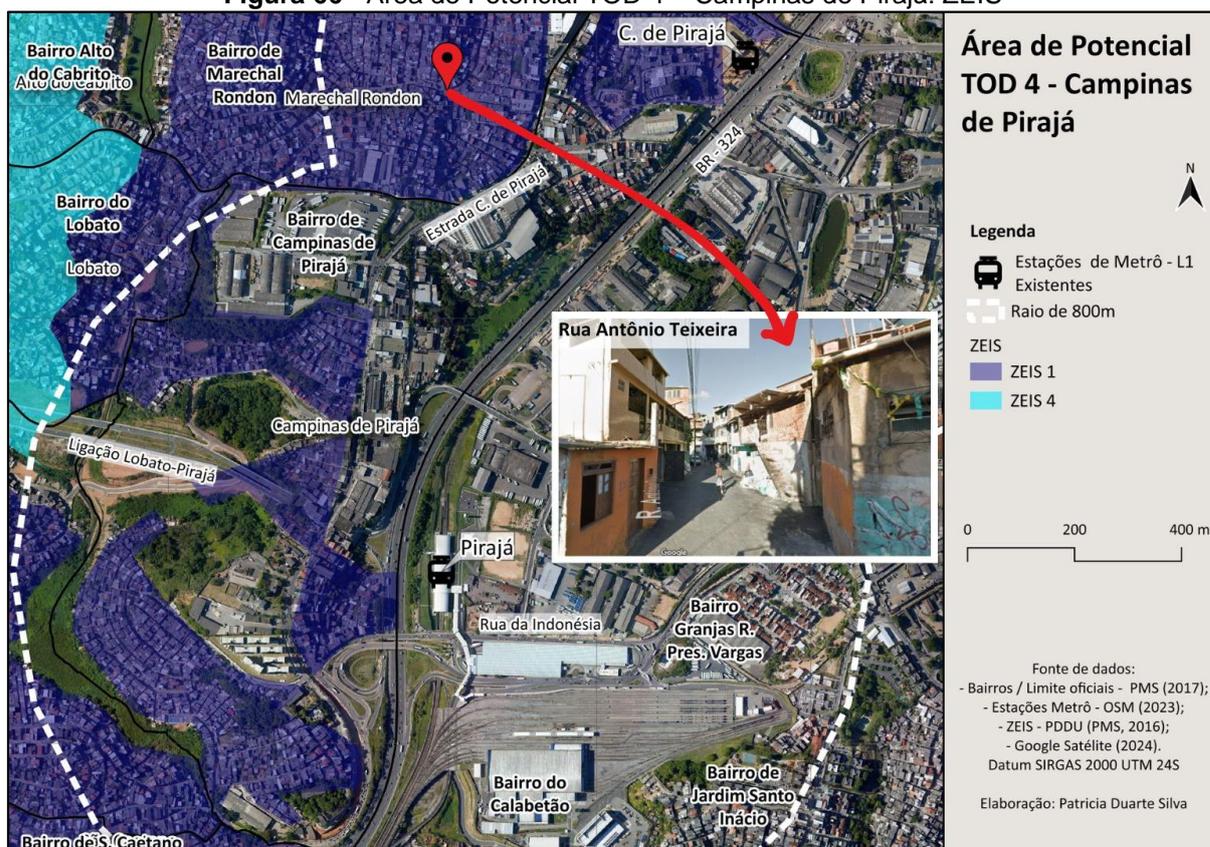
Seguindo com as análises no contexto do desenvolvimento urbano na área

analisada, foram identificadas duas Zonas Especiais de Interesse Social, conforme classificação do PDDU de Salvador (2016). A primeira ZEIS, designada como ZEIS 1, compreende assentamentos precários, incluindo favelas, loteamentos e conjuntos habitacionais irregulares. A segunda ZEIS, identificada como ZEIS 4, abrange também assentamentos precários ocupados por populações empobrecidas, inseridos em Áreas de Proteção Ambiental - APA ou Áreas de Preservação de Recursos Naturais – APRN.

No entanto, somente a **ZEIS 1** será analisada na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá, por estar dentro do raio de 800m estipulado para o estudo, tornando-se o foco para proposições destinadas a promover a maximização dos fatores, a fim de alcançar valores de Potencial Pleno.

Após a identificação das Zonas Especiais de Interesse Social, procedeu-se à análise visual dessas áreas por meio de imagens de satélite do Google Earth (2024) e do Street View (2018). Os resultados revelaram que na ZEIS 1 predomina a presença de assentamentos informais, comumente conhecidos como favelas (Figura 66). Deste modo, é importante salientar que a regulamentação dessas áreas de ZEIS e a regularização fundiária são intervenções que junto ao TOD provocariam a valorização do solo.

Figura 66 - Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá: ZEIS



Fonte: Google Earth, 2024. Street View, 2018. Adaptada pela autora, 2024

Uma síntese dos fatores a serem potencializados por meio de intervenções está apresentada de forma resumida no Quadro 17, sendo possível observar que, para maximizar essas áreas conforme as diretrizes TOD, é necessário promover a integração modal e melhorar a microacessibilidade, a fim de permitir que os usuários das duas estações de metrô existentes possam acessar as localidades dentro do raio TOD.

Além disso, a implementação de equipamentos e serviços públicos necessários, juntamente com o aumento dos postos de trabalho na área em questão, decorrente dessa infraestrutura, possibilitará o aumento da demanda e a sustentabilidade local.

Quadro 17 - Área Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá: Síntese das principais intervenções

Fatores	Intervenções
Concentração de Emprego	
Integração Modal	
Microacessibilidade	 
Densidade de Serviços e Equipamento Públicos	 
Demanda para o TP	
Distância ao TP	
Diversidade do Uso do Solo	

