



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**LARA SILVA LIMA**

**ESPRAIAMENTO URBANO POR AUTOSSEGREGAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA  
ACESSIBILIDADE URBANA DE FORTALEZA**

**FORTALEZA**

**2017**

LARA SILVA LIMA

ESPRAIAMENTO URBANO POR AUTOSSEGREGAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA  
ACESSIBILIDADE URBANA DE FORTALEZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes.

Orientador: Prof. Ph. D. Carlos Felipe  
Grangeiro Loureiro

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L698 Lima, Lara Silva.  
Espraiamento urbano por autosegregação e seus impactos na acessibilidade urbana de Fortaleza / Lara Silva Lima. – 2017.  
130 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.

1. Espraiamento Urbano. 2. Autosegregação. 3. Acessibilidade Urbana. I. Título.

CDD 388

---

LARA SILVA LIMA

ESPRAIAMENTO URBANO POR AUTOSSEGREGAÇÃO E SEUS IMPACTOS NA  
ACESSIBILIDADE URBANA DE FORTALEZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes.

Aprovada em: 30/08/2017.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ph. D. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Clarissa Figueiredo Sampaio Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Flávia da Fonseca Feitosa  
Universidade Federal do ABC (UFABC)

---

Prof. D. Sc. André Soares Lopes  
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Felipe Loureiro, por nesses últimos quatro anos ter sido um professor que me passou muito mais do que ensinamentos, mas que construiu junto, que guiou desde o início, que soube escutar sempre, que compreendeu em momentos difíceis, que inspirou a cada encontro e que motiva a cada novo passo. Muito obrigada por tudo.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia de Transportes da UFC, em especial: Manoel, pelo bom humor e incentivo a cada encontro, por ter sido um professor tão dedicado e sempre pronto a ajudar. Flávio, pela simpatia nos corredores e por sempre estar na torcida para que tudo dê certo. Mário, pela prestatividade e por acompanhar mais de perto nossos trabalhos. Moraes, pelos preciosos ensinamentos em estatística espacial, pela humildade e atenção sempre.

Aos colegas e amigos de Mestrado e do grupo de pesquisa MITUS, em especial: Fernanda Soares, por ter me incentivado a entrar no PETRAN, por mostrar que as arquitetas podem chegar lá e por ser uma referência no meu caminhar como pesquisadora e como ser humano. Ezequiel, por ter me inspirado desde o primeiro dia que o vi falar e defender suas ideias, pelas dicas e métodos de como me organizar e percorrer o mestrado. Beatriz, por estar ao meu lado sempre, companheira em todas as dificuldades, por sua leveza e por sua generosidade, que não cabe numa pessoa só. Tais, por dividir comigo essa caminhada há quase uma década, amiga sempre presente, por ter sentado ao meu lado no dia mais difícil e ter me ajudado até o fim no fechamento do texto. Dante, Hélio, André, Camilas (Bandeira e Garcia), Joana, Moisés, Lisel, Ximena, pelo apoio e torcida sempre. Renan e Lucas, pelo trabalho que fizeram nessa pesquisa de mestrado, meus braços direito e esquerdo. Franco, por ter sido meu coorientador, pelas revisões criteriosas no meu texto, por me ajudar a construir esse trabalho, por toda sua generosidade e amizade.

Aos meus pais, Evilásio e Macilene, por terem me dado toda a base e suporte para chegar até aqui, por não deixarem de torcer por mim nenhum minuto. À minha irmã, Lais, por me tranquilizar, por ser com quem eu posso contar em todos os momentos, por vibrar a cada pequeno passo meu.

Ao meu amor João Victor, por ter estado comigo todos os dias e noites, por acreditar que eu podia, pela compreensão, pelo apoio e cuidado, por me deixar livre para ser quem sou, por deixar meus dias mais leves e por sonhar junto comigo.

## RESUMO

A expansão das áreas urbanas pode levar a um espraiamento centro-periferia, fenômeno comum à maioria das metrópoles brasileiras. Nesse contexto, a população de alta renda vem sendo atraída por novas formas de *habitats* urbanos culminando num processo de autosegregação socioespacial no território da cidade. Esse padrão acarreta em consequências negativas para a cidade, com a expansão desmedida da mancha urbana comprometendo os níveis de acessibilidade às atividades de trabalho, estudo, dentre outras que a população deseja realizar. Esta pesquisa de mestrado tem como objetivo compreender o fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação e seu impacto na acessibilidade urbana de Fortaleza. Para isso, adotando uma abordagem interdisciplinar que considera a interação dos subsistemas de uso do solo e de transportes, propõe-se a representação, a caracterização e o diagnóstico dessa problemática, a partir da definição de indicadores capazes de representar os problemas e suas relações causais. Para essas análises foram utilizadas ferramentas da modelagem operacional e de estatística espacial, contribuindo para a compreensão dessa problemática complexa. Espera-se avançar nas discussões acerca do planejamento da acessibilidade urbana a partir da aplicação fenomenológica e metodológica, contribuindo na sistematização do processo de planejamento urbano integrado.

**Palavras-Chave:** Espraiamento Urbano. Autosegregação. Acessibilidade Urbana.

## ABSTRACT

The expansion of urban areas may lead to a center-periphery sprawl, a phenomenon common to most Brazilian metropolises. In this context, the high income population has been attracted by new forms of urban habitats culminating in a process of socio-spatial self-segregation in the city's territory. This pattern leads to negative consequences for the city, with the unlimited expansion of the urban spot compromising the levels of accessibility to work activities, study, among others that the population wishes to perform. This master's research aims to understand the phenomenon of urban sprawl by self-segregation and its impact on the urban accessibility of Fortaleza. For this, adopting an interdisciplinary approach that considers the interaction of the subsystems of land use and transport, it is proposed the representation, characterization and diagnosis of this problem, from the definition of indicators capable of representing the problems and their causal relations. For these analyzes, operational modeling and spatial statistics tools were used, contributing to the understanding of this complex problem. It is hoped to advance in the discussions about the urban accessibility planning from the phenomenological and methodological application, contributing in the systematization of the integrated urban planning process.

**Keywords:** Urban Sprawl. Self-segregation. Urban Accessibility.

## LISTA FIGURAS

Figura 1- a) Regiões segregadas, b) Bairros segregados dispersos – Segregação Residencial da Alta Renda .....	24
Figura 2 - Padrões de Distribuição de Usos no Território .....	26
Figura 3 - a) Proporção de Domicílios de Renda < 3 S.M., b) Proporção de Domicílios de Renda > 8 S.M. ....	30
Figura 4 - Vetores de expansão urbana da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.....	31
Figura 5 - Oferta de Lançamentos de Imóveis em Fortaleza, em 2001, 2007 e 2010. ....	34
Figura 6 - Condomínios horizontais e loteamentos fechados no Eusébio. ....	36
Figura 7 - Modelo conceitual ALUTI simplificado.....	38
Figura 8 - Árvore de Problemas do Uso do Solo destacando os problemas a serem caracterizados e diagnosticados.....	41
Figura 9 - Árvore de Problemas do Transporte destacando os problemas a serem caracterizados e diagnosticados.....	43
Figura 10 - Representação da Problemática do Espraçamento Urbano e seu impacto sobre a Acessibilidade Urbana .....	45
Figura 11 - Proposta Metodológica de Caracterização e Diagnóstico da Problemática do Espraçamento Urbano por Autossegregação e seu Impacto sobre a Acessibilidade Urbana .....	50
Figura 12 - Diagrama do Modelo Conceitual ALUTI com Medidas de Desempenho (MD e de Impacto (MI)).....	51
Figura 13 - Sequência para Análise Espacial Exploratória – Situação Atual e Magnitude dos Problemas .....	58
Figura 14 - Tipos de Zonas definidas após a análise da Situação Atual e Magnitude dos Problemas .....	60
Figura 15 - Cruzamentos entre Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas .....	61
Figura 16 - Cruzamentos entre Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas – Diagnóstico das Relações Causais. ....	64
Figura 17 - Tipos de Indicadores definidos para a Caracterização e Diagnóstico da problemática. ....	65
Figura 18 - Formulação Matemática da MD: Descentralização Residencial de Alta Renda. ..	67
Figura 19 - Formulação Matemática das MD: Densidade Domiciliar Líquida e Intensidade de Domicílios de AR. ....	68
Figura 20 - Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Desempenho do Uso do Solo.....	68
Figura 21 - Formulação Matemática da variável Oportunidade de Emprego .....	69
Figura 22 - Formulação Matemática das Medidas de Impacto de Distribuição Espacial de Usos .....	70
Figura 23 - Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Impacto do Uso do Solo ..	71
Figura 24 - Proporção dos domicílios com posse de automóvel e/ou moto nas áreas de ponderação do IBGE .....	73
Figura 25 - Formulação Matemática das Medidas de Desempenho de Acessibilidade .....	74
Figura 26 - Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Impacto do Uso do Solo ..	74
Figura 27 - Trecho de mapas utilizados para a definição do zoneamento da análise.....	75
Figura 28 - Mapa com Regiões e Zonas de Análise .....	76
Figura 29 - Mapa de Quartil – Domicílios de Baixa Renda em 2015. ....	83
Figura 30 - a) Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Total de Domicílios de Baixa Renda em 2015. ....	84
Figura 31 - Zonas de Interesse Periferização.....	85
Figura 32 - Mapa do Indicador de Descentralização Residencial População de Alta Renda...87	87



Figura 33 - Mapa de Quartil – Total de Domicílios de Alta Renda em 2015. ....	88
Figura 34 - a) Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Total de Domicílios de Alta Renda em 2015 .....	90
Figura 35 - a) Mapa de Quartil – Densidade Domiciliar Líquida em 2015.....	91
Figura 36 - Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Densidade Domiciliar Líquida em 2015 .....	92
Figura 37 - Zonas de Interesse Espreadimento por Autosegregação .....	93
Figura 38 - a) Mapa de Quartil b) Moran Map, c) LISA Cluster Map – Oportunidade de Empregos para BR, 2015 .....	95
Figura 39 - a) Mapa de Quartil b) Moran Map, c) LISA Cluster Map – Oportunidade de Empregos para AR, 2015.....	95
Figura 40 - Mapa de Quartil – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Baixa Renda .....	96
Figura 41 - Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de BR.....	97
Figura 42 - Cruzamento das Zonas de Interesse da BR com as Zonas Problemáticas de US para BR .....	98
Figura 43 - Mapa de Quartil – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Alta Renda .....	99
Figura 44 - Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de AR .....	100
Figura 45 - Cruzamento das Zonas de Interesse da AR com as Zonas Problemáticas de US para AR.....	102
Figura 46 - Mapa de Quartil – Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Baixa Renda .....	104
Figura 47 - Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Baixa Renda .....	104
Figura 48 - Cruzamento das Zonas de Interesse da BR com as Zonas Problemáticas de TP para BR .....	107
Figura 49 - Mapa de Quartil – Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Alta Renda .....	108
Figura 50 - Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Alta Renda.....	109
Figura 51 - Cruzamento das Zonas de Interesse da AR com as Zonas Problemáticas de TP para AR.....	112
Figura 52 - a) Mapa do Indicador de Acessibilidade da AR, b) Mapa do Indicador de Acessibilidade da BR.....	113
Figura 53 - Relações Causais entre problemas do subsistema de US e de TP a serem Diagnosticadas .....	115
Figura 54 - a) <i>BiLISA Cluster Map</i> , b) <i>Gráficos de Espelhamento de Moran</i> , c) <i>Zonas que evidenciam a relação causal Q2 e Q4 - A_BR x Mix_BR</i> .....	117
Figura 55 - Cruzamento entre as ZP_RC para a população de BR com as Zonas de Interesse da Periferização .....	117
Figura 56 - a) <i>BiLISA Cluster Map</i> , b) <i>Gráficos de Espelhamento de Moran</i> , c) <i>Zonas que evidenciam a relação causal Q2 e Q4 - A_AR x Mix_AR</i> .....	119
Figura 57 - Cruzamento entre as ZP_RC para a população de AR com as Zonas de Interesse do Espreadimento por Autosegregação.....	120

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População residente e Taxa de Crescimento Populacional entre os Censos do IBGE dos Municípios da RMF Conurbados à Fortaleza. ....	36
Tabela 2 - Problemas e Relações Causais da Representação da Problemática e as Hipóteses a serem verificadas .....	48
Tabela 3 - Bases de Dados utilizadas para a calibração do TRANUS .....	78
Tabela 4 - Síntese dos Indicadores e Variáveis com suas Bases de Dados de origem. ....	79
Tabela 5 - Coeficientes Intersetoriais da Matriz Insumo-Produto Setores Transportáveis .....	80

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Regiões de Análise – Percentuais de Domicílios de Baixa Renda em 2015 e de sua Área no Território .....	84
Gráfico 2 - Crescimento dos Domicílios Alta Renda por Região entre 2000 e 2015.....	87
Gráfico 3 - Regiões de Análise – Percentuais de Domicílios de Alta Renda em 2015 e de sua Área no Território .....	89
Gráfico 4 - Densidade Domiciliar Líquida (dom/ha) das zonas com maior intensidade de domicílios de AR por região.....	92
Gráfico 5 - Distribuição dos Empregos por Região para 2015.....	94
Gráfico 6 - Acessibilidade média aos postos de trabalho da população de Baixa Renda nas Regiões .....	103
Gráfico 7 - Acessibilidade média aos postos de trabalho da população de Alta Renda nas Regiões .....	108
Gráfico 8 - Comparação entre valores da Acessibilidade da população de Alta Renda x Baixa Renda por região.....	113

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b> .....	14
<b>1.2</b>	<b>Problema de Pesquisa</b> .....	15
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	17
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Dissertação</b> .....	17
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA NO FENÔMENO URBANO</b> .....	18
<b>2.1</b>	<b>O processo de autosegregação socioespacial</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>O fenômeno do espraiamento urbano</b> .....	21
<b>2.3</b>	<b>Os impactos da problemática de uso do solo no subsistema de transportes</b> .....	24
<b>3</b>	<b>REPRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA NA CIDADE DE FORTALEZA</b> .....	29
<b>3.1</b>	<b>O fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação em Fortaleza</b> .....	29
<b>3.2</b>	<b>Representação da Problemática e Hipóteses a serem verificadas</b> .....	37
<b>4</b>	<b>PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO</b> .....	49
<b>4.1</b>	<b>Caracterização e Diagnóstico dos Problemas</b> .....	50
<b>4.1.1</b>	<i>Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis</i> .....	51
<b>4.1.2</b>	<i>Coleta de Dados</i> .....	52
<b>4.1.2.1</b>	<i>Regiões e Zonas de Análise</i> .....	53
<b>4.1.2.2</b>	<i>Organização da Base de Dados</i> .....	54
<b>4.1.2.3</b>	<i>Calibração do Modelo TRANUS</i> .....	55
<b>4.1.3</b>	<i>Situação Atual e Magnitude dos Problemas</i> .....	57
<b>4.1.4</b>	<i>Definição de Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas</i> .....	59
<b>4.2</b>	<b>Diagnóstico das Relações Causais</b> .....	62
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA PROBLEMÁTICA NA CIDADE DE FORTALEZA</b> .....	65
<b>5.1</b>	<b>Caracterização e Diagnóstico dos Problemas</b> .....	65
<b>5.1.1</b>	<i>Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis</i> .....	65
<b>5.1.1.1</b>	<i>Medidas de Desempenho do Uso do Solo</i> .....	66
<b>5.1.1.2</b>	<i>Medidas de Impacto do Uso do Solo</i> .....	68
<b>5.1.1.3</b>	<i>Medidas de Desempenho dos Transportes</i> .....	71
<b>5.1.2</b>	<i>Coleta de Dados</i> .....	75

5.1.2.1	<i>Regiões e Zonas de Análise</i> .....	75
5.1.2.2	<i>Organização da Base de Dados</i> .....	76
5.1.2.3	<i>Calibração do Modelo TRANUS</i> .....	79
<b>5.1.3</b>	<b><i>Situação Atual, Magnitude dos Problemas, Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas</i></b> .....	<b>82</b>
5.1.3.1	<i>Fenômeno do Espreadimento Urbano</i> .....	83
5.1.3.1.a	Periferização Residencial da População de Baixa Renda.....	83
5.1.3.1.b	Zonas de Interesse Periferização.....	85
5.1.3.1.c	Descentralização Residencial da População de Alta Renda.....	86
5.1.3.1.d	Baixa Densidade Domiciliar da População de Alta Renda.....	88
5.1.3.1.e	Zonas de Interesse Espreadimento Urbano por Autosegregação.....	93
5.1.3.2	<i>Distribuição Espacial dos Usos</i> .....	94
5.1.3.2.a	Baixo Mix dos Usos Empregos/Domicílios da Pop. de BR.....	96
5.1.3.2.b	Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixo Mix de Uso da População de Baixa Renda.....	97
5.1.3.2.c	Baixo Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Alta Renda.....	99
5.1.3.2.d	Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixo Mix de Uso da Pop. de AR.....	101
5.1.3.3	<i>Acessibilidade</i> .....	103
5.1.3.3.a	Baixa Acessibilidade aos Postos de Trabalho da População de Baixa Renda.....	103
5.1.3.3.b	Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixa Acessibilidade da População de Baixa Renda.....	106
5.1.3.3.c	Baixa Acessibilidade aos Postos de Trabalho da População de Alta Renda.....	107
5.1.3.3.d	Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixa Acessibilidade da População de Alta Renda.....	110
5.1.3.3.e	Inequidade na Acessibilidade aos Postos de Trabalho entre a Pop. de Baixa Renda e a de Alta Renda.....	112
<b>5.2</b>	<b><i>Diagnóstico das Relações Causais</i></b> .....	<b>115</b>
5.2.1	<b><i>Relação Causal – Baixo Mix BR/ Baixa Acessibilidade para pop. de BR</i></b> .....	<b>116</b>
5.2.2	<b><i>Relação Causal – Baixo Mix AR/ Baixa Acessibilidade para pop. de AR</i></b> .....	<b>118</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>121</b>
6.1	<b>Conclusões</b> .....	<b>121</b>
6.2	<b>Recomendações para Trabalhos Futuros</b> .....	<b>123</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>125</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Contextualização

O espaço urbano das cidades é gerado por diferentes processos e agentes sociais, dando origem a uma rede fragmentada a partir de complexas relações espaciais e temporais. Nesse contexto, a segregação espacial configura-se como um processo fundamental para a compreensão da estrutura espacial intra-urbana, que, nas metrópoles brasileiras, se manifesta em bairros residenciais das distintas classes sociais (VILLAÇA, 1998).

A produção social do espaço, por esse processo, possui duas dimensões distintas: a segregação imposta ou involuntária, que ocorre quando um indivíduo ou família se veem obrigados a morar num setor ou deixar de morar num setor ou bairro da cidade (VILLAÇA, 1998), está relacionada à população de baixa renda que ocupa regiões mais precárias da cidade; e a autosegregação ou segregação voluntária, que resulta de uma decisão voluntária de reunir grupos socialmente homogêneos de alto padrão econômico, ocupando outras formas de *habitats* urbanos, como loteamentos fechados e condomínios (VASCONCELOS *et al.*, 2013).

Para explicitar a espacialidade da autosegregação, o modelo proposto por Burgess, já no início do século XX, apontava que existe nesse processo uma lógica de *trade-off* de atributos, onde a população de baixa renda, para ter maior acessibilidade ao mercado de trabalho, aceita viver em condições precárias de habitação em áreas centrais mais adensadas, enquanto que a de alta renda opta por habitar áreas de baixa densidade em residências mais confortáveis, não se importando em viver longe dos seus locais de trabalho, já que possuem um melhor nível de mobilidade (VASCONCELOS *et al.*, 2013). A partir do surgimento do termo *urban sprawl* (espraiamento urbano) na década de 60 nos Estados Unidos, estudos vem buscando avaliar como essas formas de expansão urbana se relacionam a processos sociais, como o da autosegregação.

O crescimento da população nas cidades leva a uma expansão das áreas urbanas, e, a partir das tensões existentes nessa relação, aglomerações com a mesma taxa de crescimento populacional podem gerar distintas configurações da forma urbana: compacta, verticalizada e monocêntrica; ou dispersa, horizontalizada e policêntrica.

Rogers e Gumuchdjian (2001) defendem o conceito de 'cidade compacta', como sendo uma cidade densa e socialmente diversificada, onde as atividades econômicas e sociais se sobrepõem, e com comunidades concentradas em torno das unidades de vizinhança. Para

os autores, esse conceito difere radicalmente do modelo urbano dominante nas cidades americanas (o de *urban sprawl*), com cidades divididas em zonas por funções, com áreas de escritórios centrais, shopping centers e áreas de lazer fora da cidade, bairros residenciais distantes e vias expressas.

Este modelo acabou sendo absorvido e reproduzido pelas cidades de países menos desenvolvidos, onde agentes catalisadores, como o crescimento do uso do automóvel e o desenvolvimento da rede de transportes, podem ter contribuído no processo de espraiamento urbano dessas cidades (CORRÊA, 1995).

Nesse contexto, tem sido apontado como a abordagem mais adequada para enfrentar conjuntamente questões de uso do solo e de transportes nas cidades o planejamento urbano integrado, aberto à integração entre os subsistemas urbanos, entendendo que pode haver um efeito de retroalimentação entre eles (PIETRANTONIO *et al.*, 1996). Considerando a visão apresentada por Soares (2014), entende-se que o processo de planejamento urbano integrado consiste em duas principais fases, a de compreensão da problemática e de a proposição de alternativas. O presente estudo tem como foco principal a primeira etapa de compreensão da problemática, composta por três etapas: representação, caracterização e diagnóstico, que serão desenvolvidas nos capítulos que se seguem.

## **1.2. Problema de Pesquisa**

Na cidade de Fortaleza, o fenômeno do espraiamento urbano originado pelo processo de autosegregação tem se manifestado, do ponto de vista espacial, ao longo do vetor sudeste da cidade. Diógenes (2012) defendeu a tese de que o crescimento urbano atual da área metropolitana de Fortaleza já não se faz de modo homogêneo e apresenta dinâmicas diferenciadas mais evidentes no setor sudeste da metrópole, distintas do modelo centro-periferia predominante até a década de 1980-1990.

A partir dos anos 70, mudanças na forma urbana, como alterações dos padrões de parcelamento e de uso e ocupação do solo, podem ter influenciado essa configuração espacial (MONTEIRO, 2007). A criação de novos bairros e de novas centralidades passou a atrair a população de alta renda, influenciada pela necessidade relacionada à qualidade de vida de morar longe do “caos” urbano dos centros.

Em paralelo, algumas transformações no sistema de transportes, como o desenvolvimento da infraestrutura viária, podem relacionar-se de forma cíclica com esse processo de espraiamento. A exemplo do eixo sudeste de expansão da cidade, o alargamento

da Av. Washington Soares pode ter influenciado, num primeiro momento, esse processo de dispersão, enquanto que, atualmente, o projeto do metrô da linha Leste pode ter sido motivado por esse processo de espraiamento.

O estado da arte das compreensões sobre a constituição do eixo sudeste de expansão urbana de Fortaleza, apresentando as dinâmicas existentes na configuração territorial intra-urbana e da metrópole, vem se desenvolvendo, sobretudo nos campos da Economia, da Geografia e da Morfologia Urbana (BERNAL, 2004; MONTEIRO, 2007; DIÓGENES, 2012; RUFINO, 2012). Portanto, não está contemplada uma contribuição no campo dos Transportes, considerando o paradigma do planejamento da acessibilidade urbana.

A integração entre as políticas de atividade, uso do solo e transportes e as relações complexas entre os subsistemas, no entanto, tem sido um dos obstáculos mais difíceis de transpor na administração das cidades (PIETRANTONIO *et al.*, 1996), não só quanto à implementação de soluções, mas, principalmente, na análise da problemática que envolve esses subsistemas. Como ainda há certa resistência em estudar o fenômeno urbano de forma integrada e interdisciplinar, faz-se necessário que essa abordagem seja sistematizada, munida de ferramentas que auxiliem na compreensão desse fenômeno e das relações entre os subsistemas estudados. Nos últimos anos, ocorreram alguns avanços teórico-conceituais, metodológicos e operacionais no âmbito da sistematização do processo de planejamento. No entanto, esses avanços ainda necessitam de uma abordagem fenomenológica para que seja comprovada sua aplicabilidade.

O problema de pesquisa desse trabalho gira em torno de compreender três principais aspectos. O primeiro é compreender se a forma de ocupação do território em Fortaleza possui características que se possa concluir que ocorre o fenômeno do espraiamento urbano na cidade, gerado a partir da decisão da população de alta renda de se autossegregar nas franjas urbanas. O segundo seria entender se fenômeno do espraiamento urbano por autossegregação na cidade gera uma configuração espacial problemática do ponto de vista da distribuição do uso e ocupação do solo. E, por último, se esse fenômeno vem trazendo restrições que impactam negativamente no subsistema de transportes, levando a baixos níveis de acessibilidade da população da cidade.



### 1.3. Objetivos

O objetivo geral dessa pesquisa é compreender o fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação e seu impacto na acessibilidade urbana de Fortaleza. Para alcançar esse objetivo, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Contextualizar a problemática no fenômeno urbano, através de uma revisão de conceitos que auxiliam na compreensão do fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação e da problemática de acessibilidade urbana;
- Representar a problemática do espraiamento urbano por autosegregação e seu impacto sobre a acessibilidade urbana na cidade de Fortaleza, considerando as relações entre os subsistemas de uso do solo e de transportes;
- Propor um método de caracterização e diagnóstico dessa problemática, a partir da definição de indicadores capazes de representar os problemas e suas relações causais;
- Aplicar a proposta metodológica de caracterização e diagnóstico no estudo de caso da cidade de Fortaleza.

### 1.4. Estrutura da Dissertação

A estrutura deste trabalho foi organizada para contemplar os objetivos específicos distribuídos nos capítulos descritos a seguir. O primeiro capítulo apresenta a contextualização, a justificativa do problema de pesquisa, os objetivos e a estrutura do trabalho. O segundo capítulo reúne os conceitos norteadores para a compreensão da problemática de pesquisa, discorre sobre os conceitos de autosegregação espacial, de espraiamento urbano e apresenta como avaliar os impactos da problemática de uso do solo no subsistema de transportes, através do paradigma do planejamento da acessibilidade urbana. O terceiro capítulo apresenta o processo de expansão urbana da cidade de Fortaleza e desenvolve a Representação da Problemática do fenômeno em estudo, definindo as hipóteses a serem verificadas. O quarto capítulo desenvolve a proposta metodológica de caracterização e diagnóstico dos problemas e das relações causais da problemática em estudo. O quinto capítulo compreende a aplicação da proposta metodológica no estudo de caso de Fortaleza, onde são caracterizados e diagnosticados os problemas e relações causais relativos ao fenômeno do espraiamento urbano e a acessibilidade urbana da cidade. O sexto capítulo apresenta as principais conclusões acerca da compreensão da problemática em Fortaleza, destacando as principais contribuições do trabalho, além de sugerir recomendações para estudos futuros.

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA NO FENÔMENO URBANO

Esse capítulo visa reunir os principais conceitos que irão auxiliar na compreensão da problemática urbana em estudo. Buscou-se entender, a partir de uma revisão da literatura, como tem-se desenvolvido o processo de autosegregação e o fenômeno do espraiamento urbano nas cidades, apontando quais os principais fatores que influenciam as situações problemáticas em cada um deles. Em seguida, há uma discussão de como esses problemas de uso do solo impactam no subsistema de transportes e quais os tipos de problemas a serem avaliados do ponto de vista da acessibilidade urbana.

### 2.1. O processo de autosegregação socioespacial

O espaço urbano pode ser organizado por diferentes processos e formas socioespaciais. O processo de segregação socioespacial residencial indica como os grupos sociais se inter-relacionam no espaço da cidade. Nas cidades brasileiras, a forma como esse processo tem-se apresentado pode ser dar por padrões de diferenciação, quando áreas residenciais dos grupos sociais apresentam diferentes estruturas espaciais, e de separação, quando a sociedade recusa a proximidade espacial de diferentes grupos sociais, ocorrendo a divisão do espaço urbano por muros ou outros obstáculos (VASCONCELOS *et al.*, 2013). O autor destaca que a espacialidade desse processo só pode ser apreendida na perspectiva temporal e que o caráter processual da segregação é que dificulta sua delimitação territorial, sendo um desafio sua representação cartográfica. Tendo em vista esses desafios, Feitosa *et al.* (2011) propõe caracterizar as dinâmicas de segregação urbana sob a perspectiva da teoria da complexidade e apresenta a modelagem e simulação computacional baseada em agentes como uma alternativa analítica para explorar a natureza complexa desse processo.

As análises de segregação tem sido mais utilizadas para compreender as formas de discriminação e/ou segmentação socioespaciais associadas aos processos intensos de favelização e de periferização dos mais pobres nas cidades brasileiras. Vale destacar que esse tipo de análise foi realizado pelo trabalho de Andrade (2016) para a cidade de Fortaleza.

A partir da década de 1980, as cidades brasileiras conheceram um novo processo caracterizado pela ampliação da produção de espaços residenciais murados ou cercados, servidos ou não por sistemas de segurança e controle, processo já observado em outras realidades, como demonstrado na obra de Billard *et al.* (2005), que apresenta as modalidades desses *habitats* em diversos países.

Vários estudos vem sendo desenvolvidos sobre essa temática, neles alguns autores utilizam diferentes expressões para tratar dessa nova forma de segregação. O termo autossegregação, proposto por Corrêa (1995), vem sendo bastante utilizado por Souza em várias de suas obras (1996, 2000, 2003). Caldeira (2000), em *Cidade de Muros*, utiliza a noção de “enclaves fortificados”, que, na sua visão, tendem a ser socialmente homogêneos, uma vez que quem escolhe habitar esses espaços valoriza viver entre as pessoas do seu mesmo grupo social e longe das interações indesejadas, movimento, heterogeneidade, perigo e imprevisibilidade das ruas.

Nesse trabalho, será adotada a noção de autossegregação, considerando a visão de Vasconcelos *et al.* (2013), os loteamentos e os condomínios fechados (com suas entradas restritas, muros e sistemas de segurança) são os melhores exemplos desse processo de autossegregação nas cidades, resultando de uma decisão voluntária de reunir grupos socialmente homogêneos. Para o autor, esse processo “pode ocorrer no interior da cidade densa, como também no entorno das cidades”, caracterizando a “anticidade na medida em que cria rupturas no ‘tecido urbano’ e causa obstáculos ou impedimentos à livre circulação.” (VASCONCELOS, 2013, p.27).

Para tratar historicamente desse processo, na maioria das grandes cidades brasileiras, a autossegregação socioespacial desenvolveu-se culminando em três tipos de formas diferentes de expressão no espaço urbano, as quais são descritas a seguir de acordo com a visão de Caldeira (2000) em seu estudo para a cidade de São Paulo.

No início do século XX, as cidades tinham um padrão concentrado, em que os diferentes grupos sociais se comprimiam numa área urbana pequena e estavam segregados por tipo de moradia. Ao longo dos anos, o desenvolvimento das cidades culminou na forma urbana com um padrão centro-periferia. Nesse padrão, os diferentes grupos sociais são separados por grandes distâncias: as classes com o padrão de renda maior concentram-se nos bairros centrais e com boa infraestrutura, já as classes que possuem baixa renda localizam-se nas áreas precárias e em distantes periferias. Embora muitos estudos ainda discutam a cidade considerando esse segundo padrão, a partir dos anos 1980 e 1990, transformações nos padrões residenciais, especialmente da população mais rica, culminaram no surgimento de um terceiro padrão de segregação socioespacial, que repercute tanto na dinâmica da cidade, quanto no da região metropolitana. Esses moradores de classes mais altas deixam as regiões centrais das capitais para habitar regiões distantes, cujo principal tipo de habitação é o “enclave fortificado” (CALDEIRA, 2000). Para a autora, nas regiões das cidades que possuem esse tipo de tipologia é difícil manter os princípios de acessibilidade e de livre

circulação, pois o caráter do espaço público muda, assim como a participação dos cidadãos na vida pública.

Em paralelo a esse novo padrão de ocupação do território pelas classes mais abastadas, a partir dos anos 1980, houve o aumento dos valores dos terrenos das zonas mais periféricas, resultado tanto do aumento dos investimentos em infraestrutura e equipamentos urbanos nessas regiões, como do processo de legalização de terrenos, que se deu a partir da pressão dos movimentos sociais e de um novo tipo de ação dos governos municipais. Dessa maneira, o crescimento da pobreza, causado pela crise econômica dos anos 1980, combinado com a valorização dos terrenos resultou na expulsão das classes mais pobres para os limites da cidade ou para outros municípios da região metropolitana. Esse processo também dificultou a aquisição da casa própria por meio da autoconstrução para essas classes, forçando grande parcela dessa população a viver em favelas ou cortiços, que tiveram um crescimento nesse período.

A disseminação dos condomínios fechados, nas últimas décadas, foi um fenômeno que produziu as mudanças na maneira de morar das classes de renda mais altas. Esse tipo de empreendimento, normalmente com a configuração de múltiplas residências ou edifícios, fortificados, com entradas controladas, incluindo instalações para uso coletivo, costuma ocupar grandes terrenos com áreas verdes (CALDEIRA, 2000). Por esse motivo, esses empreendimentos não vêm sendo construídos em bairros centrais tradicionais, uma vez que necessitam de grandes lotes, mais acessíveis aos empreendedores imobiliários em áreas periféricas e não muito adensadas das cidades (a relação entre a área total do terreno e a área construída pode demonstrar essa mudança de estilo).

Caldeira (2000) exemplifica o caso de dois bairros de São Paulo e aponta para alguns tipos de problemas advindos do crescimento desse novo tipo de padrão residencial, que segue os interesses dos incorporadores imobiliários e não possui controle pelo Estado, sendo a busca pela segurança um dos atributos motivadores dessa nova tendência.

Ao contrário dos bairros centrais da cidade e das regiões pobres da periferia, Morumbi e Vila Andrade **não são lugares onde os moradores rotineiramente caminham nas ruas**. Ironicamente, esses bairros com suas **ruas são estreitas, infraestrutura ruim e ligações precárias** ao resto da cidade, **dependem de automóveis** para quase tudo. Consequentemente, mudar para um apartamento de luxo nessa região significa suportar o **tráfego pesado e serviços urbanos deficientes**. No entanto, para os moradores dos novos conjuntos fechados, as **inconveniências parecem ser mais do que compensadas pela sensação de segurança** que ganham por trás dos muros, vivendo entre os iguais e longe do que consideram ser os perigos da cidade. (CALDEIRA, 2000, p. 249, grifo nosso).

Além da versão residencial desses enclaves fortificados (condomínios fechados),

existe uma gama mais ampla desses tipos de empreendimentos (conjuntos de escritórios, shopping centers, escolas) correspondendo a essa nova maneira de consumir, trabalhar e de ter lazer da população de classes mais altas. Uma característica desse modelo, comum a todos esses tipos de empreendimentos, é o fato de serem “espaços autônomos, independentes do seu entorno, que podem ser situados praticamente em qualquer lugar (...) eles pertencem não aos seus arredores imediatos, mas a redes invisíveis” (CENZATTI; CRAWFORD, 1998 *apud* CALDEIRA, 2000, p. 259). Não impedindo, portanto, a sua construção em áreas rurais ou periféricas, ao lado de favelas ou casas autoconstruídas.

É importante destacar que, nesse processo, houve uma importante mudança nos valores considerados pelas classes de alta renda, tornando esse novo modelo de moradia atrativo às suas necessidades e agregando um status de prestígio a esses espaços. Áreas isoladas, não urbanizadas e distantes foram transformadas em espaços mais valorizados do que os tradicionais bairros centrais e com boa infraestrutura. Houve, portanto, uma inversão dos valores, antes o centro era associado aos ricos e a periferia, aos pobres. “Pela primeira vez, algo como o subúrbio americano tornou-se popular entre a elite, e a distância do centro foi resignificada para conferir status em vez de estigma” (CALDEIRA, 2000, p. 259). Mediados pelas indústrias imobiliária e da construção, os anúncios publicitários contribuíram para criar essa resignificação, que aparece como a “escolha de um estilo de vida”. Servindo, assim, aos interesses dos empreendedores imobiliários em construir nas regiões afastadas do centro e em grandes terrenos, devido às limitações existentes nas regiões centrais da cidade, como os elevados preços do solo e as regulamentações restritivas nos códigos de zoneamento.

A tendência apresentada nessa sessão tem continuidade nos dias atuais e é aprofundada pelas lógicas contemporâneas de produção do espaço urbano. A próxima sessão aprofundará essa discussão relativa a espacialidade gerada a partir do processo de autoss segregação socioespacial, que têm, de um lado, ampliado o tecido urbano promovendo uma cidade dispersa e uma urbanização difusa e, de outro lado, aumentado as desigualdades socioespaciais, causada pela distribuição pouco equitativa dos meios de consumo coletivo.

## **2.2. O fenômeno do espraiamento urbano**

Atualmente, novas formas de produção do espaço urbano constituem tecidos urbanos “marcados por descontinuidades territoriais e que geram, em muitos casos, dinâmicas que ampliam as formas de segregação socioespacial e propiciam fragmentação socioespacial” (SPOSITO, 2007, p.9). Nesse contexto, pode-se afirmar que a construção de condomínios

fechados (tipologias habitacionais típicas do processo de autossegregação das classes de alta renda), como núcleos autônomos em regiões da cidade, tem contribuído para o espraiamento da área urbanizada metropolitana.

O fenômeno do espraiamento urbano no Brasil, característico da expansão do tecido urbano, configura-se a partir da ocupação de áreas em descontinuidade com a conurbação principal, dotadas de extensos espaços livres, com a predominância de baixas densidades e que se apoiam nos diversos sistemas de estrutura viária (DIÓGENES, 2012).

Segundo Nadalin e Iglioni (2010), o espraiamento urbano é uma das características do crescimento do tecido urbano, sendo definido como desconcentrado, não denso e que deixa vazios urbanos dentro da mancha urbana.

Uma **característica relacionada ao espraiamento urbano é a periferização** da população. As famílias moradoras das zonas geograficamente periféricas, sejam das classes de baixa renda, sejam de alta renda (atraídas por promessas de maior segurança), tendem a **despender maior tempo em seus deslocamentos** pendulares (casa-trabalho) e a **ter menos acesso à infraestrutura urbana**. Em termos sociais o problema é relevante, pois a maior parte do movimento de periferização cabe à população de baixa renda, o que gera desigualdade social espacial (NADALIN; IGLIONI, 2010, p. 7, grifo nosso).

Como mencionado no capítulo de introdução, o termo *urban sprawl* vindo dos Estados Unidos, parece simples e suficientemente fiel à tradução para “espraiamento urbano”. No entanto, cabe mencionar como o termo vem sendo definido pelos urbanistas e planejadores urbanos norte-americanos como: urbanização em baixas densidades, não planejada, dependente do automóvel, com alternativas construtivas homogêneas e esteticamente desagradáveis (KNAAP; TALEN, 2005).

Glaeser e Kahn (2004), por sua vez, definem o espraiamento a partir de duas características da estrutura urbana: a descentralização e a baixa densidade. O espraiamento urbano, a partir da visão das teorias de economia urbana, é identificado com o conceito de cidades policêntricas, que são descentralizadas, mas com subcentros densificados. Ewing, Pendall e Chen (2003) desenvolveram em seu estudo, que tinha por objetivo medir o espraiamento e seu impacto nos transportes, um índice de espraiamento considerando quatro fatores para a sua composição: densidade residencial; mix de usos da vizinhança (domicílios, empregos e serviços); grau de proximidade dos domicílios ao centro principal de empregos e serviços; acessibilidade da rede viária.

Ambos autores destacaram o aspecto da baixa densidade e da descentralização como medidas para caracterizar o espraiamento. As análises do presente estudo serão guiadas considerando esses dois componentes como inerentes ao fenômeno de espraiamento urbano,

definido como o crescimento urbano que é descentralizado e com baixas densidades.

A definição de densidade se refere à comparação da densidade residencial ou de empregos, podendo ser medida relativamente a áreas que são subdivisões do total da cidade (comparando as densidades entre a área central e áreas periféricas, por exemplo).

A descentralização, por sua vez, mede a concentração de determinado uso (residencial ou de emprego) em relação a uma área central da cidade. Em cidades monocêntricas, a referência é o centro histórico. Já, em cidades policêntricas, a medida é feita também com relação aos subcentros de emprego. Ressalta-se que o conceito de descentralização utilizado nesse trabalho não está relacionado ao esvaziamento residencial de uma área central, por exemplo.

Nesse processo, devem-se considerar os problemas gerados pelos custos de se levar infraestrutura às regiões periféricas das cidades, tendo implicações que vão desde a distância até as oportunidades de emprego. Além disso, se a cidade cresce mais do que deveria, esses custos são inflacionados e somente uma parte da população usufrui dos benefícios, enquanto toda a população paga pelos custos de manutenção de determinadas infraestruturas pelo poder público.

Os sistemas viários e de transportes têm funcionado como forças motrizes de expansão das grandes cidades. Esses sistemas induzem o processo de uso e ocupação do solo nos centros urbanos permitindo, muitas vezes, um crescimento rarefeito e desordenado desses centros urbanos, na medida em que cria condições de acesso a áreas distantes das zonas mais densamente ocupadas e urbanizadas. Esse crescimento rarefeito e desordenado favorece a especulação da terra urbana, o que tem aumentando consideravelmente o número de vazios urbanos, gerando um tecido urbano fragmentado, o que acarreta no aumento das distâncias e, conseqüentemente, nos custos de deslocamentos de pessoas e mercadorias.

