



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

**BEATRIZ RODRIGUES ANDRADE**

**COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO POR  
SEGREGAÇÃO INVOLUNTÁRIA NO PLANEJAMENTO DA ACESSIBILIDADE E  
MOBILIDADE EM FORTALEZA**

**FORTALEZA**

**2016**

BEATRIZ RODRIGUES ANDRADE

COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO POR SEGREGAÇÃO  
INVOLUNTÁRIA NO PLANEJAMENTO DA ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE EM  
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

2016

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)

---

- A565c Andrade, Beatriz Rodrigues.  
Compreensão da problemática da periferização por segregação involuntária no planejamento da acessibilidade e mobilidade em Fortaleza / Beatriz Rodrigues Andrade. – 2016.  
115 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Carlos Felipe Grangeiro Loureiro.
1. Periferização involuntária. 2. Acessibilidade. 3. Mobilidade. 4. Uso do solo. 5. Modelagem integrada.  
I. Título.

CDD 388

---

BEATRIZ RODRIGUES ANDRADE

COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO POR SEGREGAÇÃO  
INVOLUNTÁRIA NO PLANEJAMENTO DA ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE EM  
FORTALEZA

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

Aprovada em: 31/10/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Prof. Clarissa Figueiredo Sampaio Freitas, D.Sc. (Examinador Interno)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Camila Soares Henrique Fontenele Garcia, D.Sc. (Examinadora Externa)  
Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST)

Àqueles que amam as pessoas, as cidades e os  
encontros.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, aos meus pais, a quem devo todo o meu esforço e desejo de orgulhar. Agradeço por sempre investirem em mim, nos meus estudos e na minha formação como pessoa. Obrigada por serem meu maior exemplo de perseverança, responsabilidade e comprometimento.

À minha irmã, que, como boa irmã mais nova, esteve presente ao longo dessa jornada me dando todo o apoio, carinho e amor necessários.

Ao professor Felipe que foi muito mais do que prumo na condução desse trabalho, foi também alicerce na minha formação enquanto pessoa, profissional e pesquisadora. A ele, que tem sido um construtor de pontes, a quem serei sempre grata pela acolhida, pela paciência e pelos ensinamentos. Agradeço também por me possibilitar fazer parte de um grupo de pesquisa em que cada encontro é prazeroso, desafiador, engrandecedor e empolgante.

Aos MITUS, que foram e continuam sendo, mais do que um grupo de pesquisa, uma família na qual eu me encontrei. Onde, mesmo sendo de outra “ilha”, me senti nativa. Nós não somos apenas diferentes, somos complementares, e é essa consciência que faz a diferença nas pesquisas desenvolvidas. Todos eles tiveram um papel essencial na evolução da pesquisa, mas agradeço especialmente ao Franco (uma das pessoas mais generosas e brilhantes que já conheci) pela parceria, apoio e pela coorientação desse trabalho.

À minha (grande) turma do mestrado, que fez o tempo passar mais rápido com as conversas no GTTEMA, que fez o caminho ser mais leve com os *pica-picas* e que fez a experiência ser inesquecível pela individualidade e excepcionalidade de cada um. Às minhas meninas, um grupo de pessoas incríveis, as maiores surpresas do Mestrado. Uma família que formamos e vai perdurar, mesmo que espalhada pelo mundo, em Cuba, na Bolívia e até em Mossoró.

Aos demais funcionários e professores do Departamento de Engenharia de Transportes da UFC, que sempre foram muito solícitos e dispostos a ajudar. A eles que me fizeram sentir em casa desde o primeiro dia, meu muito obrigada.

Aos amigos do PAITT, com os quais divido desafios e conquistas, frustrações e alegrias. É uma honra poder trabalhar com pessoas que admiro tanto. Um aprendizado constante! Um agradecimento especial à minha equipe da Gestão Ciclovitária. Obrigada pelo aprendizado e parceria de sempre. O apoio e a compreensão de vocês foram essenciais na reta final deste trabalho. Ao Ezequiel, melhor encontro que a vida me proporcionou nos últimos tempos. Obrigada por ser ombro amigo, referência acadêmica e espelho profissional. Ao Luiz,

nosso chefe, amigo e maior incentivador, a quem devo a melhor experiência profissional que alguém poderia ter. Obrigada por tornar tudo isso possível!

Aos amigos do colégio e da faculdade que, apesar de o Mestrado ter me afastado um pouco deles, entenderam, na maioria das vezes, o distanciamento necessário. A vocês que me conhecem a tanto tempo que não hesitam em me puxar de volta quando estou distante demais. Obrigada pelos puxões de orelha, pela parceria de tantos anos, pela preocupação constante comigo e por entender a minha ausência quando necessária.

À professora Clarissa, por continuar me inspirando a enfrentar a problemática urbana e contribuir mais uma vez na realização de um importante trabalho para o meu crescimento enquanto pesquisadora.

À CAPES que pela bolsa de estudo concedida.