Legenda

 Área de Potencial TOD Pleno

 Área de Potencial TOD Relativo

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

5.5.2.4. Área de Potencial TOD 5 – São Caetano

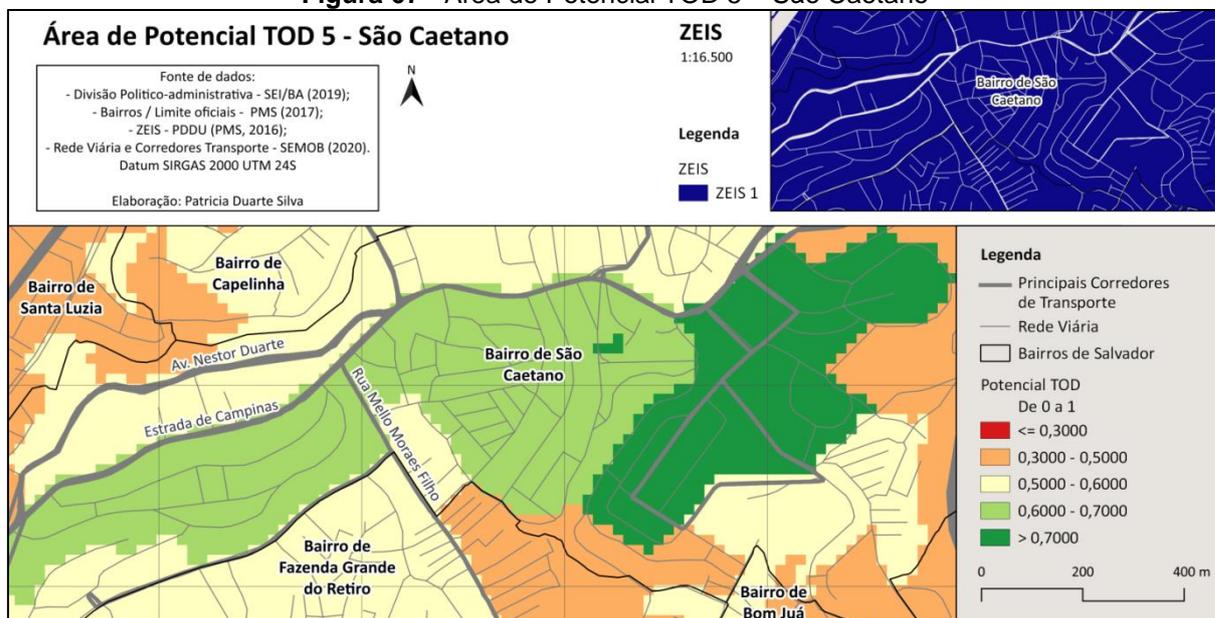
A Área de Potencial TOD 5 - São Caetano engloba o bairro de mesmo nome, uma área historicamente formada por duas antigas fazendas (Santos *et al.*, 2013). O crescimento inicial do bairro foi impulsionado pela Estrada das Boiadas, que desempenhou um papel importante no século XIX como uma via de ligação entre Salvador e o Recôncavo, facilitando o transporte terrestre de mercadorias. Com sua relevante acessibilidade e a demanda por habitação existente nas décadas de 1940 e 1950, São Caetano testemunhou um rápido desenvolvimento com a instalação de indústrias de cerâmica, sabão, cera e óleo vegetal.

Situado entre os bairros da Liberdade e Pirajá, São Caetano conecta-se à BR-324 por meio da Estrada de Campinas, que se liga à Avenida Nestor Duarte (ver Figura 67). Esta via também oferece uma conexão com a Avenida Gen. San Martin, que conduz ao bairro do Cabula, e ao Viaduto dos Motoristas, ligando a Cidade Baixa de Salvador a partir do bairro do Uruguai e ao Largo do Tanque, conectando-se aos bairros da Liberdade.

A Avenida Nestor Duarte se destaca pela diversidade de comércios e serviços disponíveis, atendendo uma parcela significativa da população residente no bairro e em suas áreas adjacentes. A localização estratégica ressalta a importância de São Caetano como um ponto de integração modal com vias importantes que se estendem

por diversas áreas da cidade. No entanto, atualmente, os moradores do bairro enfrentam desafios como congestionamentos e questões de segurança.

Figura 67 - Área de Potencial TOD 5 – São Caetano



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Tabela 12 - Valor dos fatores na Área de Potencial TOD 5 – São Caetano

Fatores	Pleno	Relativo
	S. Caetano	S. Caetano
Potencial TOD	0,71	0,62
Concentração de Emprego	0,30	0,37
Integração Modal	0,62	0,41
Microacessibilidade	0,86	0,65
Densidade de Serv. e Equip. Públicos	0,93	0,66
Demanda para o TP	0,66	0,81
Distância ao TP	1,00	1,00
Diversidade do Uso do Solo	0,76	0,61

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

A partir da análise dos valores dos fatores na Área de Potencial TOD 5 - São Caetano (Tabela 12) foram identificados dois tipos de potencial: **TOD Pleno** (0,71) e **Relativo** (0,62). Os fatores mais destacados na categoria de Potencial TOD Pleno incluem **Distância ao Transporte Público** (1,00), **Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos** (0,93), **Microacessibilidade** (0,86) e **Diversidade do Uso do Solo** (0,76), enquanto **Concentração de Emprego** (0,30) destaca-se como o fator com menor pontuação. Para melhorar o Potencial TOD da área, é necessário direcionar esforços para aumentar os valores de **Integração Modal** (0,62) e de **Demanda para o Transporte Público** (0,66).

Por sua vez, na categoria de Potencial TOD Relativo, observam-se fatores como **Distância ao Transporte Público** (1,00) e **Demanda para o Transporte Público** (0,81) com valores positivos. No entanto, a **Concentração de Emprego** (0,37) e a **Integração Modal** (0,41) apresentam valores relativamente baixos. Além disso, os fatores de **Diversidade do Uso do Solo** (0,61), **Microacessibilidade** (0,65) e **Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos** (0,66) demonstram potencial razoável, requerendo melhorias para alcançar o status de Potencial Pleno.

O alto valor do fator de **Distância ao Transporte Público** (1,00) em ambas as áreas indica um acesso otimizado ao transporte público, refletindo a presença de uma infraestrutura bem estabelecida de pontos de ônibus. Isso sugere um ambiente urbano propício à mobilidade sustentável, com bairros consolidados e infraestrutura pública presente, incentivando o uso do transporte público e reduzindo congestionamentos, emissões de poluentes e demanda por espaço viário.

Durante a análise dos fatores foi revelada a necessidade de impulsionar a **Concentração de Emprego**, especialmente por meio da melhoria da **Integração Modal** e da desconcentração de atividades urbanas. A **Demanda para o Transporte Público** emerge como um fator que requer aprimoramento para alcançar o Potencial Pleno, possivelmente estimulando o aumento do emprego e a **Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos** na área de Potencial TOD Relativo.

A **Microacessibilidade**, reconhecida como um fator de relevância significativa necessita de um aprimoramento na Área de Potencial Relativo, com destaque para a importância de elementos como a iluminação pública adequada e a disponibilidade de calçadas acessíveis, a fim de promover a facilitação da mobilidade dos pedestres e ciclistas. Da mesma forma, a **Diversidade dos Usos do Solo** emerge como outro fator relevante dentro da Área de Potencial TOD 5 - São Caetano, promovendo a vitalidade das comunidades urbanas, porém necessita de uma potencialização correspondente na Área de Potencial Relativo.

A Zona Especial de Interesse Social 1 (**ZEIS 1**), classificada de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Salvador (2016), como áreas de assentamentos precários, como favelas e loteamentos irregulares, foi identificada em toda a área de análise. A observação por imagens de satélite do Google Earth (2024) e pelo Street View do Google Maps (2021) revelou a existência de favelas com habitações em condições precárias (Figura 68).

Figura 68 - Área de Potencial TOD 5 – São Caetano: ZEIS



Fonte: Google Earth, 2024. Street View, 2021. Adaptada pela autora, 2024

Deste modo, a **Integração Modal**, aliada à **Microacessibilidade** proporcionada por calçadas acessíveis, ciclovias, faixas exclusivas para transporte público e o transporte vertical, não só facilitaria o acesso ao emprego e aos serviços públicos, mas também promoveria o exercício pleno do direito à cidade para todos os seus habitantes. Essa perspectiva reforça a importância da integração do transporte e do uso do solo de modo a considerar as necessidades e realidades específicas de cada comunidade, visando construir cidades mais justas e acessíveis para todos.

Concluindo a análise da Área de Potencial TOD 5 – São Caetano, o Quadro 18 traz a síntese dos fatores que devem passar por intervenções para que se obtenham valores maiores de Potencial TOD na área em questão.