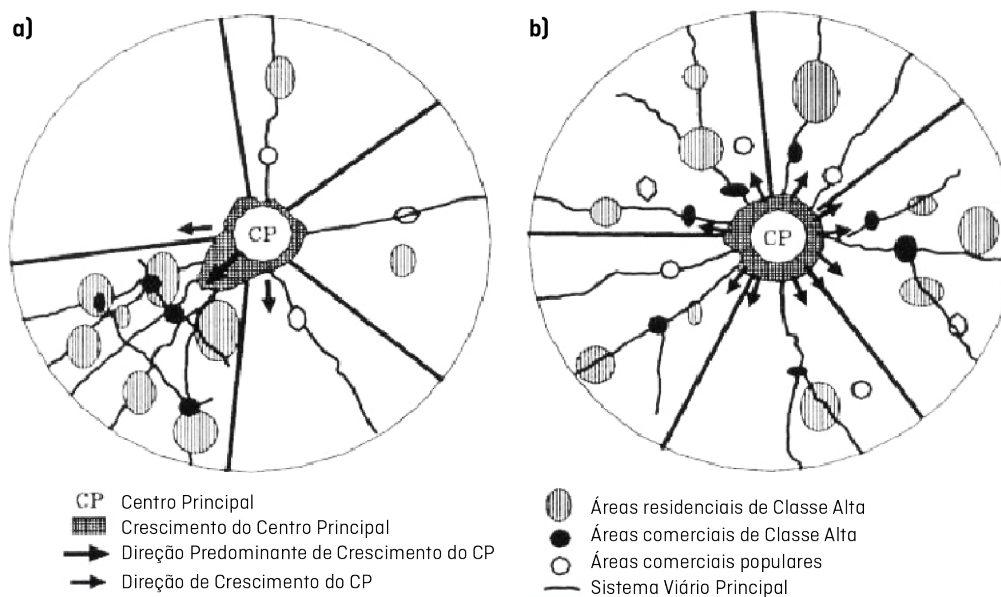
Todos esses processos representam problemas de transportes que caracterizam ou são gerados pelo fenômeno de espraiamento urbano nas cidades. Dentre os custos desse modelo urbano podem ser citados o custo econômico do congestionamento do tráfego, em termos de energia gasta e tempo perdido, os custos sociais, incluindo a saúde, danos ao meio ambiente natural e o custo social do isolamento e privação de direitos daqueles cidadãos que tentam sobreviver em guetos urbanos isolados e degradados, enquanto a cidade cria núcleos urbanos isolados cada vez mais excludentes (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2001).

Villaça (1998) faz uma reflexão sobre os padrões espaciais de segregação metropolitana, que representa uma união dos conceitos de autosegregação e de espraiamento urbano para a realidade das cidades brasileiras. O autor enfatiza que o padrão espacial

dominante da segregação em cidades brasileiras é por setores de círculo e não por círculos concêntricos, característico das cidades americanas.

O padrão por setores “possibilita melhor controle, pela classe dominante, do espaço urbano, uma vez que permite controlar com mais eficiência os deslocamentos espaciais, o mercado imobiliário, o Estado e a ideologia sobre o espaço urbano” (VILLAÇA, 1998, p. 335). O padrão de segregação destacado no mapa a) da Figura 1 representa a *região segregada* da cidade, onde os bairros das camadas de mais alta renda se aproximam um dos outros. Esse padrão facilita o controle do Estado para a produção do sistema viário, por exemplo, para atender às necessidades de deslocamento das classes de alta renda. Já o mapa b) da Figura 1 é o padrão de segregação que se dá em *bairros dispersos*, nesse padrão seria necessário um maior investimento no sistema viário para fornecer um bom acesso às oportunidades por todas as regiões da metrópole.

Figura 1: a) Regiões segregadas, b) Bairros segregados dispersos – Segregação Residencial da Alta Renda



Fonte: VILLAÇA, 1998.

### 2.3. Os impactos da problemática de uso do solo no subsistema de transportes

Dentro dos estudos que visam esclarecer os efeitos mútuos dos subsistemas de uso do solo e de transportes, Lopes (2015) aponta que tem sido mais recorrente os que analisam os efeitos dos transportes sobre as configurações espaciais dos usos (DE VOS; WITLOX, 2013; LUCAS; VAN WEE; MAAT, 2015), e que ainda são poucos os que avaliam os impactos do uso do solo sobre o subsistema de transportes (MEURS; VAN WEE, 2003, TIMMERMANS, 2003).



Van Wee (2002) considera que os padrões de uso do solo urbano possuem um impacto relevante nos transportes, uma vez que este materializa o desejo das pessoas de participarem de diferentes atividades (moradia, trabalho, compras e lazer), em diferentes lugares. Para o autor, essa discussão sobre os impactos do subsistema de uso do solo no de transportes ainda vem sendo tratada com um caráter especulativo, não sendo resultado de pesquisas e de análises científicas avançadas.

Existe um consenso relativamente forte na literatura acerca dos fatores relacionados ao uso do solo que podem afetar o comportamento de viagens. (HANDY, 1992; VAN WEE, 2002). Dois fatores bastante recorrentes nesses estudos são a densidade e o nível de mistura de usos (mix de usos).

Dentro do pensamento voltado para políticas de crescimento inteligente (*smart growth*, também chamado de novo urbanismo ou desenvolvimento compacto), Littman (2015) também investiga os fatores de uso do solo que impactam nos transportes. Dentre os doze fatores considerados no estudo, dois deles dialogam com os componentes do espraiamento urbano: a densidade e a centralização. O autor também trata do fator de mix de usos.

Para Littman, as altas densidades (de pessoas ou empregos) tendem a reduzir as distâncias das viagens para os destinos e aumenta o número de destinos com distâncias para deslocamentos a pé ou de bicicleta. Isso reduz as distâncias médias de viagens e a quantidade de viagens motorizadas. Assim, o aumento da densidade tende a aumentar a eficiência de custos de infraestrutura urbana e de transportes. Por exemplo, num bairro com alta densidade, o custo por domicílio para construir calçadas é menor do que o de um com baixa densidade.

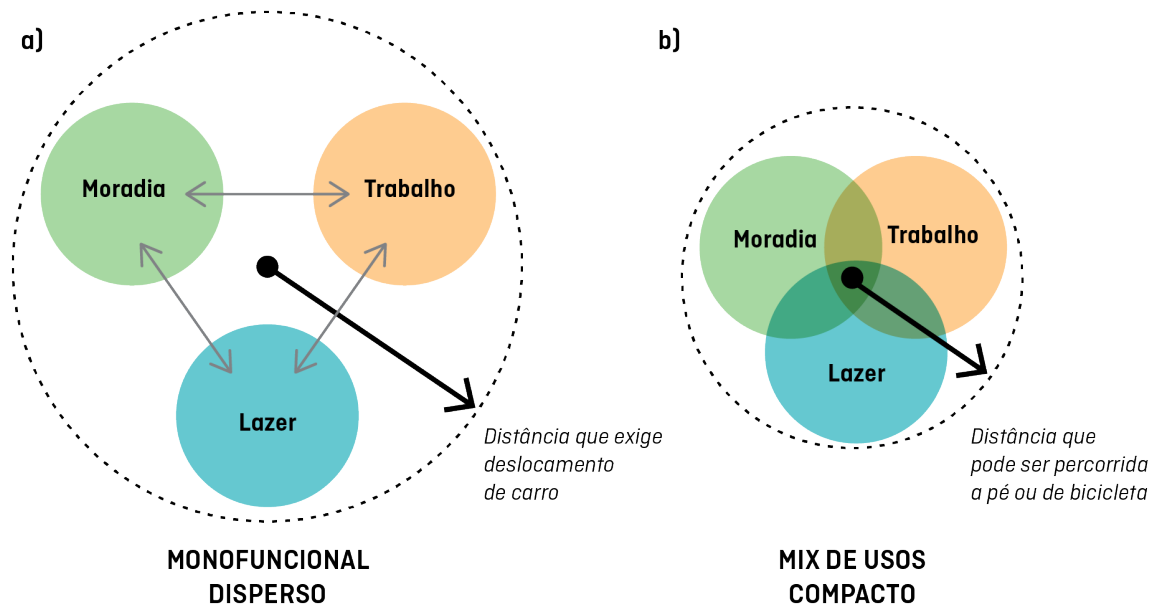
A centralização (termo em inglês *centricity* ou *centreredness*) refere-se à parcela de atividades (empregos, comércio, entretenimento, dentre outras) concentradas em centros urbanos. As pessoas que vivem ou que trabalham em grandes centros de atividades tendem a utilizar, mais do que em locais dispersos, modos alternativos e a reduzir o número de viagens.

O mix de usos refere-se à proximidade de localização dos diferentes tipos de uso do solo (residencial, comercial, institucional, etc.). O estudo aponta que uma proporção de emprego/habitação de cerca de 1,0 tende a minimizar as distâncias médias de viagem e as viagens per capita do veículo (WEITZ, 2003, KUZMYAK; PRATT, 2003). Assim, o aumento do mix de usos reduz as distâncias das viagens e permite mais caminhadas e passeios de bicicleta.

Os diagrama apresentado por Rogers e Gumuchdjian (2001) faz um paralelo do padrão de distribuição de usos disperso e monofuncional com o compacto e com mix de usos, indicando os efeitos de cada um sobre os transportes. O padrão representado no mapa a) da

Figura 2 induz à utilização e dependência do automóvel particular. Já o padrão do mapa b) reduz as distâncias entre atividades e permitem o deslocamento por modos não motorizados.

Figura 2: Padrões de Distribuição de Usos no Território



Fonte: ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2001.

Pereira (2013) aponta que o padrão monofuncional acarreta num decréscimo da qualidade de vida urbana, uma vez que a falta de interação entre os diversos usos da cidade (lar, trabalho, lazer, serviços, comércios) gerando consequências negativas para a cidade, como a segregação socioespacial, a expansão desmedida da mancha urbana e os investimentos excessivos em estruturas viárias e de circulação.

A literatura aponta que o uso do solo e os transportes interagem de maneira bidirecional. O sistema de ordenamento do território, que compreende as localizações das atividades, cria a necessidade de deslocamentos e de movimentos de mercadorias entre essas atividades no sistema de transporte. Já as características das infraestruturas de transporte criam oportunidades para interações espaciais que podem ser medidas pela acessibilidade. A distribuição da acessibilidade no espaço co-determina as decisões sobre a localização de famílias e empresas e leva a mudanças no sistema de uso do solo (WAN VEE, 2002). Para o autor, a acessibilidade desempenha um papel central na ligação entre o uso do solo e o sistema de transportes e tem sido estudada ao longo de muitas décadas.

O termo “acessibilidade”, do latim *accessibilitas*, está relacionado à liberdade de acesso e à possibilidade de aproximação (HOUAISS, 2001). No presente trabalho, entenderemos acessibilidade como a extensão com a qual elementos do subsistema de

transportes possibilitam os indivíduos de alcançarem os seus destinos ou atividades almejados, estando esses localizados em determinado lugar no espaço, bem como a extensão com a qual o subsistema de transportes possibilita que essas atividades localizadas recebam pessoas, mercadorias e informação (GEURS; VAN ECK, 2001).

A partir da compreensão desse conceito, o novo paradigma de planejamento da acessibilidade nos permite estudar, de forma integrada e interdisciplinar, problemáticas do uso do solo e suas causas e efeitos nos demais subsistemas urbanos. Esse paradigma traz consigo avanços no planejamento da mobilidade, cujo foco principal estava no subsistema de transportes, relacionado apenas à oferta, como o provimento de infraestrutura viária (GARCIA; MACÁRIO; LOUREIRO, 2013).

A evolução para um maior foco na demanda de viagens e uma abordagem voltada para a compreensão dos problemas traz consigo também um avanço do conceito da filosofia outrora predominante do “prever e prover” para o “prever e prevenir” (OWENS, 1995). O primeiro preocupava-se em prever o crescimento da necessidade de se locomover e prover a infraestrutura para acomodar esse crescimento. Já o segundo conceito, com o planejamento da acessibilidade, preocupa-se com o gerenciamento da demanda por viagens, podendo induzir uma demanda específica (uso de modos de transporte mais sustentáveis, por exemplo) e/ou desincentivar outra, compreendida como prejudicial ao bom funcionamento das cidades.

Segundo Garcia (2016), os problemas de acessibilidade urbana estão relacionados a diferenças quanto a sua distribuição, que correspondem a quatro tipos: desigual, inequânime, inadequada e insustentável.

O problema de distribuição desigual da acessibilidade ocorre quando existem diferenças em seus níveis ao longo do espaço, quando se compara uma região à outra da cidade ou em relação a um nível mínimo preestabelecido de acesso a oportunidades. Esse tipo de problema pode estar relacionado a uma distribuição inadequada dos usos do solo ou a ineficiências na oferta de transporte, como, por exemplo, baixos níveis de cobertura de rede de transporte público. Esses baixos níveis de acessibilidade podem levar a baixos níveis de mobilidade à uma atividade.

O problema de distribuição inequânime ocorre quando existem diferenças entre os níveis de acessibilidade entre diferentes grupos sociais. Quando, em uma região da cidade, o nível de acessibilidade de um grupo de baixa renda é inferior ao de um grupo de alta renda. Esse tipo de problema, além de poder estar relacionado à distribuição de usos e à oferta de transportes, pode ser impactado por restrições socioeconômicas dos indivíduos.

O problema de distribuição inadequada da acessibilidade ocorre quando existem diferenças entre seus níveis entre os modos de transportes, está relacionado principalmente com desproporções no fornecimento de transporte. O de distribuição insustentável, por sua vez, ocorre quando existem diferenças entre os níveis de acessibilidade ao longo do tempo, quando, por exemplo, um grupo social, em uma determinada região, apresenta baixos níveis de acessibilidade em um período em comparação a outro.

Avaliar as restrições de acessibilidade seria uma forma de avaliar um tipo de segregação que se baseia no conceito de *espaços de atividades*, que é discutido em Lisboa e Feitosa (2016) como sendo o “subconjunto de todos os locais dentro dos quais um indivíduo tem contato direto como resultado de suas atividades do dia-a-dia.” (JAKLE *et al.*, 1976 *apud* LISBOA; FEITOSA, 2016). As autoras levantam que as restrições à interação são formas de segregação no espaço social, dando uma compreensão mais ampla do processo para além da perspectiva residencial.

Assim, tem-se uma evolução do paradigma de planejamento de transportes, saindo de um foco preocupado somente na oferta de infraestrutura, passando pelo planejamento da mobilidade até chegar ao novo paradigma de planejamento da acessibilidade, que trouxe alguns ganhos para o desenvolvimento desse processo. A abordagem voltada para a compreensão dos problemas de acessibilidade pode ser considerada como um avanço, por se tratar da compreensão de uma problemática tão complexa como a do espraiamento urbano por autossegregação.

### **3. REPRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA NA CIDADE DE FORTALEZA**

Devido à complexidade do fenômeno urbano e das relações entre seus atores torna-se um desafio a definição de uma representação da problemática capaz de refletir a inter e intrarelacionamentos dos subsistemas urbanos considerando a percepção dos atores envolvidos. Os problemas a serem analisados devem estar relacionados às necessidades dos indivíduos e à sua relevância nas interações sociais e econômicas da cidade (SOARES, 2014).

O presente capítulo tem como objetivo desenvolver a Representação da Problemática do espraiamento urbano por autosegregação e seu impacto na acessibilidade urbana na cidade de Fortaleza, considerando as relações entre os subsistemas de uso do solo e de transportes.

Para isso, na sessão 3.1, será apresentada uma contextualização da expansão urbana na cidade de Fortaleza, a partir de um resgate histórico dando enfoque ao processo de autosegregação na cidade acarretando no fenômeno do espraiamento urbano, dialogando com os conceitos apresentados no capítulo anterior.

Na sessão 3.2, será apresentado o modelo ALUTI proposto por Lopes (2015), que dará um suporte conceitual para a compreensão e para a sistematização do fenômeno urbano em estudo, contribuindo na construção da representação dos problemas nos diferentes subsistemas analisados. Como resultado desse esforço, será apresentada a Representação da Problemática em estudo, que é uma representação simplificada do fenômeno urbano e das relações entre os subsistemas que o compõe, dando contribuições fenomenológicas na compreensão dessa problemática. Por fim, serão indicadas as hipóteses a serem verificadas nas análises de caracterização e de diagnóstico da problemática.

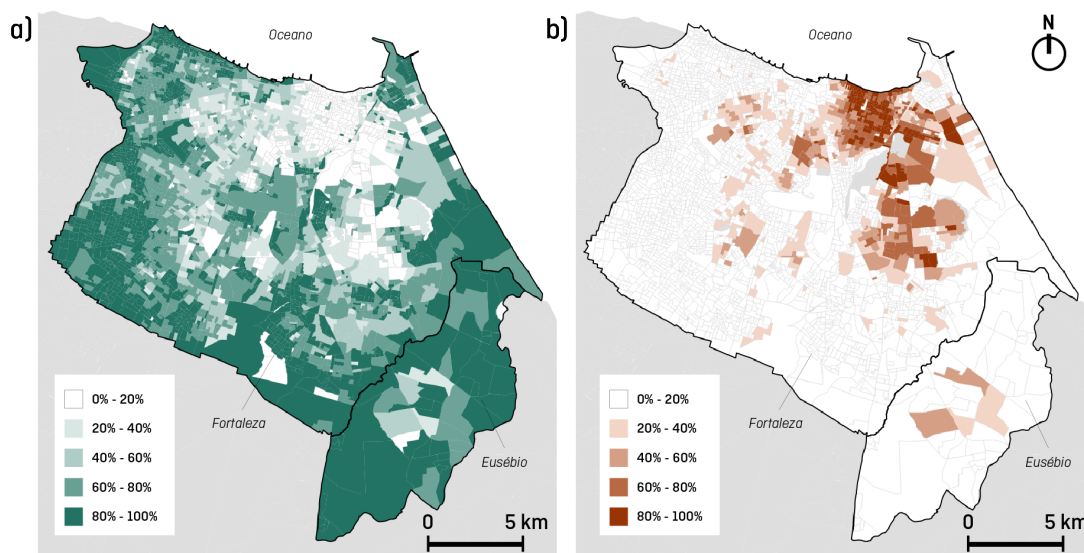
#### **3.1. O fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação em Fortaleza**

Essa sessão resgata o histórico da expansão urbana de Fortaleza nas últimas décadas, à luz dos conceitos da autosegregação e do espraiamento urbano, de modo a contextualizá-la no atual quadro observado nas cidades brasileiras. Além disso, contribui para o entendimento do fenômeno no contexto local, o que vai ser importante na definição dos problemas a serem representados.

Os mapas da Figura 3 apresentam a concentração de domicílios de baixa e de alta renda no território dos municípios de Fortaleza e do Eusébio, para o ano de 2010. Nesse ano, a capital cearense possuía cerca de 2,5 milhões de habitantes e uma densidade demográfica de 7.786 hab/km<sup>2</sup>, enquanto que o município vizinho, cerca de 46 mil habitantes e 583 hab/km<sup>2</sup>.

Para as análises desse estudo, aplicadas a esses dois municípios, serão considerados como domicílios de baixa renda os com renda média domiciliar de até 3 salários mínimos (S.M.), já os de alta renda serão aqueles com renda domiciliar superior a 8 salários mínimos.

Figura 3: a) Proporção de Domicílios de Renda < 3 S.M., b) Proporção de Domicílios de Renda > 8 S.M.



Fonte: Censo 2010, IBGE.

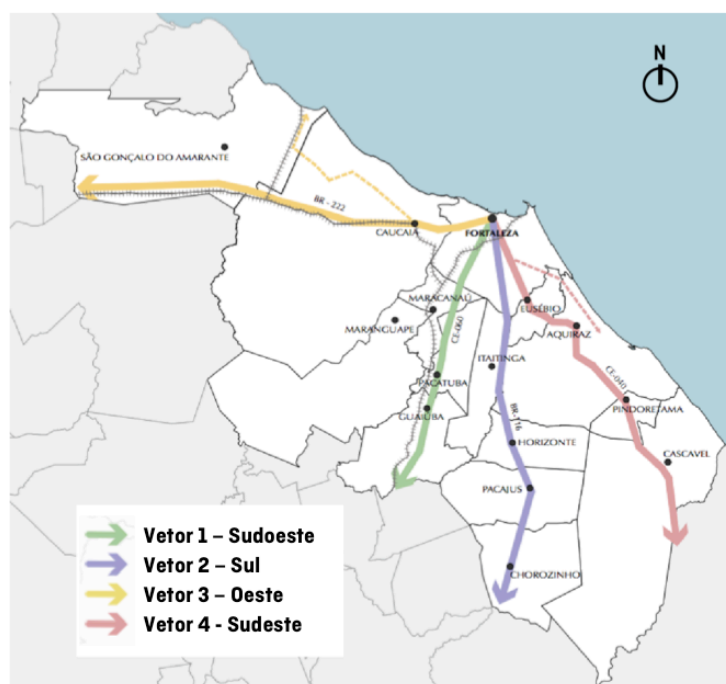
A visão apresentada no estudo do CETREDE (1981) para a cidade de Fortaleza permanece bastante atual, ao considerar esse caráter que marca o contraste entre a riqueza e a pobreza expresso no território, representando bem o pano de fundo pelo qual tem-se dado o processo de expansão urbana da cidade, ao afirmar que

(...) existem **duas cidades contidas numa só**, tendo como eixo de separação a via Dom Manoel-Aguanambi. Do **lado Oeste tem-se a cidade pobre**, onde situa-se 2/3 da população, em sua maioria compondo a mão-de-obra operária, carente dos serviços e equipamentos públicos. População que se espria em direção aos municípios vizinhos de Caucaia e Maranguape, ocupando a terra urbana através de loteamentos (em sua maior parte clandestinos), conjuntos habitacionais de interesse social e invasões. Do **lado Leste sobressai-se a cidade rica**, a ‘Grande Aldeota’, onde localiza-se a maioria da população de maior faixa de renda, onde o Estado investe nos serviços e equipamentos públicos, onde se concentra de maneira fragmentada e aleatória os prédios administrativos favorecendo a expansão desordenada e especulativa da cidade (CETREDE, 1981, p.29, grifo nosso).

Alguns autores consideram que o processo de ocupação do território metropolitano de Fortaleza obedece a uma estruturação que reafirma os eixos viários, que partem desde o centro e se dirigem para o interior e para faixas litorâneas, constituindo, assim, quatro principais vetores de crescimento (ver Figura 4), que configuram um modelo radial de ocupação territorial marcado por características que reforçam o processo de espraiamento

urbano da cidade (DIÓGENES, 2012; SMITH, 2001). Esta forma de ocupação territorial é responsável pela “formação de imensos vazios inter-radiais ou áreas de baixa densidade populacional, inclusive no município de Fortaleza, ao mesmo tempo em que apresenta baixa capilaridade, em termos de acessibilidade entre os eixos.” (BERNAL, 2004, p.118).

Figura 4: Vetores de expansão urbana da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF.



Fonte: DIOGENES, 2012.

Segundo Smith (2001), os três primeiros vetores se relacionam com as zonas sudoeste, sul e oeste da metrópole, historicamente ligadas às áreas industriais e de habitação popular. O primeiro vetor de expansão corresponde ao pólo de Maracanaú, a partir do processo de estruturação dos distritos industriais e conjuntos habitacionais, expandindo abastecimento habitacional também para Caucaia. O segundo vetor configura-se ao longo da BR 116, com foco industrial abrangendo os municípios de Eusébio, Horizonte e Pacajus.

Já o terceiro vetor se desenvolve em direção ao município de Caucaia, com a construção de conjuntos habitacionais na área lindeira à BR 020, buscando suprir o déficit habitacional de Fortaleza e deslocar a população de baixa renda das áreas de valorização imobiliária potencial, a partir da construção da Av. Leste-Oeste. A faixa litorânea desse vetor também passou a se transformar em local de primeira moradia (praia do Icarai, por exemplo), abrangendo a nova área de investimentos do Estado, direcionada ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

O quarto vetor, por sua vez, não faz parte dos processos de investimentos

industriais das últimas décadas, situa-se no quadrante sudeste da Metrópole, em direção aos Municípios de Eusébio e Aquiraz. Constitui-se como eixo imobiliário mais valorizado da cidade, apresentando a expansão da moradia para classes de maior poder aquisitivo, além de abranger equipamentos de lazer e turismo. A sua expansão urbana se manifesta no torno de duas importantes rodovias, Av. Washington Soares/CE 040 e Av. Maestro Lisboa/Rodovia CE 025, interligando os bairros típicos de residência da classe média alta na capital aos condomínios fechados no Eusébio e à atividade turística no litoral de Aquiraz.

Pequeno (2002) também considera que, a nível metropolitano, a expansão urbana vem se constituindo em dois principais vetores: o oeste/sudoeste, que se configura como área de transbordamento da população de baixa renda para os municípios de Caucaia e Maracanaú, induzido pela construção de grandes conjuntos habitacionais e pela proximidade à linha férrea e à área industrial; e o leste/sudeste, como área de transbordamento da população de média e alta renda para os municípios metropolitanos de Eusébio e Aquiraz, induzido pela expansão da malha viária regional e pela concentração de investimentos públicos e privados, atraindo assim o circuito imobiliário formal.

Indo ao encontro dos conceitos apresentados, com o processo de autosegregação socioespacial gerando uma forma urbana dispersa, pouco densa e descentralizada, caracterizando o fenômeno de espraiamento urbano, Diógenes (2012) faz uma síntese desses processos, no seu estudo, ao afirmar que a

(...) expansão da metrópole trouxe grande complexidade para os espaços, ocasionando a fragmentação da centralidade e estimulando um modelo de urbanização mais disperso, decorrente também da segregação espacial e do aumento da mobilidade. O processo de urbanização contemporâneo caracteriza-se, pois, principalmente, pela dificuldade de mensurar e controlar a forma, os limites e o crescimento, uma vez que se estrutura de modo diferente do modelo dito tradicional. A cidade, antes compacta, ganha novas configurações. (DIÓGENES, 2012, p. 25)

Assim, para investigar a problemática do espraiamento urbano a partir do processo de autosegregação socioespacial em Fortaleza, faz-se necessário considerar como se deu a expansão urbana a partir da demanda por moradia das classes de maior renda. Dessa forma, propõe-se refletir sobre o processo de formação do vetor sudeste de expansão imobiliária da metrópole, que, a partir da revisão da literatura, acredita-se ser onde fenômeno em estudo tem-se materializado.

Ao longo das décadas de 1940 e 1950, em meio a intenso crescimento populacional, as classes de mais alta renda deixaram as proximidades do bairro Jacarecanga e se redirecionaram para o setor leste da cidade - Aldeota, Meireles e Praia de Iracema (JUCÁ, 2003). Ao fim da década de 1970, o bairro Aldeota configurou-se como nova centralidade de



Fortaleza, com a crescente verticalização e valorização dos terrenos dessa região. Esse crescimento da produção de condomínios verticais foi constituída a partir do fortalecimento de empresas de construção pelos financiamentos do SFH (Sistema Financeiro de Habitação), que foi “concebido pelo Estado com intuito de solucionar a questão habitacional”, mas, ao invés disso, “trouxe como resultados uma rápida expansão da construção civil, direcionada para um mercado de renda média e alta” (CETREDE, 1981, p.31).

A expansão da zona residencial de alta renda, no entanto, não acompanhou o vetor leste de crescimento em direção à Praia do Futuro, que, para Diógenes (2012), não ocorreu devido à ausência de infraestrutura e à presença de favelas, assim como as altas taxas de salinidade, dificultando a moradia da região.

A partir da década de 1980, o poder público, juntamente com a iniciativa privada, começou a dirigir o crescimento da cidade em direção ao vetor sudeste da cidade, onde havia grande quantidade de terrenos disponíveis. Esse direcionamento se deu através da implantação de infraestrutura e de serviços, construção de grandes obras e equipamentos públicos e abertura de grandes vias, como a av. Washington Soares. Seguindo, assim, a tendência do surgimento de áreas voltadas às camadas de alta renda (DIÓGENES, 2012).

Nesse contexto, a implantação do Parque do Cocó e do Shopping Center Iguatemi (1982) possibilitaram o surgimento de novas zonas residenciais em áreas de manguezais e em torno de mananciais hídricos, processo que acabou por expulsar antigos moradores de baixa renda, atraindo a população de renda mais elevada, em função da existência de infraestrutura implantada pela administração pública (ARAÚJO; CARLEIAL, 2003). A construção da ponte sobre o rio Cocó, efetivada quando da abertura da av. Perimetral em 1960-1970, também contribuiu na ocupação dessa região, quando vários sítios (Água Fria, Colosso, Carrapicho, Alagadiço Novo e Cambeba) e áreas não habitadas foram incorporados à malha urbana de Fortaleza. A construção do Centro Administrativo do Governo do Estado do Ceará, em 1987, também contribuiu para atrair a ocupação residencial a essa região.

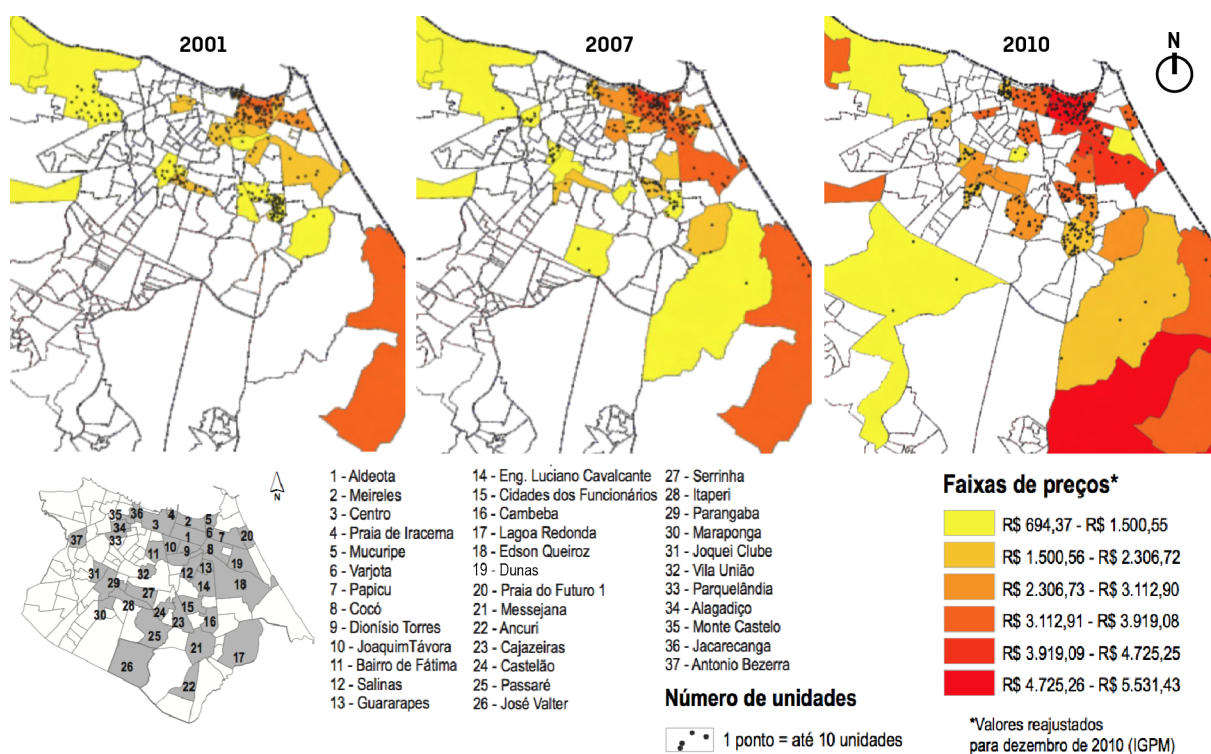
Na década de 1990, segundo Aragão (2010), os primeiros condomínios fechados começaram a se localizar em bairros como Edson Queiroz, Cidade dos Funcionários, Água Fria e Cambeba. Para Diógenes (2012), o trecho inicial do quarto vetor atraiu muitos moradores vindos da Aldeota, que passaram a procurar locais mais aprazíveis para morar, e onde havia grande quantidade de terrenos disponíveis para construir mansões.

A duplicação da avenida Washington Soares, em 1999, empreendida pelo Governo Estadual, foi essencial para o processo de ocupação de toda a região, melhorando o seu acesso por meio de veículos privados motorizados e favorecendo novos

empreendimentos. A reformulação dessa via alterou a acessibilidade da região, ocasionando valorização quase imediata das regiões que a acompanham e, conseqüentemente, atraindo a atenção do setor imobiliário. Com o *boom* imobiliário, partir da década de 2000, aumentaram as formas e fontes de financiamento, por esse motivo essa tendência de localização se estendeu, chegando aos municípios vizinhos do Eusébio e Aquiraz (DIÓGENES, 2012).

Verifica-se, portanto, o avanço da valorização imobiliária no vetor sudeste do município (ver Figura 5). Essas mudanças são indicativas da expansão da produção imobiliária de alto-padrão, articulada à estratégia das grandes incorporadoras de deslocarem a produção de empreendimentos de luxo para áreas de terrenos mais baratos. (RUFINO, 2012).

Figura 5: Oferta de Lançamentos de Imóveis em Fortaleza, em 2001, 2007 e 2010.



Fonte: Sinduscon-CE, Relatório IVV – dez. 2010; Base Geometropolis - Observatório das Metrôpoles (RUFINO, 2012).

Segundo a autora, com a centralização do capital a partir de 2007, as grandes empresas ampliaram a produção de grandes empreendimentos de alto-padrão. Isso intensificou essa tendência de crescimento no vetor sudeste, impactando na valorização imobiliária e na mudança da paisagem destas áreas (RUFINO, 2012).

O trecho a seguir apresentado por Monteiro (2007) vai ao encontro do conceito da descentralização sendo materializado na forma de setor de círculo, como evolução do padrão centro-periferia, contribuindo para configurar o processo de espraiamento urbano na cidade.

(...) a constatação deste deslocamento particular por que passa, contemporaneamente, a **forma da zona sudeste** de Fortaleza permite inferir sobre o curso de um outro contexto, de um outro tempo, de uma outra expansão, (...) de uma outra visão de mundo. Ao refutar a **radioconcentricidade**, esta porção da cidade comunica, possivelmente, uma libertação da dependência do centro tradicional; confessa, ainda, certa **inspiração americana**, condicionada por um contexto de globalização, que vem justamente para **reforçar a descentralização** – não somente morfológica, mas política, econômica, cultural. (MONTEIRO, 2007, p. 50, grifo nosso)

Para Monteiro (2007), “o estímulo à velocidade dos deslocamentos lineares ao longo da Av. Washington Soares, (...) favorece um modo de adensamento linear da ocupação ao longo dela, que se sobrepõe aos adensamentos internos”. Como resultado, a cidade “escoa” linear, rápida e preferencialmente para além dos limites do município, em vez de crescer por sucessão de adensamentos.

Esse padrão de ocupação evidencia, a partir do que foi discutido, o fenômeno de espraiamento urbano nessa região da cidade, que ocorre, assim como em outras cidades brasileiras, na forma de *regiões segregadas*. A partir das facilidades de acesso possibilitadas por essa infraestrutura viária, a população de mais alta renda, que historicamente habitava áreas mais próximas ao Centro, começou a procurar a periferia sudeste da cidade. “Forma-se, de tal modo, uma periferia diferenciada, distinta do modelo verificado até a década de 1980-1990, quando esses espaços eram ocupados sobretudo pelas classes populares” (DIÓGENES, 2012, p. 317).

A partir da década de 2000, os condomínios horizontais fechados passaram a se concentrar na região do Eusébio que, até então, possuía um padrão de ocupação caracterizado por sítios e chácaras de “fim de semana”. Esse processo se deu após a aprovação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município, em 2000, que permitiu, pela lei de parcelamento e uso do solo, a implantação de loteamentos fechados e condomínios horizontais em grandes glebas (SILVEIRA, 2011).

Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam esse processo, apontando para o diferenciado padrão de crescimento populacional do Eusébio entre os anos de 1991 e 2015. Enquanto Fortaleza e os outros municípios da RMF conurbados ao seu território apresentaram crescimento variando de 34% a 68%, o município do Eusébio se destacou com o crescimento populacional de 150% nesse período (maior entre os anos 2000 e 2010). O município de Caucaia também apresentou um grande crescimento populacional, evidenciando o processo de expansão urbana do terceiro vetor.

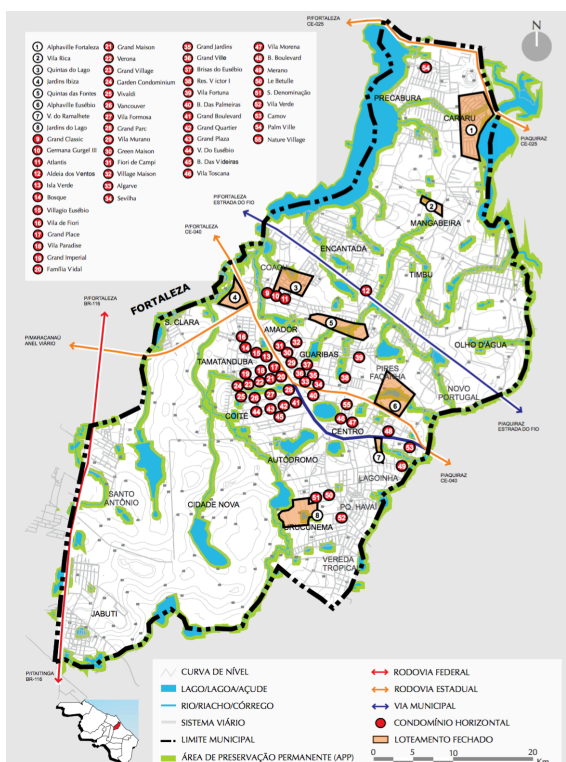
Tabela 1: População residente e Taxa de Crescimento Populacional entre os Censos do IBGE dos Municípios da RMF Conurbados à Fortaleza.

	Censos	AQUIRAZ		EUSÉBIO		CAUCAIA		FORTALEZA		MARACANAÚ		PACATUBA		ITAITINGA	
		Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%	Pop.	%
POP. RESIDENTE/ % DE CRESCIMENTO em relação ao censo anterior	1991	46.305		20.410		165.098		1.768.637		156.810		60.149		0	
	1996	52.282	1,13	27.206	1,33	209.150	1,27	1.965.513	1,11	160.065	1,02	43.594	0,72	25.886	
	2000	60.469	1,16	31.500	1,16	250.479	1,20	2.141.402	1,09	179.732	1,12	51.696	1,19	29.217	1,13
	2010	72.628	1,20	46.033	<b>1,46</b>	325.441	1,30	2.452.185	1,15	209.057	1,16	72.299	1,40	35.817	1,23
	*2015	77.717	1,07	51.127	1,11	353.932	1,09	2.591.188	1,06	221.504	1,06	80.378	1,11	38.540	1,08
TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL entre 1991 e 2015			68%		<b>150%</b>		114%		47%		41%		34%		49%

Fonte: IBGE, 2010.

A viabilização desses tipos de empreendimentos esteve, em grande parte, associada ao fato do município do Eusébio possuir uma maior disponibilidade de terrenos, com valores mais atrativos e com uma maior flexibilização da legislação municipal. Além de “estarem localizados em áreas de expansão urbana dotadas de vias de fluxo rápido, permitindo fácil acesso aos centros adensados através do uso indiscriminado do automóvel particular” (SILVEIRA, 2011). A Figura 6 apresenta 55 empreendimentos, dentre condomínios horizontais e loteamentos fechados, localizados na faixa lindeira compreendida pelo entorno da Rodovia CE- 040 e adjacências no Município de Eusébio.

Figura 6: Condomínios horizontais e loteamentos fechados no Eusébio.



Fonte: SILVEIRA, 2011.

Confirmando a análise de Caldeira (2000) para São Paulo, o caráter de autoss segregação desses tipos de condomínios fechados tem como características a formação

de espaços no seu entorno comumente negligenciados, restritos às ruas de acesso com infraestrutura precária. O que se vê “são muros, cercas elétricas e guaritas fechadas, para impedir o acesso de estranhos. Não há qualquer espaço público ou de convivência, não se estabelece qualquer integração entre as pessoas” (DIÓGENES, 2012, p. 315).

As consequências desse processo também são apresentadas no estudo de caso do Bairro da Sapiranga realizado por Monteiro (2007), no qual aponta para os contrastes existentes no bairro, a partir da justaposição de moradias precárias, de condomínios de luxo e de lotes vazios à espera de uma valorização imobiliária. Outra consequência desse processo é a estrita dependência do automóvel particular pelos moradores desses condomínios, que continuam tendo que se deslocar diariamente para Fortaleza, para realizar suas atividades profissionais, de estudo, lazer e consumo. Isso porque, na maioria dos casos, não existem equipamentos de comércio e de serviços nas proximidades desses condomínios

Diante do exposto, evidencia-se que o processo de autosegregação por parte das classes mais abastadas, a partir das suas escolhas de moradia pela tipologia de condomínios fechados, acarretando no processo de espraiamento urbano no vetor sudeste da cidade. Como foi descrito, esse processo de uso e ocupação do solo possui uma estreita relação com as dinâmicas do subsistema de transportes.

### **3.2. Representação da Problemática e Hipóteses a serem verificadas**

As partir do esforço de compreensão do fenômeno realizado até aqui, primeiro de maneira geral em cidades brasileiras chegando ao contexto local da metrópole cearense, tem-se o objetivo de desenvolver a Representação da Problemática que busque sistematizar e organizar os problemas e processos descritos até aqui, buscando evidenciar como os subsistemas urbanos se relacionam. O foco de investigação desse trabalho vai se dar na relação entre os subsistemas do uso do solo e de transportes, o impacto do primeiro no segundo, dessa maneira, o esforço da representação da problemática vai se ater a esses dois subsistemas.

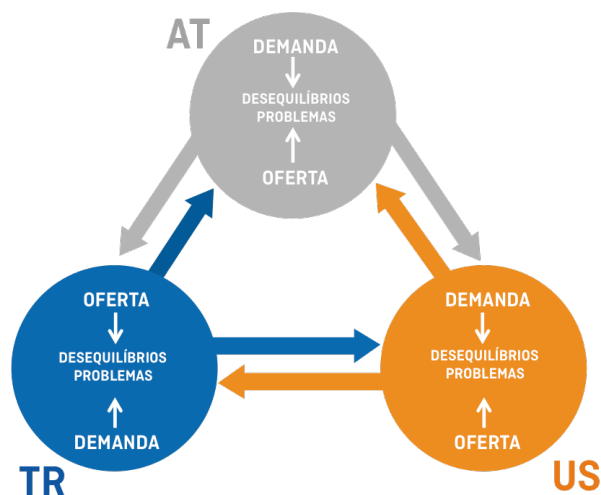
No contexto do planejamento urbano integrado, tem-se empreendido esforços no desenvolvimento de modelos conceituais que representem o fenômeno urbano do ponto de vista dos subsistemas de uso do solo e de transportes. Deve-se levar em conta que esses modelos são ferramentas que levam a interpretações simplificadas de eventos ou fenômenos reais, mas que torna possível uma comunicação entre as comunidades técnico-científicas de planejamento de cidades (LOPES, 2015).