Eis a parte mais importante desse trabalho. O momento em que posso agradecer a cada pessoa essencial na minha vida durante esse período intenso do Mestrado. Pessoas sem as quais eu não teria conseguido. Definitivamente, não sabia o que estava por vir quando resolvi iniciar essa jornada, mas ter vocês por perto (fisicamente ou não) foi essencial. Sempre acreditei na tal “lei natural dos encontros” e vocês foram até hoje os melhores encontros que alguém poderia ter. É um orgulho estar sempre rodeada de tantas pessoas especiais. Agradeço imensamente pelo tanto (de amor, ensinamentos e alegria) que vêm deixando em minha vida e espero estar sendo capaz de deixar um tanto em vocês também.

Muito obrigada!

“Devemos construir pontes ao invés de  
muros.”

Papa Francisco



## RESUMO

O fenômeno da periferização, um dos maiores problemas urbanos da atualidade, restringe a parcela da população que vive nas franjas urbanas a participar ativamente da *urbis* enquanto espaço de trocas sociais, políticas e econômicas, ou seja, impacta diretamente na acessibilidade das pessoas às atividades que desejam realizar no espaço urbano. A depender da quantidade e intensidade das restrições impostas a um grupo, a deficiência nos seus níveis de acessibilidade e de mobilidade pode gerar um cenário de exclusão social, o que faz da população de baixa renda que habita a periferia (segregação involuntária) um grupo de risco. Nesta pesquisa de mestrado, para atingir o objetivo geral de compreender a periferização por segregação involuntária em Fortaleza através da modelagem integrada dessa problemática, beneficiou-se de uma necessária sistematização do processo de planejamento integrado da acessibilidade e mobilidade urbanas, sendo ela destacada em três vertentes: teórico-conceitual (através de modelo conceitual ALUTI), metodológica e operacional. Considerando a complexidade do fenômeno estudado, para sistematizar operacionalmente a problemática e auxiliar principalmente na etapa de diagnóstico (prognóstico e avaliação de cenário), foi utilizada a plataforma computacional Transus (modelo de localização de atividades, distribuição espacial do uso do solo, assim como de demanda e oferta de transportes), a qual amparou a modelagem dos indicadores utilizados para caracterizar a periferização involuntária e diagnosticar as relações causais entre essa problemática, que se materializa no subsistema de uso do solo, e os níveis de acessibilidade e mobilidade da população de baixa renda que vive nessas condições de segregação.

**Palavras-chave:** Periferização Involuntária, Modelagem Integrada, Acessibilidade, Transportes, Uso do Solo.

## ABSTRACT

The phenomenon of the peripheralization, one of the largest urban problems today, restricts the share of the population that lives in urban fringes to actively participate in the Urbis as an area of social, political and economic exchanges, that is, directly impacts in the accessibility of people to activities they want accomplish in urban space. Depending on the amount and intensity of the restrictions imposed on a group disability in their levels of accessibility and mobility can generate a scenario of social exclusion, which makes the low-income population that inhabits the periphery (involuntary segregation) a risk group. In this master's research, to achieve the overall objective to understand the marginal involuntary segregation in Fortaleza through of the integrated problematic modeling, benefited from a necessary systematization of integrated planning process of accessibility and urban mobility, that is highlighted in three areas: theoretical and conceptual (through conceptual model ALUTI), methodological and operational. Considering the complexity of the studied phenomenon, to systematize operationally problematic and assist primarily in the diagnosis stage (prognosis and assessment scenario), the computing platform TRANUS was used, which bolstered the modeling of the indicators used to characterize involuntary peripheralization and diagnose the causal links between this problem, that is embodied in the subsystem of land use, and levels of accessibility and mobility of low population income living in these conditions segregation.

**Keywords:** Involuntary Peripheralization, Integrated Modeling, Accessibility, Transport, Land Use.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagramas dos modelos das teorias gerais de segregação Griffin-Ford (Adaptado de Alcântara, 2011).....	28
Figura 2 - Diagrama do Modelo Griffin-Ford (Adaptado de Ford, 1996).....	28
Figura 3 - Evolução Urbana do Município de Fortaleza 1880-1955 (IPLANFOR, 2015).....	31
Figura 4 - Empreendimentos aptos a receber financiamentos habitacionais na RMF (FREITAS e PEQUENO, 2015 com base em CEF/GIDUR-CE). ....	35
Figura 5 - Quantidade de estabelecimentos por setor censitário (IBGE, 2015). ....	37
Figura 6 - Limitação do Escopo da Pesquisa considerando o Paradigma da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas (Elaborado pela autora). ....	39
Figura 7 - Representação das relações entre acessibilidade e mobilidade (Elaborado pela autora). ....	39
Figura 8 - Representação do Planejamento da Mobilidade e da Acessibilidade (Elaborado pela autora). ....	41
Figura 9 - Árvore de problemas com destaque para subsistemas envolvidos na problemática em estudo (elaborada pela autora) .....	42
Figura 10 - Modelo Conceitual “A Priori” do Sistema ALUTI (acrônimo em inglês dos termos “Activity, Land Use and Transport Interaction”). (Adaptado de Lopes, 2015) .....	43
Figura 11 - Limitação do Escopo da Pesquisa a partir dos subsistemas urbanos (Adaptado de Lopes, 2015).....	44
Figura 12 - Representação da Problemática da Periferização como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas (Adaptado de Lopes, 2015).....	45
Figura 13 - Proposta Metodológica para Compreensão da Problemática da Periferização por Segregação Involuntária como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas (Adaptado de Soares, 2014).....	48
Figura 14 - Modelo Conceitual ALUTI (LOPES, 2015).....	51
Figura 15 - Representação da problemática destacando as hipóteses de problemas a serem verificadas (elaborado pela autora).....	55
Figura 16 - Representação das intrarrelações do subsistema de uso do solo (Adaptado de Lopes, 2015).....	56
Figura 17 - Representação das intrarrelações do subsistema de transportes (Adaptado de Lopes, 2015) .....	58
Figura 18 - Representação do MAUP a partir do efeito do zoneamento. (elaborado pela autora) .....	61