Quadro 18 - Área Potencial TOD 5 – São Caetano: Síntese das principais intervenções

Fatores	Intervenções
Concentração de Emprego	
Integração Modal	
Microacessibilidade	
Densidade de Serviços e Equipamento Públicos	
Demanda para o TP	
Distância ao TP	
Diversidade do Uso do Solo	

Legenda

 Área de Potencial TOD Pleno

 Área de Potencial TOD Relativo

Fonte: Desenvolvido pela autora, 2024

No entanto, o contexto apresentado ressalta que embora a área revele indicadores favoráveis, não existe previsão para implantação de estações de transporte de média ou alta capacidade. Nesse sentido, torna-se necessário adotar estratégias TOD nessa área composta predominantemente por ZEIS, as quais poderão desempenhar um papel significativo na melhoria da acessibilidade e qualidade de vida dos moradores. Destaca-se a importância de promover a regularização fundiária e o desenvolvimento socioeconômico sustentável, o que, por sua vez, poderia resultar na valorização do solo.

5.6. Diretrizes de intervenção urbanística baseada nos princípios TOD

Neste subcapítulo serão apresentadas diretrizes de intervenção urbanística para a Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá. Esta proposta visa integrar os princípios de Transit Oriented Development – TOD com os instrumentos do Estatuto da Cidade, respeitando as particularidades legais e sociais das Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS. A escolha da Área de Potencial TOD 4 baseia-se na sua proximidade com duas estações de metrô existentes, Pirajá e Campinas de Pirajá, que possuem características passíveis de serem potencializadas, considerando as ZEIS adjacentes.

Conforme detalhado nos subcapítulos anteriores, evidencia-se a necessidade de propor intervenções nos fatores que atualmente se encontram abaixo do nível ideal, estabelecido em 70%, com vistas a fomentar padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis. Na área de estudo, os fatores que exigem atenção são: **Concentração de Empregos, Integração Modal, Microacessibilidade, Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos, e Demanda pelo Transporte Público.**

Esta proposta de Intervenção Urbanística considera como base que a propriedade urbana está sujeita à obrigação de cumprir uma função social, conforme estabelecido pelo Estatuto da Cidade (2001). Este instrumento legal determina que os terrenos urbanos devam ser destinados prioritariamente ao benefício coletivo, superando os interesses individuais de seus proprietários.

Deste modo, identificaram-se quatro áreas com subutilização significativa na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá, conforme ilustradas na Figura 71, que, mediante suas condições geográficas e legais, poderiam ser apropriadas para a instalação de **Serviços e Equipamentos Públicos e Habitação de Interesse Social - HIS**. Tal necessidade se justifica pela demanda por espaços disponíveis para essa finalidade.

Assim, um instrumento urbanístico apropriado para tal fim é o **IPTU Progressivo no Tempo**, que atua quando a propriedade urbana não cumpre sua função social, exigindo o monitoramento dos terrenos urbanos para aplicação do **Direito de Preempção**. Este último facilita a implantação de elementos de interesse, como HIS e equipamentos públicos de saúde, segurança e lazer, os quais estão escassos na área, conforme apurado na construção do fator de **Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos**.

Portanto, as áreas subutilizadas podem ser sugeridas para as seguintes atividades:

- Área Subutilizada 1: Devido à sua proximidade ao metrô (aproximadamente 300 metros), pode ser destinada a um estacionamento público associado a estação Campinas de Pirajá;
- Área Subutilizada 2: Pode ser utilizada para a construção de um equipamento de saúde básica ou escolar, considerando sua facilidade de acesso e a carência desses serviços na área de intervenção;

- Áreas Subutilizadas 3 e 4: Propõe-se a implementação de habitações de interesse social em conjunto com área de lazer, considerando a capacidade espacial adequada para abrigar tais atividades.

Ao integrar a diversidade do solo urbano com a proposta de implantação de equipamentos e serviços públicos, é possível densificar a área nas proximidades das estações. Essa abordagem é fundamental para alinhar a intervenção aos princípios TOD e, conseqüentemente, ao conceito dos 7 D's (Ewing e Cervero, 2010), destacando-se a "**Diversidade**" e a "**Densidade**".

Cabe destacar que na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá, os coeficientes de aproveitamento são de 3,0 nas áreas de ZEIS e 4,0 nas demais áreas, designadas como Zona de Centralidade Linear Metropolitana - ZCLMe, conforme o PDDU de Salvador (2016).

Também, o instrumento da **Outorga Onerosa do Direito de Construir - OODC** pode ser empregado, conferindo ao poder público a preferência na aquisição de direitos construtivos, o que permite recuperar para a coletividade a valorização da terra decorrente de intervenções públicas. Este instrumento poderia ser aplicado ao longo da BR-324, onde existem terrenos ociosos, priorizando-se, no entanto, a promoção do uso misto em futuras construções, de modo a estimular a **Concentração de Emprego**. Esta intervenção está associada à viabilização da "**Diversidade**", conforme o conceito dos 7D's.

A Operação Urbana Consorciada - OUC, idealizada para a requalificação de áreas deterioradas e o fomento do desenvolvimento urbano sustentável por meio de parcerias entre o setor público e o privado, pode ser associada ao instrumento de **Transformação Urbana Localizada - TUL**²⁷, especialmente no contexto da Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá. Esta associação é proposta em virtude da ausência de inclusão desta área para a implementação da OUC²⁸ no PDDU de Salvador.

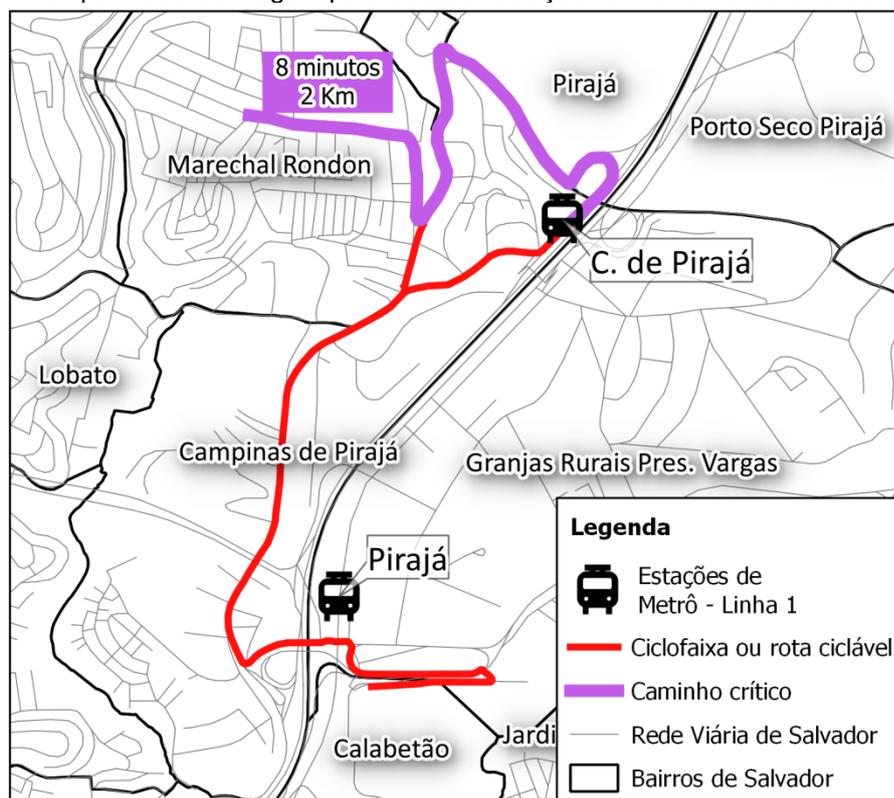
²⁷ O instrumento urbanístico da Transformação Urbana Localizada garante participação popular sempre que motivada por interesse público relacionado à urbanização, reurbanização e requalificação de partes do território de Salvador, objetivando viabilizar projetos urbanísticos especiais em áreas públicas ou privadas que estejam situadas num raio de 800m das estações dos sistemas de transporte de alta e média capacidade (metrô e VLT).