A literatura recente reconhece, na construção de alguns desses modelos, a existência de pelo menos dois subsistemas na representação das cidades, o de uso do solo e o de transportes, são os chamados modelos LUTI (*Land Use and Transport Interaction*). Alguns autores reconhecem ainda a existência de um terceiro subsistema, o de atividades (VAN WEE, 2002; LOPES, 2012). As mudanças ocorridas em um dos três subsistemas podem impactar no sistema urbano como um todo. Alterações nos padrões de uso do solo (disperso, por exemplo) podem levar a um aumento nos custos de transportes entre determinados locais. Os níveis crescentes de posse de automóveis e melhorias na infraestrutura viária, por sua vez, podem incentivar padrões dispersos de urbanização.

A existência de diferentes subsistemas urbanos envolvidos na problemática em estudo traz a necessidade de compreendê-la por meio de uma abordagem interdisciplinar, visando construir uma representação sistematizada dos problemas percebidos pelos atores (SOARES, 2014). Assim, enfrentando conjuntamente questões de uso do solo e de transportes, está sendo considerado, como o ponto de partida para a representação dos problemas relacionados ao objeto de estudo, o modelo conceitual proposto por Lopes (2015).

O modelo ALUTI (*“Activity, Land Use and Transport Interaction”*) considera que a interação entre demanda e oferta (oriunda da teoria microeconômica) geram desequilíbrios dentro de cada subsistema. Esses desequilíbrios, por sua vez, ocasionam restrições e impactos sobre outros subsistemas, sendo uma hipótese das relações de causalidade entre eles (GEURS; VAN WEE, 2004). A Figura 7 apresenta o modelo conceitual ALUTI simplificado, tendo em vista que não são apresentadas as dinâmicas internas de cada subsistema (AT de Atividades, US de Uso do Solo e TP de Transportes).

Figura 7: Modelo conceitual ALUTI simplificado.



Fonte: Adaptado de Lopes (2015).

Para Lopes (2015), a aplicação desse modelo conceitual traz contribuições na compreensão de um fenômeno urbano, pois permite melhor descrever os problemas urbanos, auxilia na definição das premissas de causalidade entre os elementos dos subsistemas e na proposição de indicadores para as intrarrelações, que medem o desempenho do subsistema representando os problemas, e inter-relações, que medem o impacto de um subsistema no outro, simbolizado pelas setas.

Por se tratar de uma representação simplificada do fenômeno urbano, é importante destacar que os subsistemas se retroalimentam, ou seja, as restrições de um subsistema num determinado tempo impactam na demanda dos demais subsistemas num tempo posterior, muitas vezes ocasionando problemas. Além disso, a condição temporal de cada um dos subsistemas pode ser entendida de maneira distinta, pois as velocidades de transformação das condições de oferta e demanda são diferentes para cada um deles, indo desde processos rápidos presentes no subsistema de transportes, como congestionamentos ou mudanças de demanda por deslocamentos, até transformações a longo prazo, como mudanças nas ocupações do espaço construído (residências, pontos de comércio) ou alterações na rede infraestrutural de transportes (SOUSA; LOUREIRO; LOPES, 2016).

O fenômeno urbano que se quer representar diz respeito a problemática do espraiamento urbano materializada no subsistema de uso do solo, a partir dos desejos e necessidades da população de alta renda. Esse desejo, influenciado pelas relações internas do subsistema de atividades (AT), reflete nas relações de consumo das atividades residir e trabalhar, que são foco de análise desse trabalho. A distribuição de oportunidades das atividades de residir e trabalhar (geradas a partir de uma relação de demanda e oferta) necessitam localizar-se e geram uma demanda para o subsistema de uso do solo.

No subsistema de uso do solo, as intrarrelações entre demanda e oferta desencadeiam desequilíbrios, nos quais estão presentes a problemática do espraiamento urbano. Na representação da problemática em estudo será verificada, portanto, a existência de dois tipos de desequilíbrio no tecido urbano que são componentes do fenômeno do espraiamento: a descentralização e a baixa densidade da população de alta renda. Esse processo interno do subsistema de uso do solo gera uma distribuição espacial do uso do solo residencial (geradas a partir de relações de demanda e oferta) que se materializam no espaço urbano e, ao se depararem com a distribuição espacial dos empregos, geram uma demanda para o subsistema de transportes, através de linhas de desejo e de decisões de viagens.

Percebe-se que a problemática dessa pesquisa está relacionada a desequilíbrios no subsistema de uso do solo e o que se quer investigar é o seu impacto no subsistema de

transportes. Na representação do modelo ALUTI, a seta que vai na direção do subsistema de US para o de TP é a que representa essa relação que se quer investigar. Em Lopes (2015), essa inter-relação é representada por medidas de Distribuição Espacial de Usos.

No subsistema de transportes, suas intrarelacionões irão desencadear em problemas (desequilíbrios entre demanda e oferta) influenciados pelas restrições advindas da distribuição espacial dos usos. Esses problemas estarão representados pela medida de desempenho de acessibilidade infraestrutural, que poderá impactar no subsistema de uso do solo (US).

Como foi mencionado no início dessa sessão, existe uma componente temporal nas inter e intrarelacionões desses subsistemas urbanos. A problemática em estudo na cidade de Fortaleza será representada para o ano de 2015. Com base no referencial que foi apresentado na sessão 3.1, tem-se a premissa de que essa problemática vem evoluindo nos últimos anos e analisar a sua situação em 2015 permite verificar como ela está materializada no território e quais impactos na acessibilidade das pessoas essa configuração está gerando.

Aplicar os conceitos do modelo ALUTI possibilita descrever os problemas de forma sistematizada, separando-os por subsistema, entendendo quais são os que representam desequilíbrios entre demanda e oferta ou quais os que representam somente oferta. A contribuição desse modelo para a definição dos indicadores será contemplada no capítulo que segue.

Assim, foram construídas duas árvores de problemas, uma para cada subsistema, identificando os mais relevantes para compreender o fenômeno em estudo, destacando aqueles que serão caracterizados e diagnosticados nas próximas etapas e apontando as premissas de relações de causa e efeito entre esses problemas, que serão evidenciadas pela existência de correlação espacial entre os problemas representados.

A Figura 8 apresenta a árvore dos problemas levantados para o subsistema de uso do solo, a partir do esforço de compreensão do fenômeno de espraiamento urbano por autossegregação na cidade, identificando os desequilíbrios e os problemas que caracterizam esse fenômeno e as relações de causalidade entre eles. Para a construção dessa árvore foi feita a partir dos problemas descritos no capítulo 2 e na sessão 3.1.

Essa árvore destaca os dois componentes do espraiamento urbano que serão analisados nesse estudo, a descentralização e as baixas densidades. Aponta ainda para os fatores que contribuíram para a existência desses dois desequilíbrios. Do ponto de vista da oferta, temos o problema dos valores elevados dos terrenos na região central, que leva a uma descentralização do uso do solo residencial das camadas de alta renda, e a questão da oferta do novo padrão residencial, que leva à necessidade de uma ocupação do território com baixas



densidades (devido a tipologia de edificação de condomínios). Os problemas que resultam desses desequilíbrios, como já levantados anteriormente, são os custos de manutenção da infraestrutura urbana inflacionados e para levar infraestrutura até as regiões periféricas, a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e a subutilização das infraestruturas existentes áreas centrais. O menor acesso à infraestrutura urbana e as desigualdades socioespaciais geradas a partir disso já são problemas relacionados ao subsistema de atividades, que envolvem os desejos e as necessidades dos indivíduos.

Figura 8: Árvore de Problemas do Uso do Solo destacando os problemas a serem caracterizados e diagnosticados



Fonte: Elaborada pela autora.

Para representar o impacto de todos esses problemas no subsistema de transportes, a seta representada no ALUTI entre esses dois subsistemas é relativa a uma Distribuição Espacial de Usos, quando existe uma restrição nesse componente, vai impactar na demanda por deslocamentos do subsistema de transportes, podendo gerar uma situação problemática, que aqui está sendo representada pelos problemas de acessibilidade urbana.

Dessa maneira, a interação dos dois componentes do espraiamento com a distribuição espacial dos empregos geram uma distribuição monofuncional na região periférica da cidade, que pode ser expressa por um baixo mix de usos (empregos/domicílios). Essa distribuição apresenta restrições que vão impactar nas decisões e na demanda do subsistema de transportes.

Os problemas que estão destacados na cor laranja serão considerados na Representação da Problemática e investigados nas análises de caracterização e diagnóstico,

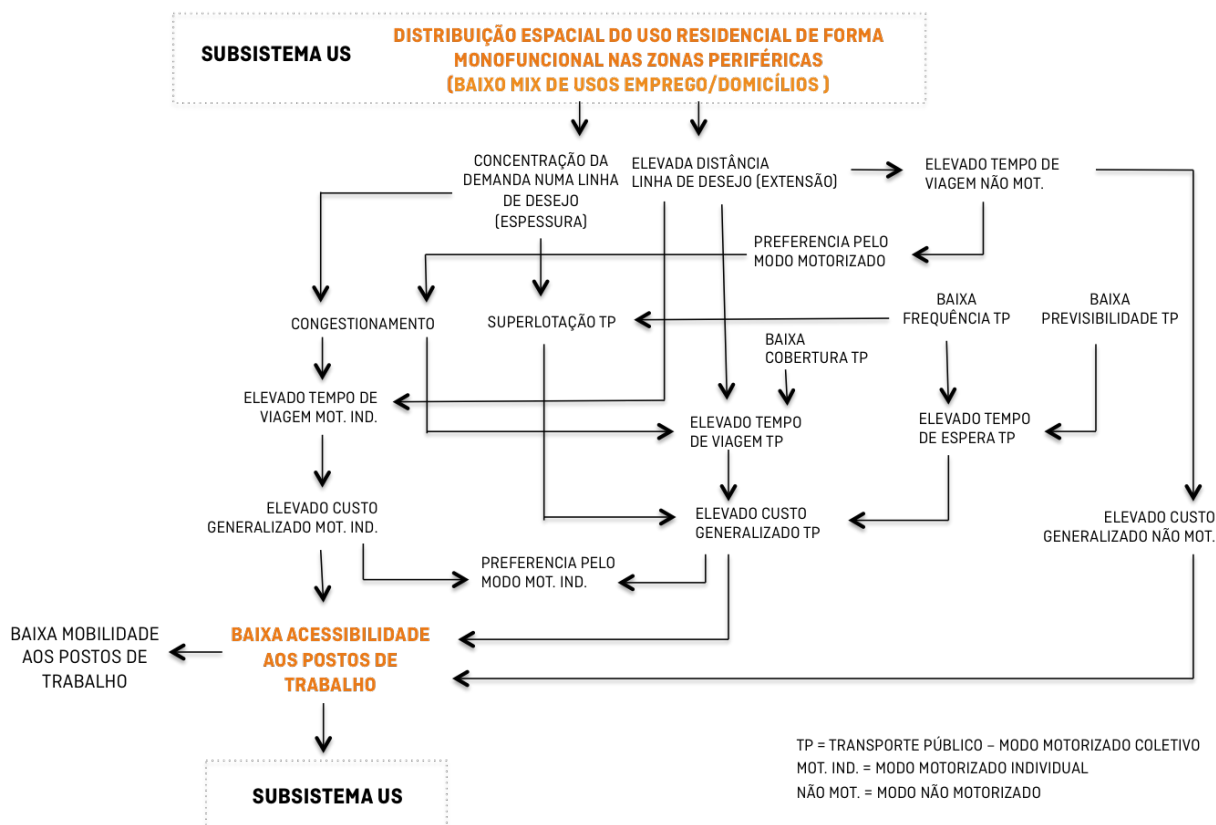
que vão verificar a situação atual e a magnitude desses problemas na cidade, possibilitando uma compreensão sistematizada desse fenômeno urbano.

A Figura 9 apresenta a árvore dos problemas levantados para o subsistema de transportes, foram identificados aqueles que tivessem relação com a problemática do uso do solo. Buscou-se incluir problemas relativos às três categorias de modos de transporte, contemplando a percepção de problemas de diferentes grupos sociais que fazem parte do fenômeno urbano. Para representar o subsistema de transportes nas análises de caracterização e diagnóstico, foi destacado o problema da baixa acessibilidade aos postos de trabalho. Entende-se que esse problema consegue incorporar e representar todas os problemas de transportes representados nessa árvore. As análises que se seguem irão verificar a situação atual e a magnitude desse problema na cidade, além de compreender a sua relação de dependência com problemas de distribuição espacial de usos.

Como os problemas levantados nessa árvore dizem respeito a diferentes modos de transportes e, por estarem dividindo espaço numa mesma rede viária, terão seus níveis de serviço afetados conjuntamente por problemas do subsistema (como o congestionamento). Por outro lado, cada um dos modos possuem características operacionais próprias (como velocidade). Dessa maneira, o nível da acessibilidade aos postos de trabalho de uma determinada região vai ser diferente para cada um desses modos.

Foram representadas as relações de causalidade entre alguns problemas relativos à oferta desse subsistema, como a baixa frequência, previsibilidade e cobertura do transporte público, que ao interagirem com um problema como o congestionamento (que representa um desequilíbrio entre oferta e demanda) causa problemas de elevado tempo e por consequência elevado custo generalizado desse modo de transportes. O congestionamento é impactado pelo problema da demanda por deslocamentos concentrada numa mesma linha de desejo, essa por sua vez teve influência da distribuição de uso do solo. A superlotação do transporte público também foi gerada por esse mesmo problema de concentração da demanda. Os baixos níveis de mobilidade a uma atividade também estão representados, como já foi justificado, sofrendo influências dos baixos níveis de acessibilidade.

Figura 9: Árvore de Problemas do Transporte destacando os problemas a serem caracterizados e diagnosticados



Fonte: Elaborada pela autora.

Para representar o impacto dos problemas desse subsistema no de uso do solo, a seta representada no ALUTI é expressa pela Acessibilidade. Nesse trabalho, essa relação não vai ser verificada, mas foi expressa na árvore de problemas.

É de interesse desse estudo investigar a acessibilidade urbana como um todo na cidade, por esse motivo, serão investigados problemas de acessibilidade ao trabalho por diferentes modos de transportes, mais especificamente por modo motorizado individual e motorizado coletivo (a acessibilidade por modo não-motorizado não vai ser investigada). É mais provável que o problema de baixa acessibilidade aos postos de trabalho por modo motorizado coletivo seja percebido por um indivíduo de baixa renda, enquanto que o da baixa acessibilidade por modo motorizado individual seja percebido por um indivíduo de alta renda. Assim, para essa representação será considerada essa associação do grupo social com o modo de transporte.

A partir do que foi apresentado na árvore, tem-se a hipótese de que o nível de acessibilidade por cada modo, que diz respeito a um grupo de indivíduos, é influenciado por uma distribuição espacial de usos, pois a partir da localização desses usos é que vão se materializar as viagens por motivo de trabalho. Para cada grupo social, deverá existir uma

distribuição espacial dos usos que os represente, como foi visto no referencial teórico: o uso residencial dos indivíduos de alta renda está distribuído no território de maneira distinta do uso residencial de baixa renda, um tendendo a concentrar-se à oeste da cidade e o outro no vetor sudeste.

Em suma, conclui-se que para compreender os problemas de acessibilidade ao trabalho por modo motorizado individual, deverá ser analisada a distribuição de usos (empregos/domicílios) relativa à população de alta renda. Da mesma forma, para compreender os problemas de baixa acessibilidade ao trabalho por modo motorizado coletivo, deverá ser analisada a distribuição de usos relativa à população de baixa renda. Por esse motivo, apesar do foco desse trabalho ser um fenômeno de uso do solo relativo à população de alta renda, como se quer discutir os problemas de acessibilidade urbana na cidade como um todo (incluindo a percebida pela população de baixa renda, que permite analisar problemas de acessibilidade inequânime), deverá ser incorporada, na Representação da Problemática, a distribuição espacial de usos para o grupo social de baixa renda.

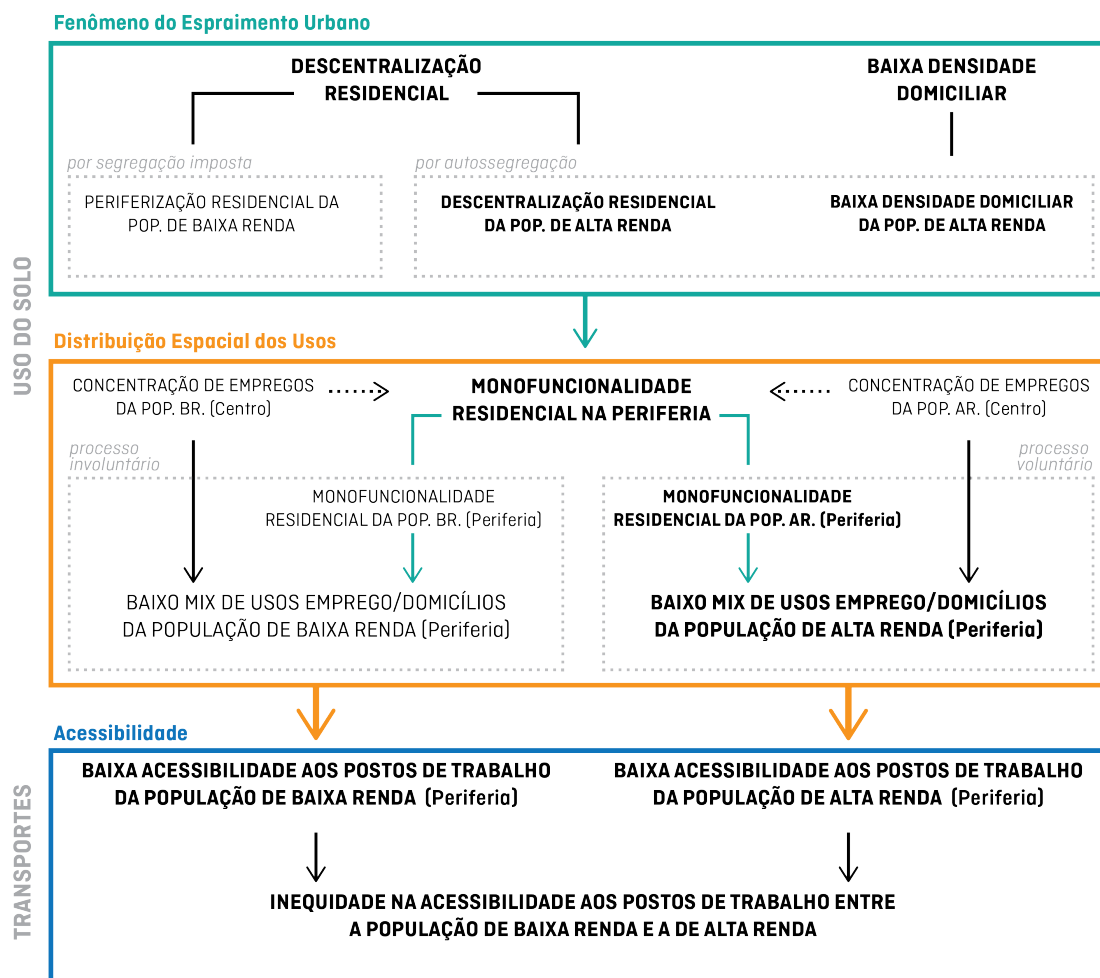
Conforme discutido em Andrade (2016), o fenômeno da periferização por segregação involuntária é que vai influenciar as decisões locacionais residenciais desse grupo, e, da mesma forma que para a alta renda, será investigado se essa configuração está gerando também a monofuncionalidade nas regiões periféricas, acarretando em problemas equivalentes aos apontados na árvore de Uso do Solo. Sendo assim, para analisar a problemática da acessibilidade para os diferentes grupos de renda na cidade e os impactos vindos da distribuição espacial de usos, é preciso considerar os processos que influenciam na localização residencial da população de ambos os grupos. Não serão considerados nessa análise os problemas percebidos pelo grupo social que representa a população de média renda.

No levantamento dos problemas, foram definidos aqueles que serão contemplados na Representação da Problemática. Essa representação apresenta um conjunto de problemas e de relações causais que, nesse momento, são entendidos como hipóteses, mas que serão investigadas nas análises dos próximos capítulos. Entende-se que aprofundar a discussão desses problemas com as análises de caracterização e diagnóstico é fundamental para a compreensão do fenômeno urbano em estudo (SOARES, 2014).

Dialogando com a estrutura do modelo ALUTI, o diagrama da Representação da Problemática a seguir (ver Figura 10) é composto por três principais caixas, a primeira equivale às dinâmicas internas do Subsistema de Uso do Solo, a segunda representa a seta (“ponte”) que liga o subsistema de US ao de TP e a terceira, as dinâmicas internas do Subsistema de Transportes. Como foi discutido, cada um dos grupos sociais percebe os

problemas e possuem dinâmicas distintas, que estão sendo representadas de forma equivalente no diagrama.

Figura 10: Representação da Problemática do Espraimento Urbano e seu impacto sobre a Acessibilidade Urbana



Fonte: Elaborada pela autora.

Do lado esquerdo, estão representados os problemas e as relações que se querem investigar para a população de baixa renda. A periferização está sendo representada como fenômeno equivalente ao do espraiamento urbano por autosegregação, por ser um processo em que o uso residencial ocupa as regiões periféricas (está descentralizado). Dessa forma, está sendo considerada como uma forma de espraiamento residencial dos indivíduos de baixa renda que se deu por um processo de segregação imposta.

O lado direito do diagrama apresenta os problemas e relações relativos à população de alta renda a serem caracterizados e diagnosticados. Todo esse lado está destacado em negrito, por se tratarem de processos ainda não investigados em trabalhos anteriores, já que a parte que representa a população de baixa renda já foi tratada em Andrade

(2016). Diferente da periferização (materializada no território há mais tempo), acredita-se que o fenômeno de espraiamento urbano por autosegregação é um processo mais recente. Por esse motivo, será investigada a existência dos dois componentes desse fenômeno, que são a descentralização residencial e a ocupação do território com baixa densidade domiciliar da população de alta renda.

O fenômeno do subsistema de uso do solo, representado na primeira caixa do diagrama, não ocorre de maneira estática no tempo, ele se materializa através de processos de decisão locacional que vem ocorrendo até o presente. Assim, o que se pretende nesse trabalho é retratar, numa fatia do tempo, esses processos que ocorrem para os dois grupos populacionais, de alta e de baixa renda.

Além disso, o foco dessa análise não são os fatores que influenciam na formação do fenômeno de espraiamento urbano em si (que desequilíbrios entre a oferta e demanda dentro do subsistema do uso solo dão origem a essa configuração espacial), mas sim no seu impacto sobre o subsistema de transportes. Os processos de localização residencial que caracterizam esse fenômeno estarão materializados na distribuição espacial de usos e avaliar a relação dos problemas de distribuição com os de acessibilidade é o que vai possibilitar investigar os impactos do subsistema do uso do solo sobre o de transportes.

Como se quer investigar a problemática da distribuição espacial de usos impactando na da acessibilidade, no ano de 2015, a análise do fenômeno de espraiamento urbano (por segregação imposta e por autosegregação) deverá retratar o processo para esse mesmo ano. Assim, o que vai ser retratado é fruto de decisões locacionais que vem ocorrendo ao longo dos anos e que culminam na configuração espacial residencial que se vê para o ano de 2015.

Essa configuração residencial no território pode ou não significar problemas, pois o que está sendo caracterizado é se ocorre ou não determinado fenômeno (periferização e espraiamento por autosegregação), não havendo evidências de que é uma situação problemática. Isso porque o espraiamento residencial poderia estar ocorrendo numa região com muitas ofertas de emprego, por exemplo.

Os problemas vão existir a partir das relações entre usos residir/trabalhar, que estão representadas na caixa de distribuição espacial dos usos. Nessa caixa, será investigada a interação da configuração espacial do uso residencial com a do uso trabalho. A hipótese que se tem é de que a primeira é monofuncional localizada nas regiões periféricas e a segunda é concentrada na região central, o que gera uma distribuição dos usos ineficientes no território, como justificado no capítulo anterior. Essa relação estará expressa num problema de baixo

mix empregos/domicílios nas periferias.

Por fim, estão representados no subsistema de transportes três tipos de problema de acessibilidade a serem investigados. O problema da distribuição desigual de acessibilidade aos postos de trabalho para os dois grupos de renda está relacionado diretamente aos problemas de distribuição espacial de usos. A premissa de relação causal entre esses problemas é a de que um baixo mix de usos nas regiões periféricas impactará negativamente na acessibilidade aos postos de trabalho, o que irá gerar baixos níveis de acessibilidade nessas regiões.

A representação da problemática foi desenvolvida de maneira a apresentar separadamente os problemas relativos aos grupos de alta e de baixa renda. No entanto, ao fim dessa representação, para investigar o problema da distribuição inequânime de acessibilidade aos postos de trabalho na cidade, serão comparados os níveis de acessibilidade desses dois grupos sociais.

Assim, será verificada a existência do fenômeno de espraiamento urbano por autossegregação e da periferação, ambos estarão contemplados na distribuição espacial de usos. Em seguida, será analisada a existência de problemas relativos a essa distribuição, que, por sua vez, irão impactar nos níveis de acessibilidade aos postos de trabalho. Esses níveis poderão representar problemas de distribuição desigual de acessibilidade entre diferentes regiões da cidade e de distribuição inequânime entre os grupo de indivíduos de baixa e de alta renda.

A Tabela 2 apresenta uma síntese com os problemas e das relações causais representados. Na coluna **Hipóteses a verificar**, buscou-se indicar em quais regiões da cidade estariam localizados esses problemas a partir das discussões trazidas na sessão anterior, essas regiões foram denominadas fazendo uma referência aos nomes dos vetores de expansão da cidade apresentados na sessão 3.1. Vale ressaltar que as relações causais apresentadas são tidas como premissas, a partir do suporte conceitual trazido pelo modelo ALUTI. Assim, não serão verificadas hipóteses de que existem ou não essas relações causais, mas se buscarão evidenciar essas premissas a partir da existência de correlação espacial entre os problemas causa e efeito representados.

No próximo capítulo, será desenvolvida a proposta metodológica de caracterização e diagnóstico da problemática em estudo, cujas análises irão permitir que sejam verificadas essas hipóteses listadas.

Tabela 2: Problemas e Relações Causais da Representação da Problemática e as Hipóteses a serem verificadas

Problema/Processo		Hipótese a verificar
Fenômeno do Espreadimento Urbano	Periferização Residencial da População de Baixa Renda	Em 2015, esse processo está localizado na região Oeste da cidade.
	Descentralização Residencial da População de Alta Renda	Entre 2000 e 2015, esse processo ocorreu na região Sudeste da cidade.
	Baixa Densidade Domiciliar da População de Alta Renda	Em 2015, as menores densidades domiciliares ocorrem na região Sudeste da cidade.
Distribuição Espacial dos Usos	Concentração de Empregos da População de Baixa Renda	Em 2015, existe uma concentração de empregos de BR na região central da cidade.
	Concentração de Empregos da População de Alta Renda	Em 2015, existe uma concentração de empregos de AR na região central da cidade.
	Baixo Mix de Usos Emprego/Domicílio da População de Baixa Renda	Em 2015, esse problema ocorre nas regiões periféricas da cidade.
	Baixo Mix de Usos Emprego/Domicílio da População de Alta Renda	Em 2015, esse problema ocorre nas regiões periféricas da cidade.
Acessibilidade	Baixa Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Baixa Renda	Em 2015, o nível de acessibilidade da Região Sudoeste é inferior ao da Central e ao da Sudeste.
	Baixa Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Alta Renda	Em 2015, o nível de acessibilidade da Região Sudeste é inferior ao da Central.
	Inequidade na acessibilidade aos postos de trabalho entre a população de Baixa Renda e a de Alta Renda	Em 2015, o nível de acessibilidade da população de BR da Região Sudeste é inferior ao da AR nessa região. Em relação à região Central, a população de BR que passou pela periferização é mais penalizada do que a população de AR que se espalhou.
Relações Causais	Mix de Usos / Acessibilidade - População de Baixa Renda	O problema do baixo mix de usos da população de Baixa Renda impacta negativamente nos níveis de acessibilidade ao trabalho dessa população.
	Mix de Usos / Acessibilidade - População de Alta Renda	O problema do baixo mix de usos da população de Alta Renda impacta negativamente nos níveis de acessibilidade ao trabalho dessa população.

Fonte: Elaborada pela autora.



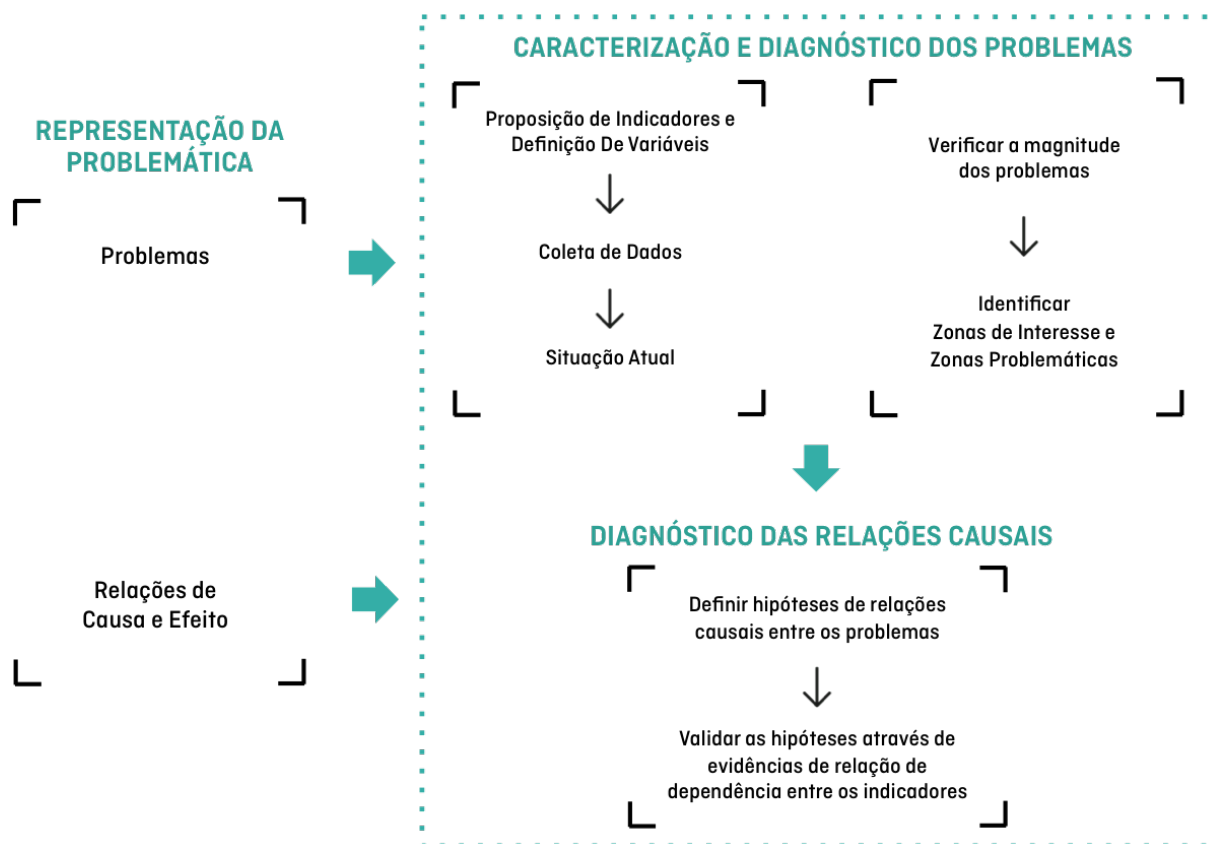
#### **4. PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO**

No capítulo 3, foi apresentada a Representação da Problemática, que se deu de forma sistematizada considerando os elementos dos subsistemas urbanos de interesse, explicitando as hipóteses de problemas e de relações causais, a serem investigados nas análises de caracterização e diagnóstico dessa problemática.

Para isso, esse capítulo objetiva desenvolver uma proposta metodológica para essa caracterização e diagnóstico da problemática. Foram utilizadas como referências metodológicas os trabalhos de Soares (2014) e Andrade (2016). O primeiro desenvolveu uma proposta metodológica conceitual mais ampla para o Planejamento Integrado. O segundo, por sua vez, adaptou o método de Soares (2014) numa aplicação fenomenológica e propôs um método de compreensão da problemática da periferização da população de baixa renda como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas, sendo, portanto, uma problemática complementar a que está sendo foco do presente estudo.

A proposta metodológica apresentada na Figura 11 é a que se pretende aplicar para a compreensão da problemática dessa pesquisa. Buscando uma ligação mais direta com os problemas e com as relações de causa e efeito trazidos na Representação da Problemática, a presente proposta é composta de duas principais etapas: a de Caracterização e Diagnóstico dos Problemas e a de Diagnóstico das Relações Causais. Para cada uma dessas etapas, foi sistematizado um método de análise, cujas fases serão desenvolvidas nos tópicos que seguem.

Figura 11 – Proposta Metodológica de Caracterização e Diagnóstico da Problemática do Espreadimento Urbano por Autossegregação e seu Impacto sobre a Acessibilidade Urbana



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1. Caracterização e Diagnóstico dos Problemas

A Representação da Problemática delimitou os problemas que serão foco dessa análise e que serão caracterizados e diagnosticados. A etapa discutida nessa sessão está diretamente relacionada a esses problemas, e traz como principal resultado a apresentação do panorama da **situação atual** desses problemas (para o ano de 2015), verificando, num segundo momento, a **magnitude** de cada um deles, de maneira a permitir a **identificação de zonas de interesse e problemáticas** na cidade.

Para alcançar esse resultado, faz-se necessário que haja uma **proposição de indicadores e definição de variáveis**, pois, a partir de uma análise quantitativa e qualitativa dos mesmos é que se pode avaliar a situação atual e a magnitude dos problemas. Nesse processo, a etapa de **coleta de dados** é essencial para a composição desses indicadores e variáveis, e deverá contar com o ferramental de modelagem para o seu desenvolvimento.

O método de análise proposto para etapa de Caracterização e Diagnóstico dos Problemas conta com as fases já descritas no esquema da Figura 11, que serão discutidas nas sessões a seguir.

#### 4.1.1. Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis

A proposição de indicadores e definição de variáveis irá possibilitar caracterizar e diagnosticar os problemas e relações causais considerados na Representação da Problemática.

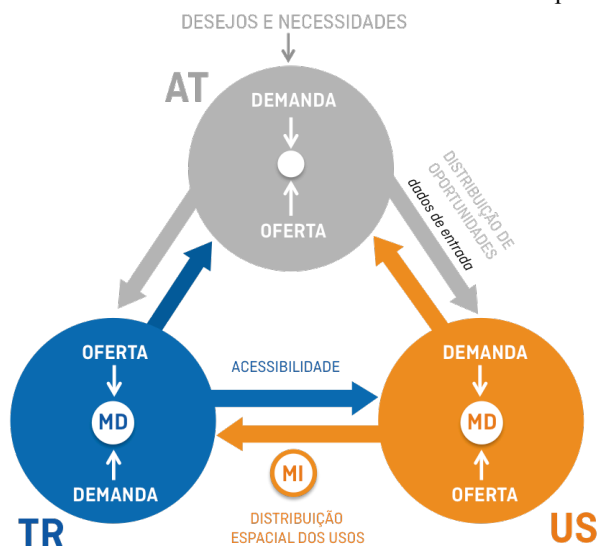
A representação conceitual da problemática aponta a existência de pelo menos duas categorias de indicadores, uma interna e outra externa aos subsistemas. Os primeiros são denominados de medidas de desempenho, quantificam os componentes que formam o subsistema representando o seu funcionamento interno. Já os indicadores externos, denominados de medidas de impacto, funcionam como “pontes” entre os subsistemas, dando uma compreensão de como características restritivas de um subsistemas podem influenciar nas decisões tomadas nos demais subsistemas (LOPES, 2015).

O diagrama da Figura 12 apresenta, dentro do modelo conceitual ALUTI, como serão utilizadas essas medidas nesse trabalho. Os indicadores chamados de medidas de desempenho (MD) serão utilizados para caracterizar as dinâmicas internas (relações entre a oferta e a demanda) dos subsistemas de uso do solo (US) e de transportes (TP).

Para diagnosticar a relação causal entre o subsistema de uso do solo e o de transportes, serão utilizadas medidas de impacto (MI) que influenciam na demanda do subsistema de transportes, como representado na Figura 12.

Não fará parte do escopo do trabalho o detalhamento e a proposição de indicadores para as intra e interações do subsistema de atividades (AT), por se tratarem de relações socioeconômicas. Essas relações serão interpretadas como dados de entrada que irão influenciar nas dinâmicas internas dos outros subsistemas.

Figura 12: Diagrama do Modelo Conceitual ALUTI com Medidas de Desempenho (MD e de Impacto (MI)



Fonte: Adaptado de Lopes (2015).

Dessa maneira, o presente estudo adotará, para o subsistema de uso do solo, Medidas de Desempenho (MD) para representar a periferação e o espraiamento por autossegregação, caracterizando e diagnosticando o fenômeno para a população de baixa e de alta renda.

Como a relação de causa e efeito que se quer investigar é a que ocorre no sentido da problemática do subsistema do Uso do Solo impactando no de Transportes, será adotada como Medida de Impacto (MI) aquela definida por Lopes (2015) como Medida de Distribuição Espacial de Usos. Como se quer caracterizar e diagnosticar a problemática por grupo de renda, serão adotadas duas Medidas de Distribuição Espacial de Usos.

No subsistema de transporte, como Medida de Desempenho será adotado o que Lopes (2015) denomina de Medida de Acessibilidade. Apesar do autor considerar que a Medida de Acessibilidade pode ser uma Medida de Impacto, não se pretende investigar a relação de casualidade do subsistema de transportes impactando no de uso do solo. Assim, nos referiremos à Acessibilidade com uma Medida de Desempenho do subsistema de transportes, uma vez que é resultante do funcionamento interno desse subsistema. No caso, também serão adotadas duas Medidas de Acessibilidade, uma para cada grupo de renda.

#### **4.1.2. Coleta de Dados**

Após a definição das medidas de desempenho e de impacto para caracterizar e diagnosticar os problemas representados, inicia-se a coleta de dados para compor as variáveis desses indicadores. Dentre os indicadores considerados, alguns são compostos por variáveis que podem ser obtidas em base de dados oficiais ou coletadas em campo, já outros necessitam ser obtidos a partir de medidas de desempenho simuladas em modelos computacionais ou por meio dos parâmetros de calibração desses modelos.

Para realizar essas análises relacionando os diferentes subsistemas urbanos existe a necessidade de adotar um modelo de simulação computacional que possibilite a integração dos subsistemas de transportes e de uso do solo, que são conhecidos como *Land Use and Transport Interaction (LUTI) models* (SOUTHWORTH, 1995).

Para a definição desse modelo operacional LUTI, considerou-se a revisão realizada por Lopes (2015), que analisou conceitualmente a capacidade dos modelos conceituais e operacionais LUTI das últimas décadas, e por Sousa (2016), que aprofundou essa revisão considerando o esforço de calibração desses modelos e selecionando uma plataforma de modelagem operacional LUTI capaz de representar adequadamente as intra e

inter-relações entre transportes e uso do solo.

A partir do que foi considerado nesses dois estudos, será adotado o pacote computacional TRANUS (DE LA BARRA, 1989) para a modelagem operacional dos indicadores definidos para caracterizar e diagnosticar a problemática em estudo. De acordo com Sousa (2015), o TRANUS é capaz de simular de forma dinâmica as inter-relações entre o subsistema de Uso do Solo e o de Transportes, reconhecendo também o impacto que o subsistema de Atividades possui sobre o de Uso do Solo, essas características do modelo atendem aos conceitos fundamentais definidos na representação conceitual da problemática que integra diferentes subsistemas urbanos (US, TP e AT).

Assim, a etapa de coleta de dados deve considerar o processo de calibração desse modelo, que necessita de dados de entrada para que seja ajustado ao contexto local. Será adotado o método de calibração dos parâmetros do TRANUS proposto por Sousa (2015), apresentado nas sessões a seguir.

#### ***4.1.2.1. Regiões e Zonas de Análise***

De acordo com a proposta metodológica de calibração do TRANUS desenvolvida por Sousa (2015), para se iniciar o processo de calibração é necessário definir o zoneamento da análise, delimitando no território as subdivisões de regiões e de zonas a serem analisadas. No presente trabalho, serão considerados três critérios na definição desse zoneamento.

O primeiro está relacionado com a orientação do manual do TRANUS (MODELÍSTICA, 2014) para a definição das zonas no processo de modelagem, o qual não considera positivo estabelecer uma grande quantidade de zonas para o modelo. Apesar de não estabelecer uma regra específica para definir a quantidade de zonas de uma análise, devido às particularidades e aos diferentes objetivos de cada estudo, o manual dá um valor de referência para um modelo urbano, que seria o de 100 zonas por milhão de habitantes, mas ressalta que aplicações em áreas mais adensadas essas zonas podem ser menores.

O segundo critério que se pretende adotar seria o de homogeneidade socioeconômica das zonas. Esse critério foi motivado pelo fenômeno em análise, que passa por um processo de segregação sócio-espacial residencial, manifestada espacialmente por meio de áreas sociais homogêneas (CORRÊA, 2013). Para isso, assim como em outras aplicações de modelagem urbana (WERNECK, 2015), a população será dividida em três grupos socioeconômicos considerando a renda domiciliar em termos de salários mínimos, sendo o grupo de baixa aqueles domicílios com renda domiciliar abaixo de 3 salários mínimos (S.M.),

o de média renda, entre 3 e 8 salários mínimos e o de alta renda para os domicílios com renda superior a 8 salários mínimos. Assim, tendo como pano de fundo os dados demográficos, que possuem informações num nível mais desagregado do setor censitário, tem-se uma maior precisão no processo de agrupamento das zonas mais homogêneas para um determinado grupo socioeconômico.