Figura 19 - Representação do MAUP a partir do efeito do zoneamento. (elaborado pela autora) .....	63
Figura 20 - Sequência para Análise Exploratória (elaborado pela autora) .....	64
Figura 21 - Sequência para Análise Exploratória (Garcia, 2016).....	67
Figura 22 - Representação das Hipóteses de Problema (elaborado pela autora).....	71
Figura 23 - Representação da Periferização Involuntária em Fortaleza (Adaptado de Lopes, 2015) .....	74
Figura 24 - Exemplo para o indicador de acessibilidade (elaborado pela autora).....	74
Figura 25 - Cálculo do indicador de acessibilidade para o exemplo (elaborado pela autora)..	75
Figura 26 - Representação dos Níveis Reduzidos de Mobilidade (Adaptado de Lopes, 2015)	75
Figura 27 - Processo de construção do indicador de distribuição de usos (elaborado pela autora) .....	77
Figura 28 - Porcentagem de domicílios de baixa renda (Elaborado pela autora – Fonte de Dados: IBGE, 2010).....	81
Figura 29 - Mapas comparativos da variação da porcentagem de domicílios de baixa renda por setor censitário nos dois níveis de agregação: bairros (à esquerda) e sub-bairros (à direita) (Elaborado pela autora – Fonte de Dados: IBGE, 2010).....	82
Figura 30 - Gráfico comparativo da variação da quantidade de domicílios de baixa renda por setor censitário nos dois níveis de agregação (Elaborado pela autora).....	83
Figura 31 - Passo-a-passo da proposição de nível de agregação de sub-bairro e verificação de homogeneidade (Elaborado pela autora).....	84
Figura 32 - Mapa de distribuição espacial – Densidade de domicílios de baixa renda por zona (Elaborado pela autora – Fonte de Dados: IBGE, 2010) .....	87
Figura 33 - Densidade de domicílios de baixa renda por zona - Box Map (+- 1,5 $\sigma$ ) (Elaborado pela autora).....	88
Figura 34 - LISA Map – Densidade de domicílios de baixa renda por zona e Índice Global de Moran (Elaborado pela autora) .....	89
Figura 35 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado (Elaborado pela autora).....	89
Figura 36 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Box Map (+- 1,5 $\sigma$ ) (Elaborado pela autora) .....	90
Figura 37 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: (a) coletivo, (b) individual e (c) não-motorizado – Índice Global de Moran e LISA Cluster Map (com localização dos empreendimentos autorizados para baixa renda) (Elaborado pela autora).....	91

Figura 38 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado (Elaborado pela autora).....	92
Figura 39 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Box Map (Elaborado pela autora).....	93
Figura 40 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Índice Global de Moran e LISA Cluster Map (com localização dos empreendimentos autorizados para baixa renda) (Elaborado pela autora) .....	94
Figura 41 - Distribuição dos usos para baixa renda (à esquerda) e Distribuição dos usos para baixa renda - Box Map (+- 3 $\sigma$ ) (à direita) (Elaborado pela autora).....	95
Figura 42 - Distribuição dos usos de baixa renda e Índice Global de Moran – LISA Map (Elaborado pela autora).....	96
Figura 43 - Validação da Problemática - Densidade dos Domicílios de Baixa Renda (Elaborado pela autora).....	97
Figura 44 - Validação da Problemática – Distribuição dos Usos para Baixa Renda (Elaborado pela autora).....	98
Figura 45 - Mapa de Moran da relação da acessibilidade por transporte individual com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV (Elaborado pela autora).....	100
Figura 46 - Mapa de Moran da relação da acessibilidade por transporte não-motorizado com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV (Elaborado pela autora).....	101
Figura 47 - Mapa de Moran da relação da mobilidade por transporte não-motorizado com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV (Elaborado pela autora).....	103

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Indicadores Seleccionados e Variáveis Relacionadas (Elaborado pela autora).....	79
Tabela 2 - Tabela-síntese das variáveis e fonte de dados (Elaborado pela autora).....	80
Tabela 3 - Coeficiente Intersetoriais de Consumo dos Setores Transportáveis (Elaborado pela autora) .....	85