²⁸ As Macroáreas designadas para a realização das Operações Urbanas Consorciadas no PDDU de Salvador são a de Urbanização Consolidada e a de Borda Atlântica. No entanto, a proposta de intervenção em questão está situada na Macroárea de Integração Metropolitana – Setor 2, que não está incluída nas áreas destinadas às operações mencionadas.

Com a aplicação da **TUL**, a **OUC** poderia ser implementada, contribuindo para a requalificação urbanística, melhoria da malha viária e a criação de rotas acessíveis, a partir de calçadas e ciclofaixas, de modo a promover a conexão da população com o sistema de transporte, permitindo o aumento da **Demanda de usuários** e melhorando a **Microacessibilidade**. Estas intervenções estão associadas ao “D” de “Distância” (relacionada aos 7D’s).

A fim de ilustrar melhor as intervenções é apresentada na Figura 71 a proposta de rotas acessíveis definidas por meio de calçadas e ciclofaixas ou rotas cicláveis. Deste modo, foi verificado que com a possibilidade da implantação das ciclofaixas, o tempo médio de viagem de um ciclista para acessar as estações de metrô no caminho mais crítico será de 9 minutos, conforme ilustrado na Figura 69.

Figura 69 - Tempo médio de viagem para acessar estação de metrô - Ciclofaixa ou rota ciclável



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

No entanto, o problema da acessibilidade na Área de Potencial TOD 4 – Campinas de Pirajá está relacionado ao desenho urbano, marcado por grandes quarteirões com pontos sem conexão, reflexo da ocupação informal das habitações, o que impossibilita que o ônibus convencional permeie em determinados lugares.

Logo, como estratégia de intervenção, sugeriu-se a implementação de uma rota circular de micro-ônibus nos arredores das áreas urbanas de Marechal Rondon e

Campinas de Pirajá, facilitando o acesso às estações de metrô e permitindo a **Integração Modal**. O tempo médio de viagem desta rota para acessar as estações de metrô é de 13 minutos e a “**Distância**” é o fator associado aos 7D’s relacionado a essa intervenção (Figura 70).

Figura 70 - Tempo médio de viagem para acessar estação de metrô - Micro-ônibus



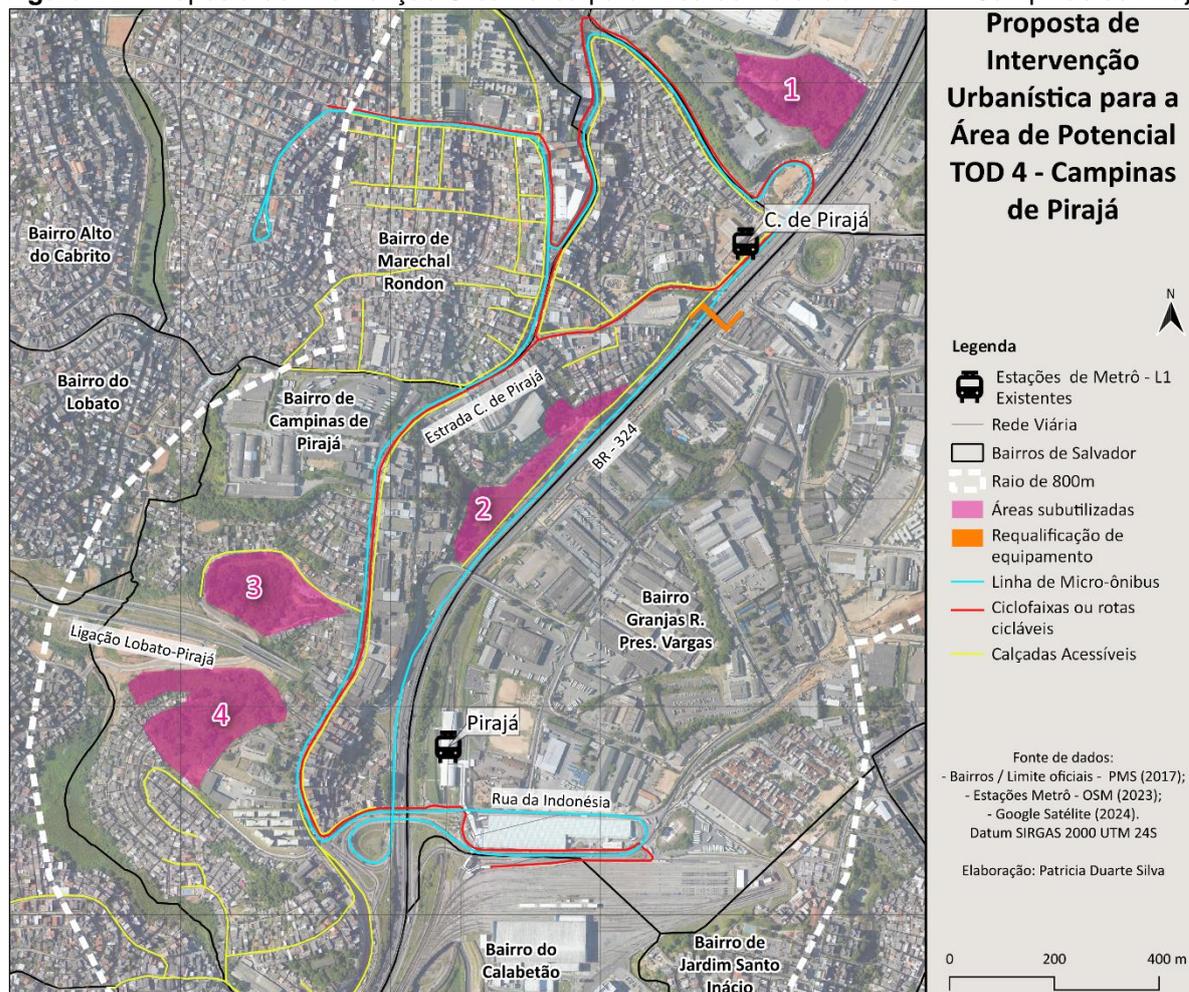
Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Além das intervenções mencionadas, também se propõe a requalificação da passarela existente, ajustando sua inclinação e condições físicas para atender às normas de acessibilidade. Isso visa facilitar a conexão entre os bairros que estão divididos pela BR-324.

Adicionalmente, propõe-se a regulamentação das ZEIS e a regularização fundiária, com a finalidade de legalizar e assegurar a posse, proporcionando segurança jurídica aos moradores e promovendo o acesso a serviços de infraestrutura básica, entre eles a mobilidade sustentável. Vale ressaltar que a regularização fundiária não apenas contribui para o desenvolvimento urbano sustentável, ao promover a inclusão social, mas também melhora significativamente as condições de vida nas áreas regularizadas.

As diversas incompatibilidades urbanísticas presentes nas favelas e comunidades urbanas atualmente podem ser solucionadas por meio da Regularização Fundiária Urbana - REURB²⁹. Este processo deve ser orientado por uma abordagem integrada de transporte e uso do solo, onde o acesso ao transporte público desempenhe um papel fundamental na promoção de futuros padrões de desenvolvimento urbano sustentável.