O último critério está relacionado com o nível de agregação das diferentes fontes de dados disponíveis, necessárias à composição dos indicadores e das variáveis. As informações demográficas, por exemplo, normalmente estão num nível de agregação do setor censitário. Os dados de emprego e de números de viagens, por sua vez, possuem informações agregadas num zoneamento com áreas maiores, como bairros.

Assim, devido a essas diferenças entre unidades espaciais de análise utilizadas nas várias bases de dados, pretende-se definir um zoneamento com unidade espacial mais agregada do que os setores censitários (indo ao encontro do primeiro critério da quantidade de zonas adequado à modelagem), mas que seja composto por uma unidade espacial com área menor e com informação mais desagregada do que nos bairros, para que seja possível uma análise mais desagregada das zonas periféricas da área de estudo, onde os bairros tendem a ser maiores.

#### **4.1.2.2. Organização da Base de Dados**

Após definido o zoneamento da análise, há a necessidade de identificar das bases de dados necessárias ao processo de calibração do modelo. Como foi visto no item anterior, deve haver um tratamento dessas bases para que estejam no mesmo nível de agregação espacial das zonas de análise.

A plataforma computacional TRANUS, denominada como “modelo”, é na verdade um conjunto de modelos para cada um dos subsistemas (atividades, uso do solo e transportes). Sendo assim, para definir as bases de dados utilizadas nos processos de calibração, deve-se ter o entendimento de como são compostos e quais os dados de entrada de cada um desses modelos.

Para a modelagem das decisões locacionais no subsistema de uso do solo, existem dois tipos de setores. O primeiro denominado de setores transportáveis representa as atividades produtivas e da população, cujos dados de entrada são do tipo censitário de população e de empregos. O segundo tipo de setores, ou setores não-transportáveis, representa

os tipos de solos, cujos dados de entrada devem ter informações relativas ao valor e as áreas ocupadas pelos diferentes tipos de ocupação do solo (SOUSA, 2015).

A modelagem das decisões que envolvem o subsistema de atividades está relacionada com os setores transportáveis, já que é simulada uma interligada cadeia de relação entre os setores. Essas relações são modeladas por meio dos coeficientes técnicos intersetoriais de uma matriz insumo-produto, os quais representam a quantidade de atividades de um setor necessária para que possa ser realizada uma atividade de outro setor (RUEDA-CANTUCHE, 2002). Dessa maneira, na interpretação dessas relações entre os setores de atividades, há o entendimento de que os coeficientes representam quantas unidades de um setor “a” são demandadas para que exista uma unidade do setor “b” de determinada atividade, ou ainda, quantas unidades de um setor são atraídas por uma unidade de determinado setor.

A espacialização dessas relações depende do consumo dos tipos de solo por cada setor transportável. Nesse sentido, os dados necessários para calibrar esse modelo seriam também os de empregos e o de população censitários.

As relações espacializadas entre setores transportáveis é o que dá origem aos fluxos de deslocamento, que são transformados em viagens com o auxílio de informações como: quantidade de viagens, divisão modal, distribuição de viagens ao longo do dia, motivo de viagens, carregamento das vias, matrizes origem-destino por categoria de viagem, entre outras.

#### **4.1.2.3. Calibração do Modelo TRANUS**

Os modelos LUTI são compostos por uma grande quantidade de parâmetros que se relacionam no processo de modelagem. Como o processo de calibração de um modelo consiste na estimação desses parâmetros (BONNEL *et al.*, 2014), é fundamental que sejam definidos os principais parâmetros a serem calibrados na modelagem integrada.

De acordo com Sousa (2015), as variáveis que compõem os modelos do TRANUS podem ser classificadas como dados de entrada, resultados da modelagem (medidas de desempenho) ou parâmetros de calibração. Dentre esses parâmetros, alguns podem ser considerados como indicadores capazes de auxiliar na caracterização e no diagnóstico da problemática.

Por esse motivo, o processo de calibração deverá se focar nesses parâmetros que servem como indicadores, sabendo que os demais parâmetros ainda devem ser calibrados para um melhor ajuste do modelo. Vale ressaltar que, além dessa importância na fase de

compreensão da problemática, esses parâmetros, quando utilizados na composição de indicadores, podem contribuir para análises de cenários futuros ou de alternativas de intervenção num processo de planejamento urbano integrado (SOUSA, 2015).

Para Sousa (2015), a utilização do TRANUS fornece liberdade ao modelador para definir o nível de agregação dos elementos das decisões, que são representados por moradores, atividades produtivas, solo e viagens (elementos fundamentais na representação conceitual). Além disso, o modelador pode indicar como cada uma dessas entidades pode ser representada, assim como a quantidade de subdivisões que deverão existir.

Após definidos o zoneamento de análise e os dados de entrada do modelo, pode-se iniciar o processo de calibração. É importante destacar nesse processo a definição de quantos e quais setores serão utilizados na modelagem. Ou seja, definir o nível de agregação dos elementos das decisões, pois para cada um dos modelos que compõem o TRANUS é modelada uma tomada de decisão a partir das relações (de produção e de consumo) entre esses setores, que são estabelecidas na calibração.

Essas relações entre os setores que representam a população e as atividades econômicas (setores transportáveis) representam as atividades trabalhar e de consumo, que para se materializarem no espaço dependem das relações entre demanda e oferta dos subsistemas de uso do solo e de transportes. O TRANUS quantifica essa relação através dos coeficientes intersetoriais, definidos a partir dos conceitos utilizados pela matriz insumo-produto, que foi originalmente discutida por Leontief em 1941 (MILLER; BLAIR, 2009).

Para que as atividades descritas acima se concretizem elas precisam estar espacialmente localizadas, assim as relações de consumo também irão referir-se ao solo. Dessa maneira, existem também as relações entre os setores transportáveis e os não transportáveis (tipos de solo) que são definidas por uma função elástica, cujos principais atributos considerados na definição da demanda por solo são o valor, o tipo e localização do solo e o custo de deslocamento (SOUSA, 2015).

Uma característica importante nessa análise é a de que essa relação de consumo é unilateral, uma vez que os setores não-transportáveis não consomem os setores transportáveis, apenas a população e as atividades econômicas é que vão consumir solo. Além disso, a demanda por solo só pode ocorrer na zona em que o setor transportável se localiza.

No subsistema de transportes, a modelagem por decisões de viagens sofre influência dos outros subsistemas, através da distribuição espacial dos usos e das atividades, e do próprio subsistema, através do nível de serviço da rede de transportes. Nesse modelo, as viagens são subdivididas por tipos de viagens e por modos de transporte. Esse último é uma



subdivisão que deve ser definida para melhor representar a realidade da cidade, e devem ser considerados todos os modos existentes (motorizado coletivo, motorizado individual e não motorizado, por exemplo) e as características operacionais de cada um.

Os tipos de viagem podem ser classificados por grupos de indivíduos e pelo motivo pelo qual esses grupos realizam viagem. A categoria de viagem do tipo trabalho, por exemplo, representa um deslocamento entra a zona do domicílio de um indivíduo até a zona onde está o seu emprego, tendo assim uma ligação direta com a localização dos setores transportáveis e as relações de consumo entre eles.

Conforme apresentado, no modelo integrado TRANUS, tem-se o entendimento de que no subsistema de atividades são modeladas as relações entre os setores transportáveis, que são espacialmente localizados com o auxílio do subsistema de uso do solo e que se materializam com a realização de viagens modeladas em função dos tipos e dos modos de transporte.

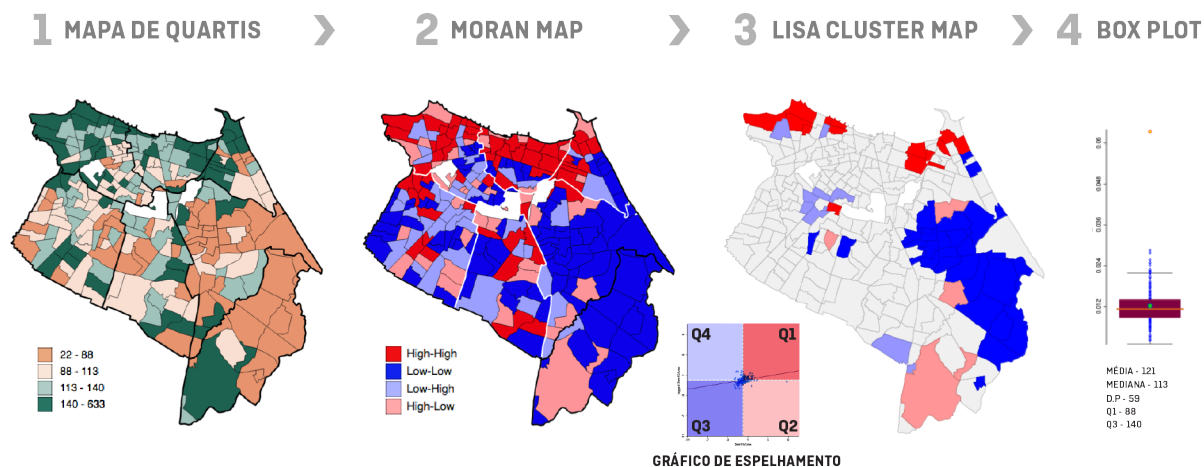
#### **4.1.3. Situação Atual e Magnitude dos Problemas**

Essa sessão visa definir um método de análise dos indicadores definidos para caracterizar e diagnosticar os problemas, de forma a apresentar o panorama da situação atual dos mesmos (para o ano de 2015), verificando a magnitude de cada um deles nos subsistemas urbanos. O fenômeno em estudo envolve componentes dos subsistemas de transportes e de uso do solo que, por estarem materializados no território da cidade, necessitam de uma abordagem espacial nas análises a serem realizadas.

Assim, é de interesse do presente trabalho o uso de ferramentas de análise de dados espaciais, a partir da consolidação de uma base de dados georreferenciada com os indicadores e variáveis já definidos, capazes de representar os problemas que se querem caracterizar e diagnosticar. Esse tipo de abordagem foi utilizada nos trabalhos de Andrade (2016), Menezes, (2015), Aguiar (2015) e Henrique *et al.* (2004), que servirão de base para a execução das análises exploratórias a serem realizadas nesse estudo.

A partir do levantamento inicial de hipóteses do panorama a ser identificado nessa etapa, o uso das ferramentas de análise espacial irão evidenciar, nos mapas gerados, uma tendência espacial de agregação de regiões com alta e baixa intensidade de um indicador ou variável (AGUIAR, 2015). A análise espacial exploratória proposta nesse estudo segue uma sequência de passos que estão exemplificados na Figura 13 e serão descritos a seguir.

Figura 13: Sequência para Análise Espacial Exploratória – Situação Atual e Magnitude dos Problemas



Fonte: Elaborado pela autora.

Sugere-se, inicialmente, a produção do Mapa de Quartis, subdividindo o grupo de dados em quatro classes de iguais percentis (cada uma contendo a mesma quantidade de zonas), essa primeira distribuição espacial permite entender o comportamento do indicador em cada uma das zonas analisadas com relação ao valor mediano da cidade (considerando o universo de todas as zonas). Em alguns casos, esse mapa poderá ter as classes ajustadas, quando se quiser demonstrar algum valor específico do indicador a partir de algum parâmetro ou comportamento que se queira evidenciar na análise.

Em seguida, será utilizada a técnica de estatística espacial adotando um indicador de autocorrelação espacial local para o conjunto de dados da variável em análise. Esse tipo de indicador local considera apenas os eventos que ocorrem até uma distância considerada significativa para a zona de análise (CÂMARA *et al.*, 2001).

Assim, serão calculados os índices locais de Moran, produzindo um mapa denominado de *Moran Map*. Segundo Ramos (2002), a autocorrelação espacial neste índice é calculada a partir do produto dos desvios em relação à média da variável/indicador observado. No *Moran Map* as zonas são classificadas em quatro grupos, com base nos valores da zona relacionados ao valor médio de todas as zonas, cada grupo corresponde também ao quadrante ao qual zona pertence no Gráfico de Espalhamento de Moran. Dos quatro grupos apresentados nesses mapas, o formado pelas zonas *High-High*, significa que tanto a zona como suas vizinhas possuem um valor alto para o indicador. No das zonas *Low-Low*, tanto a zona como suas vizinhas possuem um valor baixo para o indicador. Por último, onde essa relação é inversamente proporcional, temos o *High-Low*, com zonas com alto valor indicador e suas vizinhas com baixo; e o *Low-High*, com zonas com baixo valor indicador e suas vizinhas com

alto.

De acordo com Soares (2014), a validação dos problemas, na etapa de diagnóstico, é realizada através da quantificação da sua magnitude a partir de parâmetros ideais estabelecidos. Dessa forma, para verificar e quantificar a magnitude dos problemas, será adotado o *Moran Map* que mostra as zonas com os valores mais baixos ou mais altos em relação ao valor médio do indicador na cidade. Assim, o valor médio do indicador vai servir como parâmetro de referência para indicar se uma zona é relativamente problemática ou não. Esse critério foi adotado pois, muitas vezes, a partir de um referencial teórico ou observando outras cidades, não se pode chegar a uma decisão de qual valor é o parâmetro de referência para a situação ideal de uma problemática medida por determinado indicador, devido a sua complexidade ou a sua especificidade.

O índice local de associação especial (LISA) de Moran identifica aglomerados e reforça a existência de uma tendência espacial de formação desses aglomerados. Assim, será produzido o mapa denominado *LISA Cluster Map*, onde serão visualizadas as zonas onde ocorrem regimes espaciais específicos com significância estatística relevante (AGUIAR, 2015; HENRIQUE, 2004).

Por fim, a produção do gráfico *Box Plot* permite ao analista visualizar, plotado num gráfico, os valores do indicador ou da variável para cada zona analisada, relacionando-os com o valor da média e da mediana na cidade. Além disso, poderão ser percebidos os valores extremos, que geraram um comportamento assimétrico dos dados ocasionando maiores diferenças entre os valores da média e da mediana. Quando ocorrerem esses casos, será preferível adotar o Mapa de Quartis (que se baseia no valor da mediana do indicador) na análise da magnitude dos problemas. Isso porque o *Moran Map*, cujos valores altos e baixos se referenciam ao valor da média, pode reduzir ou aumentar o número de zonas problemáticas, devido ao valor médio estar sendo influenciado (para mais ou para menos) pela grande quantidade de valores extremos.

#### **4.1.4. Definição de Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas**

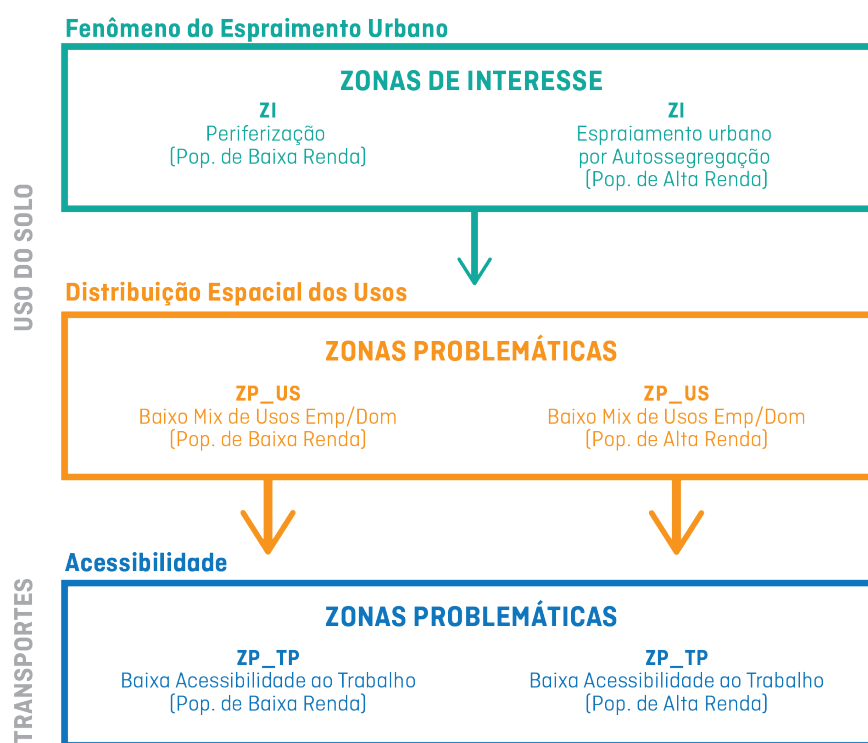
Na presente proposta metodológica, o encerramento da etapa de Caracterização e Diagnóstico dos Problemas se dá com a definição de Zonas de Interesse e de Zonas Problemáticas, de forma a contribuir na análise localizando espacialmente as regiões que evidenciam a existência dos problemas e processos identificados.

Após verificar a situação atual e a magnitude dos problemas, processo descrito na

sessão anterior, serão definidas as zonas para representá-los. Através das análises espaciais foram produzidos mapas onde se especializou um indicador, apontando para a existência ou não de um problema nas zonas da cidade, que poderia estar concentrado em determinada região, através de aglomerados de zonas onde a problemática fosse mais intensa.

O diagrama apresentado na Figura 14 traz a estrutura da Representação da Problemática evidenciando os tipos de zonas a serem produzidas nas análises de cada um dos subsistemas. O subsistema de uso do solo é composto pelas duas primeiras caixas, a primeira representa o fenômeno do espraiamento urbano e a segunda, a distribuição espacial de usos. O subsistema de transportes, por sua vez, está expresso pela acessibilidade na última caixa.

Figura 14: Tipos de Zonas definidas após a análise da Situação Atual e Magnitude dos Problemas



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira caixa desse diagrama representa o fenômeno do espraiamento urbano, cujos processos de decisão locacional residencial de cada grupo de renda serão retratados numa fatia do tempo. Os mapas das análises espaciais vão materializar no território os indicadores que caracterizam esses processos para o ano de 2015, indicando as zonas com maior concentração desse fenômeno para cada um dos grupos de renda. Assim, o produto dessa análise são zonas denominadas de Zonas de Interesse (ZI), as quais caracterizam, para a população de alta e de baixa renda, o fenômeno de espraiamento urbano e demonstram onde

esses grupos sociais se localizam.

O parâmetro referência para se chegar a essas Zonas de Interesse foi definido conforme descrito na sessão anterior, considerando o valor médio do indicador (ou o valor mediano, quando houver valores extremos). O fato dessas Zonas de Interesse estarem localizadas em regiões periféricas não significa necessariamente que existam problemas nelas, como já foi justificado no capítulo 3, os problemas estariam representados a partir da segunda caixa do diagrama, na Distribuição Espacial dos Usos e na Acessibilidade.

Para as demais caixas do diagrama, as análises espaciais, que culminaram na situação atual e na magnitude dos problemas, vão evidenciar as zonas problemáticas quanto à distribuição espacial dos usos e à acessibilidade aos postos de trabalho. Assim, a partir do parâmetro referência já descrito para se considerar uma zona problemática ou não, o produto dessa análise são zonas que serão denominadas de Zonas de Problemáticas quanto à distribuição espacial dos usos (ZP\_US) e de Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP).

A partir da definição desses três tipos de zona, alguns cruzamentos entre elas são do interesse dessa análise. As matrizes da Figura 15 apresentam os tipos de cruzamentos possíveis entre essas zonas, descritos a seguir.

Figura 15: Cruzamentos entre Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas

		ZI	
		Sim	Não
ZP <sub>US</sub>	Sim	ZIP <sub>US</sub>	-
	Não	+	OK

		ZI	
		Sim	Não
ZP <sub>TP</sub>	Sim	ZIP <sub>TP</sub>	-
	Não	+	OK

Fonte: Elaborado pela autora.

O cruzamento entre as Zonas de Interesse (ZI) e as Zonas Problemáticas quanto à distribuição espacial dos usos (ZP\_US) indicará em quais ZI ocorre problema de distribuição espacial de uso (para ambos grupos de renda), ou seja, se onde o grupo de interesse está localizado ocorre problema de uso do solo. Serão denominadas, portanto, de Zonas de Interesse Problemáticas do uso do solo (ZIP\_US). Nessas zonas, o fenômeno representado na ZI pode estar impactando e contribuindo para a problemática do uso do solo.

Da mesma forma, o cruzamento entre as Zonas de Interesse (ZI) e as Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP) indicarão em quais ZI ocorre problema de acessibilidade aos postos de trabalho, ou seja, se onde o grupo de interesse está localizado ocorrem problemas de transportes. Serão denominadas, portanto, de Zonas de Interesse Problemáticas dos transportes (ZIP\_US). Nessas zonas, o fenômeno representado na ZI pode estar contribuindo para a problemática de transportes.

Esses dois tipos de interação entre zonas, tendo como produto as Zonas de Interesse Problemáticas de US e de TP, gera um tipo de informação que pode auxiliar no processo de planejamento, otimizando alternativas de intervenção. Pois aponta, por exemplo, zonas específicas da cidade para se propor intervenções que reduzam os problemas de distribuição de usos e ao mesmo tempo beneficie um número maior de pessoas (que estariam nas ZI).

Existem os cruzamentos em que as Zonas Problemáticas (de US ou TP) não são Zonas de Interesse, indicados nas matrizes com o sinal negativo (-). Nesse caso, outros fatores, que não o fenômeno do espraiamento, podem estar influenciando para que as zonas apresentem problemas de distribuição espacial de usos ou de acessibilidade. Num processo de planejamento, por exemplo, poderia ser proposta uma diretriz para que não haja incentivo a ocupação dessas zonas.

Existe ainda o cruzamento em que a zona não é problemática, mas é de interesse (indicadas com o sinal positivo +). Um exemplo, para esse caso, seria o de uma zona em que ocorreu o processo de espraiamento urbano por autossegregação, mas que não possui problema de acessibilidade.

Por último, as zonas que não são problemáticas e nem de interesse (indicadas com o OK), implicam o cenário mais positivo envolvendo a problemática e o fenômeno em foco, onde, num processo de planejamento, se indicaria uma diretriz de incentivo à ocupação dessas zonas.

#### **4.2. Diagnóstico das Relações Causais**

Essa etapa visa diagnosticar as premissas de relações causais verificando a existência de correlação espacial entre problemas dos subsistemas de uso do solo e de transportes. Assim como na etapa de Caracterização e Diagnóstico dos Problemas, a presente etapa também fará uso das ferramentas de estatística espacial através de uma análise bivariada que indicará se há padrões espaciais estatisticamente dependentes entre os indicadores que representam o mix de usos emprego/domicílio e a acessibilidade aos postos de trabalho, para

os dois grupos de renda. Assim, o cálculo do Índice Local de Moran Bivariado será a ferramenta adequada para verificar a dependência territorial existente entre a distribuição espacial dos problemas tidos como causa e efeito (AGUIAR, 2015).

As zonas que evidenciam essa relação causal vão ser geradas a partir de uma análise bivariada local que quantifica a dependência espacial entre os valores do indicador de distribuição espacial dos usos e do de acessibilidade numa zona. Nessa análise, serão produzidos um mapa, denominado *BiLISA Cluster Map*, e um gráfico de espelhamento de Moran, nos quais as zonas serão classificadas em quatro grupos, considerando o valor do indicador de acessibilidade da zona explicado pelo valor do indicador de distribuição de usos das suas zonas vizinhas.

Esse tipo de análise leva a crer que, nessas zonas, os problemas de acessibilidade podem estar sendo gerados por problemas de distribuição espacial inadequada dos usos (baixo mix de usos), assim como uma boa distribuição espacial dos usos de uma zona pode estar influenciando no seu bom nível de acessibilidade aos postos de trabalho. Vale ressaltar que as zonas problemáticas que evidenciam a relação causal serão apenas aquelas com uma distribuição de uso com baixo mix e com um baixo nível de acessibilidade.

As matrizes da Figura 16 apresentam as possibilidades de cruzamento entre zonas (ZP\_US, ZP\_TP e ZI), que serão discutidas a seguir. A partir da análise bivariada, o mapa *BiLISA Cluster Map* vai apresentar as zonas resultantes dessa interação que evidenciam a relação causal (quadrante alto/alto e baixo/baixo) e que são problemáticas (ZP\_US e ZP\_TP) serão chamadas de Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal (ZP\_RC), é o que está demonstrado na matriz da esquerda. Existem também as zonas resultantes dessa interação que evidenciam a relação causal, mas que não são problemáticas (símbolo de OK).

Os cruzamentos que estão representados com um sinal negativo (-), são zonas que existem apenas um dos problemas (US ou TP). Nesses casos, não há evidências de relação causal de um problema de US gerando o de TP, é o caso de uma zona que possui um baixo nível de acessibilidade, mas tem uma boa distribuição espacial de usos, ou de uma zona com uma distribuição de usos inadequada, mas com um bom nível de acessibilidade. Esse tipo de análise ajuda no processo de planejamento, por identificar as zonas onde são necessárias intervenções em apenas um dos subsistemas para minimizar uma determinada problemática.

Figura 16: Cruzamentos entre Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas – Diagnóstico das Relações Causais.

$ZP_{US}$	Sim	Não
$ZP_{TP}$		
Sim	$ZP_{RC}$	-
Não	-	OK

$ZI$	Sim	Não
$ZP_{RC}$		
Sim	ZPI	-
Não	+	OK

Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo passo, como indicado na matriz da direita, será o cruzamento entre as Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal ( $ZP_{RC}$ ) e as Zonas de Interesse ( $ZI$ ) indicando as Zonas Prioritárias de Intervenção ( $ZPI$ ). Identificar essas zonas auxiliariam no processo de planejamento, por exemplo, pois poderiam ser definidas as zonas onde ações integradas de intervenção no uso do solo e nos transportes poderiam atuar reduzindo os problemas desses dois subsistemas e ao mesmo tempo beneficiar um maior número de pessoas de grupo de interesse (alta renda ou baixa renda) com essa ação.



## 5. APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA PROBLEMÁTICA NA CIDADE DE FORTALEZA

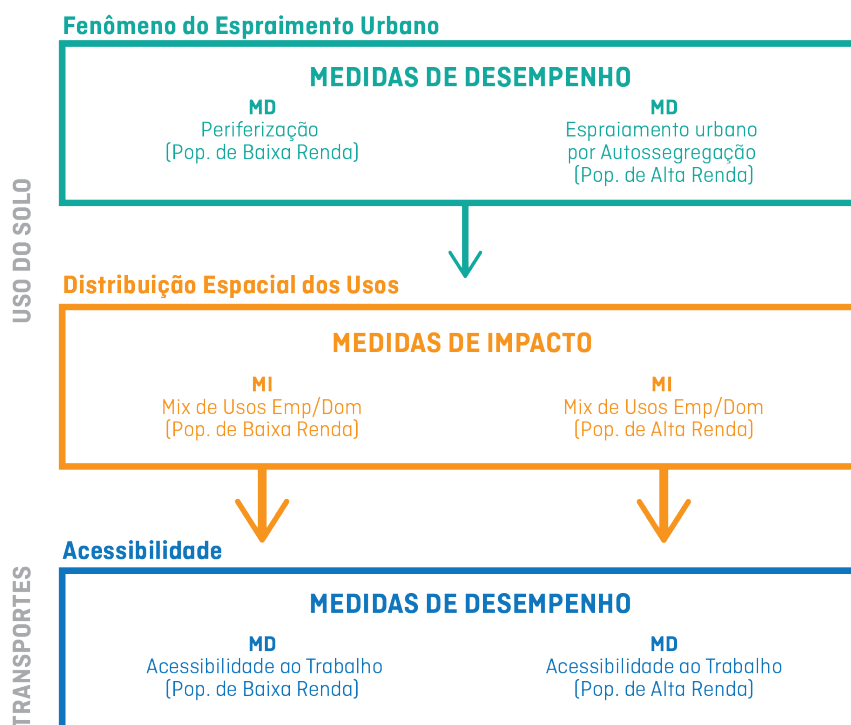
De forma a atingir o último objetivo específico proposto, esse capítulo trata da aplicação da proposta metodológica desenvolvida no capítulo 4. Essa aplicação visa caracterizar e diagnosticar a problemática do espraiamento urbano por autosegregação e seu impacto sobre a acessibilidade urbana na cidade de Fortaleza. A estrutura da análise a seguir está organizada na mesma sequência apresentada para a proposta metodológica no capítulo 4.

### 5.1. Caracterização e Diagnóstico dos Problemas

#### 5.1.1. Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis

O diagrama da Figura 17 apresenta as medidas de desempenho e de impacto que serão utilizadas na compreensão da problemática em estudo. Esse diagrama foi organizado com a mesma estrutura da Representação da Problemática, de forma a facilitar o entendimento de onde se encontra cada medida na sequência dessa análise.

Figura 17: Tipos de Indicadores definidos para a Caracterização e Diagnóstico da problemática.



Fonte: Elaborado pela autora.

### **5.1.1.1. Medidas de Desempenho do Uso do Solo**

No subsistema de uso do solo (US), os desequilíbrios gerados a partir das relações de oferta e demanda por espaço podem ser medidos através de medidas de desempenho (MD). O fenômeno de espraiamento urbano é a materialização de um desequilíbrio nesse subsistema e o objetivo dessa sessão é definir as medidas de desempenho para quantificá-lo.

A Representação da Problemática proposta apresenta o fenômeno do espraiamento urbano como sendo fruto de dois processos ocorridos para diferentes grupos de indivíduos: o por segregação imposta, para a população de baixa renda; e a autosegregação, para a de alta renda.

A configuração espacial residencial espraiada gerada por um processo de segregação imposta foi investigado por Andrade (2016), que o denominou de *periferização*, sendo, portanto, gerada pelos desequilíbrios internos do subsistema de US que afetam os indivíduos de baixa renda. Esse processo será retomado nesse trabalho, visto que há a necessidade de investigar a problemática da acessibilidade (subsistema de transportes) da população de baixa renda.

Assim, a escolha da medida de desempenho para representar esse fenômeno, no ano de 2015, deve retratar a localização residencial desse grupo de indivíduos. Para esse processo, não se busca investigar se houve ou não a descentralização residencial entre os anos de 2000 e 2015. Dessa forma, o retrato da localização dos domicílios de baixa renda para o ano de 2015 será utilizado para caracterizar esse processo. Assim será definida como medida de desempenho (MD) para caracterizar e diagnosticar a *periferização* a variável: quantidade de domicílios de baixa renda por zona em 2015 (DomBR15).

A configuração espacial residencial espraiada gerada por um processo de autosegregação é a problemática foco desse trabalho, sendo fruto dos desequilíbrios internos do subsistema de US para os indivíduos de alta renda. Assim, faz-se necessário analisar dois componentes do fenômeno de espraiamento urbano por autosegregação de forma a caracterizar e diagnosticar esse processo.

É de interesse desse estudo medir se houve um processo de descentralização residencial da população de alta renda e se há um padrão de ocupação do território com baixas densidades por esse grupo. Além de verificar esses dois componentes, da mesma forma que foi feito para a baixa renda, será analisada a intensidade da localização residencial da população de alta renda nas zonas para o ano de 2015.

Para verificar a descentralização residencial da população de alta renda é necessário comparar o padrão espacial de ocupação residencial ao longo do tempo, neste caso, entre os anos 2000 e 2015. Essa descentralização será caracterizada por um aumento dos domicílios de alta renda fora da Região Central, e vai ser medida através da proporção do aumento do total de domicílios de alta renda numa zona, entre os anos de 2000 e de 2015. A Figura 18 apresenta a formulação matemática desse indicador.

Figura 18: Formulação Matemática da MD: Descentralização Residencial de Alta Renda.

- DESCENTRALIZAÇÃO RESIDENCIAL DA POPULAÇÃO DE ALTA RENDA

$$DescentAR\_00\_15 = \left[ \frac{(Dom^{AR\_15} - Dom^{AR\_00})}{Dom^{AR\_00}} \right] \times 100$$

$Dom^{AR\_15}$  Total de domicílios de alta renda na zona em 2015

$Dom^{AR\_00}$  Total de domicílios de alta renda na zona em 2000

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Acioly (1998) os indicadores mais utilizados para indicar especificidades ocupacionais em relação à densidade são habitantes por hectare ou habitações por hectare, que, de acordo com o contexto de análise, podem ser expressos na forma de densidade bruta e densidade líquida. A primeira considera no denominador a área do território ocupada por todos os usos, já a segunda considera apenas a área de uso residencial. Nessa análise será considerada a densidade domiciliar líquida, que vai representar a eficiência do uso do solo residencial, levando a uma associação mais direta com as tipologias residenciais que podem estar ocupando esse território, mais verticalizadas ou no padrão de condomínios de casas.

Para verificar a hipótese de que existe um padrão de baixa densidade domiciliar da população de alta renda, o ideal é que fossem usadas como variáveis desse indicador o total de domicílios de alta renda da zona e a área de uso do solo do tipo residencial que é ocupado pela população de alta renda. No entanto, as bases de dados disponíveis não possuem a informação de uso do solo residencial estratificada por renda, o que se tem é a área total de uso do solo do tipo residencial por zona. Dessa maneira, o indicador adotado para se medir a densidade domiciliar líquida não será estratificado por renda, será definido pela razão entre o total de domicílios e área de uso do solo do tipo residencial da zona.

Para complementar essa análise, será quantificada a intensidade dos domicílios de alta renda no território. Através da sobreposição dos resultados de intensidade de domicílios

de AR aos de densidade, será possível verificar se zonas que possuem quantidade significativa de domicílios de AR estão ocupando o território com baixas ou altas densidades domiciliares. A Figura 19 apresenta as formulações matemáticas desses indicadores.

Figura 19: Formulação Matemática das MD: Densidade Domiciliar Líquida e Intensidade de Domicílios de AR.

- DENSIDADE DOMICILIAR LÍQUIDA

$$DensDom15 = \frac{Dom^{15}}{LRes}$$

$Dom^{15}$  Total de domicílios na zona em 2015

$LRes$  Área (hectare) ocupada por uso do solo residencial na zona

- INTENSIDADE DOS DOMICÍLIOS DE A.R.

$$Dom^{AR-15}$$

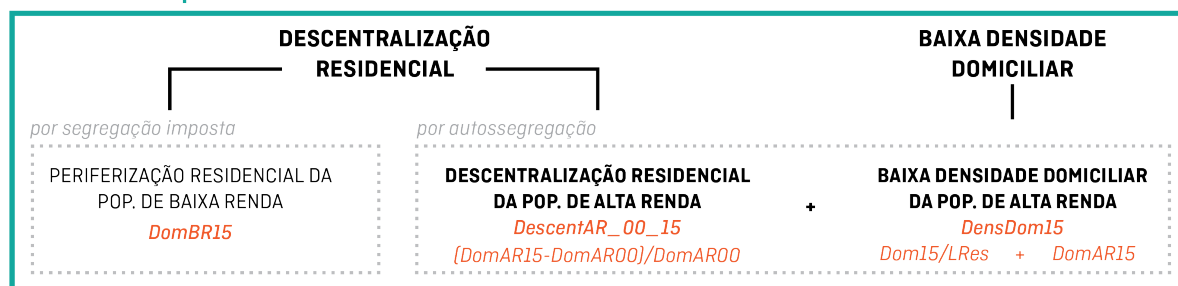
$Dom^{AR-15}$  Total de domicílios de alta renda na zona em 2015

Fonte: Elaborado pela autora.

Dessa maneira, serão utilizados três indicadores para avaliar o desempenho do subsistema de uso do solo. O diagrama da Figura 20 indica na Representação da Problemática esses indicadores e as variáveis que deverão ser utilizados para caracterizar e diagnosticar o fenômeno de espraiamento urbano por autosegregação e por segregação imposta.

Figura 20: Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Desempenho do Uso do Solo

#### Fenômeno do Espraiamento Urbano



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.1.1.2. Medidas de Impacto do Uso do Solo

A medida de impacto de Distribuição Espacial dos Usos, como foi representado no modelo ALUTI, tem influência direta na demanda do subsistema de transportes (decisões de viagem por exemplo), as restrições advindas dessa medida afetam a dinâmica interna desse subsistema.

As análises de configuração espacial do uso residencial foram contempladas na sessão anterior com as medidas de desempenho de uso do solo. Para complementar as informações quanto à configuração espacial das atividades produtivas (empregos), de maneira a melhorar a compreensão dos indicadores de Mix de Usos, será analisado o indicador de intensidade de oportunidades de emprego por renda (EmpBR15 e EmpAR15).

Representando a atividade trabalhar, essa variável deveria ser composta pelo total de empregos por grupo de renda por zona. No entanto, nas análises, a atividade residir é representada pela quantidade de domicílios, ficando numa escala muito diferente relacionar emprego com domicílio, onde o ideal seria relacionar emprego com pessoa. Além disso, as bases de dados não disponibilizam os dados empregos estratificados por renda.

Por esse motivo, será adotada uma variável *proxy*, obtida no processo de modelagem no TRANUS através dos coeficientes intersetoriais, para representar as oportunidades de emprego. Assim, a variável quantifica o total de domicílios de alta ou baixa renda ) atraídos pelos empregos de uma zona. Na Figura 21 é demonstrada a sua formulação matemática.

Figura 21: Formulação Matemática da variável Oportunidade de Emprego

Oportunidade de emprego para pop. de AR ou BR  
Domicílios de AR ou BR atraídos pelos empregos da zona *i*

$$Emp^{AR-15} = \sum_i (E_i^n \times \alpha^{AR-n})$$

$\alpha^{AR-n}$  Coeficiente intersetorial de consumo de domicílios de AR por empregos do tipo *n*

$E_i^n$  Empregos de tipo *n* na zona *i*

$$Emp^{BR-15} = \sum_i (E_i^n \times \alpha^{BR-n})$$

$\alpha^{BR-n}$  Coeficiente intersetorial de consumo de domicílios de BR por empregos do tipo *n*

Fonte: Elaborado pela autora.

Esse indicador também pode ser considerado uma medida de desempenho do subsistema de uso do solo, mas como os processos que influenciam nas decisões locais da atividade empreender não são objeto de investigação desse estudo, esse indicador será apresentado apenas nesse momento da análise para melhor compreender a sua influência na configuração da mistura de usos trabalhar/residir no território.

A interpretação da distribuição espacial dos usos (dos padrões de ocupação do território) pode se dar através de indicadores que incorporem aspectos como distâncias a serem percorridas, densidade ou diversidade de atividades no território, reconhecida por alguns autores como “mix de usos” (FRANK; PIVO, 1994, VAN WEE; MAAT, 2003). Para a problemática em estudo, deseja-se investigar se o desempenho do subsistema do uso do solo está gerando um padrão de ocupação monofuncional residencial nas periferias. A literatura

aponta alguns indicadores específicos para medir o grau de multifuncionalidade de uma região. Batty *et al.* (2003) utiliza a diversidade, representando as diferentes funções urbanas que podem ser simultaneamente acessadas em uma área. Rodenburg e Nijkamp (2002), por sua vez, utiliza uma medida de intensidade da presença de uma atividade em uma região.

Dessa maneira, um indicador que represente o mix de usos apresenta-se como sendo adequado para caracterizar a monofuncionalidade nas periferias urbanas, gerada por uma configuração espacial residencial espalhada em paralelo a uma configuração espacial das atividades produtivas centralizada, impactando diretamente no subsistema de transportes.

A relação demanda e oferta de oportunidades distribuídas no território para cada grupo de renda deverá ser expressa por um indicador de mix de usos trabalhar e residir, que, dentre os usos existentes numa cidade, estão diretamente relacionados aos níveis de acessibilidade aos postos de trabalho da população. A relação entre esses usos será representada por um indicador de razão entre as variáveis oportunidade de empregos e domicílios por grupo de renda. Na Figura 22 é demonstrada a sua formulação matemática.

A relação trazida nesse indicador também evidencia a existência de monofuncionalidade residencial na região periférica, pois uma zona com uma proporção de domicílios muito maior que a de empregos atesta que o uso do solo ali é predominantemente residencial. Como visto em Rodenburg e Nijkamp (2002), um indicador de intensidade da área de uso solo residencial sobre a área total solo ocupado numa zona também indicaria a existência desse padrão de ocupação. No entanto, não estão disponíveis nas bases de dados essa informação de uso do solo estratificada por renda.

Figura 22: Formulação Matemática das Medidas de Impacto de Distribuição Espacial de Usos

$$Mix\_AR_i = \frac{Emp_i^{AR\_15}}{Dom_i^{AR\_15}} \quad \frac{TRABALHAR}{RESIDIR} \quad Mix\_BR_i = \frac{Emp_i^{BR\_15}}{Dom_i^{BR\_15}}$$

<p><math>Mix\_AR_i</math> Mix de usos para Alta Renda na zona <math>i</math></p> <p><math>Emp_i^{AR\_15}</math> Oportunidade de emprego para a pop. de AR na zona <math>i</math> em 2015</p> <p><math>Dom_i^{AR\_15}</math> Domicílios de AR na zona <math>i</math> em 2015</p>	<p><math>Mix\_BR_i</math> Mix de usos para Baixa Renda na zona <math>i</math></p> <p><math>Emp_i^{BR\_15}</math> Oportunidade de emprego para a pop. de BR na zona <math>i</math> em 2015</p> <p><math>Dom_i^{BR\_15}</math> Domicílios de BR na zona <math>i</math> em 2015</p>
---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

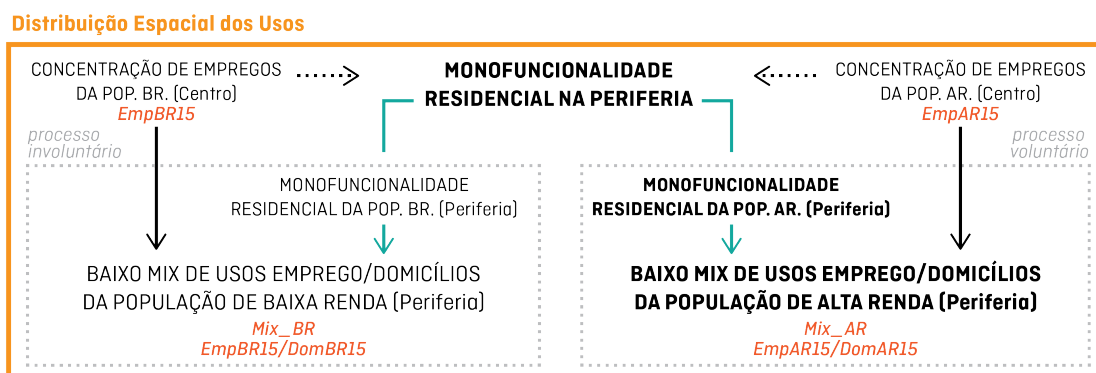
Quanto menor os valores desse indicador, significa que, numa zona, a quantidade de domicílios de uma renda é superior à quantidade de oportunidades de emprego existentes para essa população, é também um indicativo da predominância do uso residencial na zona

(monofuncionalidade). No caso de se ter uma zona com 50 oportunidades de emprego e 100 domicílios, o valor do indicador seria 0,50. O que significa que essa demanda por trabalho deverá suprida em outra zona com mais oportunidades, há, portanto, uma maior necessidade por deslocamentos motivo trabalho da população residente nessa zona do que numa zona com o indicador 1,5 por exemplo.