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema de pesquisa</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Dissertação</b> .....	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO POR SEGREGAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL INVOLUNTÁRIA EM FORTALEZA.</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>A Segregação Urbana: Sócio-espacial, Residencial e Involuntária</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Contextualização do Processo de Periferização por Segregação Sócio-Espacial Residencial Involuntária em Fortaleza</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3</b>	<b>Representação da Problemática como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas</b> .....	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>3.1</b>	<b>Proposta Metodológica de Compreensão da Problemática</b> .....	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>O papel da modelagem na compreensão da problemática</b> .....	<b>49</b>
<b>3.2.1</b>	<i>Modelo Conceitual - ALUTI</i> .....	<b>50</b>
<b>3.2.2</b>	<i>Modelo Operacional - ALUTI</i> .....	<b>51</b>
<b>3.3</b>	<b>Detalhamento da Etapa de Caracterização da Problemática</b> .....	<b>53</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Modelo Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis</i> .....	<b>53</b>
<b>3.3.1.a</b>	<i>Medida de desempenho do subsistema de uso do solo</i> .....	<b>55</b>
<b>3.3.1.b</b>	<i>Medida de impacto do subsistema de transportes (Acessibilidade)</i> .....	<b>57</b>
<b>3.3.1.c</b>	<i>Medida de desempenho do subsistema de transportes (Mobilidade)</i> .....	<b>58</b>
<b>3.3.1.d</b>	<i>Medida de impacto do subsistema de uso do solo (Distribuição dos usos)</i> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2.</b>	<b>Coleta de Dados</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.2.a</b>	<i>Nível de Agregação da Análise</i> .....	<b>61</b>
<b>3.3.2.b</b>	<i>Calibração do Transus</i> .....	<b>62</b>
<b>3.3.3.</b>	<b>Caracterização da Situação Atual</b> .....	<b>63</b>
<b>3.4</b>	<b>Detalhamento da Etapa de Diagnóstico da Problemática</b> .....	<b>65</b>
<b>3.4.1.</b>	<i>Definição da Situação Desejada e Validação dos Problemas (Delta)</i> .....	<b>66</b>
<b>3.4.2.</b>	<i>Validação e Quantificação das Relações Causa e Efeito</i> .....	<b>68</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>70</b>

<b>4.1</b>	<b>Identificação da Problemática .....</b>	<b>70</b>
<b>4.2</b>	<b>Caracterização da Problemática.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Proposição de Indicadores e Seleção de Variáveis .....</i></b>	<b>71</b>
<b>4.2.1.a</b>	<i>Medida de Desempenho dos Usos do Solo – Problemática da Periferização .....</i>	71
<b>4.2.1.b</b>	<i>Medida de Impacto de Acessibilidade .....</i>	72
<b>4.2.1.c</b>	<i>Medida de Desempenho dos Transportes – Problemática da Mobilidade .....</i>	75
<b>4.2.1.d</b>	<i>Medida de Impacto de Distribuição de Usos .....</i>	77
<b>4.3.2.</b>	<b><i>Coleta de Dados .....</i></b>	<b>79</b>
<b>4.3.2.a</b>	<i>Nível de Agregação.....</i>	80
<b>4.3.2.b</b>	<i>Calibração .....</i>	84
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>104</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>104</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendações para Trabalhos Futuros.....</b>	<b>105</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>106</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A dinâmica de crescimento da população mundial apresenta, ao longo dos anos, um contínuo aumento da população urbana em comparação à que habita áreas rurais. Hoje, a população das cidades já supera a que vive no campo (54% das pessoas vivem em áreas urbanas), e é esperado que, até 2050, essa população corresponda a aproximadamente 66% da população mundial (UN, 2015). Algumas regiões, no entanto, já ultrapassaram essa expectativa para 2050, como é o caso da América Latina, com 80% de sua população vivendo em cidades. No Brasil, 85% dos 202 milhões de habitantes residem em assentamentos urbanos, o que deve se intensificar já que o país está entre os dez países que apresentam a maior projeção de declínio na população das áreas rurais de 2014 para 2050, podendo apresentar uma queda de mais de 8 milhões de pessoas vivendo nessa situação (UN, 2015). Essa crescente concentração de pessoas nas cidades pode impulsionar o desenvolvimento econômico e social, porém, em condições onde não há um planejamento preparado para esse crescimento, deparamo-nos com uma ameaça para o desenvolvimento urbano equânime e sustentável, o que pode comprometer a qualidade de vida de determinadas parcelas da população e das gerações futuras. Portanto, em contextos não-planejados ou de planejamento não efetivo, como é o caso de muitas cidades latino americanas (BARROS, 2004), o aumento da população traz consigo uma série de problemas quanto à sobrecarga na infraestrutura urbana, podendo ser identificados impactos em alguns de seus subsistemas (KNEIB, 2014).