Figura 71 - Proposta de Intervenção Urbanística para Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá



Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Com o intuito de descrever as operações realizadas na proposta de Intervenção Urbanística, um quadro resumo foi elaborado, destacando as características da área, os instrumentos propostos pelo PDDU de Salvador, as recomendações de aplicação dos instrumentos urbanísticos mais apropriados e a intervenção urbanística (Quadro 19).

²⁹ De acordo com a Lei nº 13.465, de 2017, a REURB é o conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação dos núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes.

Quadro 19 - Resumo das propostas de Intervenção Urbanística na Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá

Características da Área de Potencial TOD 4	Instrumentos urbanísticos proposto no PDDU de Salvador (2016)	Recomendações para aplicação de instrumentos urbanísticos	Propostas de Intervenção Urbanística
<p>No bairro de Campinas de Pirajá, ocorre uma concentração de atividades de logística de mercadorias, enquanto no bairro de Marechal Rondon ocorre uma densidade significativa de equipamentos e serviços com foco em atividades de comércio, em resposta à expressiva densidade populacional.</p> <p>A área está configurada no entorno de um corredor de transporte de alta capacidade, representado pela BR-324, sendo complementada pela malha viária no interior dos bairros composta predominantemente por vias locais e um número limitado de vias coletoras. Frequentemente, observa-se a ausência de continuidade nesta malha, o que tende a impactar negativamente a fluidez do tráfego e a conectividade urbana.</p>	<p>No zoneamento a área em questão pertence a Macroárea de Integração Metropolitana no Setor 2.</p> <p>Os instrumentos urbanísticos propostos no PDDU são:</p> <p>I - Parcelamento; Edificação e Utilização Compulsório; II - Consórcio imobiliário; III - Desapropriação para fins urbanísticos, de área contígua e por zona; IV - Outorga onerosa do direito de construir; V - Outorga onerosa de alteração de uso; VI - Transferência do direito de construir (TRANSCON); VII - Direito de preferência; VIII - Direito de superfície; IX - Estudo de impacto ambiental (EIA); X - Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV); XI - Polos geradores de tráfego (PGT); XII - Operações Urbanas Consorciadas; XIII - Transformação urbana localizada (TUL); XIV - Concessão urbanística; XV - Cota de solidariedade; XVI - Pagamento por prestação de serviços ambientais; XVII - Contrapartida financeira.</p> <p>É permitido um Coeficiente de Aproveitamento máximo de 3,00 aplicado na ZEIS.</p> <p>É permitido um Coeficiente de Aproveitamento máximo de 4,00 aplicado na Zona de Centralidade Linear Metropolitana - ZCLMe.</p> <p>O fator de indução é de 0,5 aplicado por meio da Macroárea de Integração Metropolitana - Setor 2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - IPTU progressivo para o cumprimento da função social da propriedade; - Direito a Preempção para aquisição de terrenos para implantação de equipamentos urbanos e criação de espaços de lazer; - Outorga onerosa do direito de construir para promover o adensamento urbano controlado; - Operação Urbana Consorciada para revitalizar espaços degradados e melhorar a infraestrutura; - Transformação urbana localizada, para promover a Operação Urbana Consorciada; - Regularização fundiária, para demarcação urbanística e legitimação de posse, concessão de direito real de uso e concessão de uso especial para fins de moradia; - Estudo de impacto de vizinhança (EIV-RIV) é necessário quando se aplica a Operação Urbana Consorciada. 	<p><u>Densidade de Serviços e Equipamentos Públicos, promovendo a "Diversidade" e "Densidade" do solo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Implantação de estacionamento público na Área Subutilizada 1 para dar suporte a estação de metrô Campinas de Pirajá; - Construção de equipamento de saúde básica ou escolar na Área Subutilizada 2, permitindo o aumento da <u>Concentração de Emprego</u>; - Implementação de Habitação de Interesse Social e área de lazer nas Áreas Subutilizadas 3 e 4. <p><u>Demanda de usuários, Microacessibilidade e Integração Modal por meio da "Distância" ao Transporte Público:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Requalificação urbanística com enfoque na melhoria da malha viária e criação de rotas acessíveis, por meio de calçadas e ciclofaixas ou rotas cicláveis; - Implementação de rota circular de microônibus nos arredores do bairro de Marechal Rondon e Pirajá. <p>- Intervenções para melhoria das condições de acessibilidade na passarela existente;</p> <p>- <u>Regulamentação das Zonas Especiais de Interesse Social para Regularização Fundiária</u>, contribuindo com o desenvolvimento urbano sustentável e a inclusão social.</p>

Fonte: Desenvolvida pela autora, 2024

Nas propostas de Intervenções Urbanísticas descritas no Quadro 19 observa-se a utilização de 7 dos 17 instrumentos urbanísticos propostos para Macroárea, denominada Integração Metropolitana – Setor 2, indicados pelo PDDU de Salvador de 2016. Todos os instrumentos empregados auxiliam na mitigação dos problemas existentes na área de intervenção, relacionados ao transporte e ao uso do solo, permitindo sua potencialização com foco na melhoria dos fatores deficitários e na indução de padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano sustentáveis.

Em resumo, este capítulo apresentou uma proposta metodológica para identificar e analisar áreas com Potencial TOD em favelas e comunidades urbanas no Subúrbio Ferroviário de Salvador, com o objetivo de promover futuras estratégias TOD. Foram elaboradas propostas de intervenção urbanística que articulam os princípios TOD com os instrumentos do Estatuto da Cidade. A análise enfatizou a necessidade de uma visão integrada no planejamento do transporte e uso do solo, vinculada à função social da propriedade nos bairros populares, frequentemente negligenciados pela gestão pública e sem interesse do setor imobiliário.

6. CONCLUSÕES

Ao analisar o Subúrbio Ferroviário de Salvador, constatou-se uma alta densidade populacional e a ausência de políticas governamentais eficazes em infraestrutura urbana e transporte público. Essas condições, aliadas às deficiências de microacessibilidade, carência de serviços públicos e ao isolamento progressivo da periferia em relação as áreas urbanas consolidadas, intensificam a exclusão social e a segregação espacial, limitando o desenvolvimento urbano sustentável.

O planejamento urbano integrado, que considera tanto o transporte público quanto o uso do solo, mostrou-se eficaz na identificação de áreas com potencial para mobilidade urbana sustentável, o que permitiu fornecer subsídios de intervenção urbanística, em termos de transporte e uso do solo, baseados em princípios TOD e no Estatuto da Cidade na área em estudo.

Por meio de um mapa síntese de Índice de Potencial TOD, construído a partir da sobreposição espacial de fatores relevantes ao contexto local, foi possível identificar localidades com alto potencial e outras que necessitam ser potencializadas. A técnica de apoio à decisão, como a análise multicritério em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, permitiu a representação espacial desses fatores, facilitando o planejamento integrado em áreas de favela e comunidades urbanas.

A análise revelou que **áreas urbanas consolidadas** com maior Potencial TOD estão próximas a vias arteriais importantes, possuem infraestrutura urbana básica e uma relevante diversidade de serviços, como observado nos bairros da Liberdade e IAPI. Áreas como Comércio, Calçada e a Península de Itapagipe, caracterizadas pela história, cultura e pontos turísticos, também apresentaram alto Potencial TOD devido à infraestrutura viária regular e conexão eficiente com o transporte público. Essas áreas interagem significativamente com os bairros periféricos ao norte de Salvador por meio conexões importantes, como a Avenida Afrânio Peixoto, que se estende da Península de Itapagipe até o bairro de Paripe no Subúrbio Ferroviário.