Apesar dos valores mais altos desse indicador expressarem uma monofuncionalidade do uso trabalho, essa situação não vai ser encarada como problemática nesse estudo, pois significará uma maior oportunidade de empregos para as pessoas que residem nessa zona, o que geraria menos necessidades de deslocamentos motivo trabalho.

O diagrama da Figura 23 insere esses indicadores e variáveis na Representação da Problemática, indicando os problemas de distribuição espacial inadequada dos usos por baixo mix empregos/domicílios que irão caracterizar e diagnosticar, assim como a concentração de empregos na região central.

Figura 23: Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Impacto do Uso do Solo



Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.1.1.3. Medidas de Desempenho dos Transportes

De acordo com Geurs e Van Eck (2001), a acessibilidade é a dimensão através da qual os subsistemas de uso do solo e de transportes permitem aos indivíduos alcançarem atividades ou destinos por meio dos modos de transportes. Essa percepção da acessibilidade do ponto de vista dos indivíduos (agentes ativos do sistema) é denominada de acessibilidade ativa (LOPES, 2015). Assim, serão adotadas, nesse trabalho, medidas de desempenho do subsistema de transportes que sejam capazes de medir essa acessibilidade ativa, representando o potencial dos indivíduos de alcançarem outros pontos no espaço a partir de uma dada localização (CASCETTA, 2009, VAN WEE; ANNEMA; BANISTER, 2013).

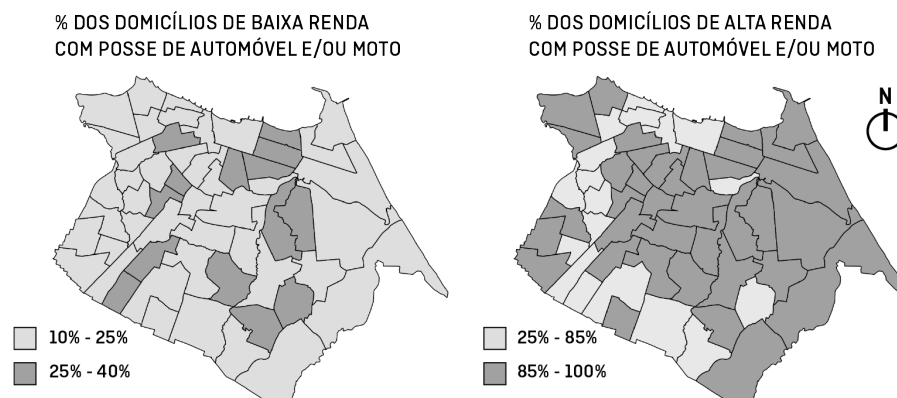
Geurs e Van Wee (2004) identificam quatro componentes básicos da acessibilidade: o componente do uso do solo, associado à distribuição espacial da demanda e oferta de oportunidades; o componente dos transportes, expresso como a desutilidade para um indivíduo de percorrer uma distância entre uma origem e um destino por um modo específico; o componente temporal, relacionado com as restrições de tempo, como a disponibilidade de oportunidades em diferentes períodos do dia e a disponibilidade de tempo dos indivíduos para participarem dessas atividades; e o componente individual, que reflete as necessidades, as habilidades e as oportunidades inerentes a cada indivíduo, baseado em suas características socioeconômicas, demográficas e físicas (LOPES, 2015). A interação entre esses componentes é a responsável por definir o nível da acessibilidade de uma região ou de um indivíduo e, idealmente, devem estar contemplados num mesmo indicador.

A medida de acessibilidade adotada será do tipo infraestrutural, dentro do conceito mais amplo apresentado em Geurs e Van Wee (2004), utilizada para medir o quanto o sistema facilita ou dificulta os deslocamentos entre origem e destino, considerando o nível de serviço da infraestrutura de transporte. Essa medida permite, assim, quantificar o desempenho dos transportes, através de avaliações de custo generalizado dentro de uma rede multimodal, que sofre influências das decisões tomadas no subsistemas de uso do solo e de atividades.

A acessibilidade da população de baixa renda utilizará do tempo de deslocamento pelo modo motorizado coletivo, uma vez que esse grupo possui baixo acesso ao modo motorizado individual. Em Fortaleza, segundo os Censo de 2010, em média, 22% dos domicílios de baixa renda possuem automóvel ou moto (ver figura Figura 24). Já a acessibilidade da população de alta renda será composta pelo tempo de deslocamento com modos motorizados individuais, já que, em média, 86% dos domicílios de alta renda possuem automóvel ou moto.



Figura 24: Proporção dos domicílios com posse de automóvel e/ou moto nas áreas de ponderação do IBGE



Fonte: IBGE (2010).

Para caracterizar e diagnosticar essa problemática, será utilizado um indicador capaz de medir acessibilidade potencial aos postos de trabalho dos indivíduos por grupo de renda. Similar ao que foi adotado em Andrade (2016), esse indicador será composto pelo tempo médio de viagens por modo de transporte de uma zona “i” a todas as outras “j” ponderado pelas oportunidades de emprego destinadas a população de um dos grupos de renda na hora de pico da manhã. O tempo de deslocamento utilizado nesse indicador é resultado da aplicação da modelagem integrada do TRANUS para a cidade de Fortaleza (SOUSA, 2016).

Dessa forma, tem-se um indicador infraestrutural, que contempla o componente de transportes, considerando as viagens realizadas e refletindo o nível de serviço da rede de transportes. E, por ser desagregado por grupos de indivíduos e por um período do dia (hora pico da manhã), acrescenta à análise elementos dos componentes individual e temporal. Apesar de não avaliar todas as oportunidades disponíveis à população como se espera para os indicadores do tipo locacionais, permite observar as zonas que mais atraem viagens, a partir da ponderação às oportunidades de emprego existentes em cada uma delas, contemplando a componente de uso do solo. Na Figura 25, é demonstrada a sua formulação matemática.

Figura 25: Formulação Matemática das Medidas de Desempenho de Acessibilidade

$$A_{AR_i} = \frac{\sum_j [T_{ij}^{MI} \times (Emp_i^{AR-15})]}{\sum_j (Emp_i^{AR-15})} \quad A_{BR_i} = \frac{\sum_j [T_{ij}^{MC} \times (Emp_i^{BR-15})]}{\sum_j (Emp_i^{BR-15})}$$

$A_{AR_i}$  Acessibilidade ao trabalho da pop. de Alta Renda residente na zona  $i$

$A_{BR_i}$  Acessibilidade ao trabalho da pop. de Baixa Renda residente na zona  $i$

$T_{ij}^{MI}$  Tempo de deslocamento por modo Motorizado Individual da zona  $i$  para as demais zonas  $j$

$T_{ij}^{MC}$  Tempo de deslocamento por modo Motorizado Coletivo da zona  $i$  para as demais zonas  $j$

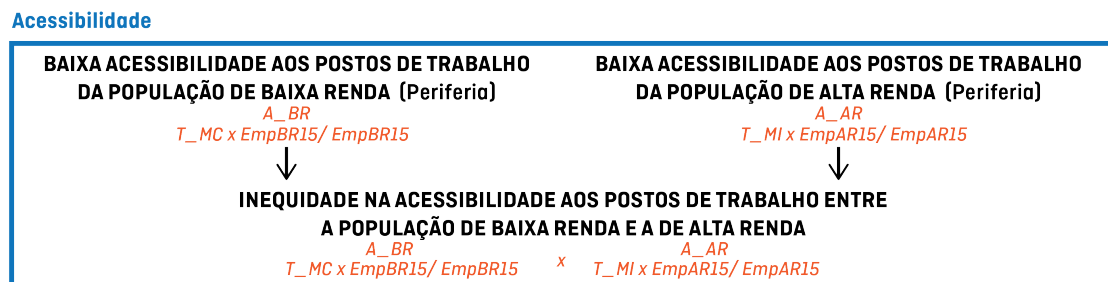
$Emp_i^{AR-15}$  Oportunidade de emprego para a pop. de AR na zona  $i$  em 2015

$Emp_i^{BR-15}$  Oportunidade de emprego para a pop. de BR na zona  $i$  em 2015

Fonte: Elaborado pela autora.

Como foi apresentado na Representação da Problemática, essas medidas irão caracterizar e diagnosticar duas categorias de problemas que envolvem a acessibilidade urbana: a sua distribuição desigual e inequânime. Tendo como base a sequência de análise proposta por Garcia (2016), serão avaliados num primeiro momento as hipóteses de problemas de desigualdade da acessibilidade, e, em seguida, as de distribuição inequânime. Para as duas análises serão utilizadas as medidas de desempenho do subsistema de transportes descritas nessa sessão. O diagrama da Figura 26 traz, na Representação da Problemática, esses indicadores e variáveis que serão utilizados para caracterizar e diagnosticar os problemas de acessibilidade aos postos de trabalho para cada grupo de renda.

Figura 26: Indicadores e Variáveis que compõem as Medidas de Impacto do Uso do Solo



Fonte: Elaborado pela autora.

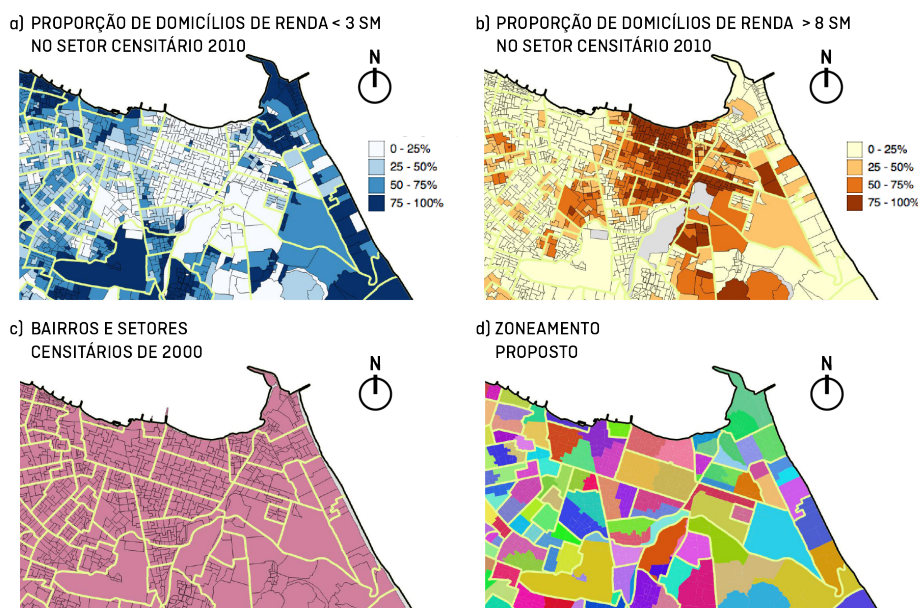
## 5.1.2. Coleta de Dados

### 5.1.2.1. Regiões e Zonas de Análise

O presente trabalho se manifesta num recorte espacial que se refere à metrópole enquanto articulação entre o município polo e o espaço intra-urbano conturbado no vetor sudeste, influenciado pelo fenômeno do espraiamento urbano por autosegregação. Dessa maneira, serão considerados nessa análise os municípios de Fortaleza e de Eusébio, que, apesar de não constituírem uma unidade espacial de planejamento ou gestão devido à ausência de instituições e marcos regulatórios de governança metropolitana, representam o processo de expansão metropolitana, a partir das dinâmicas de produção do espaço do município de Fortaleza enquanto município polo da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).

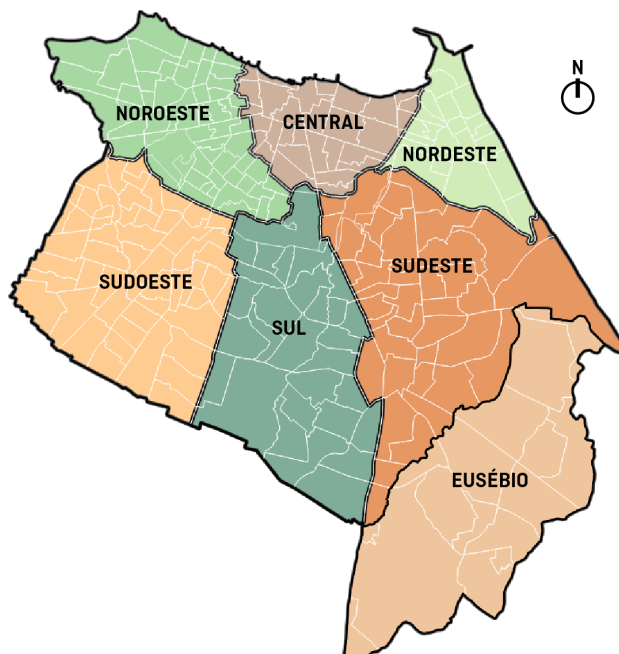
A definição do zoneamento seguiu os critérios descritos na proposta metodológica, com o objetivo de se chegar a unidades espaciais com suficiente homogeneidade econômica, através da agregação dos setores censitários. Para isso, foram utilizadas as distribuições espaciais das variáveis proporção de domicílios de baixa e de alta renda do total de domicílios de cada setor censitário, respectivamente Figura 27.a e Figura 27.b. Assim, as zonas foram definidas agrupando setores que: I) possuíssem homogeneidade econômica; II) pertencessem ao mesmo bairro em 2000; III), dialogar com a malha dos setores censitários de 2000 (Figura 27.c).

Figura 27 – Trecho de mapas utilizados para a definição do zoneamento da análise.



Ao todo, o zoneamento proposto para as análises de caracterização e diagnóstico da problemática possui 257 zonas (ver Figura 28). A cidade de Fortaleza foi subdividida em 241 zonas de análise, enquanto o Eusébio em 16 zonas.

Figura 28: Mapa com Regiões e Zonas de Análise



Fonte: Elaborado pela autora.

Além desse zoneamento, foram definidas 5 regiões em Fortaleza que, juntamente com o Eusébio, serão mencionadas e servirão de referência para as análises que seguem. A Região Central é composta por um grupo de zonas limitadas pelo primeiro anel viário da cidade, e compreendem o centro histórico, econômico, financeiro e administrativo da capital. Para fazer um contraponto a essa centralidade, as demais regiões serão chamadas de Região Periférica. Algumas dessas zonas são compostas em quase sua totalidade por áreas institucionais ou áreas verdes. Dessa forma, seis zonas serão excluídas das análises, a do Aeroporto, do Campus do Pici, e três do Parque do Cocó, restando um total de 251 zonas.

#### **5.1.2.2. Organização da Base de Dados**

Essa sessão tem por objetivo identificar e organizar as bases de dados utilizadas no processo de calibração do modelo TRANUS, necessário para a obtenção de indicadores e variáveis que não estão disponíveis em base oficiais ou coletadas em campo. Além de servirem de dados de entrada para calibrar parâmetros do modelo, de modo a ajustá-lo ao

contexto local, as informações contidas nessas bases podem ser utilizadas diretamente na composição dos indicadores.

Os dados de entrada utilizados para calibrar os setores transportáveis serão os dados populacionais, de empregos e educacionais, que virão das seguintes bases: Censos de 2010 e de 2000 (IBGE, 2000; IBGE, 2010), projeção e estimativa populacional do IBGE para 2015, Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para 2015, fornecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2015), Censos Escolar do Ensino Básico e do Ensino Superior (INEP, 2015). Os dados utilizados para calibrar os coeficientes intersetoriais serão advindos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do ano de 2015 e a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) para 2008/2009.

Para os setores não-transportáveis, os dados de uso e ocupação do solo de Fortaleza são oriundos do Cadastro do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) do ano de 2015, fornecidos pela Secretaria de Finanças de Fortaleza (SEFIN).

No subsistema de transporte, as decisões de viagens serão modeladas na hora pico da manhã e para o motivo trabalho, educação e outros para o ano de 2015. As informações necessárias para compor os dados de entrada para calibrar o modelo de transportes foram obtidas através da Pesquisa Domiciliar de origem-destino realizada para a RMF em 1996 e atualizada em 1999. E de dados de 2015 com as contagens volumétricas de equipamentos de fiscalização eletrônica, das validações do Sistema de Bilhetagem Eletrônica do transporte público, pesquisa de linha de travessia e linha de contorno. A Tabela 3 a seguir lista essas bases de dados, suas fontes, seu ano e em qual modelo do TRANUS vai ser utilizada.

Em algumas dessas bases, houve um tratamento para que estivessem no mesmo nível de agregação espacial das zonas de análise. As bases com informações mais agregadas a nível de bairro, por exemplo, se utilizaram da distribuição espacial dos tipos de uso do solo (SEFIN, 2015) para se estimar a localização mais desagregada dos seus dados. Algumas bases necessitaram de ajuste para que suas informações correspondam ao ano da análise, 2015. Foi o caso do Censo de 2010, que teve as informações populacionais projetadas para o ano de 2015, realizada pela projeção da taxas de crescimento populacional por setor entre 2000 e 2010 até o ano de 2015, de modo a se chegar no valor da população global da cidade informada nas projeções do IBGE para o ano 2015.

Tabela 3: Bases de Dados utilizadas para a calibração do TRANUS

Base de Dados	Fonte	Ano	Aplicação
Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)	Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)	2015	Modelo de Atividades/ Modelos de Uso do Solo
Censo Escolar do Ensino Básico	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)	2015	
Censo do Ensino Superior	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)	2015	
Cadastro dos Programas de Pós-Graduação	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)	2015	
Censo Demográfico de 2010	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2010	
Censo Demográfico de 2000	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2000	
Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2015	
Pesquisa de Orçamento Familiar (POF)	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2008/2009	Modelo de Atividades
Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2015	Modelos de Uso do Solo
Cadastro do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) para Fortaleza	Secretaria de Finanças de Fortaleza (SEFIN)	2015	
Base de Uso do Solo para Eusébio	Estimado por imagens de satélite do Google Earth	2015	Modelos de Transportes
Validações do Sistema de Bilhetagem Eletrônica do Transporte Público Rodoviário de Fortaleza	Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (Etufor)	2015	
Contagens volumétricas de laços magnéticos de semáforos ligados ao Controle Semafórico Centralizado Adaptativo em Tempo Real (SCOOT)	Autorarquia Municipal de Trânsito e Cidadania (AMC)	2015	
Contagens volumétricas de equipamentos de fiscalização eletrônica	Empresas: Atlanta, Trana, Fotossensores	2015	
Pesquisa de Linha de travessia e linha de contorno (Screen Line)	Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC)	2015	
Pesquisa Domiciliar de origem-destino na RMF (atualização da pesquisa de 1996)	Programa de Transporte Urbano de Fortaleza - PMF	1999	

Fonte: Elaborado pela autora.

A base de estabelecimentos da RAIS para 2015 foi especializada em Fortaleza a partir do seu atributo de CEP, possibilitando o georreferenciamento das informações no nível de agregação das zonas de análise. Para distribuir algumas informações que não foram possíveis de georeferenciar foi utilizada a base de uso do solo (SEFIN, 2015). No Eusébio, o número total de empregos do município obtido na RAIS de 2015 foi distribuído no território de acordo com sua base de uso do solo, pois só existe um número de CEP para todo o município. As áreas ocupadas por cada tipo de solo, consideradas na análise do Eusébio, foram obtidas a partir de estimativas por imagem de satélite, ajustadas com as informações de domicílio por setor censitário e com as relações de área ocupada por empregos de Fortaleza.

As informações contidas nessas bases que podem ser utilizadas diretamente na composição dos indicadores, serão denominadas de variáveis coletadas. Já outras variáveis serão obtidas a partir da modelagem integrada do TRANUS. Assim, de forma a organizar esses dois tipos de variáveis e suas respectivas bases de dados, a Tabela 4 apresenta todos os tipos de indicadores, identificados por suas siglas já descritas nas sessões anteriores, e suas

variáveis identificadas também pelas siglas já apresentadas, pelo seu tipo e por sua base de dados de origem. Os indicadores e variáveis modelados estão destacados em negrito na tabela.

Tabela 4: Síntese dos Indicadores e Variáveis com suas Bases de Dados de origem.

Tipo do Indicador	Indicador	Variáveis	Tipo de Variável	Base de dados
Medidas de Desempenho do US	DomBR15	Dom <sup>BR_15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
	DescentAR_00_15	Dom <sup>AR_15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
		Dom <sup>AR_00</sup>	Coletada	Censo 2000
	DensDom15	Dom <sup>15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
		LRes	Coletada	Cadastro IPTU - SEFIN
	DomAR15	Dom <sup>AR_15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
	<b>Emp<sup>BR_15</sup></b>	E <sup>n</sup>	Coletada	RAIS - 2015
		<b>a<sup>BR-n</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
<b>Emp<sup>AR_15</sup></b>	E <sup>n</sup>	Coletada	RAIS - 2015	
	<b>a<sup>AR-n</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS	
Medidas de Impacto do US	<b>Mix_AR</b>	<b>Emp<sup>AR_15</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
		Dom <sup>AR_15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
	<b>Mix_BR</b>	<b>Emp<sup>BR_15</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
		Dom <sup>BR_15</sup>	Coletada	Projeção p/ 2015 - Censo 2010
Medidas de Desempenho do TP	<b>A_AR</b>	<b>Emp<sup>AR_15</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
		<b>T<sup>MI</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
	<b>A_BR</b>	<b>Emp<sup>BR_15</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS
		<b>T<sup>MC</sup></b>	<b>Modelada</b>	TRANUS

Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.1.2.3. Calibração do Modelo TRANUS

O principal objetivo dessa etapa de calibração do TRANUS será a modelagem das decisões de localização dos domicílios (residir) e das atividades produtivas (trabalhar) na cidade, assim como, modelar as decisões de viagens das pessoas, que nesse trabalho serão para a hora de pico da manhã pelo motivo trabalho, educação e outros (SOUSA, 2016).

A calibração do modelo de atividades do TRANUS (com os dados da POF de 2009 e da PNAD de 2015) seguiu o método proposto por Sousa (2016) e tem como produto a matriz insumo-produto dos setores transportáveis apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Coeficientes Intersetoriais da Matriz Insumo-Produto Setores Transportáveis

Setores Transportáveis	Setores Produtivos (trabalhar)						Setores Populacionais (residir)			TOTALS
	Industrial	Primário	Adm. Pública	Comercial	Serviços	Educacional	Baixa Renda	Média Renda	Alta Renda	
Industrial										270.175
Primário										5.057
Adm. Pública										187.135
Comercial							0,20	0,46	0,65	294.414
Serviços							0,25	0,89	2,55	667.201
Educacional							1,01	0,85	0,72	819.146
Baixa Renda	0,43	0,46	0,13	0,39	0,36	0,03				522.067
Média Renda	0,11	0,14	0,19	0,17	0,15	0,01				228.640
Alta Renda	0,07	0,04	0,17	0,05	0,08	0,01				130.582
TOTALS	270.175	5.057	187.135	294.414	667.201	819.146	522.067	228.640	130.582	
<i>unidades</i>		<i>oportunidade de empregos</i>				<i>matrículas</i>	<i>domicílios</i>			

Fonte: Elaborado pela autora.

Os setores transportáveis definidos na modelagem para representarem as atividades no território são: Setores Produtivos do tipo Industrial, Primário, Administração Pública, Comercial, Serviços e Educacional; Setores Populacionais do tipo Baixa, Média e Alta Renda. Os setores das atividades produtivas serão representados pela quantidade de empregos por tipo e matrículas, enquanto os setores populacionais, pela quantidade de domicílios por classe de renda. As linhas e colunas totais representam o total de empregos, de matrículas e de domicílios de cada tipo existentes nas cidades. Na modelagem, os empregos dos setores Industrial, Primário e Administração Pública são considerados exógenos, apenas atraem os setores populacionais, eles não são atraídos/consumidos pelos outros setores.

Para as relações de trabalho, os resultados obtidos dessa calibração indicam que os empregos que menos atraem os domicílios de baixa renda são do tipo administração pública e educacional, por terem os menores coeficientes 0,13 e 0,03. Enquanto 100 empregos do tipo industrial significam oportunidade de empregos para 43 domicílios de baixa renda, 100 empregos de administração pública só vão significar oportunidade de emprego para 13 domicílios de grupo.

O oposto ocorre para os domicílios de alta renda, pois, de todos os tipos de emprego, os que mais atraem esse grupo são os de administração pública, com o maior coeficiente de 0,17. Enquanto 100 empregos do tipo industrial significam oportunidade de empregos para 7 domicílios de alta renda, 100 empregos de administração pública vão significar oportunidade de emprego para 17 desses domicílios.

Já para as relações de consumo, tem-se que os domicílios de alta renda são os que mais consomem os empregos do setor de serviços e comercial (com os maiores coeficientes,



2,55 e 0,65 respectivamente), ou seja, esses domicílios são os que mais consomem essas atividades produtivas. Os domicílios de baixa renda, por sua vez, são os que mais consomem o setor educacional (com o maior coeficiente de 1,01).

A discussão e análise dos coeficientes é importante uma vez que essas relações de consumo vão gerar as viagens. Ao saber que os domicílios de alta renda são mais atraídos pelos empregos de administração pública e que os empregos do tipo comercial serão mais consumidos por esse tipo de domicílio, leva a crer que, se esses setores estiverem localizados próximos um do outro, gerará uma redução nas distâncias de deslocamento das viagens, que serão realizadas para que se concretizem essas relações de consumo, gerando benefícios para o subsistema de transportes.

Assim, a partir dos coeficientes gerados por essa matriz, é possível extrair a quantidade de domicílios por renda atraídos por cada um dos tipos de emprego representados nos setores produtivos. Para as análises a seguir, essa relação irá representar as oportunidades de empregos destinados a população de determinada renda, variável que vai ser utilizada nos indicadores que caracterizam a distribuição de usos (subsistema de US) e a acessibilidade (subsistema de TP).

Na modelagem do uso do solo, que vai localizar no território as atividades, existem as relações entre os setores transportáveis e os não-transportáveis. Foram definidos para essa análise sete tipos de solo (setores não-transportáveis) a serem consumidos pelos setores produtivos e populacionais, são eles: Industrial, Comercial e de Serviços de baixo índice de aproveitamento, Comercial e de Serviços de alto índice de aproveitamento, Assentamento Precário e três do tipo Residencial: de baixo, médio e alto índice de aproveitamento. Essa divisão por índices de aproveitamento foi possibilitada pelas informações da base do cadastro do IPTU (SEFIN, 2015), com o objetivo de melhor representar a realidade, diferenciando as ocupações do solo entre as mais ou menos verticalizadas.

Não serão modeladas as relações de consumo de solo dos setores Primário, Administração Pública e Educacional, por não estarem inseridos numa lógica do mercado imobiliário como os demais, tendendo a terem localizações mais estáticas ao longo dos anos. Outro aspecto importante de pontuar é o de que só quem irá consumir o solo do tipo Assentamento Precário será o setor populacional de Baixa Renda.

Após terem sido definidas as relações de consumo entre as atividades e sua localização no território, foram modeladas as decisões de viagens, que resultaram em aproximadamente 250.000 viagens modeladas no horário de pico da manhã (de 7 às 8 horas).

Foram definidos para representar a oferta no modelo de transportes os seguintes modos de deslocamento na cidade: pedestres, bicicleta, carro, motocicleta, ônibus e micro-ônibus, trem e metrô. Esses modos foram agrupados em três conjuntos denominados: Motorizado Individual, Motorizado Coletivo e Não Motorizado. Na modelagem da demanda, os diferentes padrões de deslocamentos em Fortaleza foram representados por meio dos seguintes motivos de viagem: Trabalho, Educação e Outros.

No TRANUS, a rede viária é multimodal, onde todos os modos podem simultaneamente utilizar os mesmos segmentos de vias. Cada segmento é composto por características físicas, relacionadas com a estrutura física da rede, como a capacidade, e por características operacionais relacionadas aos modos, como a velocidade em fluxo livre. Um aspecto relevante a ser apontado nessa configuração multimodal do modelo de oferta dos transportes é que nela os modos motorizados coletivos e individuais irão disputar espaço nas mesmas vias, contribuindo conjuntamente para o congestionamento dessas vias, afetando seus níveis de serviço. Outro aspecto a ser ressaltado é a possibilidade de integração no modo motorizado coletivo, o que possibilita a composição de rotas com a combinação entre linhas de ônibus.

### **5.1.3. Situação Atual, Magnitude dos Problemas, Zonas de Interesse e Zonas Problemáticas**

As análises dessa sessão seguem o método proposto nas sessões 4.1.3. e 4.1.4, cujos resultados serão o principal produto da etapa de Caracterização e Diagnóstico dos Problemas. A sequência de análise espacial exploratória proposta nesse estudo é composta por mapas e gráficos que vão apresentar o panorama da situação atual e a magnitude dos problemas, além de identificar zonas de interesse e zonas problemáticas para a cidade.

Como ferramentas para visualização e análises dos dados georreferenciados foram utilizados os *softwares* livres QGIS e o GeoDa, o primeiro para elaborar os Mapas de Quartis e definir zonas de interesse e problemáticas, o segundo para elaborar os mapas *Moran Map*, *Lisa Cluster Map* e o gráfico *Box Spot*. Todos os mapas e gráficos apresentados nessa sessão foram elaborados pela autora utilizando as bases de dados especificadas na Tabela 4.

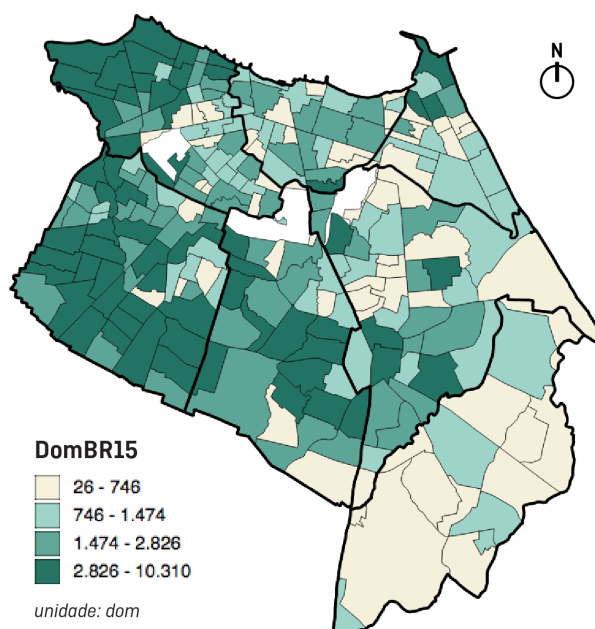
### 5.1.3.1. Fenômeno do Espraçamento Urbano

#### 5.1.3.1.a. Periferização Residencial da População de Baixa Renda

A partir do que vem sendo discutido na literatura (FREITAS; PEQUENO, 2015; ANDRADE, 2016), há a compreensão de que o fenômeno de espraiamento urbano por segregação imposta que atinge à população de baixa renda é um processo mais antigo, que vem se estabelecendo na cidade há mais de cinquenta anos. O que é evidenciado quando se observa que, entre 2000 e 2015, não houve alterações nos padrões de localização dos domicílios de baixa renda (BR) no território.

Nesse período, houve um acréscimo de 134% no total de domicílios considerados de baixa renda em Fortaleza, correspondendo a um aumento de 291.270 domicílios, que se distribuiu de maneira uniforme nas regiões da cidade. Para caracterização e diagnóstico desse processo, tem-se como medida de desempenho o Total de Domicílios de Baixa Renda por zona em 2015 (DomBR15). A Figura 29 apresenta o Mapa de Quartis desse indicador, onde se observa uma maior intensidade desses domicílios no lado oeste da cidade.

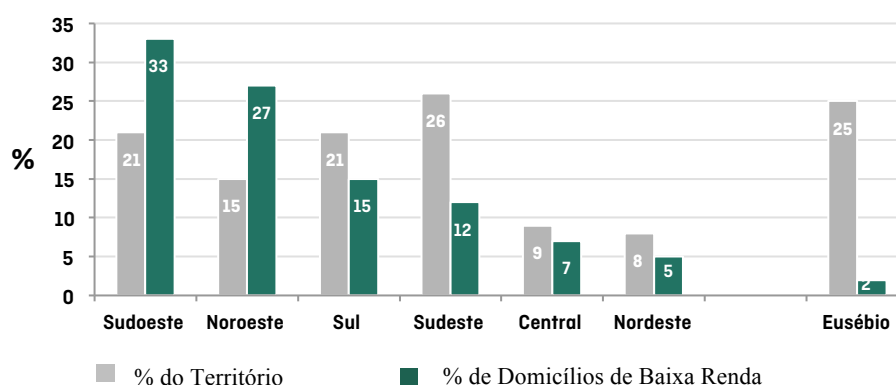
Figura 29: Mapa de Quartil – Domicílios de Baixa Renda em 2015.



Em 2015, 60% dos domicílios de Fortaleza são de baixa renda (BR), totalizando quase 510.000 domicílios nesse grupo. Desse total, 93% localizam-se nas regiões periféricas (91% do território da cidade), dos quais 81% encontram-se nas regiões Sudoeste, Noroeste e Sul (58% do território da cidade), como foi percebido no Mapa de Quartis.

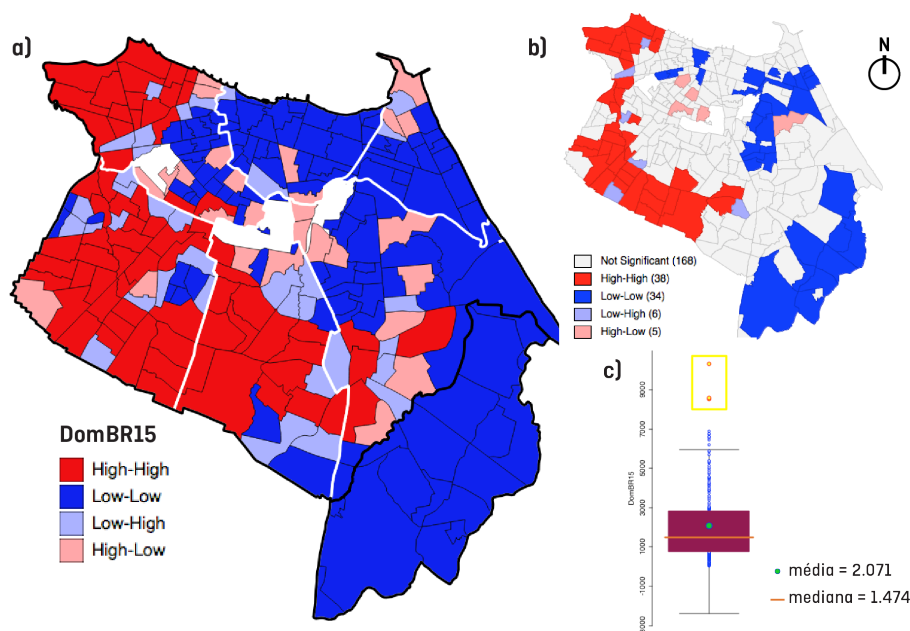
O Gráfico 1 apresenta, para cada uma das regiões de análise, uma relação percentual entre sua quantidade de domicílios de baixa renda e a área que ocupam no território. Merece ser destacada a discrepância entre as regiões Sudoeste e Sudeste. Enquanto as duas regiões possuem áreas similares, a região Sudoeste possui três vezes mais domicílios de baixa renda. O perfil de ocupação residencial de baixa renda na cidade é representado nessas diferenças entre essas duas regiões, evidenciando a hipótese de que cada uma passa por processos que levam a diferentes ocupações.

Gráfico 1: Regiões de Análise – Percentuais de Domicílios de Baixa Renda em 2015 e de sua Área no Território



A Figura 30 apresenta os mapas com os resultados das análises espaciais do Índice local de Moran para esse indicador, sendo que no *LISA Cluster Map* são visualizadas apenas as zonas onde ocorrem regimes espaciais com grau de significância estatística de 5%. O *Box Plot* destaca os valores que estão a mais ou a menos do que 1,5 padrões da média.

Figura 30: a) Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Total de Domicílios de Baixa Renda em 2015.

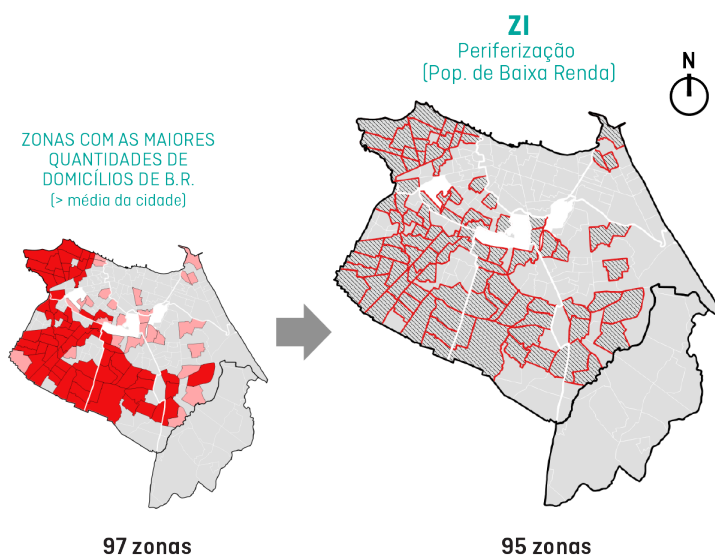


Os resultados dessas análises apontam para uma tendência espacial de concentração de domicílios de baixa renda nas regiões Sudoeste, Noroeste e Sul (lado oeste da cidade), onde estão os valores mais altos do indicador (*High-High*). Percebe-se ainda a existência de um aglomerado significativo de grandes quantidades desses domicílios nessa região (*LISA Cluster Map*), o que corrobora com a hipótese de que existe o processo de periferização residencial da população de baixa renda e de que está localizado nas regiões periféricas no lado oeste da cidade, especialmente na região Sudoeste. O Eusébio apresenta um número de domicílios de baixa renda bem inferior ao encontrado em Fortaleza, destacado no aglomerado de zonas com baixa quantidade de domicílios desse grupo de renda.

#### 5.1.3.1.b. Zonas de Interesse Periferização

Observando no gráfico *Box Plot* (Figura 30.c) os valores de cada zona do indicador, percebe-se que existem apenas três zonas com valores extremos, o que não gera grande impacto no seu valor médio. Assim, para a definição das Zonas de Interesse que caracterizam o processo de periferização, será considerado como parâmetro o valor médio do indicador nas zonas de análise, apresentado no *Moran Map* (Figura 30.a). As zonas que tiverem uma quantidade de domicílios de BR acima desse valor de referência (*High-High e High-Low*) serão consideradas como de interesse para a análise, pois nelas estarão representados a maior parte dos indivíduos de baixa renda da cidade. A Figura 31 traz as 95 Zonas de Interesse definidas para representar esse processo de periferização que influencia nas decisões locacionais de residir da população de baixa renda. Essas decisões estão materializadas, portanto, no local onde esses indivíduos residem em 2015.

Figura 31: Zonas de Interesse Periferização



### 5.1.3.1.c. *Descentralização Residencial da População de Alta Renda*

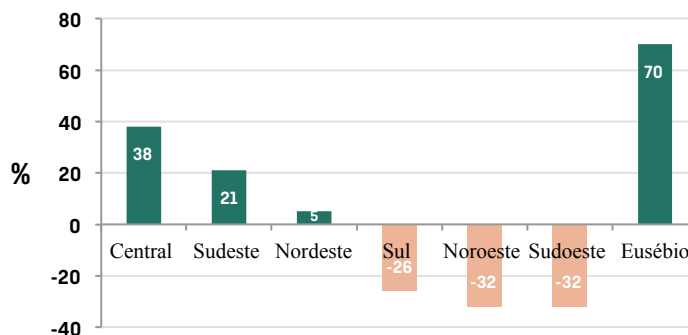
A descentralização residencial da população de alta renda é um dos dois componentes do fenômeno de espraiamento urbano por autoss segregação que será analisado de forma a caracterizar e diagnosticar esse processo. Para isso, faz-se necessário comparar a configuração espacial residencial desse grupo de indivíduos ao longo do tempo, que nessa análise serão os anos de 2015 e de 2000. O que se pretende investigar é se houve um aumento dos domicílios de alta renda fora da Região Central, evidenciando que houve uma nova dinâmica no subsistema de Uso do Solo que levou, nesse período, a uma configuração espacial mais dispersa na Região Sudeste.

Entre 2000 e 2015, Fortaleza teve um decréscimo de 4% na quantidade de domicílios de alta renda. Isso se deveu ao fato de que menos domicílios passaram a ser considerados dentro dessa faixa de renda, devido à valorização do salário mínimo e ao aumento do seu poder de compra. O valor do salário mínimo, ao longo desses anos, teve uma valorização acima da inflação, enquanto que os salários das pessoas normalmente são reajustados baseados na inflação. Assim, uma pessoa que, em 2000, ganhava o equivalente a 8 salários mínimos e se enquadrava no grupo de alta renda, hoje deve ganhar um valor que equivale a menos de 8 salários mínimos, estando fora desse grupo de renda. Dessa forma, tornou-se mais difícil, em relação à 2000, um domicílio fazer parte do grupo de alta renda.

No entanto, dentro desse contexto, existem algumas zonas que apresentaram um aumento no número de domicílios de alta renda nesse período, o que significa que esse crescimento foi bastante significativo, podendo indicar um enriquecimento das pessoas que já moravam na zona ou uma ida de pessoas desse grupo de renda para essas zonas advindas de outras regiões.

Assim, como pode ser observado no Gráfico 2, entre 2000 e 2015, além da Região Central (que historicamente concentra os domicílios de alta renda), outras regiões tiveram um crescimento do seu total de domicílios de alta renda, com destaque para Região Sudeste e para o Eusébio. Ressalta-se que os domicílios considerados de AR no Eusébio correspondem a apenas 1% do número desse tipo de domicílio existente em Fortaleza.