No âmbito das atividades desenvolvidas no espaço urbano, vale destacar que, com o crescimento rápido das cidades, há uma maior demanda pela realização de atividades, tais como moradia, trabalho, educação, lazer, entre outras. A necessidade de realizar mais atividades, por sua vez, impacta na demanda por solo para que possam ser desenvolvidas. A demanda por moradia nessas áreas, por exemplo, aumentou consideravelmente. Logo, esse crescimento da população urbana pode ser considerado um dos responsáveis pelo aumento do déficit habitacional, pois muitas famílias, advindas das áreas rurais, chegam às cidades e, ao não encontrar moradia financeiramente acessível, instalam-se em áreas ambientalmente frágeis e/ou nas periferias urbanas. Vale ressaltar que esse déficit não é somente composto por famílias sem teto, mas também relativo àquelas famílias que, apesar de terem moradia, a mesma não apresenta condições de habitabilidade. Por fim, a mobilidade também é impactada por esse aumento de população nas cidades. Hoje, quando se pensa na problemática da acessibilidade e

da mobilidade urbanas, automaticamente é feita uma associação a crescentes níveis de congestionamento, aumento dos tempos de viagem e preferência pelo modo individual motorizado. Podemos observar, então, que não só o desenvolvimento sustentável está em risco, mas o crescimento acelerado da população das cidades dificulta uma partilha equânime dos benefícios da vida urbana, já que seus efeitos são sentidos de formas diferentes na população a depender da sua classe social. Assim, a ausência de planejamento pode impactar negativamente a qualidade de vida das pessoas, a justiça social e o desenvolvimento sócio-espacial (SOARES, 2014).

Somado ao crescimento urbano, outro fator que se destacou no cenário das grandes cidades foi o declínio das áreas centrais. Segundo Ascher (2001), esta situação tem ligação direta com o zoneamento de usos e a centralidade múltipla. O “caos” dos centros das cidades, normalmente áreas mais adensadas e com grande diversidade de usos, também passou a ser evitado pela população, potencializando o distanciamento das áreas centrais. Dessa forma, a força centrípeta quase suprema exercida por essas áreas, atraindo as pessoas para o Centro, foi sendo atenuada por forças centrífugas, de modo que a ideia de uma centralidade se dissociou em uma gama de novos subcentros que passaram a concorrer com o centro principal, fenômeno que possui relação com a dispersão urbana.

A partir do aumento da demanda por solo e do enfraquecimento das áreas centrais, observamos, então, um cenário de espraiamento nas cidades brasileiras, processo em que se abandonam os centros para habitar as franjas urbanas fortalecendo a fragmentação e periferização urbana (SPOSITO, 2013).

## **1.2 Problema de pesquisa**

A cidade de Fortaleza, assim como a maioria das cidades brasileiras, passou por uma expansão urbana não planejada e por um processo de espraiamento (SANTOS, 1994), a qual intensificou um cenário de segregação residencial sócio-espacial. Segundo Corrêa (1989), a segregação residencial é um dos mais expressivos processos espaciais capazes de gerar fragmentação do espaço urbano, fragmentação essa que corresponde a uma mistura de usos desconectados e mal articulados pelas infraestruturas de transporte (VASCONCELOS, 2013) que, quando decorrente de um processo de espraiamento, pode impulsionar a concentração de domicílios na periferia.

A condição de residir nas franjas urbanas (periferização) restringe a parcela da população que vive nessas condições de segregação a participar ativamente da *urbis* enquanto espaço de trocas sociais, políticas e econômicas, ou seja, impacta diretamente na acessibilidade das pessoas às atividades que desejam realizar no espaço urbano. Segundo Carlos (2013), “a segregação, enquanto contrária à reunião, mina as possibilidades de interação social, necessidade primária do ser humano”. Logo, a problemática da periferização, enquanto limitação de acesso de uma determinada parcela da população, pode ser considerada um dos fatores que contribuem para problemas de distribuição da acessibilidade e da mobilidade urbanas. A depender da quantidade e da intensidade das restrições impostas, a deficiência nos níveis de acessibilidade e de mobilidade de parte da população pode gerar um cenário de exclusão social, onde, pela interação de inúmeros fatores, resulta na negação de acesso de um indivíduo ou grupo à oportunidade de participar social e politicamente na comunidade, reduzindo não só qualidade de vida, mas também as oportunidades e escolhas de vida do grupo excluído, (KENYON et al., 2002), grupo esse que, em Fortaleza, pode ser identificado como a população de baixa renda por apresentar um maior número de limitações de acesso.

A problemática da periferização por segregação sócio-espacial, que tem a abrangência de pelo menos três subsistemas urbanos (o subsistema de atividades, o subsistema de uso do solo, no qual se materializa a problemática em questão, e o subsistema de transportes), no entanto, pouco foi tratada no âmbito do Planejamento da Acessibilidade e da Mobilidade Urbanas. Ewing et al. (2003) ressaltam que, apesar da importância de analisar a periferização enquanto impacto negativo do espraiamento urbano, grande parte da literatura que trata desse processo apenas presume que há consequências negativas resultantes dele, porém não as caracterizam e não as diagnosticam. Harris (1984) também identifica essa falha em relação à segregação sócio-espacial. Segundo ele a problemática vem sendo amplamente identificada, mas pouco compreendida, de tal forma que a maioria dos estudiosos vêm apenas documentando sua existência, negligenciando os seus impactos no desenvolvimento das cidades.