Em **áreas urbanas em processo de consolidação**, como **favelas e comunidades urbanas**, as localidades com maior Potencial TOD são escassas e dispersas. Essas áreas, em sua maioria, carecem de infraestrutura urbana adequada, bem como de serviços e equipamentos públicos. Além disso, são habitadas predominantemente por uma população empobrecida que reside em moradias fora dos padrões urbanísticos legais.

Áreas de favela e comunidades urbanas como Paripe, Campinas de Pirajá e São Caetano apresentam um significativo Potencial TOD devido à proximidade com corredores de transporte, apesar das limitações associadas à falta de conexões e à topografia acidentada observada em Campinas de Pirajá e São Caetano.

Destaca-se que na área de São Caetano não existem propostas para implantação de infraestrutura de transporte público de média e alta capacidade. Este aspecto é especialmente relevante, pois evidencia uma área com grande potencial para a instalação de uma estação de transporte, mas que atualmente encontra-se carente de conectividade adequada com sistemas de transporte público de qualidade. Ao mesmo tempo, áreas com potencial mais limitado para o TOD foram priorizadas com a implementação de estações de metrô e a possibilidade de estações de VLT.

O estudo ressaltou a importância de políticas públicas destinadas a promover a mobilidade e o desenvolvimento urbano sustentáveis em áreas de favelas e comunidades urbanas nas cidades latino-americanas. Essas políticas incluem a aplicação de instrumentos urbanísticos baseados no Estatuto da Cidade, como as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, que estão alinhadas aos princípios do TOD. Tais instrumentos permitem a valorização do solo urbano, atraem investimentos imobiliários e possibilitam a implementação de serviços e equipamentos essenciais, incluindo habitação de interesse social.

A integração de áreas densamente povoadas e precarizadas com áreas urbanas consolidadas pode ser alcançada por meio da implementação estratégica de uma rede de transporte interligada, posicionada em áreas com Potencial TOD. Esse enfoque contribui para a otimização do uso do solo e atrai investimentos em infraestrutura, promovendo uma melhor qualidade de vida para os moradores dessas áreas e fomentando um desenvolvimento econômico sustentável.

Também foi possível aferir com este estudo que os gestores governamentais frequentemente negligenciam os aspectos sociais e econômicos das favelas e comunidades urbanas ao implementar sistemas de transporte urbano, resultando em um problema institucional em que os recursos não são direcionados para as áreas de maior necessidade. Essa falha é agravada pela falta de qualificação e capacitação na gestão pública, que muitas vezes carece de uma compreensão adequada das realidades e demandas dessas comunidades. Tal negligência perpetua desigualdades e limita o acesso a oportunidades essenciais para o desenvolvimento urbano sustentável e a equidade social.

Ao término desta pesquisa, foi possível identificar a importância de adaptar a abordagem TOD para cidades latino-americanas, promovendo padrões de mobilidade e desenvolvimento urbano mais inclusivos e sustentáveis. Apesar dos desafios inerentes à implementação de políticas TOD em favelas e comunidades urbanas, o estudo oferece um método consistente para o planejamento e incentiva novas pesquisas destinadas a preencher as lacunas sobre o potencial do TOD nessas áreas. Esse avanço contribui para fundamentar estratégias de intervenção mais eficazes e ajustadas às realidades locais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. M.; ROSSI, A. M. G.; PORTUGAL, L. D. S. **Mobilidade produtiva. Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**. 1ª Edição, 2017.
- AMICCI, A. G. N.; PIMENTEL, R. C. Q.; MACHADO, L. F. M. **Guia TPC: orientações para seleção de tecnologias e implementação de projetos de transporte público coletivo**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 265 p., 2018.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASTON, L; CURRIE, G; PAVKOVA, K. **Does transit mode influence the transit-orientation of urban development?. An empirical study**. Journal of Transport Geography, v. 55, p. 83-91, 2016.
- BAHIA. Companhia de Transportes do Estado da Bahia - CTB. **Trem Urbano**. 2022. Disponível em: <<http://www.ctb.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=16>>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BAHIA. Ministério Público do Estado da Bahia - MP. **VLT: MP aciona Justiça para garantir acesso ao transporte de população do subúrbio ferroviário**. 2021. Disponível em: <<https://www.mpba.mp.br/noticia/55577>>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BAHIA. Secretaria de Infraestrutura – SEINFRA. **Pesquisa de mobilidade na Região Metropolitana de Salvador: Síntese dos resultados da Pesquisa Domiciliar**. Salvador, 2012. Disponível em: <<http://planmob.salvador.ba.gov.br/images/consulte/legislacao/pesquisa-o.d.-da-rm-de-salvador-2012-sintese-dos-resultados.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- BAIARDI, Y; BENATTI, A. A. **Mobilidade urbana e o papel da microacessibilidade às estações de trem**. O caso da Estação Santo Amaro. São Paulo, 2014.
- BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade**. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/lei-10257-2001-estatuto-da-cidade.htm>>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BRASIL. **Lei Nº 12.587, de 03 de Janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12587-3-janeiro-2012-612248-norma-pl.html>>. Acesso em 10 nov. 2020.
- BRASIL. M. C. **Mobilidade e Política Urbana: Subsídios para uma Gestão Integrada**. SEMOB - Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, Ministério das Cidades, Brasil, 2005.

BERTOLINI, L. **Spatial development patterns and public transport: the application of an analytical model in the Netherlands**. Planning practice and research, v. 14, n. 2, p. 199-210, 1999.

BERTOLINI, L. **The Nodal City Hypothesis: Cities as Spatial Networks**. Transportation and the Location of Activities in the Urban Context, p. 61-81, 2000.

BERTOLINI, L.; SPIT, T. **Cities on Rails: The Redevelopment of Railway Station Areas in European Cities**. Kluwer Academic Publishers, 1998.

BRITO, C. **A estruturação do mercado de terra urbana e habitação em Salvador-BA a partir de 1970**. Geotextos. Salvador: Instituto de Geociências/ Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 1, n. 1, p. 51-80, 2005.

BRITO, J. A. **Proposta de avaliação do potencial TOD para localizações e estações de transporte público: Construção de cenários de planejamento em escala metropolitana**. 2022. 137f. Dissertação de Mestrado - Mestrado em Engenharia Civil (PPEC), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.

BRUNDTLAND, G. H.; COMUM, N. F. **Relatório Brundtland**. Our Common Future: United Nations, 1987.

CALTHORPE, P. **The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream**. Nova York: Princeton Architectural Press, 1993.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. **Proposta de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável Relacionando Transporte e Uso do Solo**. Anais do PLURIS 2005 : actas do Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável, 1, São Carlos, SP, Brasil, 2005.

CARDOSO, C. E. P. **Acessibilidade - Alguns Conceitos e Indicadores**. Revista dos Transportes Públicos-ANTP, Ano, v. 29, p. 4º, 2006.