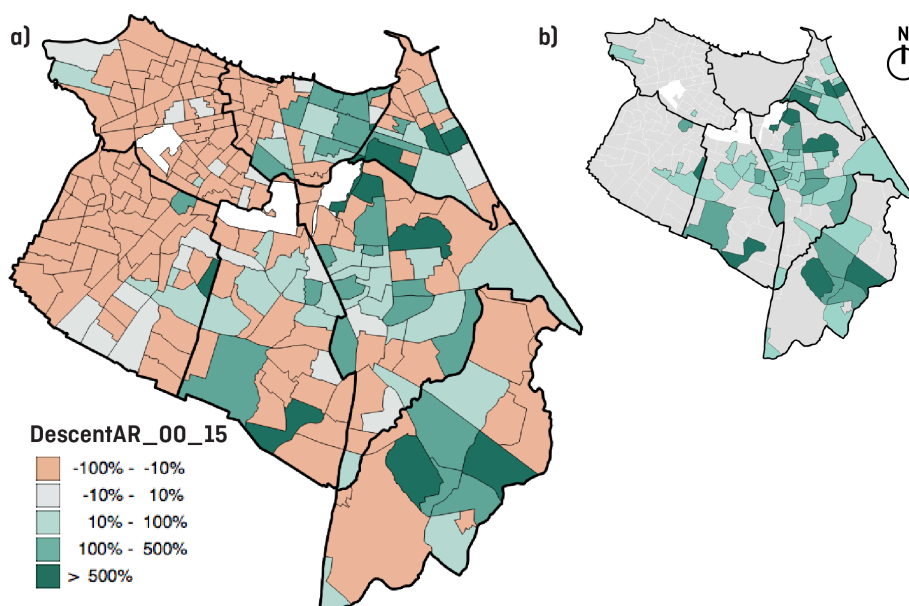
Gráfico 2: Crescimento dos Domicílios Alta Renda por Região entre 2000 e 2015



A análise do indicador definido para caracterizar e diagnosticar essa descentralização, não seguirá a sequência de mapas indicados na proposta metodológica. Será necessária a produção de um mapa que espacialize os resultados em classes de valores definidas previamente, indicando como se deu esse crescimento em cada zona de análise.

A Figura 32 apresenta o mapa desse indicador, onde se observa um crescimento do número desses domicílios na Região Sudeste e no Eusébio, evidenciando a hipótese de que houve um processo de descentralização residencial nessa direção sudeste da metrópole. O crescimento nas regiões Central e Nordeste é natural visto que concentram uma grande parcela desses domicílios, quase metade dos domicílios de alta renda da cidade estão nessas duas regiões.

Figura 32: Mapa do Indicador de Descentralização Residencial População de Alta Renda



A Região Sul também apresentou um crescimento desses domicílios nos últimos 15 anos, o que leva a crer que foi motivado a partir de investimentos na região do entorno do

Castelão, estimulados pela Copa de 2014. Outras zonas dessa região podem ter tido esse crescimento devido a implantação de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida para faixas 3 e 4 de classes de renda mais altas.

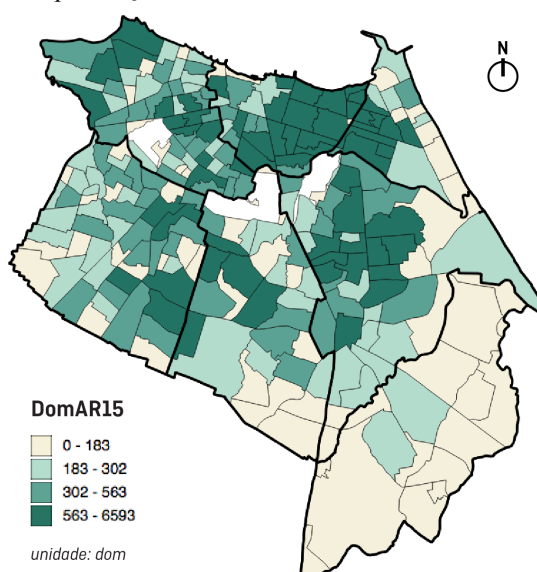
A partir dessa análise da situação atual, serão definidas as zonas que representam o processo de descentralização (ver Figura 32.b), que serão as zonas que tiveram um crescimento dos domicílios de AR superior a 10 % de um ano para o outro. Serão desconsideradas as zonas da Região Central, as que decresceram e as que não tiveram crescimento significativo (entre -10% a 10% de crescimento). Essas zonas junto às que representam a baixa densidade domiciliar e a maior intensidade da população de AR irão definir as Zonas de Interesse do fenômeno de espraiamento urbano por autosegregação.

#### 5.1.3.1.d. *Baixa Densidade Domiciliar da População de Alta Renda*

Para caracterizar a densidade da ocupação residencial de alta renda (AR) no território serão utilizados dois indicadores, um que verifica a densidade líquida dos domicílios nas zonas e o outro, a intensidade dos domicílios de alta renda no território.

A medida de desempenho utilizada para representar a intensidade dos domicílios de AR no território é a de Total de Domicílios de Alta Renda por zona em 2015 (DomAR15), apresentada o Mapa de Quartis da Figura 33. No mapa, a maior intensidade do indicador (último percentil) ocorre nas regiões Central, Nordeste e Sudeste.

Figura 33: Mapa de Quartil – Total de Domicílios de Alta Renda em 2015.

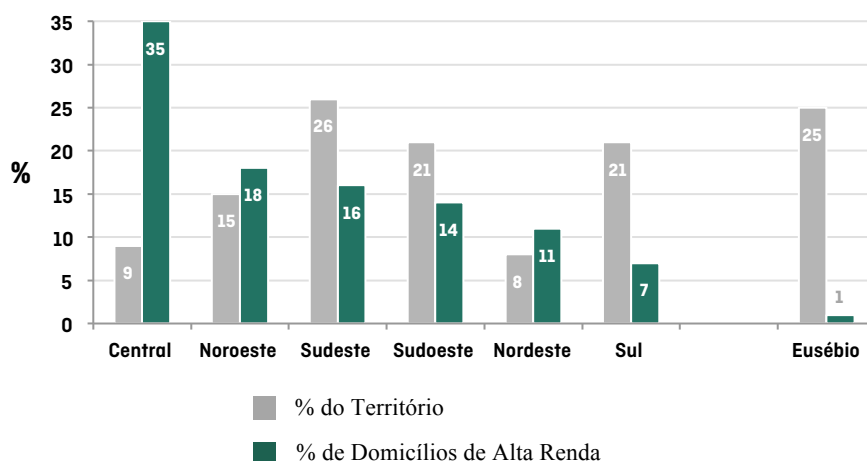


Em 2015, 15% dos domicílios de Fortaleza são de alta renda (AR), um total de quase 130.000 domicílios, dos quais 35% localizam-se na Região Central em apenas 9% do



território da cidade. Conforme apresentado no Gráfico 3, em Fortaleza, a Região Sul é a que menos concentra os domicílios desse grupo de renda.

Gráfico 3: Regiões de Análise – Percentuais de Domicílios de Alta Renda em 2015 e de sua Área no Território

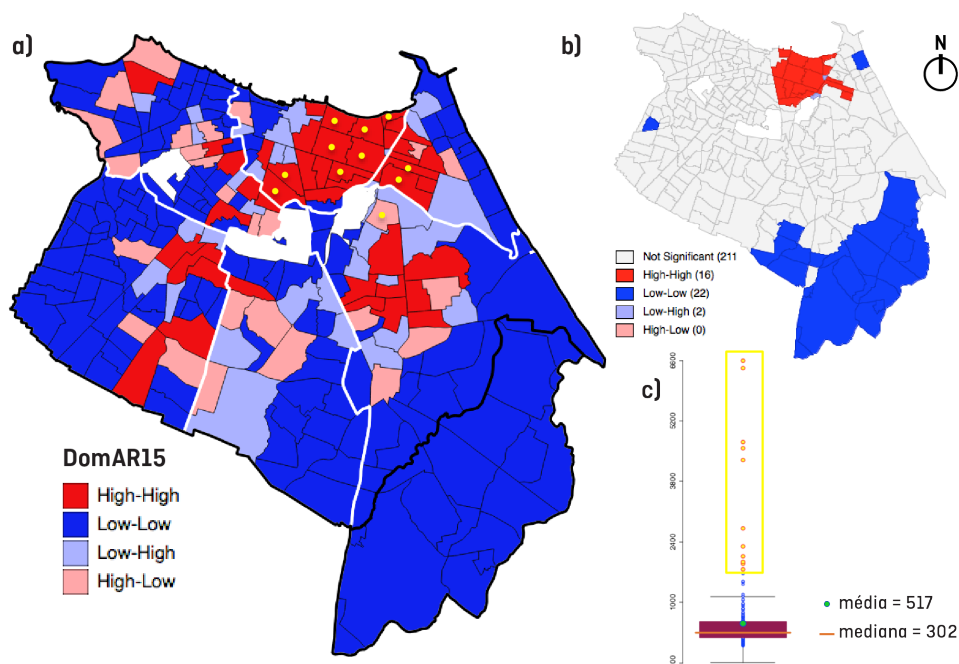


Essas análises evidenciam que o padrão de ocupação dos domicílios de alta renda encontra-se bastante concentrado na Região Central, configuração espacial que condiz com os padrões históricos de ocupação desse grupo de renda no território da cidade. Apesar dessa concentração, o que se quer investigar nesse estudo é a existência de um processo na Região Sudeste, que atinge a uma parcela de domicílios de alta renda equivalente a um quarto do total existente na cidade (16%).

O *Moran Map* (Figura 34.a) evidencia a hipótese de que existe uma tendência de localização e de aglomeração dos domicílios de alta renda na região Sudeste, ainda que não apareça como significativo no *LISA Cluster Map* (Figura 34.b), que destaca o padrão centralizado já consolidado.

Os valores extremos percebidos no *Box Plot* (Figura 34.c) correspondem a 11 zonas, nas quais a quantidade de domicílios de AR é superior ao valor médio da cidade em mais de 1,5 vezes o desvio padrão, destacadas com um ponto amarelo na Figura 34.a. Essa situação acaba por elevar o valor médio desse indicador, que é quase o dobro do valor mediano da cidade. Essa situação faz com que sejam consideradas uma quantidade menor de zonas de valores altos no *Moran Map*, pois esses valores altos teriam que ser superiores ao médio da cidade. Assim, para definir as Zonas de Interesse desse processo, serão consideradas, como parâmetro para identificar as zonas com uma maior intensidade de domicílios de AR, aquelas que possuem os valores mais altos em relação à mediana da cidade.

Figura 34: a) Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Total de Domicílios de Alta Renda em 2015



Como se quer representar um processo recente na cidade de decisões locais de moradia da alta renda, é provável que zonas onde esse processo está no início não apresentem um número elevado de domicílios desse grupo de renda. Por esse motivo, para que essas zonas não sejam excluídas da análise de Zonas de Interesse, serão consideradas as que estão nos três maiores percentis no Mapa de Quartil. Apenas as zonas que possuem os seus valores no menor percentil serão desconsideradas, que correspondem a uma quantidade muito pequena de domicílios de alta renda.

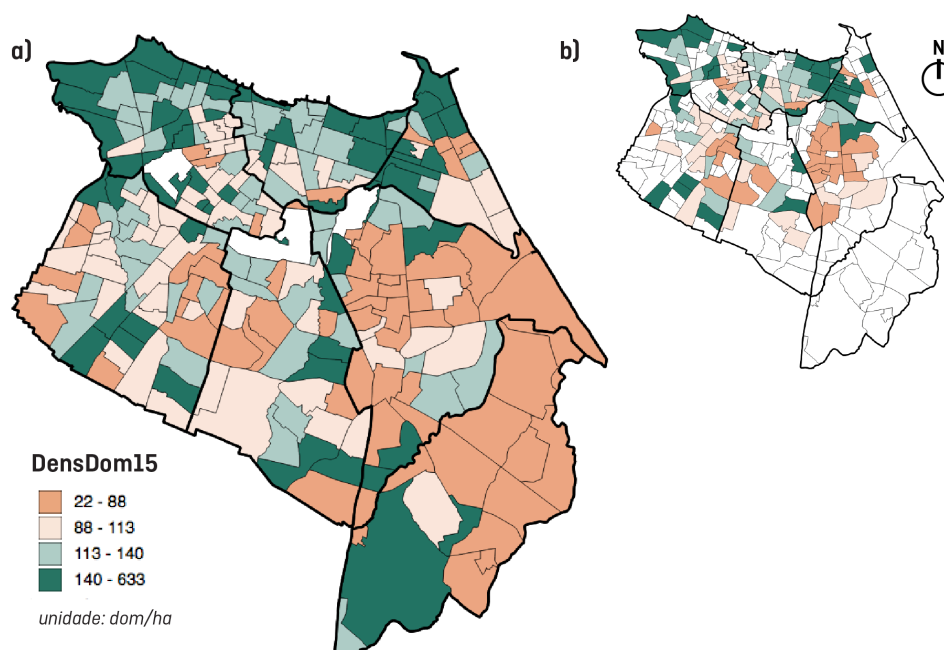
Assim, na caracterização da descentralização, não serão consideradas as zonas com poucos domicílios de AR que tiveram um alto crescimento entre 2000 e 2015. Um exemplo disso seria o de uma zona que passa de 1 para 5 domicílios de AR entre 2000 e 2015, que estaria sendo considerada pelo seu um crescimento muito alto.

A medida de desempenho utilizada para representar os padrões de ocupação do solo, com baixa ou com alta densidade, é a de Densidade Domiciliar Líquida por zona (DensDom15). No Mapa de Quartis da Figura 35.a, os valores mais baixos do indicador, indicando as mais baixas densidades, ocorrem na Região Sudeste e no Eusébio.

A Figura 35.b permite visualizar as densidades somente das zonas que apresentaram a maior quantidade de domicílios de alta renda. Nesse mapa deixa evidente que existe o padrão de ocupação residencial de baixa densidade no território pela população de AR, localizado na Região Sudeste. O que vai ao encontro da hipótese de que nessa região

ocorre o fenômeno de espraiamento por autossegregação, caracterizado pelo componente da baixa densidade domiciliar junto ao da descentralização residencial, já visto.

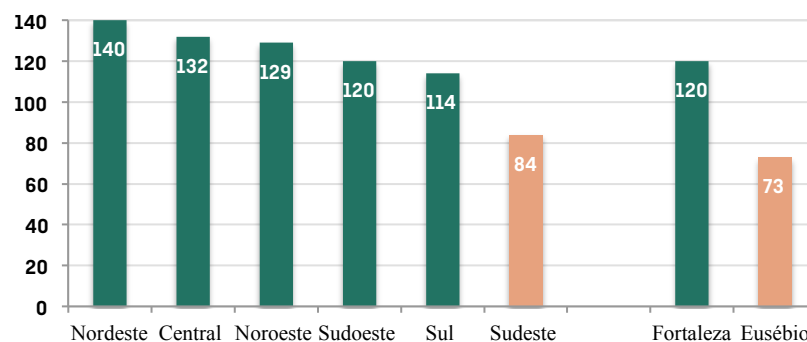
Figura 35: a) Mapa de Quartil – Densidade Domiciliar Líquida em 2015. b) Densidade Domiciliar Líquida em zonas com maior intensidade de domicílios de AR.



O Plano Diretor de Curitiba (2015) traz alguns valores de referência para esse indicador, ao estabelecer três classes de níveis de densidade. O plano define como áreas de baixa densidade aquelas que possuem até 80 habitações por hectare, as áreas com ocupação entre 81 e 200 habitações por hectare são de média densidade e as que estão na faixa entre 201 e 400 habitações por hectare são classificadas como de alta densidade de ocupação.

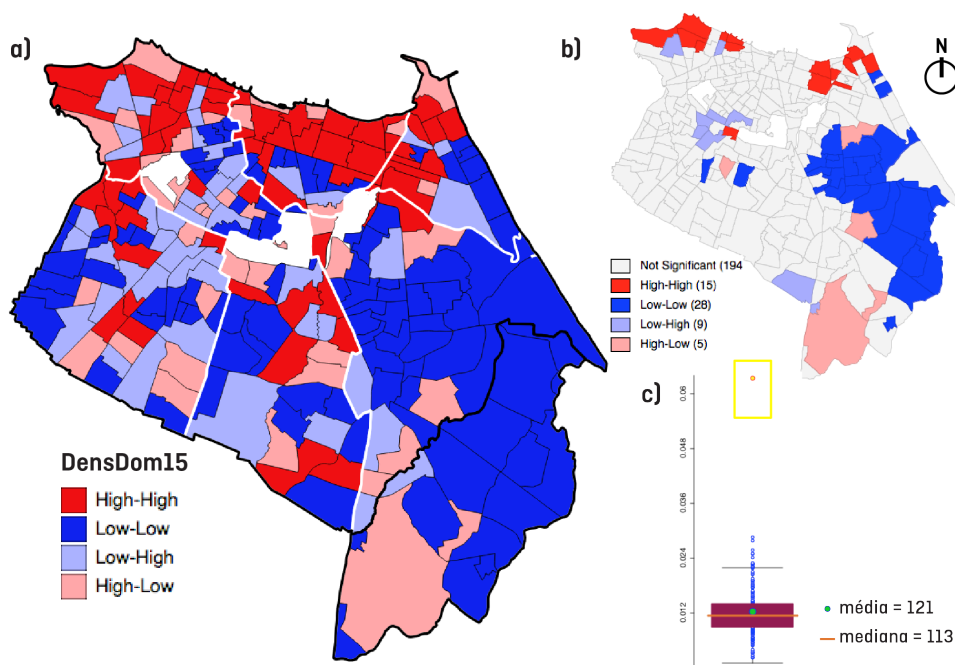
O Mapa de Quartil estabeleceu quatro classes de valores que são de fácil correspondência à classificação de Curitiba, a exemplo dos valores das zonas de cor laranja que se configuram como um padrão de baixa densidade. O Gráfico 4 apresenta os valores médios do indicador para cada região de análise, e reforça a hipótese da existência desse padrão de ocupação de baixa densidade domiciliar na Região Sudeste, que juntamente com o Eusébio se diferencia das demais regiões.

Gráfico 4: Densidade Domiciliar Líquida (dom/ha) das zonas com maior intensidade de domicílios de AR por região



Os resultados apresentados na Figura 36 apontam para uma tendência espacial de concentração zonas com baixa densidade domiciliar na região Sudeste, onde estão os valores mais baixos do indicador (Low-Low e Low-High). Essa tendência é reforçada pela existência de um aglomerado significativo de zonas com esse padrão de ocupação nessa região (Figura 36.b). Assim, essas análises evidenciam hipótese de que há um padrão de ocupação do território com baixas densidades na Região Sudeste.

Figura 36: Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Densidade Domiciliar Líquida em 2015



No gráfico de Box Plot (Figura 36.c) pode ser visualizado um valor extremo, que corresponde a uma zona que tem a maior parte do seu território ocupado pela Lagoa da Parangaba. Possui uma área pequena de solo residencial para ser ocupado por um padrão verticalizado, o que contribui para essa alta densidade. Apesar da existência desse valor

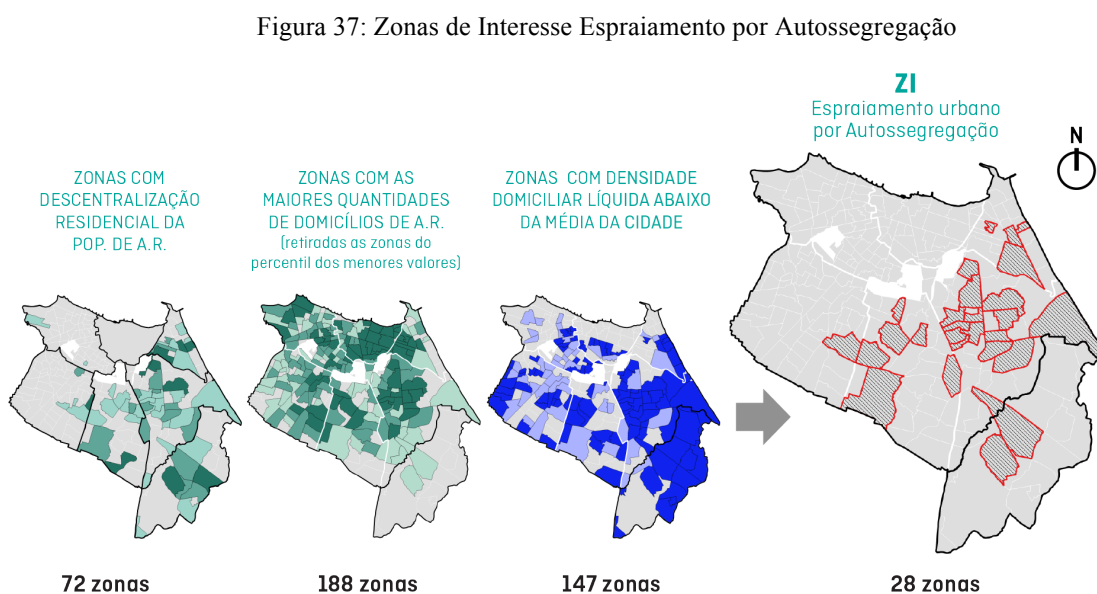
extremo, o valor médio do indicador não é impactado, estando ainda próximo ao valor mediano.

Para a definição das Zonas de Interesse, será adotado como parâmetro, para representar as mais baixas densidades, os valores mais baixos do *Moran Map*, que são em relação ao valor médio do indicador nas zonas de análise (121 dom/ha). Apesar desse valor médio de densidade estar um pouco acima do que o plano diretor de Curitiba, que classifica como área de baixa densidade (80 dom/ha), ainda assim será adotado como parâmetro, por representar melhor o contexto local.

#### 5.1.3.1.e. Zonas de Interesse Espreadimento Urbano por Autossegregação

A definição das Zonas de Interesse que caracterizam o fenômeno de espreadimento urbano por autossegregação vai ser possibilitada pelas análises dos três indicadores que compõem as medidas de desempenho do US. Após definidas as zonas que representam a descentralização, a baixa densidade e a alta intensidade dos domicílios de alta renda, as Zonas de Interesse serão aquelas em que irão coexistir esses três processos.

A Figura 37 traz as 28 Zonas de Interesse definidas para representar esse fenômeno que representa as decisões locacionais de residir da população de alta renda. Os resultados evidenciam a hipótese de que esse fenômeno está localizado na Região Sudeste indo em direção ao Eusébio

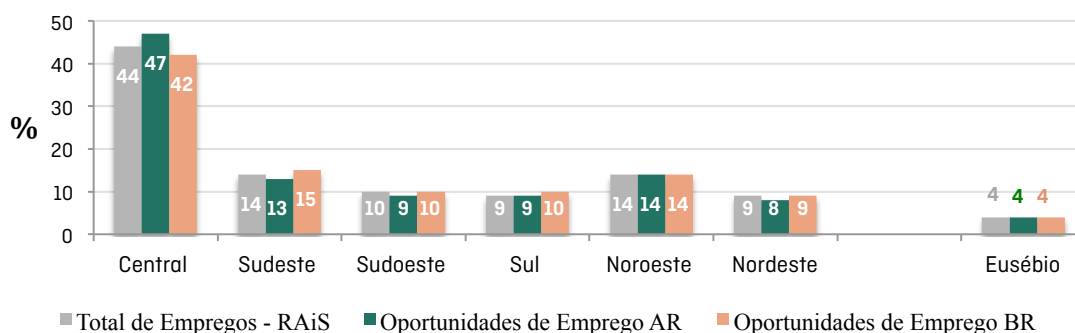


### 5.1.3.2. Distribuição Espacial dos Usos

De forma a complementar as análises do uso residencial realizadas na sessão anterior, essa sessão será iniciada com a compreensão da configuração espacial das atividades produtivas (empregos). O que vai permitir a visualização de como estão distribuídos no território os usos que compõem o indicador proposto para representar os problemas na distribuição espacial dos usos (monofuncionalidade residencial). Para ter a informação relativa ao uso trabalho estratificada por renda foi definido o indicador de oportunidade de empregos, cuja intensidade vai ser verificada por zona de análise.

O Gráfico 5 apresenta a distribuição por região de três dados de empregos, um coletado na RAIS (MTE,2015) e os outros dois modelados pelo TRANUS. Percebe-se que os indicadores de oportunidade de emprego modelados seguem a mesma distribuição do dado coletado da RAIS. Fica evidente a concentração de empregos na Região Central, que possui em média 11 mil empregos por zona, enquanto que nas regiões periféricas chega a ser 2 mil. O gráfico também apresenta a proporção de empregos existente no Eusébio, que equivale a 4% dos empregos existentes em Fortaleza.

Gráfico 5: Distribuição dos Empregos por Região para 2015



Na Figura 38 e Figura 39 são apresentados os mapas com os valores do indicador oportunidade de empregos para a população de alta renda e para a de baixa renda. A distribuição espacial desse uso não é muito diferente para os dois grupos, ou seja, os deslocamentos motivo trabalho dos indivíduos mais pobres e dos mais ricos possuem destinos semelhantes na cidade.

A tendência de concentração de empregos na Região Central é verificada pelo aglomerado significativo de zonas com maior intensidade do indicador nessa região (*High-*

*High*), ou seja, zonas com maior número de oportunidades de empregos (ver mapa b na Figura 38 e Figura 39).

Figura 38: a) Mapa de Quartil b) Moran Map, c) LISA Cluster Map – Oportunidade de Empregos para BR, 2015

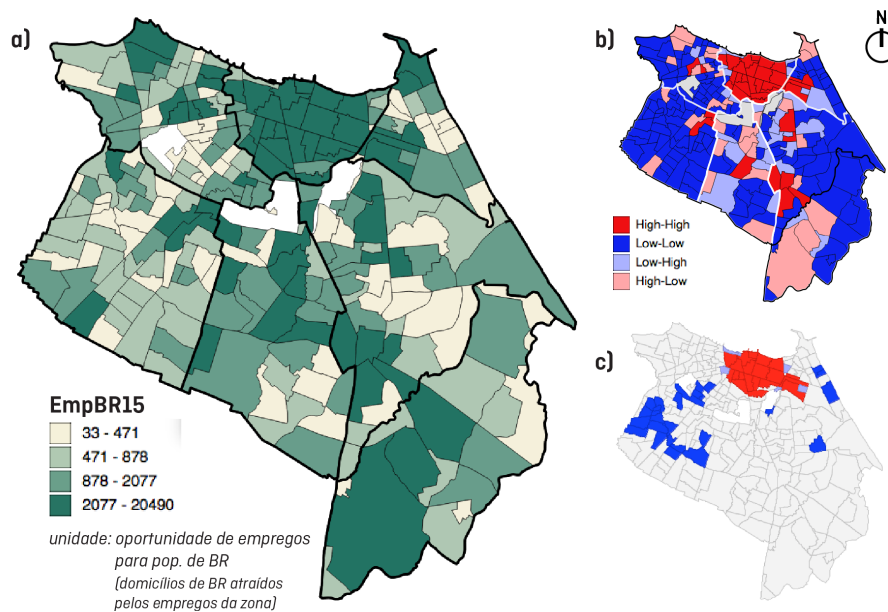
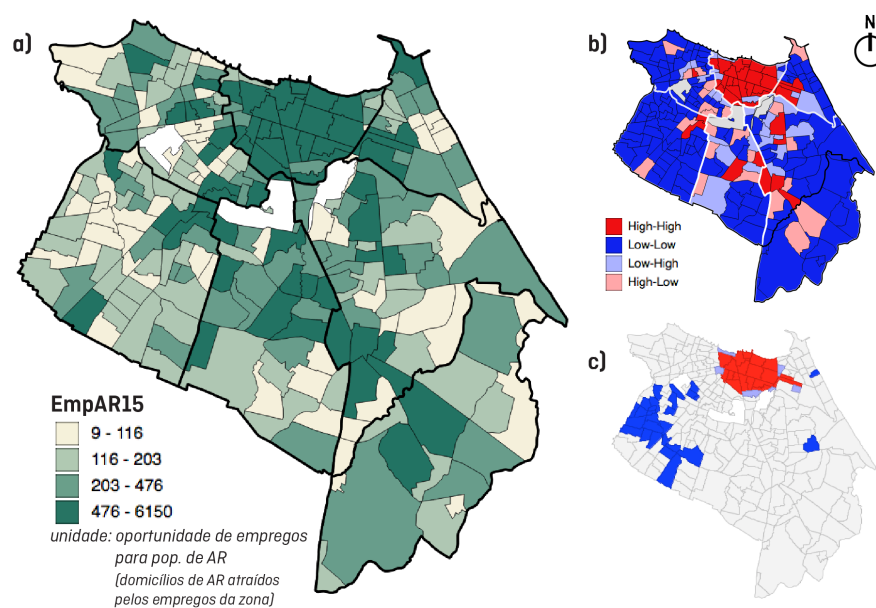


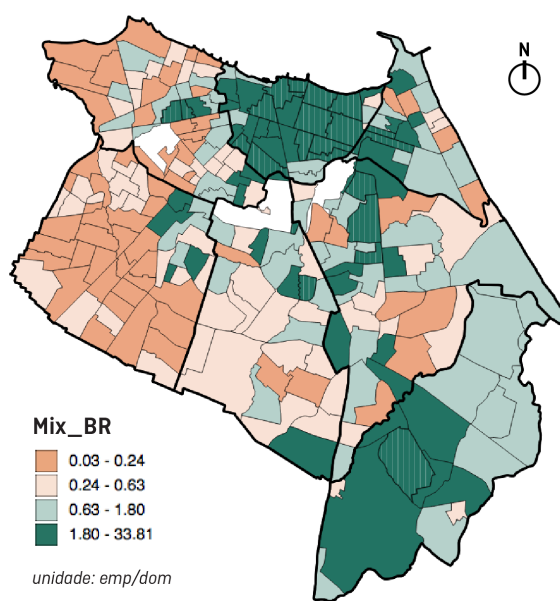
Figura 39: a) Mapa de Quartil b) Moran Map, c) LISA Cluster Map – Oportunidade de Empregos para AR, 2015



### 5.1.3.2.a. Baixo Mix dos Usos Empregos/Domicílios da Pop. de BR

A medida de impacto utilizada para representar a distribuição de usos trabalhar e residir para a população de baixa renda é o Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Baixa Renda (Mix\_BR). No Mapa de Quartis da Figura 40, a região Sudoeste apresenta os valores mais baixos do indicador, caracterizando um baixo mix de usos e uma maior monofuncionalidade residencial, indo ao encontro da hipótese levantada na Representação da Problemática.

Figura 40: Mapa de Quartil – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Baixa Renda

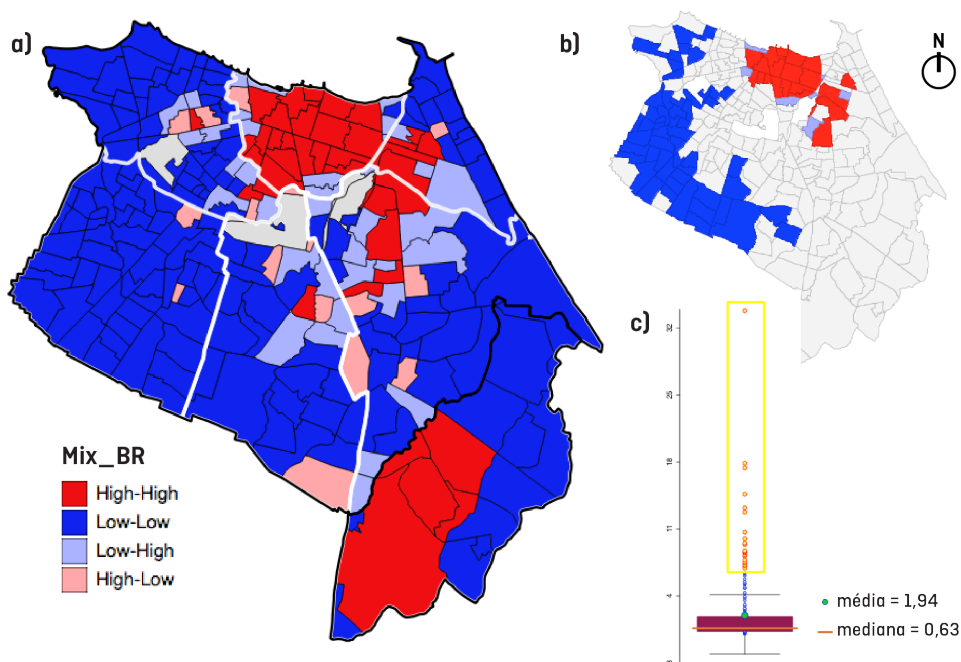


Também destaca-se nesse mapa os altos valores do indicador para o Eusébio, o motivo desse resultado é devido ao baixo número de domicílios de baixa renda nessas zonas, que junto a uma oferta de empregos relevante, por conta da presença de indústrias na região, acarretaram num valor alto desse indicador. Mas como já foi apresentado no Gráfico 5, esse alto mix existente nesse município não indica que é um polo de atração de empregos tão grande quanto o existente na Região Central.

É interessante perceber na Figura 41.b que existe uma tendência espacial de formação de aglomerados significativos de baixo mix no mesmo local que o do aglomerado que representa a elevada concentração domicílios de baixa renda (ver Figura 30). Há, portanto, nessa região, uma baixa mistura de usos trabalhar/residir para a população de baixa renda, o que evidencia a monofuncionalidade residencial. Entende-se que essa distribuição de usos é problemática, uma vez que representa um distanciamento das oportunidades de empregos ao local de residência da população.



Figura 41: Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Mix de Usos Emp/Domicílios da População de BR



Os valores extremos percebidos no *Box Plot* correspondem a 22 zonas, que apresentam o indicador de mix muito elevado em relação ao valor médio na cidade, superior em mais de 1,5 vezes o desvio padrão. Essa assimetria, gera um valor médio desse indicador mais elevado (mais que o dobro do valor mediano), não representando bem a realidade da cidade como um todo. Além disso, devido a essa elevação do valor médio, percebe-se que, no *Moran Map*, uma quantidade maior de zonas são incluídas no grupo *Low-Low* ou *Low-High*, ou seja, mais zonas são consideradas como tendo baixo mix, mesmo aquelas que possuem um mix intermediário (com valores maiores que 1) acabam sendo consideradas como zonas com baixo mix.

De forma a melhor representar as diferenças existentes entre as zonas para esse indicador, será utilizado, como parâmetro para definir as Zonas Problemáticas, aquelas que possuem os valores mais baixos em relação ao valor mediano, que são as que estão as duas menores classes de percentis no Mapa de Quartis.

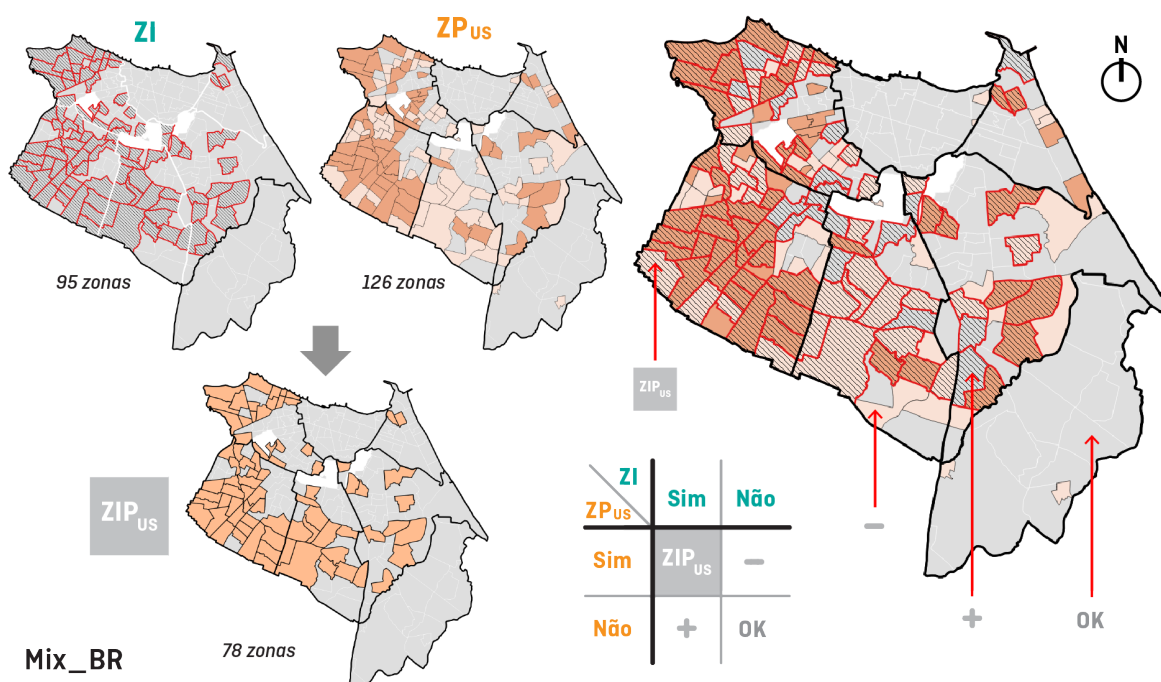
#### 5.1.3.2.b. Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixo Mix de Uso da População de Baixa Renda

A definição das zonas problemáticas quanto à distribuição espacial de usos (ZP\_US) para a população de baixa renda caracteriza o problema do baixo mix de usos para

esse grupo de indivíduos, indicando, a partir de um parâmetro que se definiu, onde estão localizados esses problemas de uso do solo.

Seguindo a proposta metodológica, o próximo passo será realizar o cruzamento dessas zonas problemáticas com as Zonas de Interesse (ZI) que caracterizam a periferização (ver Figura 42). De modo a verificar se existe problema onde o grupo de interesse periferizado se localiza, essa relação, identificada na matriz, é representada pelas Zonas de Interesse Problemáticas de uso do solo (ZIP\_US). Os resultados apresentados nessa análise indicam que grande parte das ZI que representam o fenômeno do espraiamento pelo processo de periferização da população de baixa renda também são ZP\_US. Na Representação da Problemática, a relação existente entre o fenômeno do espraiamento urbano tendo como consequência a distribuição de usos com baixo mix (monofuncional) fica então demonstrada e espacializada por essas ZIP\_US.

Figura 42: Cruzamento das Zonas de Interesse da BR com as Zonas Problemáticas de US para BR



A sobreposição desses dois tipos de zonas é importante num processo de planejamento, pois permite que sejam identificadas as zonas (ZIP\_US) que mais necessitam de intervenções no subsistema do uso do solo para aumentar a mistura de usos e a multifuncionalidade, e que beneficiarão um maior número de pessoas de baixa renda.

Num segundo grau de prioridade de atuação, estariam as zonas que são problemáticas devido ao seu baixo mix, mas que nelas não existem uma grande quantidade

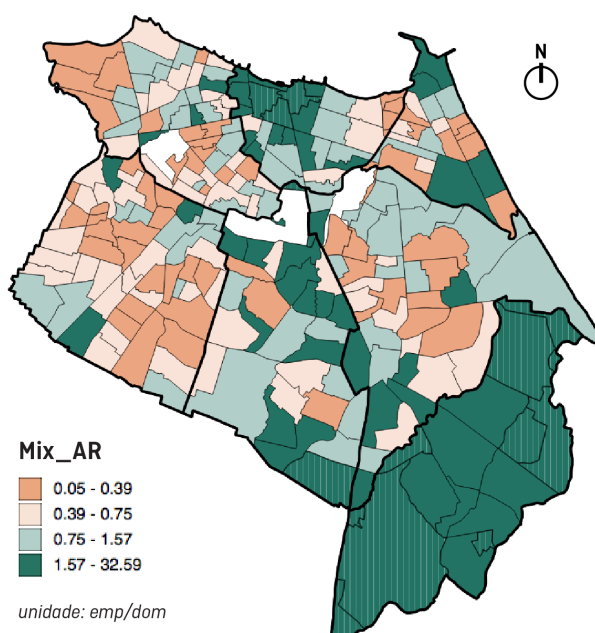
de domicílios de baixa renda (não são Zonas de Interesse). Essa relação é representada pelo sinal de (-) e está indicada no mapa da Figura 42, com um exemplo de uma zona desse tipo.

A relação com um sinal de (+) representa uma ZI que não apresenta problema de baixo mix, já as que possuem o sinal de (OK) não são de interesse, nem problemáticas.

#### 5.1.3.2.c. *Baixo Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Alta Renda*

A medida de impacto utilizada para representar a distribuição de usos trabalhar e residir para a população de alta renda é a Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Alta Renda (Mix\_AR). No Mapa de Quartis da Figura 43, os valores mais baixos do indicador, que caracteriza um baixo mix desses usos e uma monofuncionalidade residencial, encontram-se nas regiões periféricas, de acordo com a hipótese levantada na Representação da Problemática.

Figura 43: Mapa de Quartil – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de Alta Renda



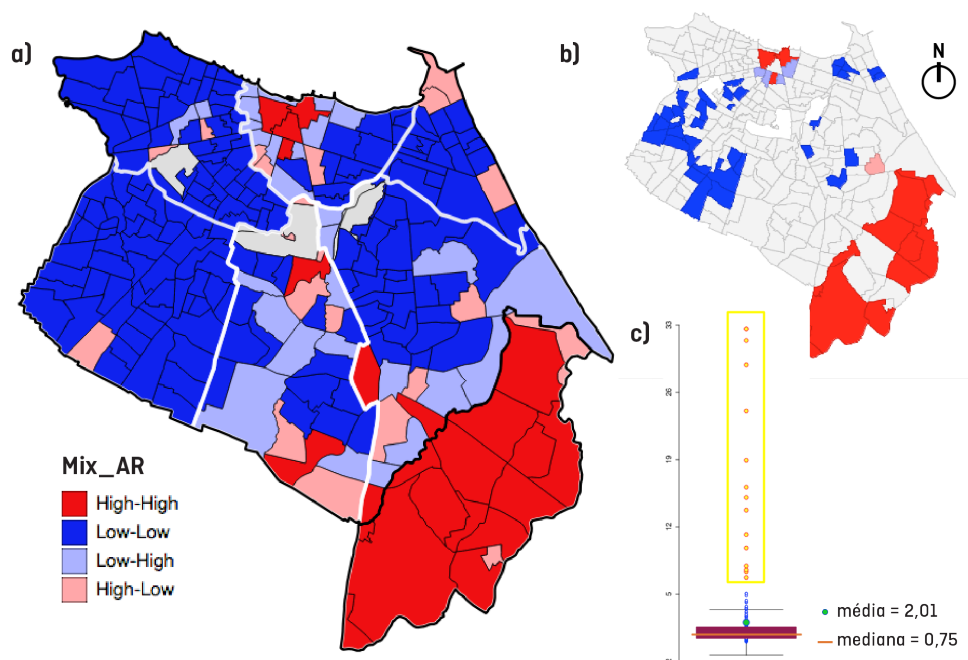
Existem zonas no lado leste da Região Central que apresentam essa característica, isso pode ser devido à verticalização dessas zonas, que faz com que haja um número elevado de domicílios em relação aos empregos numa porção menor do território.