Segundo Borges e Rocha (2004), a periferia, por não atender às necessidades básicas (moradia digna, infraestrutura e oferta de serviços e equipamentos urbanos) da população que a habita, se revela como um importante problema a ser trabalhado e solucionado pelo Estado e pela sociedade. Apesar desse importante papel do Estado na mitigação ou amenização dessa problemática, o que se observa é que a política pública habitacional acaba alimentando um ciclo vicioso de valorização imobiliária e de exclusão social, ao invés de combatê-lo (FREITAS E PEQUENO, 2015). Compreender o processo de periferização urbana

de uma cidade e o papel dos diversos atores, então, é o primeiro passo para diagnosticar seus impactos na acessibilidade e na mobilidade urbanas das pessoas e assim ser capaz de propor soluções para a problemática.

O problema de pesquisa desse trabalho reside, portanto, em vencer a barreira de haver somente uma premissa de que a problemática da periferização impacta negativamente na acessibilidade e na mobilidade urbanas das pessoas que vivem nas condições segregação involuntária. Pretende-se vencer tal barreira através da compreensão de como se dá esse processo na cidade de Fortaleza. A partir das lacunas metodológica e fenomenológica referente à compreensão dessa problemática, surgem algumas questões de pesquisa que necessitam ser respondidas: i) Como se deu o processo de periferização por segregação involuntária em Fortaleza? ii) Como mensurar os impactos sofridos pela população de baixa renda periférica de Fortaleza quanto à sua acessibilidade e mobilidade aos postos de trabalho? iii) A atuação do Estado, através de políticas habitacionais, está contribuindo com a exclusão social dessa parcela da população através da sua restrição de acessibilidade e de mobilidade?

### **1.3 Objetivos**

Esta pesquisa de dissertação de mestrado tem como objetivo geral compreender o fenômeno da periferização por segregação sócio-espacial residencial involuntária na cidade de Fortaleza e seus impactos nos níveis de acessibilidade e de mobilidade urbanas. Para que seja possível atingir esse objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Conceituar e apresentar a problemática da periferização por segregação sócio-espacial involuntária;
- Contextualizar e representar a problemática periferização por segregação sócio-espacial involuntária em Fortaleza, considerando as inter-relações entre os subsistemas de uso do solo e de transportes;
- Propor um método para a caracterização da problemática da periferização por segregação involuntária como limitante da acessibilidade e da mobilidade da população de baixa renda que vive nessas condições;
- Propor um método de diagnóstico que possibilite analisar as relações de causalidade entre a problemática da periferização urbana, destacando como a distribuição dos usos e atividades impactam na acessibilidade e na mobilidade urbanas.
- Aplicar o método proposto para a cidade de Fortaleza, como um estudo

de caso.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

O presente trabalho apresenta-se estruturado de forma a contemplar os objetivos específicos, desde a revisão da literatura para contextualização e representação da problemática, passando pela proposição metodológica de caracterização e de diagnóstico, o que possibilita a compreensão da problemática da periferização por segregação sócio-espacial residencial involuntária em Fortaleza.

Neste Capítulo 1, o qual introduz o trabalho, contextualiza-se a problemática da acessibilidade em condições de segregação sócio-espacial residencial e, a partir dessa contextualização, apresentam-se as questões centrais da pesquisa, bem como os seus objetivos geral e específicos.

No Capítulo 2, inicia-se a discussão introduzindo o conceito de segregação sócio-espacial involuntária, a qual dará embasamento para o desenvolvimento do trabalho, pois esse conhecimento mais amplo auxilia na interpretação do contexto local e, conseqüentemente, na sua representação. Em seguida, apresenta-se uma contextualização da problemática da segregação involuntária em Fortaleza, destacando aquela que compõe o padrão de segregação centro x periferia, considerando as inter-relações entre os subsistemas de uso do solo e de transportes. A partir dessa contextualização, apresenta-se, de uma forma geral, a relação da periferização gerada por essa segregação involuntária com as limitações de acessibilidade e de mobilidade urbanas. Por fim e como principal contribuição deste capítulo para o prosseguimento do trabalho, apresenta-se a representação da problemática.

No Capítulo 3, reunindo os conceitos e temas discutidos nos capítulos anteriores, propõe-se um método de caracterização e de diagnóstico da problemática da periferização por segregação involuntária à luz do Planejamento da Acessibilidade e da Mobilidade Urbanas, em que é discutida a seleção de indicadores específicos para os problemas identificados e a utilização de ferramental de modelagem integrada.

No Capítulo 4, o método proposto no capítulo anterior é aplicado para a problemática em questão, onde, além de demonstrarmos a aplicabilidade do método, caracterizamos e diagnosticamos a problemática da periferização sócio-espacial involuntária no

âmbito da acessibilidade e da mobilidade urbanas em Fortaleza.

Por fim, no capítulo 5, apresentam-se as conclusões obtidas a partir da realização desse trabalho, bem como recomendações para trabalhos futuros.