CARDOSO, C.E.P. **Análise do transporte coletivo urbano sob a ótica dos riscos e carências sociais**. 123f. Tese (Doutorado em Serviço Social), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

CAVALCANTE, R. A. **Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público**. 151 f. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://www.academia.edu/3707283/Estimativa_das_Penalidades_Associadas_com_os_Transbordos_em_Sistemas_Integrados_de_Transporte_P%C3%ABAblico>. Acesso em 20 out. 2022.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. **Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 2, n. 3, p. 199-219, 1997.

COHEN, A.; SHAHEEN, S., **Planning for shared mobility**. PAS Report 583: American Planning Association, 110 p., 2016.

CROESE, S. **International Case Studies**: International Case Studies of Transit-Oriented Development - Corridor Implementation. Johannesburg, 2016.

CONTRERAS, F. G. **Parámetros para identificar el potencial dot en torno a las estaciones del sistema de transporte masivo BRT-Macrobús en Guadalajara, México**. Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, n. 6, 2014.

CURTIS, C.; RENNE, J. L.; BERTOLINI, L. **Transit oriented development: making it happen**. Ashgate Publishing, Ltd., 2009.

DA CUNHA, D. C.; ALBUQUERQUE FILHO; J. L.; DE OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. **Metodologia para análise socioambiental de domicílios presentes em bacias hidrográficas**. Holos, v. 4, p. 1-16, 2019.

DA SILVA PORTUGAL, L. **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. Elsevier Brasil, 2017.

DE MOURA, R. A.V. **Potencial de implantação e funcionamento dos sistemas de car sharing e bike sharing no metrô de Salvador/BA**. 2020. 175f. Dissertação de Mestrado - Mestrado em Engenharia Civil (PPEC), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

DELGADO, J. P. M. **A Rede Integrada de Transporte de Alta Capacidade como Indutor da Descentralização de Atividade Urbanas na Região Metropolitana de Salvador**. In: SILVA, S. C. B. DE M. E; CARVALHO, I. M. M. DE; PEREIRA, G. C. (EDS.). Transformações metropolitanas no século XXI: Bahia, Brasil e América Latina. Salvador: EDUFBA, 2016.

DELGADO, J. P. M. **Gestão e monitoração da relação entre transporte e uso do solo urbano – aplicação para a cidade de Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

DELGADO, J. P. M. **Padrões de mobilidade e forma urbana: argumentos a favor da descentralização de atividades na cidade de Salvador**. In: CARVALHO, M. J.; MONTOYA, U. U. (Org.). Panoramas urbanos 2: usar, viver e construir Salvador. Salvador: Edufba, 2014.

EMBARQ Brasil. **DOTS CIDADES: manual de desenvolvimento urbano orientado ao transporte sustentável**. Porto Alegre: EMBARQ Brasil, 2014.

EWING, R.; CERVERO, R. **Travel and the built environment: a synthesis**. v. 1780, n. 1, p. 87-114, 2001.

EWING, R.; CERVERO, R. **Travel and the built environment: A meta-analysis**. Journal of the American planning association. v. 76, n. 3, p. 265-294, 2010.

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

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2a. ed. São Carlos, Rima, 2004.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES - FCP. **FCP/MinC divulga dados sobre o Mapeamento dos Terreiros de Salvador**. Disponível em: <<https://www.gov.br/palmares/pt-br/assuntos/noticias/fcp-minc-presente-ao-lancamento-do-site-sobre-terreiros-de-matriz-africana-de-salvador>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

FUNDAÇÃO MÁRIO LEAL FERREIRA - FMLF. **Caracterização Ambiental: da Calçada a Enseada dos Cabritos. Relatório Preliminar – Subúrbio Ferroviário**. Salvador, 1999.

GALELO, A.; RIBEIRO, A.; MARTINEZ, L. M. **Measuring and evaluating the impacts of TOD measures—Searching for evidence of TOD characteristics in Azambuja Train Line**. Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 111, p. 899-908, 2014.

GOLDEN, B. L.; WASIL, E. A.; HARKER, P. T. **The analytic hierarchy process**. Applications and Studies, Berlin, Heidelberg, 1989.

GOMEDE, E.; DE BARROS, R. M. **Utilizando o método Analytic Hierarchy Process (AHP) para priorização de serviços de TI: Um estudo de caso**. In: Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. SBC, p. 679-690, 2012.

GORDILHO-SOUZA, A. **Ocupação urbana e habitação**. In: **BAHIA. Centro antigo de Salvador: plano de reabilitação participativo**. Salvador: Secretaria de Cultura; Salvador: Fundação Pedro Calmon. p. 72-102, 2010.

GORDILHO-SOUZA, A. **Limites do habitar: segregação e exclusão na configuração urbana contemporânea de Salvador e perspectivas no final do século XX**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2008.

GRIECO, E. P.; PORTUGAL, L. S.; ALVES, R. M. **Aplicação de um índice do ambiente construído para avaliação da mobilidade sustentável**. Ambiente Construído, v. 16, p. 215-225, 2016.

GUO, J.; NAKAMURA, F.; LI, Q.; ZHOU, Y. **Efficiency assessment of transit-oriented development by data envelopment analysis: Case study on the Den-en Toshi line in Japan**. Journal of Advanced Transportation, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Censo Brasileiro de 2022**. Brasília, 2024. Disponível em <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 07 mar. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2021**. Brasília, 2021. Disponível em:

<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/POP2021_2020905.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sobre a mudança de aglomerados subnormais para favelas e comunidades urbanas**.

Rio de Janeiro, 2024. Disponível em:

<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102062.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2024.

IDOM C.; HOBBS, J.; BAIMA, C.; SEABRA, R. **Desenvolvimento orientado ao transporte: Como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas**. Monografia do BID, 841p., 2021.

ITDP – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Guia de Implementação de Políticas e Projetos de DOTS**. São Paulo, 2017.

JACOBI, P. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. In: O município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo: Ed. Pro Editores, 1999.

KENWORTHY, J. R.; LAUBE, F. B.; NEWMAN, P.; BARTER, P.; RAAD, T.; POBOON, C.; GUIA, Jr, B. **An international sourcebook of automobile dependence in cities 1960-1990**. University Press of Colorado. United States. 724 p., 1999.

KUMAR, P. P.; PARIDA, M.; SEKHAR, C. R. **Developing context sensitive planning criteria for transit oriented development (TOD): A fuzzy-group decision approach**. Transportation Research Procedia, v. 48, p. 2421-2434, 2020.

LEITE, D. **O Lazer da juventude como prática de “Liberdade” no bairro da Liberdade**. 172f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.

LOCH, R. E. N. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. UFSC, 2006.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Tradução: André Schneider, Eliseu José Weber, Heinrich Hasenack, Jugurta Lisboa Filho, Luis Cavalcanti da Cunha Bahiana, Paulo Roberto Fitz. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 540 p., 2013.

MAHESHWARI, R.; GRIGOLON, A.; BRUSSEL, M. **Evaluating TOD in the context of local area planning using mixed-methods. Case studies on transport policy**, v. 10, n. 2, p. 1015-1025, 2022.

MELLO, A. R. **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: O caso da Região Metropolitana do Rio de**

Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro-COPPE. Rio de Janeiro, 2015.

MIRANDA, H. F. **Mobilidade urbana sustentável e o caso de Curitiba.** 2010. 178p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

MIRANDA, M. C. **Eletrificação do transporte de passageiros de média capacidade e avaliação do potencial para inserção de fontes alternativas.** (Dissertação de Mestrado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

MOBILIZE. **Mobilize Brasil.** 2015. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/7722/em-bogota-brt-transmilenio-da-sinais-de-esgotamento.html>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

MOREIRA, F. R., CÂMARA, G., ALMEIDA, F. R. - **Técnicas de Suporte a Decisão para Modelagem Geográfica por Álgebra de Mapas.** Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, Relatório Técnico, 2001.