De maneira geral, os valores do indicador de mix para o grupo de alta renda estão mais balanceados do que para o de baixa renda, o que pode ser percebido pela maior quantidade de zonas nas duas maiores classes de percentis. Isso leva a crer que as

oportunidades de emprego para a população de alta renda estão mais bem distribuídas no território da cidade. No mapa b da Figura 44, percebe-se que não há uma região com aglomerados significativos de baixo mix para a alta renda similar ao que existe para a baixa renda. Existe um pequeno aglomerado significativo na região Sudoeste, que representa poucas oportunidades de empregos próximas aos domicílios de alta renda e também uma distribuição monofuncional residencial nessa região.

Em todos os mapas dessa análise pode-se perceber o destaque do Eusébio, que apresentou valores elevados do indicador, o que representa uma oferta de oportunidades de empregos para a alta renda elevada. Um dos motivos para isso é a relação oportunidade de emprego *versus* domicílios de alta renda nesse município, que é diferente da que ocorre em Fortaleza e para a população de baixa renda. Para cada domicílio de alta renda no Eusébio existem 5 oportunidades de emprego. Enquanto que essa relação em Fortaleza é de 1 para 1. Para a população de baixa renda no Eusébio, a relação é para cada domicílio de baixa renda existem 2 oportunidades de empregos.

Figura 44: Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Mix de Usos Empregos/Domicílios da População de AR



O motivo para existir esse elevado mix nesse município pode ser percebido também ao comparar os mapas da Figura 33 com o da Figura 39. Percebe-se que, ao mesmo tempo em que existe uma baixa intensidade de domicílios de alta renda no município, há uma oferta de empregos significativa aí, gerando esses valores elevados do indicador proposto.

O fato dessas oportunidades de emprego no Eusébio estarem elevadas em relação ao número de domicílios, não significa que esse município está atraindo muitas pessoas para trabalho, ou que é um grande polo de empregos. Vale lembrar que 40% dos empregos estão concentrados na Região Central de Fortaleza e que, no Eusébio, estão localizados somente 4% dos empregos desse universo de análise. Dessa maneira, as pessoas que residem no Eusébio podem não estar trabalhando nesse município, a chance do emprego dessas pessoas estar na Região Central é elevada, visto que há uma grande oferta de empregos aí.

Da mesma forma que ocorreu na análise dessa problemática para a baixa renda, foram verificadas a presença de valores extremos no gráfico de *Box Plot* (ver Figura 44), os quais correspondem a 15 zonas com os valores do indicador de mix muito elevado em relação ao valor médio na cidade (zonas com valores 1,5 vezes o desvio padrão acima do valor médio destacadas com hachura na Figura 43). Essa assimetria, eleva o valor médio desse indicador, não representando bem a realidade da cidade como um todo. Assim, no *Moran Map* mais zonas são consideradas como tendo baixo mix, mesmo as que possuem um mix intermediário (com valores maiores que 1). Por esse motivo também será utilizado, como parâmetro para definir as Zonas Problemáticas, aquelas que possuem os valores mais baixos em relação ao valor mediano, representadas nas duas menores classes de percentis no Mapa de Quartis.

#### 5.1.3.2.d. Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixo Mix de Uso da Pop. de AR

As zonas problemáticas (ZP\_US), definidas para representar uma distribuição espacial inadequada dos usos para a população de alta renda, caracterizam e localizam no território o problema do baixo mix de usos e da monofuncionalidade para esse grupo de indivíduos. O cruzamento entre essas zonas e as Zonas de Interesse (ZI), que caracterizam o fenômeno de espraiamento por autossegregação, permite indicar as zonas onde ocorre esse fenômeno e que também são problemáticas quanto à distribuição de usos (baixo mix e monofuncionalidade).

Assim, o produto gerado por esse cruzamento serão as Zonas de Interesse Problemáticas de uso do solo (ZIP\_US) para a alta renda (ver matriz da Figura 45), que irão evidenciar os locais em que o fenômeno, que está sendo investigado, está influenciando na existência de problemas de uso do solo. A relação existente entre o fenômeno do espraiamento urbano tendo como consequência a distribuição de usos com baixo mix

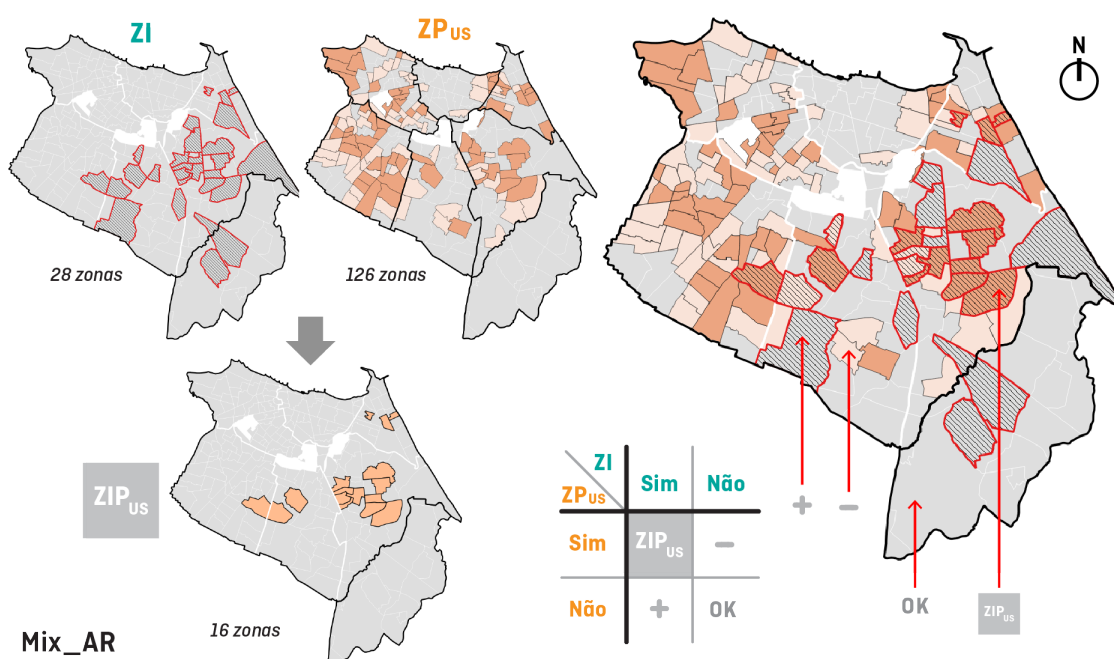
(monofuncional), visto na Representação da Problemática, fica então demonstrada e espacializada por essas ZIP\_US.

O problema de baixo mix de usos para a alta renda representa os desequilíbrios internos do subsistema de US, gerado por relações de oferta e demanda. Uma relação de oferta e demanda do uso do solo residencial se materializa na sua configuração espalhada, já outra relação dessas se materializa numa configuração centralizada dos empregos.

Como já foi discutido, esse tipo de análise é de grande importância para o processo de planejamento e para proposição de alternativas de intervenção em zonas mais prioritárias. Além de se adquirir a consciência de que, o fato do fenômeno de espraimento urbano por autoss segregação ocorrer no território da cidade, não necessariamente vai significar que existirão problemas de uso do solo, pois entende-se que esses problemas decorrem da relação entre dois usos (no caso trabalhar e residir).

Os resultados trazidos por essa análise estão apresentados na Figura 45, onde pode-se destacar a localização das 16 Zonas de Interesse Problemáticas de uso do solo (ZIP\_US), que estão predominantemente na Região Sudeste. Ou seja, onde ocorre o fenômeno do espraimento urbano por autoss segregação e existem problemas de baixo mix (de monofuncionalidade). Dessa maneira, os indivíduos que desejaram residir nessa região e se autoss segregarem estão se localizando em zonas problemáticas quanto ao uso do solo, que oferecem menos oportunidades se comparadas às zonas centrais.

Figura 45: Cruzamento das Zonas de Interesse da AR com as Zonas Problemáticas de US para AR



Vale ressaltar que esse processo não estacionou, e, nos próximos anos, pode vir a se intensificar. Dessa forma, as zonas de interesse, que não são problemáticas em 2015, podem vir a ser, a exemplo das que estão localizadas no Eusébio. Na Figura 45, as zonas em que se deve ter esse tipo de atenção são as indicadas na matriz com o sinal (+).

Existem também as zonas problemáticas com um baixo mix de usos, mas que não há evidências de que ocorreu o fenômeno do espraiamento urbano nelas. Essa relação é representada pelo sinal de (-) e está indicada no mapa da Figura 45. Essas zonas podem estar problemáticas quanto ao uso do solo devido a outros fenômenos existentes nesse subsistema. Por fim, as zonas representadas na matriz com uma relação com um sinal de (OK) não são de interesse, nem problemáticas nesse aspecto que está sendo investigado.

### 5.1.3.3. *Acessibilidade*

#### 5.1.3.3.a. *Baixa Acessibilidade aos Postos de Trabalho da População de Baixa Renda*

Nessa sessão serão discutidos os problemas de acessibilidade do ponto de vista da sua distribuição desigual para a população de baixa renda. Como já foi justificado anteriormente, os níveis de acessibilidade desses indivíduos em determinada zona serão representados pelo tempo de deslocamento por modo motorizado coletivo às oportunidades de trabalho para baixa renda.

O Mapa de Quartil da Figura 46 apresenta o indicador de acessibilidade espacializado nas zonas de análise. Os resultados apresentados nesse mapa e no Gráfico 6 permitem compreender os diferentes níveis de acessibilidade das regiões de análise.

Gráfico 6: Acessibilidade média aos postos de trabalho da população de Baixa Renda nas Regiões

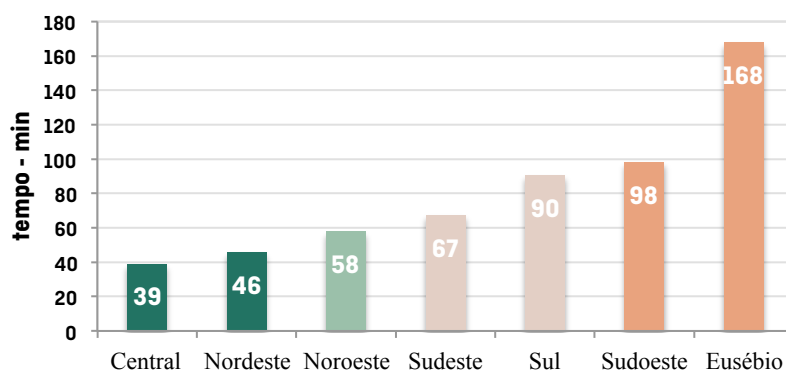
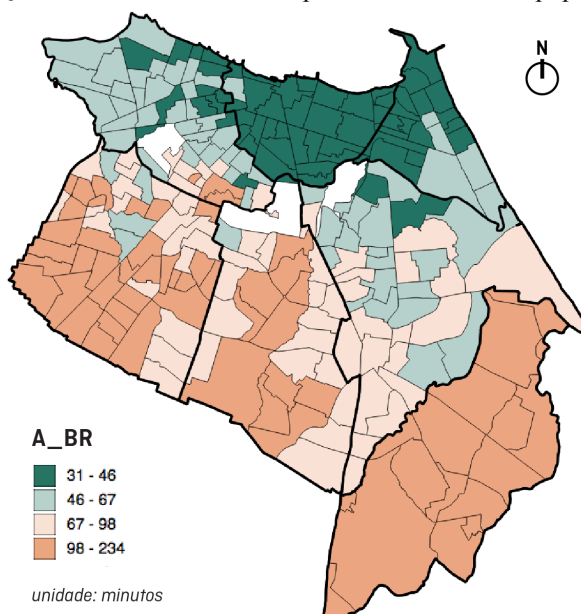
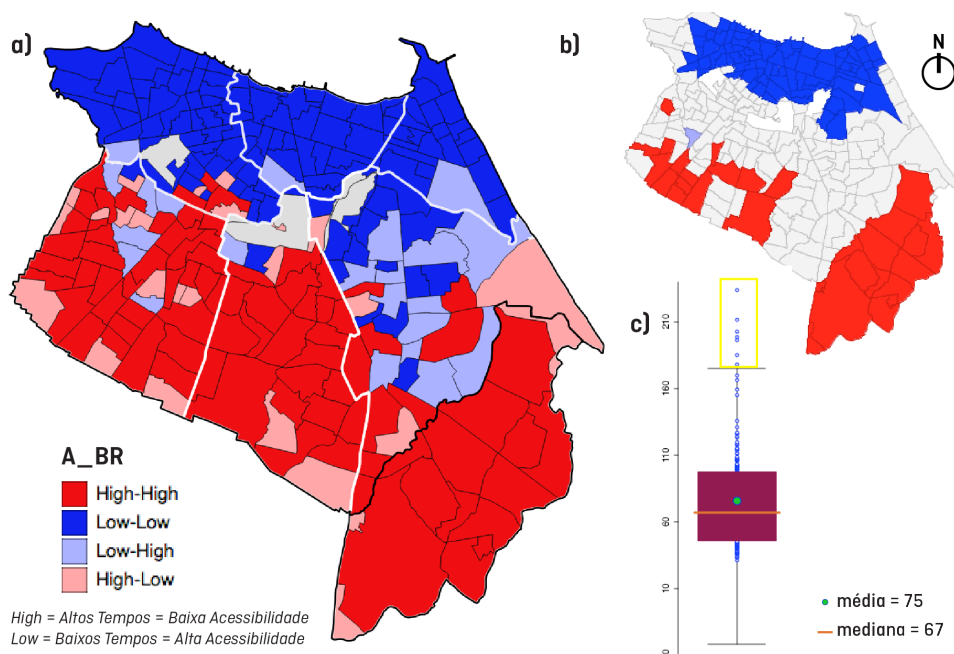


Figura 46: Mapa de Quartil – Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Baixa Renda



Os indivíduos de baixa renda que residem na Região Central levam em média 40 minutos para se deslocarem por modo motorizado coletivo às oportunidades de trabalho. Os que residem na Sudeste levam cerca de 30 minutos a mais do que um habitante da Central. Os mapas da Figura 47 apontam para uma tendência espacial de concentração e formação de aglomerados significativos de zonas com baixa acessibilidade nas regiões Sudoeste, Sul e no Eusébio, onde estão os valores mais altos do indicador que significam altos tempos. A tendência oposta ocorre nas regiões Central, Nordeste e Noroeste.

Figura 47: Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Baixa Renda





De forma a verificar as hipóteses dos problemas de acessibilidade desigual da população de baixa renda, relacionando à localização dos fenômenos da periferização e do espraiamento por autosegregação, serão analisados e comparados os níveis da Região Sudoeste com os da Central, da Sudeste e do Eusébio.

A partir dos resultados apresentados, os indivíduos que residem na região Sudoeste, para acessarem às oportunidades de trabalho por modo motorizado coletivo, levam mais que o dobro do tempo dos que residem na Região Central, gastando em média 60 minutos a mais no seu tempo de viagem para terem acesso esses postos de trabalho. Indo, portanto, ao encontro da hipótese de que a acessibilidade de quem mora na Região Central é superior à da Sudoeste, demonstrando a penalização dos indivíduos que passam pelo processo de periferização.

Outra relação que se quer verificar, quanto à distribuição desigual da acessibilidade, é entre as regiões Sudeste e Sudoeste. Os indivíduos que residem na Sudoeste, para acessarem os postos de trabalho, gastam em média 30 minutos a mais do que os que vivem na Sudeste. O que evidencia a hipótese, o que quer dizer que a população de baixa renda que reside nas áreas que passaram pelo processo de espraiamento urbano por autosegregação possuem melhores níveis de acessibilidade do que as que foram periferizadas.

Apesar da competição existente entre os modos motorizados coletivo e individual na rede multimodal, acredita-se que um dos motivos, que levou a esses melhores níveis de acessibilidade da população de baixa renda na região Sudeste, foi devido ao maior investimento na oferta do sistema de transportes que ocorreu nessa região para estimular uma ocupação de alta renda. O que acabou beneficiando os tempos de deslocamento por transporte público às oportunidades de trabalho nessa região.

Por último, as pessoas desse grupo de renda que residem no Eusébio e utilizam transporte público, por sua vez, possuem níveis de acessibilidade piores em mais do que o dobro de quem mora no Sudeste, levando quase três horas para acessar às oportunidades de trabalho existentes.

É importante destacar que esse tempo reflete a acessibilidade ofertada pela rede multimodal de transportes nas zonas de análise para se ter acesso às oportunidades de emprego existentes. Ou seja, o tempo gasto até as regiões que possuem maiores oportunidades terão um maior peso na composição do valor do indicador de uma zona. Como já foi visto, na Região Central de Fortaleza estão concentradas a maior parte das oportunidades de emprego, por esse motivo, o componente tempo para cada uma das zonas vai ser grandemente

influenciado pelo tempo de deslocamento até essa região. Assim, o indicador de acessibilidade proposto para essa análise acaba por representar um nível de acessibilidade de uma determinada zona até a Região Central.

Isso explica o motivo dos níveis de acessibilidade do Eusébio estarem muito baixos, pois, na sua composição, é atribuído um grande peso aos tempos de deslocamento via transporte público das viagens atraídas pelo centro principal de empregos na Região Central de Fortaleza. Assim, além das grandes distâncias, o baixo nível de serviço do transporte público intermunicipal contribui para que esse indicador chegue a um nível tão baixo nesse município.

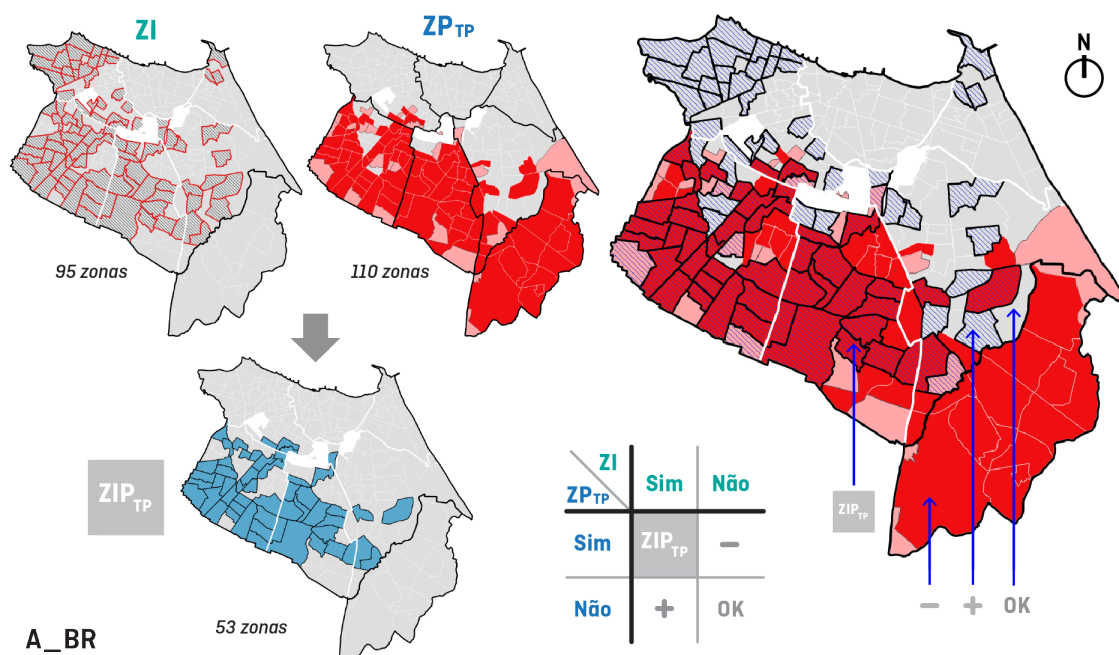
#### *5.1.3.3.b. Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixa Acessibilidade da População de Baixa Renda*

O problema da baixa acessibilidade aos postos de trabalho da população de baixa renda será representado no território através da definição das Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP). O parâmetro adotado para definir se a zona é ou não problemática foi o valor médio do indicador na cidade. No gráfico de *Box Plot* podem ser identificados valores extremos, que compreendem a zonas do Eusébio.

Assim, as Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP) serão definidas a partir dos valores altos do *Moran Map*, que são em relação ao valor médio da cidade, os quais representam os altos tempos de viagem indicando uma baixa acessibilidade.

Da mesma forma como foi feito para a problemática do uso do solo, serão definidas as Zonas de Interesse Problemáticas de transportes (ZIP\_TP), com o objetivo de verificar se existem problemas de transportes onde o grupo de interesse periferizado se localiza. Para isso foi realizado o cruzamento das Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP) com as Zonas de Interesse (ZI) que caracterizam a periferização. Além das ZIP\_TP, foram identificados outros tipos de relações entre essas zonas, que são apresentadas na matriz da Figura 48 e exemplificadas no mapa.

Figura 48: Cruzamento das Zonas de Interesse da BR com as Zonas Problemáticas de TP para BR



Os resultados apresentados nessa análise indicam que grande parte das Zonas de Interesse que representam o fenômeno do espraiamento pelo processo de periferização da população de baixa renda também são problemáticas quanto à acessibilidade.

À exceção da região Noroeste, que apresenta melhores níveis de acessibilidade, que se inclui num tipo de relação representada com sinal (+), que é quando a zona representa o grupo de interesse mas não é problemática, nessas zonas, deve-se ter atenção para que não venham a se tornar problemáticas quanto à acessibilidade.

Outro tipo de relação que pode ser percebido é a que ocorre no Eusébio, representada por um sinal (-). Nesse caso, as zonas possuem problema de baixa acessibilidade, porém não caracterizam o processo de periferização e nem possuem grande quantidade de domicílios de baixa renda. As relações representadas pelo sinal de (OK) não são de interesse, nem problemáticas.

#### 5.1.3.3.c. *Baixa Acessibilidade aos Postos de Trabalho da População de Alta Renda*

Essa sessão caracteriza e diagnostica os problemas relacionados à distribuição desigual de acessibilidade para a população de alta renda, para isso serão realizadas as análises do indicador que representa uma medida de desempenho do subsistema de transportes, denominado de Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Alta

Renda (A\_AR). Os níveis de acessibilidade dos indivíduos de alta renda em determinada zona serão representados pelo tempo de deslocamento por modo motorizado individual às oportunidades de trabalho para alta renda.

O Mapa de Quartil da Figura 49 apresenta o indicador especializado nas zonas de análise. Os resultados apresentados nesse mapa e no Gráfico 7 permitem compreender os diferentes níveis de acessibilidade das regiões de análise.

Figura 49: Mapa de Quartil – Acessibilidade aos postos de trabalho da população de Alta Renda

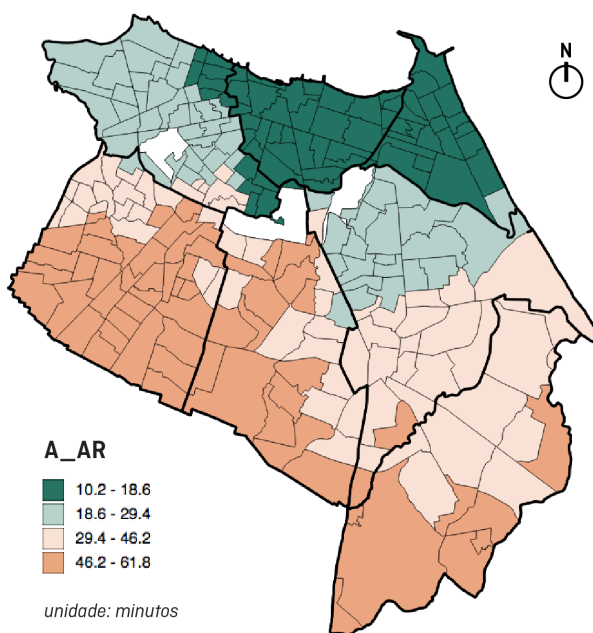
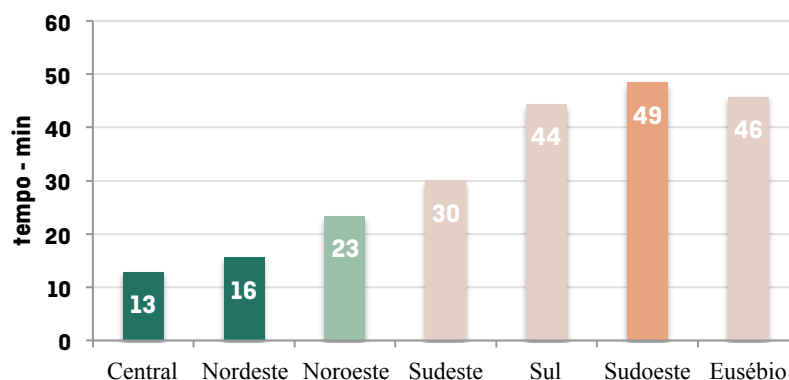


Gráfico 7: Acessibilidade média aos postos de trabalho da população de Alta Renda nas Regiões

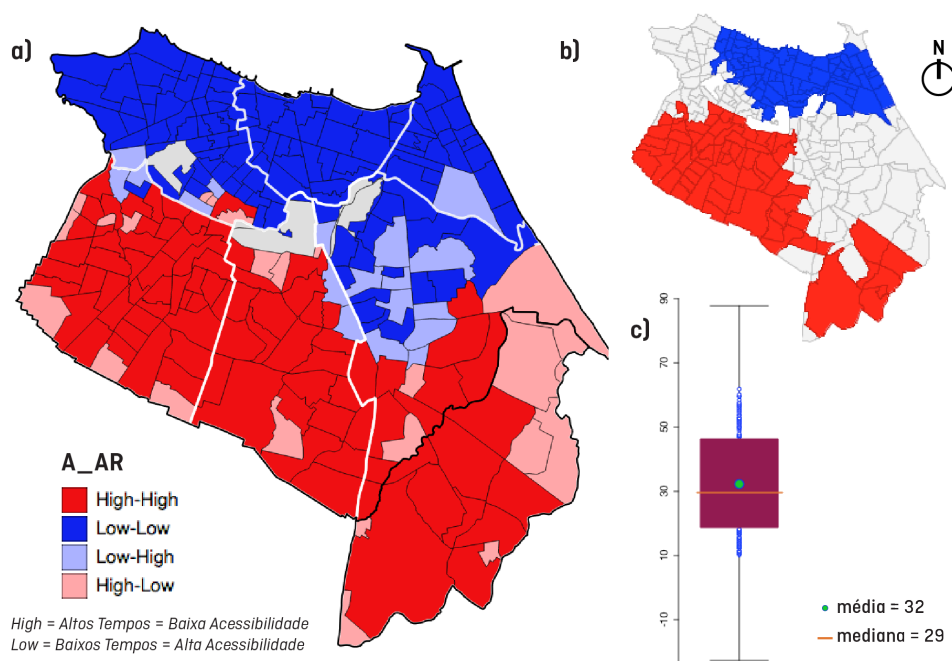


A distribuição no território dos níveis de acessibilidade ao trabalho para a população de alta renda é similar à distribuição para a de baixa renda. Quanto aos resultados apresentados nos gráficos, também existe uma similaridade nas regiões com melhores e piores níveis de acessibilidade, com exceção do Eusébio, que para a baixa renda apresentou níveis

muito baixos e, para a alta renda, possui níveis que se equiparam aos da região Sul e Sudoeste.

Os mapas da Figura 50 apontam para uma tendência espacial de concentração e formação de aglomerados significativos de zonas com baixa acessibilidade nas regiões Sudoeste, Sul e no Eusébio, onde estão os valores mais altos do indicador que significa uma baixa acessibilidade. A tendência oposta ocorre nas regiões Central, Nordeste e Noroeste.

Figura 50: Moran Map, b) LISA Cluster Map, c) Box Plot – Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Alta Renda



Para verificar as hipóteses dos problemas de acessibilidade desigual entre as regiões para a população de alta renda, relacionando à localização do fenômeno de espraiamento, serão analisados e comparados os níveis de acessibilidade da Região Sudeste com os da Central e do Eusébio.

Uma primeira análise visa comparar a acessibilidade da população de alta renda que reside na Região Sudeste com a da Central. Essa análise permite verificar o quão penalizadas foram as pessoas que decidiram se autossesregar nessa região. Em média, os indivíduos de alta renda que residem na Região Central levam 13 minutos para se deslocarem até suas oportunidades de trabalho. Já os que residem na Sudeste levam cerca de 20 minutos a mais do que se estivessem na Central, tendo um nível de acessibilidade quase 3 vezes pior. Assim, evidenciando a hipótese levantada inicialmente, a penalização para quem morava na

Região Central e decidiu se autossegregar na Região Sudeste equivale a um acréscimo de 20 minutos no seu tempo de deslocamento ao trabalho na hora pico da manhã.

Pode-se observar que dentro da Região Sudeste existem diferenças que levam a uma distribuição desigual dentro da própria região. As zonas que ficam mais próximas aos limites da cidade possuem níveis piores do que as que estão mais próximas ao centro. O tempo médio de deslocamento de quem reside nas zonas do Sudeste mais próximas ao centro é de 25 minutos (acrécimo de 10 minutos em relação à Região Central), enquanto que, nas que estão mais próximas ao Eusébio, esse tempo é de 36 minutos, cerca de 25 minutos a mais do que quem mora na Central

O motivo para essas diferenças dentro do Sudeste pode ser devido a existência de uma maior oferta oportunidade de empregos à classe de alta renda nessa região, ou a um melhor nível de serviço na rede de transportes nesse primeiro trecho da região Sudeste, que pode ser devido à Av. Washington Soares.

Com relação ao Eusébio, o nível de acessibilidade das suas zonas não é tão desigual com relação às outras regiões, quanto na problemática da baixa renda. A partir desses resultados, viu-se que, em média, os indivíduos de alta renda, que residem na Eusébio, levam 16 minutos a mais para se deslocarem até suas oportunidades de trabalho do que os que moram na Sudeste, tendo um nível de acessibilidade piorado em 50% em relação a essa região. Assim, esses indivíduos chegam ter um acréscimo de 30 minutos no seu tempo de deslocamento ao trabalho se comparados com os que vivem na Região Central.

A região Sudeste possui ainda níveis de acessibilidade melhores para a alta renda do que quem mora na Sul e na Sudoeste, que possuem níveis de acessibilidade similares aos residem no Eusébio. Esse município acaba tendo níveis de acessibilidade parecidos com os das regiões periféricas à oeste da cidade.

#### *5.1.3.3.d. Zonas Problemáticas e Zonas Problemáticas de Interesse Baixa Acessibilidade da População de Alta Renda*

O parâmetro adotado para definir as Zonas Problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP) para a alta renda foi o valor médio do indicador na cidade, representadas pelos valores altos do *Moran Map*. No gráfico de *Box Plot* não foram identificados valores extremos, os valores do tempo de deslocamento às oportunidades de trabalho para esse grupo de alta renda não possuem variações tão significativas, se dão de maneira gradual no território. Parecem variar proporcionalmente ao atributo da distância.

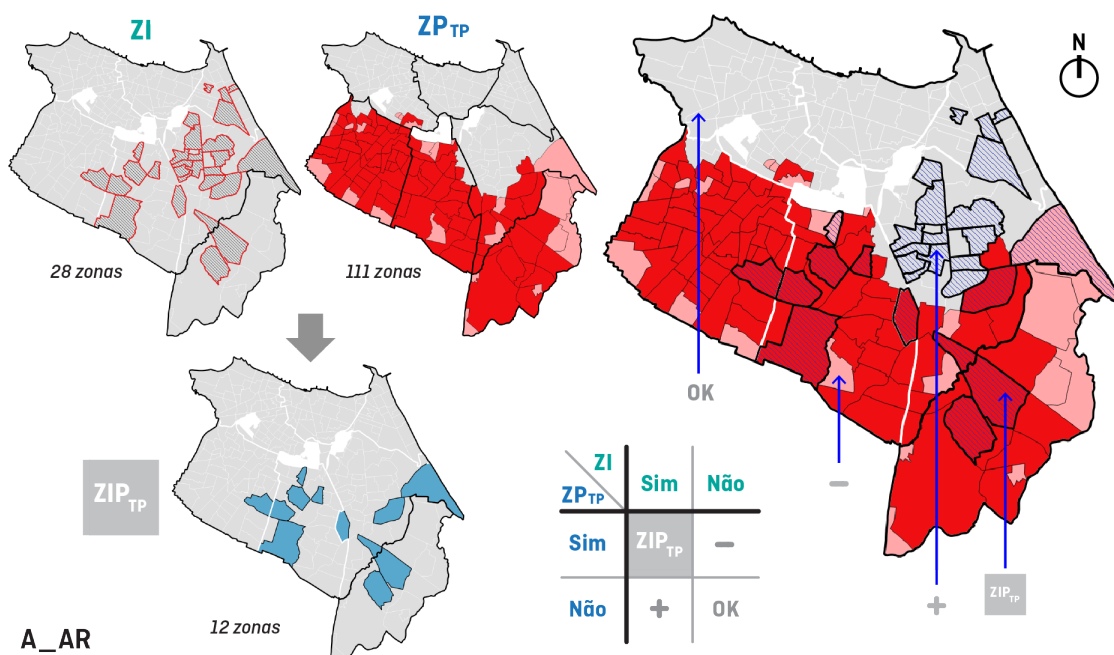
Utilizando esse parâmetro da média para definir se a zona é ou não problemática, resultou que as zonas da região Sudeste mais próximas à Central não entrassem nesse grupo. Entretanto, vale ressaltar que aquelas que estão no limite, mais próximas às que foram definidas como problemáticas, não possuem grandes diferenças desse indicador (tempo) entre si. Acaba que as diferenças de tempo de deslocamento por modo motorizado individual entre as zonas que estão próximas às problemáticas é muito pequena. As duas zonas que estão no bairro José de Alencar, por exemplo, possuem o tempo médio de deslocamento abaixo da média (32min), parâmetro para ser problemático. No entanto, essas duas zonas possuem o tempo médio de deslocamento de 30 min, ou seja, uma diferença de apenas 2 minutos para serem consideradas problemáticas.

Isso demonstra que essas zonas indicadas devem servir como guia para análises, mas não devem ser encaradas de forma muito rígida. Deve-se ter uma noção de que as zonas próximas ou vizinhas aquelas que foram apontadas como problemáticas possuem características semelhantes.

Ao sobrepor as Zonas de Interesse (ZI) que representam o espraiamento a essas zonas problemáticas quanto à acessibilidade (ZP\_TP), percebe-se que quanto mais esse fenômeno avança na direção do Eusébio mais penalizada será a população de alta renda no acesso às oportunidades de trabalho (ver Figura 51).

Os problemas de acessibilidade do grupo de interesse que passa pelo fenômeno de espraiamento por autosegregação, representados nas Zonas de Interesse Problemáticas de transportes (ZIP\_TP), são mais evidentes nas zonas da Região Sudeste próximas aos limites da cidade, assim como na Região Sul e no Eusébio.

Figura 51: Cruzamento das Zonas de Interesse da AR com as Zonas Problemáticas de TP para AR



#### 5.1.3.3.e. Inequidade na Acessibilidade aos Postos de Trabalho entre a Pop. de Baixa Renda e a de Alta Renda

Após analisados os problemas de acessibilidade quanto à distribuição desigual entre regiões da cidade para cada grupo social, serão discutidos, nessa sessão, os problemas de distribuição inequânime de acessibilidade, percebidos nas diferenças em seus níveis entre esses grupos. A principal hipótese a ser verificada é a de que o grupo de baixa renda apresenta níveis mais baixos de acessibilidade em comparação ao de alta renda na cidade. Para isso nas análises serão comparadas as medidas de desempenho do subsistema de transportes já definidas: Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Alta Renda (A\_AR) e Acessibilidade aos postos de trabalho da População de Baixa Renda (A\_BR).

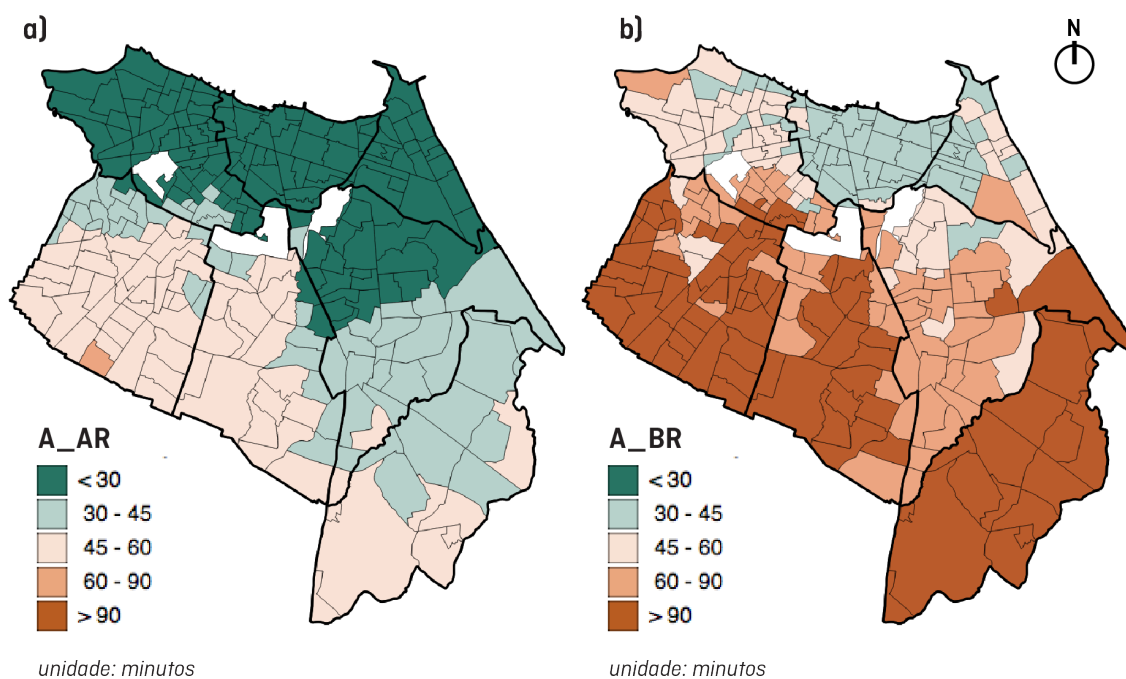
Como já foi dito, os valores do tempo de deslocamento às oportunidades de trabalho, que representa o nível de acessibilidade do grupo de alta renda, não possuem uma variação tão grande entre as zonas, se comparados à variação dos valores da população de baixa. Considerando só as zonas de Fortaleza, um indivíduo de alta renda que mora na zona com o pior nível de acessibilidade, vai ter um acréscimo de 50 minutos no seu tempo médio de deslocamento ao trabalho, em relação a um que vive na zona com o melhor nível de acessibilidade. Para os de baixa renda, esse acréscimo no tempo de quem mora na zona com melhor e pior nível de acessibilidade seria de 100 minutos. Ou seja, nas análises, quando os



indivíduos desses dois grupos de renda estão numa zona com o pior nível de acessibilidade, o de baixa renda chega a ser penalizado com o dobro de tempo do que o de alta renda.

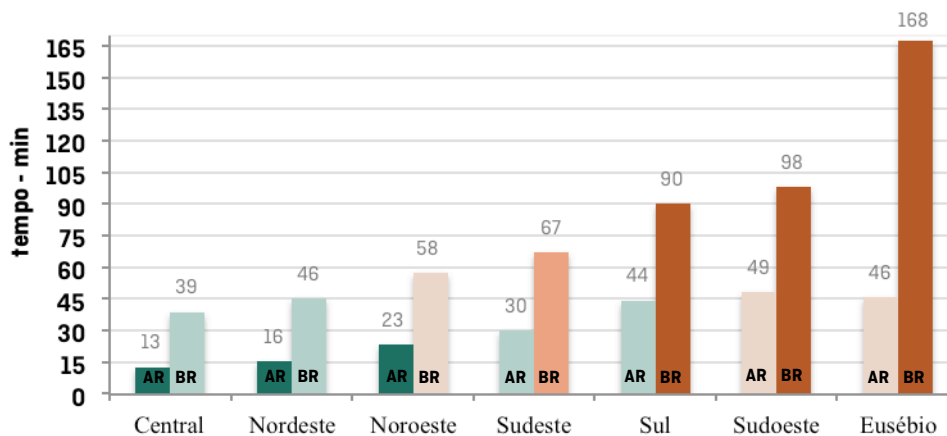
O mapa da Figura 52 apresenta na mesma escala os valores dos indicadores para a população de alta (mapa a) e de baixa renda (mapa b). Esses mapas expressam de forma clara a distribuição inequânime da acessibilidade entre esses dois grupos sociais no território.

Figura 52: a) Mapa do Indicador de Acessibilidade da AR, b) Mapa do Indicador de Acessibilidade da BR



O Gráfico 8 apresenta o valor médio do indicador por região, as barras da esquerda são os resultados para a população de alta renda e as da direita para população de baixa renda. Foram utilizadas as mesmas cores das classes de valores do mapa da Figura 52.

Gráfico 8: Comparação entre valores da Acessibilidade da população de Alta Renda x Baixa Renda por região



Os resultados confirmam, para cada uma das regiões, a hipótese de que o grupo de baixa renda apresenta níveis mais baixos de acessibilidade em comparação ao de alta renda. Nas regiões Central e Nordeste os níveis de acessibilidade da população de baixa renda chega a ser 3 vezes pior do que da alta renda, levando cerca de 30 minutos a mais para ter acesso às oportunidades de trabalho. Ou seja, nas regiões com maiores oportunidades de trabalho também existem o maior contraste dos níveis de acessibilidade entre esses grupos de renda, o que está mais relacionado ao nível de serviço dos modos de transportes que representam cada grupo. Fazendo uma ligação com o fenômeno de uso do solo que está sendo investigado, serão analisados e comparados os níveis das regiões Sudeste, Central, Sudoeste e do Eusébio.