## **2 IDENTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO POR SEGREGAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL INVOLUNTÁRIA EM FORTALEZA**

O segundo capítulo deste trabalho tem por objetivo apresentar a problemática da periferização por segregação sócio-espacial involuntária, contextualizar e representar essa problemática na cidade de Fortaleza, considerando as relações entre os subsistemas de uso do solo e de transportes e os impactos dessa problemática nos níveis de acessibilidade e de mobilidade urbanas das pessoas que vivem nessas condições de segregação. Para tanto, inicia-se a discussão introduzindo o conceito de segregação sócio-espacial involuntária e apresentando modelos teóricos de segregação residencial, o que auxiliará na apresentação da problemática no contexto local (seção 2.1). Em seguida, apresenta-se uma contextualização que contempla a expansão urbana da cidade de Fortaleza, demonstrando como se desenvolveu a problemática na cidade e como ela se apresenta hoje (seção 2.2). O capítulo se encerra com a representação da problemática, estudada com o auxílio do modelo conceitual de LUTI (LOPES, 2015) para representação da problemática (seção 2.3).

Ao final desse capítulo, espera-se que tenhamos construído uma representação da problemática da periferização por segregação sócio-espacial residencial involuntária em Fortaleza, no âmbito do Planejamento da Acessibilidade e da Mobilidade Urbanas, que embasará as etapas seguintes da compreensão dessa problemática.

### **2.1 A Segregação Urbana: Sócio-espacial, Residencial e Involuntária**

Segundo Corrêa (2013), o termo “segregação”, originário do latim *segrego* que quer dizer cercamento, começou a ser utilizado nos textos pioneiros dos sociólogos da Escola de Chicago. Alguns pesquisadores criticam o conceito de segregação por ser polissêmico, de tal forma que, ao se propor “explicar coisas demais” (VASCONCELOS, 2013), acaba perdendo força explicativa já que existem tantos tipos de segregação quanto cidades e realidades distintas (SPOSITO, 2013). A autora ressalta a importância de tratar esse conceito inserido às realidades em que se aplicam, o que exige uma clara conceituação e delimitação do termo. Esse fato reitera a necessidade de identificar o tipo de segregação ao qual nos referimos e pretendemos estudar, o que nos levou a dedicar algumas linhas para discutir, conceituar e adjetivar o termo, a fim de aclarar a sua aceção da forma que utilizaremos ao longo do trabalho, já que esse esclarecimento é importante para a sistematização da pesquisa no geral, sendo essencial para o

seu desenvolvimento. Além dos inúmeros significados atribuídos ao termo, a necessidade da conceituação para o desenvolvimento do trabalho é também justificada pelo fato de que, como as estruturas espaciais das cidades diferem muito entre si, termos originários de uma realidade específica não devem ser automaticamente transferidos para outras realidades, exigindo uma maior discussão de noções e conceitos importados (VASCONCELOS, 2013; SOUZA, 2013).

Villaça (1998) diz que “segregação é um processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes regiões gerais ou conjunto de bairros da metrópole”, ou seja, é uma segregação sócio-espacial. Como utilizaremos o termo “sócio-espacial” repetidas vezes ao longo do trabalho e a compreensão dele é essencial para a apreensão da pesquisa, vale a pena fazer uma pequena pausa para justificar a opção pela grafia hifenizada do termo. Alguns autores, em especial do campo da Geografia por estudarem as sociedades e seus espaços, discutem como deveríamos adjetivar algo como social e espacial concomitantemente. Souza (2007) defende que o termo “socioespacial”, sem hifenização, se refere apenas ao espaço social e que, utilizando o termo “sócio-espacial”, agregamos ao espaço social também as relações humanas. Ao utilizarmos, então, a segunda grafia, ainda que indo de encontro às novas regras gramaticais, reconhecemos não só o espaço produzido socialmente, mas as relações que nele se desenvolvem, sem que haja uma diminuição ou mesmo anulação da dimensão social e do papel dos produtores do espaço nas dinâmicas urbana reconhecendo um ciclo de impactos onde homem transforma espaço e vice-versa. Segundo Corrêa (1993), o espaço urbano capitalista, no qual vivemos atualmente, “é um produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, e engendradas por agentes que produzem e consomem espaço”, o que explicita a articulação dialética entre indivíduos e espaço que iremos considerar aqui. Por essas razões, e por reconhecermos a importância dos agentes sociais não só no processo de planejamento, mas também no próprio processo de construção da cidade, sempre que, neste trabalho, qualificarmos algo como social e espacial, utilizaremos o termo hifenizado.

Sposito (2013), então, sintetiza bem o que deve ser considerado para compreender o processo de segregação sócio-espacial, reconhecendo a importância da identificação dos atores na compreensão dessa problemática:

Assim, para compreender o processo de segregação sócio-espacial é preciso sempre perguntar **quem segrega** para realizar seus interesses; **quem a possibilita ou favorece**, com normas e ações que a legalizam ou a legitimam;



**quem a reconhece**, porque a confirma ou parece indiferente a ela; **quem a sente**, porque cotidianamente vive essa condição; **quem contra ela se posiciona**, lutando ou oferecendo instrumentos para sua superação; **quem sequer supõe que ela possa ser superada** e, desse modo, também é parte do movimento de sua reafirmação (SPOSITO, 2013, grifo nosso).