MOTIEYAN, H.; MESGARI, M. S. **Towards sustainable urban planning through transit-oriented development (A case study: Tehran).** ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 6, n. 12, p. 402, 2017.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** – 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

MOURA, A.C.M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 13, p. 2899- 2906, 2007.

MOURAD, L. N. **O processo de gentrificação do Centro Antigo de Salvador 2000 a 2010.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

NASRI, A; ZHANG, L. **The analysis of transit-oriented development (TOD) in Washington, DC and Baltimore metropolitan areas.** Transport policy, v. 32, p. 172-179, 2014.

NYUNT, K. T. K.; WONGCHAVALIDKUL, N. **Evaluation of relationships between ridership demand and Transit-Oriented Development (TOD) indicators focused on land use density, diversity, and accessibility: A case study of existing metro stations in Bangkok.** Urban Rail Transit, v. 6, n. 1, p. 56-70, 2020.

OBSERVASSA. **Observatório de bairros de Salvador.** Salvador, 2021. Disponível em: <<https://observatoriobairrossalvador.ufba.br/bairros/liberdade>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

PAIXÃO, R. C. **Análise Espacial das Condições de Deslocamento do Pedestre na Integração com o Transporte Público.** Salvador, 2011. Disponível em:

<<http://www.ppec.ufba.br/site/publicacoes/analise-espacial-das-condicoes-de-deslocamento-do-pedestre-na-integracao-com-o-transport>>. Acesso em: 08 nov. 2020.

RAHMAN, M. H.; ASHIK, F. R.; MOULI, M. J. **Investigating spatial accessibility to urban facility outcome of transit-oriented development in Dhaka**. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, v. 14, p. 100607, 2022.

RODRIGUES DA SILVA, A. N.; COSTA, M. DA S.; MACEDO, M. H. **"Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil"**, *Transport Policy*, v. 15, n. 6, pp. 350–360, 2008. DOI: 10.1016/j.tranpol.2008.12.003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222356508_Multiple_views_of_sustainable_urban_mobility_The_case_of_Brazil>. Acesso em: 08 nov. 2020.

ROSSI, R. DE C. **Da Fazenda ao Loteamento Fortificado da Sapoca: À Urbanização na orla de Tubarão (Salvador-BA)**. 81f. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Publisher, 367 p., 1991.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. McGrawHill International. New York, 1980.

SALVADOR. **Plano de Mobilidade de Salvador**. Salvador, 2017. Disponível em: <http://www.mobilidade.salvador.ba.gov.br/images/pdf/PlanMob_LIVRO_19_10_23.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.

SALVADOR. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. Salvador, 2016. Disponível em: <<http://www.sucom.ba.gov.br/category/legislacoes/mapas-pddu-2016/>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SALVADOR. **Plano Salvador 500 – Caderno Sociedade, Economia e Território**. Fundação Mário Leal Ferreira - FMLF. Salvador, 2020.

SANTOS, C. A. **Transformações urbanas em Pirajá: dos caminhos de gado à estação ferroviária**. Caderno PROURB, 9(1), p. 55-71, 2010.

SANTOS, E.; PINHO, J. A. G. D.; Moraes, L. R. S.; Fischer, T. **O Caminho das Águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes**. 2.ed. Salvador, CIAGS/UFBA; SEMA, 2013.

SANTOS, F. S. **Veículo Leve sobre Trilhos: simulação do impacto ambiental acústico em Brasília–DF**. Dissertação de Mestrado - UnB, Brasília, 2016.

SAUS, M. A.; AGUIRRE, A. I.; GAUNA, G. F. **Evaluación de una estación ferroviaria desafectada como futuro nodo de transporte y desarrollo urbano sostenible (Gran Santa Fe, Argentina)**. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, n. 31, p. 117-117, 2022.

SEGURA, D. S.; ROMERO, D. J. **Evaluación de la zona de influencia de la troncal de transporte público San José-Sabanilla-La Campiña: mediante la metodología del desarrollo orientado al transporte público.** *Infraestructura Vial*, v. 21, n. 37, p. 21-31, 2019.

SILVA, A. L. B., **Análise Multicritério para avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público.** Dissertação para título de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana. MEAU, Escola Politécnica, UFBA, Salvador, 2014.

SINGH, Y. J.; FLACKE, J.; VAN MAARSEVEEN, M. **Measuring Transit Oriented Development over a Region Using an Index.** Paper presented at the 12th Annual Transport Practitioners' Meeting London, U.K, 2014,

SINGH, Y. J.; FLACKE, J.; ZUIDGEEST, M.; VAN MAARSEVEEN, M. **Planning for Transit Oriented Development (TOD) using a TOD index.** In: *GIS in sustainable urban planning and management.* CRC Press, p. 267-282, 2018.

SOHONI, A. V.; THOMAS, M.; RAO, V. K. **Application of the concept of transit oriented development to a suburban neighborhood.** *Transportation Research Procedia*, v. 25, p. 3220-3232, 2017.

SORRATINI, J. A.; DA SILVA, M. **Avaliação de um Sistema Integrado de Transporte Coletivo Urbano: O caso de Uberlândia-MG.** *Anais do PLURIS 2005 : actas do Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável*, 1, São Carlos, SP, Brasil, 2005.

SOUSA, F.; LOUREIRO, C.; LOPES, A. **Representação do fenômeno urbano por meio de modelos integrados dos transportes e uso do solo: revisão da literatura e discussão conceitual.** *Transportes*, v. 25, n. 4, p. 96-108, 2017.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. **Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development.** World Bank Publications, 2013.

TAKI, H. M.; MAATOUK, M. M. H. **Spatial planning for potential green TOD using suitability analysis at the metropolitan region scale.** In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* IOP Publishing. Vol. 160, No. 1, p. 012020, 2018.

VASCONCELOS, P. A. **Salvador: transformações e permanências (1549-1999).** SciELO-EDUFBA, 2016.

VASCONCELLOS, E.A. **O que é o trânsito.** São Paulo: Brasiliense. Primeiros Passos. 92p., 1985.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas.** Annablume, 2001.

VASCONCELLOS, E. A.; DE CARVALHO, C. H.; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana.** Nº 1552. Texto para discussão, 2011.

VIANA, M. S. **Estratégias de logística urbana a serem aplicadas nas áreas centrais e históricas: proposta metodológica baseada em avaliação multicritério em ambiente SIG**. 2016. 203f. Dissertação de Mestrado - Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana (MEAU), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

VIATROLEBUS. **Monotrilho**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://viatrolebus.com.br/category/monotrilho/>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

VUCHIC, V. R. **Urban Transit Systems and Technology**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

XIA, J.; ZHANG, Y. **Where are potential areas for transit-oriented development (TOD)—Exploring the demands for built environment for TOD planning**. Sustainability, v. 14, n. 14, p. 8364, 2022.

YOSHIDA, S.; DINIS, H. **Monotrilho: Características Técnicas e Estudo dos Benefícios e Dificuldades da Implantação**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xivjornada/paper/download/922/839>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

APÊNDICE

Figura 72 - Proposta de Intervenção Urbanística para Área de Potencial TOD 4 - Campinas de Pirajá, em formato A3