Analisando a própria região Sudeste, onde se manifesta o espriamento por autossegregação, o nível de acessibilidade de um indivíduo de baixa renda que mora nessa região é cerca de duas vezes pior do que um de alta renda, levando cerca de 40 minutos a mais para ter acesso às oportunidades de trabalho. Assim, numa região para onde a população de alta renda está se direcionando por um desejo voluntário, a população de baixa renda que vive aí (ou que passa a viver estimulada pelo processo da alta renda) ainda é a mais penalizada e é a que tem menos facilidade de acesso às oportunidades de trabalho.

Pelo que já foi explicado anteriormente dos valores do indicador muito elevado no Eusébio, nesse município é que existem as maiores diferenças. O nível de acessibilidade de um indivíduo de baixa renda que mora no Eusébio é cerca de quatro vezes pior do que um de alta renda, levando cerca de duas horas a mais para ter acesso às oportunidades de trabalho, que estão mais concentradas na Região Central de Fortaleza. Isso mostra que a tendência de localização residencial dos indivíduos de alta renda que chega até as zonas do Eusébio (ver Figura 37), gera piores níveis de acessibilidade para eles mesmos, mas são os de baixa renda que vivem aí, ou que passam a viver aí, que tem um acesso muito limitado às oportunidades de emprego, comprovando o quão inequânime é essa relação.

Por último, pretende-se compreender se os níveis de acessibilidade dos indivíduos dos dois grupos de renda, que passaram por processos diferentes de decisão locacional residencial, sofrem uma penalização parecida ou não em relação à Região Central. A hipótese é de que os indivíduos que passam por um processo de periferização tem uma maior penalização no seu nível de acessibilidade do que os indivíduos que passaram pelo processo de espriamento por autossegregação.

Comparando o acesso às oportunidades de trabalho da alta renda de quem se localiza na Região Sudeste e na Central, percebe-se que há uma piora de 130% no valor do indicador de acessibilidade, significando um acréscimo de cerca de 20 minutos no tempo de

deslocamento às oportunidades de trabalho. Quanto ao acesso às oportunidades de trabalho da baixa renda de quem se localiza na Região Sudoeste e na Central, percebe-se que há uma piora de 150% no valor do indicador de acessibilidade, significando um acréscimo de cerca de 60 minutos no tempo de deslocamento às oportunidades de trabalho.

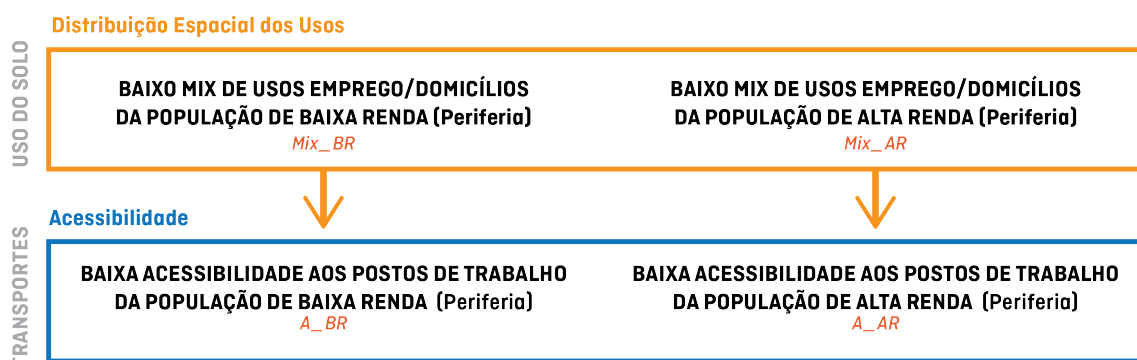
Percebe-se, portanto, que, num processo de segregação residencial imposta, a população de baixa renda é mais penalizada do que a de alta renda, que passa por um processo locacional voluntário.

## 5.2. Diagnóstico das Relações Causais

A relação de causalidade tida como premissa, e que se está buscando evidências quantitativas de sua existência, é a de que a problemática do uso do solo está impactando negativamente na de transportes, ou seja, que um baixo mix de usos emprego/domicílios está gerando uma baixa acessibilidade aos postos de trabalho. As análises de caracterização e diagnóstico dos problemas foram realizadas separadamente para cada grupo de renda, pois fenômenos e processos distintos intervêm nas decisões locacionais de cada um desses grupos. Da mesma maneira, as análises de diagnóstico dessa etapa, que vão investigar a relação causal de uma problemática de uso do solo sobre uma de transportes, serão realizadas separadamente para cada grupo de renda.

As setas do diagrama da Figura 53 representam as relações causais, que serão diagnosticadas com as relações de dependência entre problemas do subsistema de uso do solo e os de transportes para cada grupo de renda.

Figura 53: Relações Causais entre problemas do subsistema de US e de TP a serem Diagnosticadas



As relações de dependência entre os indicadores serão verificadas através de uma análise bivariada espacial que indicará se há padrões espaciais estatisticamente dependentes entre esses indicadores (*Mix\_BR* com *A\_BR* e *Mix\_AR* com *A\_AR*), para verificar essa

dependência será calculado o Índice Local de Moran Bivariado, gerando um mapa, denominado *BiLISA Cluster Map*, e um gráfico de espelhamento de Moran.

O indicador de acessibilidade é representado pelo tempo de deslocamento às oportunidades de trabalho, então um valor alto desse indicador significa que a zona possui problema baixa acessibilidade. Já o problema de baixo mix de usos será observado em zonas nas quais o indicador apresentar baixos valores.

Esse tipo de análise bivariada relaciona o valor do indicador de acessibilidade da zona (variável a ser explicada) com o valor do indicador de mix de usos das zonas vizinhas (variável explicativa). Assim, as relações causais serão evidenciadas nas zonas onde se observam um alto valor do indicador de acessibilidade (alto tempo) e um baixo valor do indicador da mix de usos das zonas vizinhas.

Essa hipótese será verificada matematicamente através da relação inversamente proporcional entre esses dois indicadores, com o Índice Global de Moran Bivariado negativo. Após o cálculo do Índice Local de Moran Bivariado, serão identificadas as zonas que se encontram nas classes *High-Low e Low-High* do *BiLISA Cluster Map* e do gráfico de espelhamento de Moran (quadrantes Q2 e Q4). As que estão no quadrante Q2 serão as Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal (ZP\_RC), nelas se observam um alto valor do indicador de acessibilidade e um baixo valor do indicador da mix de usos das zonas vizinhas, levando a crer que essa configuração do uso do solo das zonas vizinhas influencia negativamente na sua acessibilidade. Quando uma zona tiver um valor baixo do indicador de acessibilidade (baixo tempo) e um valor alto do indicador da mix de usos das vizinhas (as do quadrante Q4) também será evidenciada a relação causal entre esses indicadores, porém não serão zonas problemáticas.

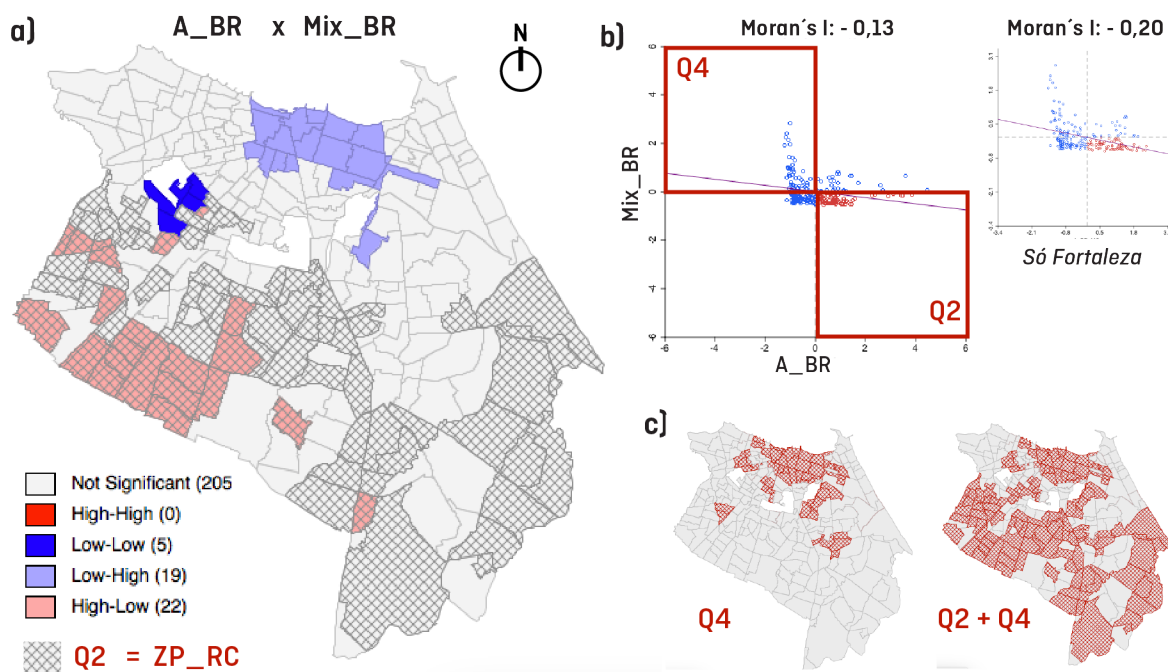
### **5.2.1. Relação Causal – Baixo Mix BR/ Baixa Acessibilidade para pop. de BR**

A Figura 54 apresenta os resultados da análise bivariada ente os indicadores (Mix\_BR e A\_BR). Essa relação inversamente proporcional pode ser atestada pelo valor negativo do Índice Global de Moran, de - 0,13. Esse índice global considera o que acontece em todas as zonas.

Os resultados apontam para a existência de padrões espaciais estatisticamente dependentes entre esses indicadores, indicados nos aglomerados de zonas que possuem uma distribuição de uso com baixo mix e baixa acessibilidade. O que evidencia a relação causal entre esses problemas, onde um baixo mix de usos emprego/domicílios influencia a existência

de uma baixa acessibilidade aos postos de trabalho.

Figura 54: a) *BiLISA Cluster Map*, b) *Gráficos de Espelhamento de Moran*, c) *Zonas que evidenciam a relação causal Q2 e Q4 - A\_BR x Mix\_BR*

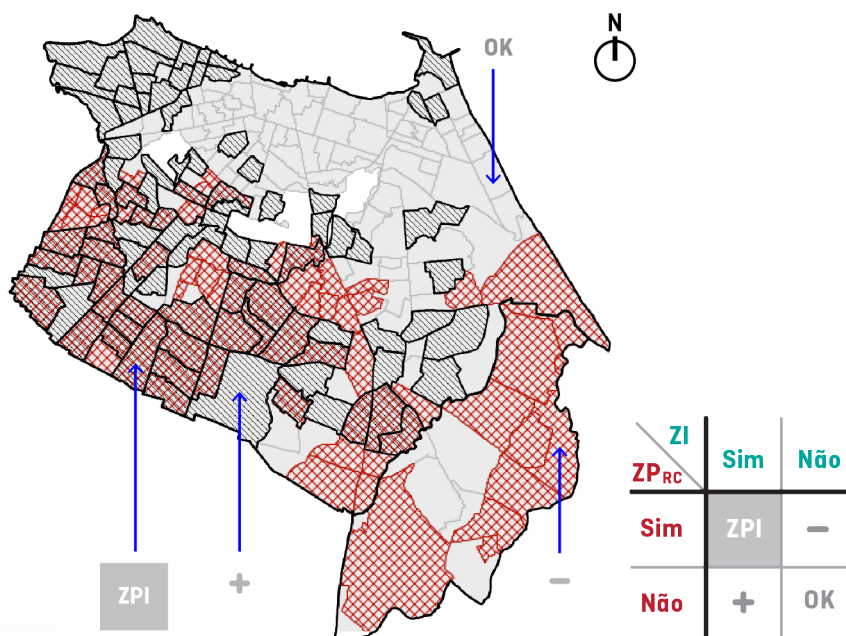


No gráfico de espelhamento, o quadrante Q2 representa as Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal (ZP\_RC), que possuem um alto valor do indicador de acessibilidade e um baixo valor do indicador da mix de usos das suas vizinhas. O *BiLISA Cluster Map* aponta essa relação na classe *High-Low*, são apresentadas nesse mapa somente as zonas que possuem essa relação mais significativa, observando um aglomerado dessas zonas na região Sudoeste. No entanto, todas as zonas que estão hachuradas possuem essa mesma relação de relação causal problemática. As zonas que estão no quadrante Q4 e estão na classe *Low-High*, também evidenciam a relação causal entre os indicadores, mas não são zonas problemáticas. Como pode ser observado no mapa c da Figura 54, existe uma grande quantidade de zonas onde são diagnosticadas essa relação causal, representam as que estão no quadrante Q2 e Q4.

O cruzamento entre as ZP\_RC e as ZI identificam as zonas onde existem problemas de uso do solo influenciando nos de transportes e onde ocorre o fenômeno da Periferização, sendo denominadas de Zonas Prioritárias de Intervenção (ZPI). Na Região Sudoeste há fortes evidências de que a problemática de uso do solo impacta na de transportes da população de baixa renda que reside aí, uma intervenção integrada entre esses dois

subsistemas nessas ZPI beneficiaria uma boa parcela da população periférica (ver Figura 55).

Figura 55: Cruzamento entre as ZP\_RC para a população de BR com as Zonas de Interesse da Periferização



A relação com um sinal de (-) aponta para uma zona onde existe um problema de uso do solo impactando no de transportes, mas não está numa área onde grande parte do grupo de interesse se localiza, é o caso de algumas zonas do Eusébio e do Sudeste. O que indica se a população de baixa renda começar a se localizar nessas regiões pode ser negativo para elas. A relação com um sinal de (+), por sua vez, representa uma ZI que não apresenta problema de baixo mix gerando um de baixa acessibilidade, é o caso das zonas na Região Noroeste. As que possuem o sinal de (OK) não são de interesse, nem problemáticas.

### 5.2.2. Relação Causal – Baixo Mix AR/ Baixa Acessibilidade para pop. de AR

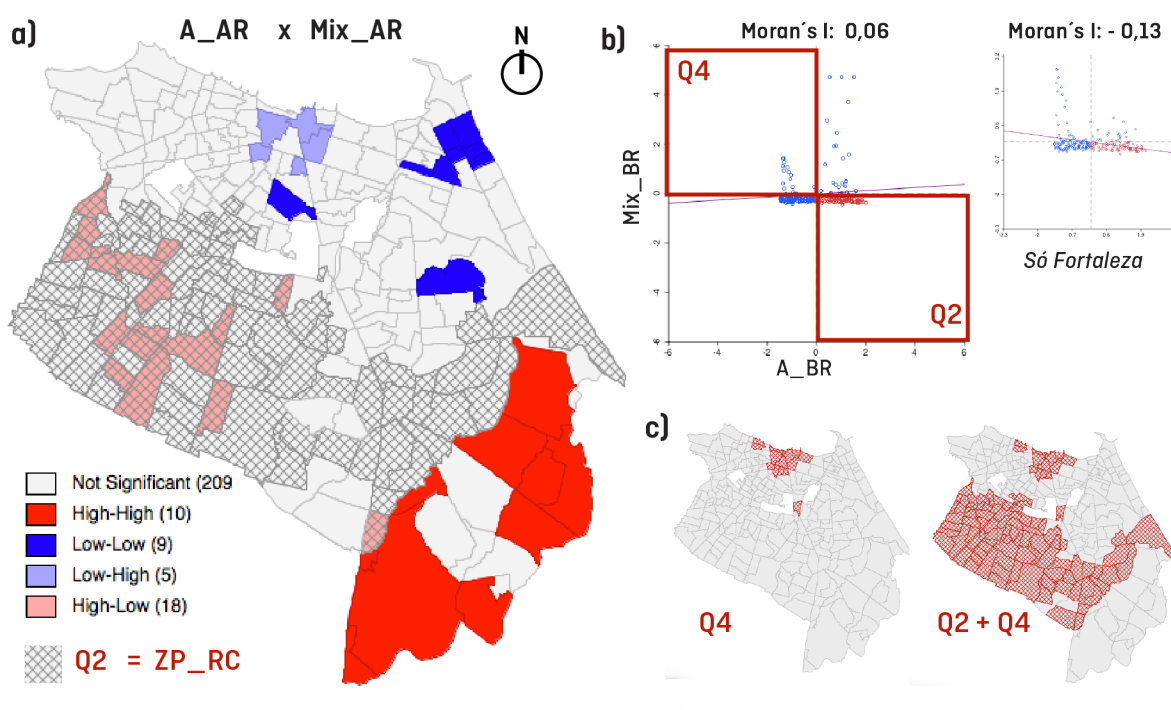
Essa sessão, tem por objetivo diagnosticar a relação causal de que a distribuição de usos com baixo mix empregos/domicílios para a população de alta renda impacta negativamente na acessibilidade aos postos de trabalho desse grupo de indivíduos.

Da mesma forma que foi apresentado na sessão anterior, a hipótese será verificada matematicamente através da relação inversamente proporcional entre esses dois indicadores, identificada nas zonas das classes *High-Low* e *Low-High* e dos quadrantes Q2 e Q4. Sendo a do quadrante Q2 denominadas de Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal (ZP\_RC), onde um baixo da mix de usos das zonas vizinhas influenciam na sua baixa

acessibilidade (alto tempo).

A Figura 56 apresenta os resultados da análise bivariada ente os indicadores (Mix\_AR e A\_AR). O Índice Global de Moran deu zero, o que pode ter sido influenciado pela configuração do uso do solo do Eusébio, que possui valores muito extremos para o indicador de mix (ver Figura 44). Considerando só as zonas de Fortaleza, o valor desse índice passa a ser de -0,13, indicando uma maior correlação espacial entre os dois indicadores e a relação inversamente proporcional que se esperava.

Figura 56: a) *BiLISA Cluster Map*, b) *Gráficos de Espelhamento de Moran*, c) *Zonas que evidenciam a relação causal Q2 e Q4 - A\_AR x Mix\_AR*

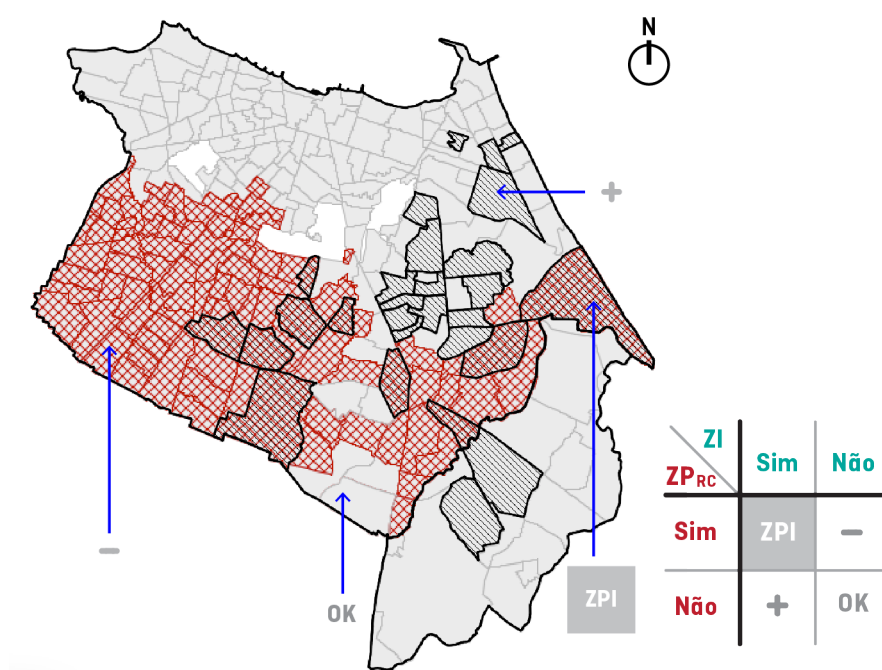


Da mesma forma que para a problemática da baixa renda, os resultados para a alta renda também apontam para a existência de padrões espaciais estatisticamente dependentes entre esses indicadores, evidenciando a relação causal da baixa acessibilidade aos postos de trabalho influenciada pelo baixo mix de usos emprego/domicílios.

No quadrante Q2 são identificadas as Zonas Problemáticas que Evidenciam a Relação Causal (ZP\_RC), representadas no *BiLISA Cluster Map* na classe *High-Low*, que são as zonas que hachuradas nesse mapa. As zonas que estão no quadrante Q4, na classe *Low-High*, não são zonas problemáticas mas também evidenciam a relação causal entre os indicadores. O mapa c da Figura 56 aponta as zonas onde são diagnosticadas essa relação causal, representadas pelos quadrantes Q2 e Q4.

No cruzamento entre as ZP\_RC e as ZI são identificadas as Zonas Prioritárias de Intervenção (ZPI), nelas ocorre o fenômeno do Espraimento Urbano por Autosegregação que influenciam nos problemas de uso do solo que aí existem, que, por sua vez, impactam negativamente na acessibilidade da população de alta renda que vive aí. Essa sequência de relações são as que estão representadas no diagrama de Representação da Problemática (ver Figura 57).

Figura 57: Cruzamento entre as ZP\_RC para a população de AR com as Zonas de Interesse do Espraimento por Autosegregação



Em algumas zonas da região Sudeste que ocorre esse fenômeno não ficou evidente essa relação de causalidade problemática (sinal de +), mas vale lembrar que não se devem analisar essas zonas identificadas de maneira muito rígida, deve-se ter em conta que as zonas que se encontram mais no limite da cidade em direção ao Eusébio podem vir a evoluir facilmente para essa situação problemática.

A relação com um sinal de (-) aponta para uma zona onde existe um problema de uso do solo impactando no de transportes, mas não está numa área onde grande parte do grupo de interesse se localiza, é o caso das zonas do Sudoeste. Por sim, as que possuem o sinal de (OK) não são de interesse, nem problemáticas.



## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1. Conclusões

O presente trabalho investigou um fenômeno comum à maioria das metrópoles, que é a tendência das classes de alta renda se autossegregarem em determinadas regiões da cidade. Contribuindo para o estudo desse fenômeno urbano no contexto das cidades brasileiras, partiu-se de uma análise integrada entre subsistemas urbanos, ampliando as perspectivas de como o espraiamento urbano vem sendo discutido, comumente tratado do ponto de vista da morfologia urbana e da economia, sendo pouco discutido do ponto de vista dos transportes.

O esforço de compreensão do fenômeno do espraiamento urbano por autossegregação e seus impactos na acessibilidade urbana de Fortaleza, realizado nessa dissertação, trouxe avanços tanto fenomenológicos, quanto metodológicos.

A contextualização da problemática reuniu alguns conceitos não tão bem consolidados na literatura, dentre eles o de como medir o espraiamento urbano e o de como avaliar os impactos do uso do solo sobre os transportes, o que possibilitou o entendimento de como os componentes dos subsistemas em estudo se relacionam e quais fatores influenciam para situações problemáticas.

A síntese da evolução urbana da metrópole junto aos conceitos apresentados possibilitou a construção de uma representação da problemática para Fortaleza, importante produto para a compreensão do fenômeno urbano em estudo. Nessa fase, os avanços metodológicos se deram no processo de construção dessa representação, podendo ser aplicado a outro fenômeno urbano ou para o mesmo fenômeno em outra cidade.

Do ponto de vista das contribuições metodológicas, destaca-se o desenvolvimento da proposta metodológica de caracterização e de diagnóstico da problemática. Nessa etapa, foi de extrema importância a definição dos indicadores capazes de representar os problemas e suas relações causais, avançando nas discussões de como avaliar o impacto do uso do solo nos transportes. A definição das ferramentas de modelagem operacional e de análise espacial desses indicadores também contribuiu para a compreensão dessa problemática complexa, representada por dois subsistemas urbanos.

Os resultados da aplicação da proposta metodológica para a cidade de Fortaleza representam a principal contribuição desse trabalho. Dando resposta aos problemas de pesquisa levantados, constatou-se que o território metropolitano em análise possui uma

configuração espacial que caracteriza o fenômeno do espraiamento urbano, gerado a partir da decisão da população de alta renda de se autossegregar. Os resultados obtidos nas análises corroboraram com a hipótese de que esse fenômeno ocorre predominantemente na região Sudeste, havendo também sua presença na região Sul. Demonstrando que Fortaleza, assim como outras metrópoles brasileiras, há um padrão espacial de segregação das camadas de alta renda que se dá por setor de círculo no território da cidade.

Foram verificadas a existência de evidências de correlação espacial entre o fenômeno do espraiamento urbano por autossegregação e uma configuração problemática do ponto de vista da distribuição espacial dos usos nas regiões periféricas (o baixo mix de usos empregos/domicílios para a população de alta renda). Havendo, portanto, um entendimento de que esse fenômeno pode estar gerando uma distribuição espacial de usos problemática para a cidade.

Constatou-se ainda que o fenômeno urbano em estudo impacta negativamente no subsistema de transportes, levando a baixos níveis de acessibilidade aos postos de trabalho da população de alta renda que se autossegrega. Os resultados obtidos apontam para piores níveis de acessibilidade aos postos de trabalho da população de alta renda nas regiões Sudeste e Sul com relação à região Central. Os níveis de acessibilidade aos postos de trabalho da população de alta renda da região Sul, por sua vez, são piores do que os da Sudeste, o que leva a crer que os investimentos em infraestrutura viária ocorridos nessa região vem possibilitando melhores níveis de acessibilidade para a população de alta renda que vive nesse vetor de expansão.

Ao avançar no entendimento fenomenológico da problemática urbana do espraiamento urbano por autossegregação, foi possibilitada ainda uma compreensão global dos processos dialéticos de segregação para a cidade de Fortaleza. A partir da necessidade de avaliar a problemática da acessibilidade urbana de maneira mais ampla para os indivíduos da cidade, foram realizadas análises das configurações de uso do solo advindas dos diferentes processos de segregação, culminando em níveis de acessibilidade aos postos de trabalho para cada um dos grupo sociais em estudo.

Como principal resultado, verificou-se que as configurações espaciais do uso do solo residencial da alta e da baixa renda (geradas por processos diferenciados de segregação) acarretaram numa distribuição de acessibilidade inequânime entre esses grupos nas regiões periféricas da cidade. Além disso, foi verificado que, do ponto de vista dos níveis de acessibilidade urbana, a população de baixa renda é mais penalizada com o fenômeno da periferização do que a de alta renda, com o do espraiamento por autossegregação.

Foi verificada ainda uma tendência inicial de localização de uma maior

oportunidade de empregos junto ao vetor Sudeste. Essa tendência demonstra que os processos locais residenciais da população de alta renda (espraiamento por autosegregação), que ocorrem num primeiro momento, acabam por atrair, num segundo momento, uma série de outras atividades (empregos, serviços), gerando melhores os níveis de acessibilidade para quem vive nessa região.

Esse processo ainda não está consolidado na cidade de Fortaleza, mas os resultados iniciais dessa tendência já podem ser percebidos. Essa relação, num futuro próximo, pode aumentar ainda mais os contrastes de acesso às oportunidades entre as regiões Oeste (onde está localizada grande parte da população de baixa renda) e Sudeste da metrópole (para onde a de alta renda tem-se direcionado).

## **6.2. Recomendações para Trabalhos Futuros**

De modo a sanar algumas lacunas fenomenológicas, serão recomendadas a seguir algumas propostas para trabalhos futuros.

Para um trabalho futuro, recomenda-se incluir nas análises e na modelagem os municípios da RMF que fazem limite com a cidade de Fortaleza, para que a problemática da acessibilidade aos postos de trabalho seja compreendida de modo a representar melhor a realidade da metrópole. Sabe-se, por exemplo, que Maracanaú possui uma alta oferta de empregos por conta da presença de indústrias no município, que, por sua vez, poderiam atender à população de baixa renda que reside nas zonas à oeste de Fortaleza.

Recomenda-se projetar a análise dessa problemática para anos futuros. Para isso, deve ser proposto um método de validação do modelo Tranus, a fim de que se possa confiar nos resultados da modelagem de cenários que representem anos futuros. Esse tipo de análise possibilitará compreender os problemas de acessibilidade insustentável, que analisa as diferenças ao longo do tempo. Além disso, poderá ser verificada se as decisões locais dos empregos também vão seguir a tendência local do espraiamento residencial. Ademais, esse cenário modelado pode ser relativo a anos passados, como, por exemplo, o ano de 2000, de modo a melhor avaliar a evolução da problemática.

Outra recomendação para trabalhos futuros seria analisar a problemática do uso do solo do ponto de vista das decisões locais das atividades. A análise desse trabalho não tratou das decisões locais dos empregos, uma vez que foi considerado que o ano de 2015 ainda representaria bem essa configuração espacial, bastante concentrada na Região Central, o que realmente se comprovou.

Além disso, seria interessante incorporar nas análises a problemática da mobilidade urbana, de maneira a analisar os impactos da acessibilidade na mobilidade das pessoas, assim como a problemática do uso do solo, impactando diretamente na mobilidade das pessoas.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLY, Cláudio. *Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.
- AGUIAR, José Roberto Sales de. *Análise espacial da evolução socioeconômica dos municípios sobre a demanda do sistema de transporte público de passageiros do Ceará*. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- ANDRADE, Beatriz Rodrigues. *Compreensão da problemática da periferização por segregação involuntária no planejamento da acessibilidade e mobilidade em Fortaleza*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- ARAGÃO, Thêmis Amorim. *Influências das políticas habitacionais na construção do espaço urbano metropolitano de Fortaleza: histórias e perspectivas*. 2010. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- ARAÚJO, Ana Maria Matos; CARLEIAL, Adelita Neto. Opulência e miséria nos bairros de Fortaleza (Ceará/Brasil). *Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona, v. 7, n. 146, ago. 2003.
- BATTY, Michael; BESUSSI, Elena; CHIN, Nancy. Traffic, urban growth and suburban sprawl. *Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA)*, Londres, n. 70, nov. 2003.
- BERNAL, Maria Cleide Carlos. *A metrópole emergente: a ação do capital imobiliário na estruturação urbana de Fortaleza*. Fortaleza: Editora Universidade Federal de Fortaleza/Banco do Nordeste do Brasil, 2004.
- BILLARD, Gérald; CHEVALIER, Jacques; MADORÉ, François. *Ville fermée, ville surveillée: la sécurisation des espaces résidentiels en France et en Amérique du Nord*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2005.
- BONNEL Patrick; COULOMBEL, Nicolas; PRADOS, Emmanuel; STURM Peter; ARNAUD, Elise. *et al.* A survey on the calibration and validation of integrated land use and transportation models. In: SYMPOSIUM “TOWARDS INTEGRATED MODELLING OF URBAN SYSTEMS”, Lyon, out. 2014.
- CALDEIRA, Teresa Pires do Rio. *Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo*. São Paulo: Editora 34/Edusp, 2000.
- CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo Gonçalves; CORREA, Virgínia. Análise de Dados de Área. In: FUCKS, Suzana Druck; CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. (Org.). *Análise espacial de dados geográficos*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, 2001.
- CASCETTA, Ennio. *Transportation system analysis: models and applications*. 2 ed. Nova York: Springer, 2009. (Springer optimization and its applications, v.29).
- CENZATTI, Marco; CRAWFORD, Margaret. On public spaces, quasi-public spaces, and public quasi-spaces. *Architecture and the (New) Public Sphere*, v. 24, p. 14-21, 1998.

CETREDE. *A expansão da periferia urbana de Fortaleza e seu efeito de segregação e deterioração da qualidade de vida da população*. 1981. Monografia (Curso de Desenvolvimento Urbano e Regional) - Centro de Treinamento e Desenvolvimento, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1981.

CORRÊA, Roberto Lobato. *O espaço urbano*. 3 ed. São Paulo: Ática, 1995. (Série Princípios)

\_\_\_\_\_. Segregação residencial: classes sociais e espaço. In: VASCONCELOS, Pedro de Almeida; CORRÊA, Roberto Lobato; PINTAUDI, Silvana Maria (Orgs.). *A cidade contemporânea: segregação espacial*. v. 1. São Paulo: Contexto, 2013, p. 39- 60.

DE LA BARRA, Tomas. *Integrated land use and transport modelling: decision chains and hierarchies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

DE VOS, Jonas; WITLOX, Frank. Transportation policy as spatial planning tool: reducing urban sprawl by increasing travel cost and clustering infrastructure and public transportation. *Journal of Transport Geography*, v. 33, p. 117-125, 2013.

DIÓGENES, Beatriz Helena Nogueira. *Dinâmicas urbanas recentes da área metropolitana de Fortaleza*. Tese (Doutorado Interinstitucional em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2012.

EWING, Reid; PENDALL, Rolf; CHEN, Don. Measuring sprawl and its transportation impacts. *Transportation Research Record*, Washington, v. 1831, p. 175-183, jan. 2003.

FEITOSA, Flávia. F.; LE, Quang Bao; MONTEIRO, Antônio Miguel V.; VLEK, Paul. L. G. Cidade e Complexidade: modelagem e simulação computacional de dinâmicas de segregação urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14, 2011, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ENANPUR, 2011.

FRANK, Lawrence D.; PIVO, Gary. Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single occupant vehicles, transit, and walking. *Transportation Research Record*, Washington, v. 1466, p. 44-52, jan. 1994.

FREITAS, Clarissa Figueiredo Sampaio; PEQUENO, Luis Renato Bezerra. Produção habitacional na Região Metropolitana de Fortaleza na década de 2000: avanços e retrocessos. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.17, n.1, p.45-59, 2015.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele. *Strategic assessment of accessibility on urban mobility networks*. 2016. 181f. Tese (Doutorado em Sistemas de Transporte) - Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele; MACÁRIO, Rosário; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. The role of assessment in the urban mobility planning process. In: WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH, 13, 2013, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2013.

GEURS, Karst T.; VAN ECK, Ritsema Jan. Accessibility measures: review and applications - Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economics impacts. *National Institute of Public Health and the Environment/RIVM*, jun. 2001.

GEURS, Karst T.; VAN-WEE, Bert. Land-use/Transport interaction models as tools for sustainability impact assessment of transport investment: review and research perspective.

National Institute for Public Health and the Environment/RIVM, v.4, n. 3, p.333-355, abr. 2004.

GLAESER, Edward L.; KAHN, Matthew E. Sprawl and urban growth. In: HENDERSON, Vernon J.; THISSE, Jacques-François. (Orgs.). *Handbook of regional and urban economics*. Amsterdam: North Holland, 2004, v. 4, cap. 56.

HANDY, Susan. How land use patterns affect travel patterns: a bibliography. *Council of Planning Librarians*, Chicago, n. 279, 1992.

HENRIQUE, Camila Soares. *Diagnóstico espacial da mobilidade e da acessibilidade dos usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

HENRIQUE, Camila Soares; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro; CAVALCANTE, Rinaldo Azevedo. Caracterização espacial da mobilidade dos usuários cativos do sistema integrado de transportes de Fortaleza. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18, 2004, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ANPET, 2004.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S.; FRANCO, F. M. de M. (Orgs.). *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE. *Base de informações por setor censitário da área urbana dos distritos-sede - Censo demográfico*. Fortaleza, 2000.

\_\_\_\_\_. *Base de informações por setor censitário da área urbana dos distritos-sede - Censo demográfico*. Fortaleza, 2010.

JUCÁ, Gisafran Nazareno Mota. *Verso e reverso do perfil urbano de Fortaleza (1945- 1960)*. São Paulo: Annablume, 2003.

KNAAP, Gerrit-Jan; TALEN, Emily. New urbanism and smart growth: a few words from the academy. *International Regional Science Review*, v. 28, n. 2, p. 107-118, abr. 2005.

KUZMYAK, R. J.; PRATT, R. H. Land Use and Site Design: Traveler Response to Transport System Changes. *Transportation Research Record*, Washington, v. 1831, jan. 2003.

LISBOA, Flávia Seixas; FEITOSA, Flávia da Fonseca. Para além da perspectiva residencial: a construção de índices de segregação dos espaços de atividades. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 68, n. 4, p. 797-813, nov.-dez. 2016. (Edição Especial)

LITMAN, Todd A. Land use impacts on transport: How land use factors affect travel behavior. *Victoria Transport Policy Institute*, Canadá, 2015.

LOPES, André Soares; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. Dimensões do planejamento urbano integrado: revisão histórica e discussão conceitual. In: PLURIS – CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 5, 2012, Brasília. *Anais...* Brasília, 2012.

LOPES, André Soares. *Transportes, uso do solo e atividades: modelagem conceitual para o planejamento da acessibilidade urbana*. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

LUCAS, Karen; VAN-WEE, Bert; MAAT, Kees. A method to evaluate equitable accessibility: Combining ethical theories and accessibility-based approaches. *Transportation*, v.43, n. 3, p.473-490, mar. 2015.

MENEZES, Ezequiel Dantas de Araújo Girão. *Metodologia para avaliação estratégica da problemática da acessibilidade urbana sob o princípio da equidade*. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MEURS, Henk; VAN-WEE, Bert. Land use and mobility: a synthesis of findings and policy implications. *European Journal of Transport and Infrastructure Research/EJTIR*, Delft, v.2, n.3-4, p. 219-233, jun. 2003.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. *Input-Output analysis: foundations and extensions*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MODELÍSTICA. *TRANUS - User Guide*. dez. 2014. Disponível em: <<http://modelistica.com.mx/files/TRANUS%20User%20Guide.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

MONTEIRO, Emanuela Rangel. *Deslocamentos da forma urbana na zona sudeste de Fortaleza*. 2007. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

NADALIN, Vanessa Gapiotti; IGLIORI, Danilo Camargo. Evolução Urbana e Espreadimento na Região Metropolitana de São Paulo. *Texto para Discussão – IPEA/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*, Rio de Janeiro, n. 1481, abr. 2010.

OWENS, S. From 'predict and provide' to 'predict and prevent?': pricing and planning in transportation policy. *Transport Policy*, v. 2, n. 1, p. 43-49, 1995.

PEQUENO, Luis Renato Bezerra. *Desenvolvimento e degradação do espaço intra-urbano de Fortaleza*. 2002. Tese (Doutorado em Estruturas Urbanas e Ambientais) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PEREIRA, Elson Manoel. *Planejamento urbano no Brasil: conceitos, diálogos e práticas*. Chapecó: Argos, 2013.

PIETRANTONIO, Hugo; STRAMBI, Orlando; GUALDA, Nicolau D. F. Integração entre políticas de uso do solo e de transportes: dificuldades e necessidades. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 10, 1996, Brasília. *Anais...* Brasília: ANPET, 1996.

RAMOS, Frederico Roman. *Análise espacial de estruturas intra-urbanas: o caso de São Paulo*. 2002. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, São José dos Campos, 2002.

RODENBURG, Caroline; NIJKAMP, Peter. Evaluation of multifunctional land use: design and application of policy criteria. *Research Memorandum*, Amsterdã, v. 28, jan. 2002.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. *Cidades para um pequeno planeta*. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

RUFINO, Maria Beatriz Cruz. *Incorporação da metrópole: centralização do capital no imobiliário e nova produção de espaço em Fortaleza*. 2012. 334 f. Tese (Doutorado em



Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RUEDA-CANTUCHE, José Manuel. Construction modelling of input-output coefficients matrices in an axiomatic context: some further considerations. *In: INTERNATIONAL INPUT-OUTPUT CONFERENCE*, 14., out. 2002, Canadá. *Anais...* Canadá, 2002.

SILVEIRA, A. De território de passagem ao lugar de moradia de nitiva: a urbanização recente do município de Eusébio, Ceará. *In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR*, 14., 2011, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2011.

SMITH, Roberto. *A dinâmica da Região Metropolitana de Fortaleza e os vetores da expansão territorial*. Fortaleza: Mimeo, 2001.

SOARES, Fernanda Duarte Peixoto. *Metodologia de Diagnóstico das Relações entre Uso do Solo e Transportes na Problemática do Planejamento Urbano Integrado*. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SOUTHWORTH, Frank. *A technical review of urban land use: transportation models as tools for evaluating vehicle travel reduction strategies*. Oak Ridge: Martin Marietta, 1995.

SOUSA, Francelino Franco Leite de Matos; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro; LOPES, André Soares. Representação do fenômeno urbano por meio de modelos integrados dos transportes e uso do solo: revisão da literatura e discussão conceitual. *In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES*, 30., 2016, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2016.

SOUSA, Francelino Franco Leite de Matos. *Metodologia de calibração para modelos integrados dos transportes e uso do solo*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOUZA, Marcelo José Lopes de. *Urbanização e desenvolvimento no Brasil atual*. São Paulo: Ática, 1996.

\_\_\_\_\_. *O desafio metropolitano: a problemática sócio-espacial nas metrópoles Brasileiras*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

\_\_\_\_\_. *ABC do desenvolvimento urbano*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. Novas formas de produção do espaço no estado de São Paulo. *In: REIS, Nestor Goulart; TANAKA, Marta S. Brasil: estudos sobre dispersão urbana*. São Paulo: FAUUSP, 2007.

TIMMERMANS, Harry. The saga of integrated land use- transport modeling: how many more dreams before we wake up? *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRAVEL BEHAVIOR RESEARCH*, 10., 2003, Lucerna. *Anais...* Lucerna, 2003.

VAN WEE, Bert. Land use and transport: research and policy challenges. *Journal of Transport Geography*, v. 10, n. 4, p. 259-271, 2002.

\_\_\_\_\_; ANNEMA, Jan Anne; BANISTER, David. *The transport systema and transport policy: an introduction*. Inglaterra: Edward Elgar Publishing Limited, 2013.

\_\_\_\_\_; MAAT, Kees. Land-use and transport: a review and discussion of Dutch research.

*European Journal of Transport and Infrastructure Research/EJTIR*, Delft, v. 3, n. 2, p. 199-218, 2003.

VASCONCELOS, Pedro de Almeida; CORRÊA, Roberto Lobato; PINTAUDI, Silvana Maria (Orgs.). *A cidade contemporânea: segregação espacial*. São Paulo: Contexto, 2013

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

WEITZ, Jerry. *Jobs-Housing Balance (PAS 516)*. Chicago/Washington: American Planning Association Advisory Service, 2003.

WERNECK, Leonardo Furquim. *Contribuição de um Modelo LUTI para o planejamento integrado em transportes e uso do solo na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.