No Brasil, observa-se pelo menos duas vertentes da segregação sócio-espacial, a depender do grupo social que a sente, das motivações e da forma com que se materializa no território. A partir das diferenças dessas vertentes, existem inúmeras maneiras de conceituar os tipos de segregação sócio-espacial, porém, aqui, utilizaremos a definição de Gist e Fava (1968), que distinguem a segregação voluntária da involuntária. Comumente representada pela população de alta renda, o primeiro tipo de segregação, também conhecido como autosegregação, “é resultado de uma decisão voluntária de reunir grupos socialmente homogêneos, cujo melhor exemplo é o dos loteamentos e condomínios fechados, com suas entradas restritas, muros e sistemas de segurança” (VASCONCELOS, 2013). Pode estar ligado também à busca de uma qualidade de vida que, no entendimento dos que se auto segregam, não pode obter nos bairros mais centrais. Essa almejada qualidade de vida pode ter componentes do subsistema de transportes, de forma que a população de alta renda se afasta das cidades por conta do “caos” urbano, representado principalmente pelos grandes engarrafamentos (CORRÊA, 1995); e também pode conter componentes do subsistema de uso do solo, expresso na demanda elevada por solo e na busca por solos mais baratos nas franjas urbanas. É importante ressaltar que, por mais que a segregação voluntária seja mais comumente relacionada a condomínios fechados nas franjas urbanas, edifícios de alto padrão em área mais central também fazem parte dessa categoria.

A segregação involuntária, foco da nossa análise, acontece quando o indivíduo, normalmente de baixa renda, se vê obrigado, pelas mais variadas forças, a morar em uma determinada região da cidade, pois as opções de como e onde residir são restritas ou nulas. Assim, a população de baixa renda acaba ocupando a periferia, onde há terrenos baratos pela falta de infraestrutura, ou favelas em terrenos onde a propriedade do solo urbano não vigora, como áreas de propriedade pública, áreas de risco, áreas de preservação ambiental, entre outras (SPOSITO, 2013). Esse tipo de segregação da população de baixa renda pode ser subdividido em imposta e induzida (CORRÊA, 2013). Pode-se considerar imposta a segregação daqueles que residem onde lhes é obrigado, sem alternativas de escolha locacional e tipo de habitação, como o caso da população residente de conjuntos habitacionais (segregação programada pelo

Estado), favelas, cortiços, habitações produzidas em regime de mutirão normalmente localizados na periferia ou em áreas de risco. A segregação induzida, por sua vez, está relacionada àqueles que, apesar das limitações estabelecidas pelo preço da terra e dos imóveis, ainda têm algumas escolhas possíveis. Logo, a partir dessa conceituação, apenas a segregação imposta seria referente à população de baixa renda. No entanto, com o advento da Política Nacional de Habitação aprovada em 2004, onde se criam condições favoráveis para que o mercado imobiliário atenda o déficit habitacional da população de baixa renda (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004), pode-se entender que se inicia ali uma segregação induzida por mecanismos de mercado também para a população com renda até 3 salários mínimos, segregação essa em que o Estado também atua já que é o responsável pela geração desses estímulos e, mais tarde, pelo gerenciamento de programas de provisão habitacional. Ainda que o limite entre segregação imposta e induzida seja tênue (CORRÊA, 2013), na presente dissertação, assumiremos que a população de baixa renda está sujeita a ambos os tipos de segregação involuntária, conforme conceituação acima.

Segundo Villaça (2001) e Sposito (2013), existe apenas um tipo de segregação, ocorrendo em um processo dialético, em que a segregação (voluntária) de uma parcela da população provoca, ao mesmo tempo e através do mesmo processo, a segregação (involuntária) de outra. Apesar de reconhecermos esse processo dialético, aqui, nos focaremos na segregação involuntária, pois é o tipo de segregação referente ao grupo de risco com maiores restrições de acessibilidade e mobilidade.

O conceito de segregação urbana, além da “segregação de classes”, compreende também a “diferenciação residencial”, de forma que as classes sociais diferem entre si a depender da sua distribuição residencial e, em consequência, as áreas residenciais diferem entre si de acordo com sua composição de renda (HARRIS, 1984). Nesse sentido, ao estudar a segregação urbana, devemos considerar os padrões de segregação residencial de uma cidade, os quais derivam de lógicas de localização e realocação das classes sociais no espaço urbano (CORRÊA, 2016) e podem auxiliar na contextualização e representação de uma problemática como a estudada aqui. Para descrever esses padrões complexos, podemos combinar três possíveis teorias gerais sobre a segregação residencial propostos por Kohl (1841) e complementado por Sjoberg (1955), Burgess (1925) e Hoyt (1939), como aponta Corrêa (1989), afirmando que as três lógicas de localização coexistem em grandes cidades latino-americanas.

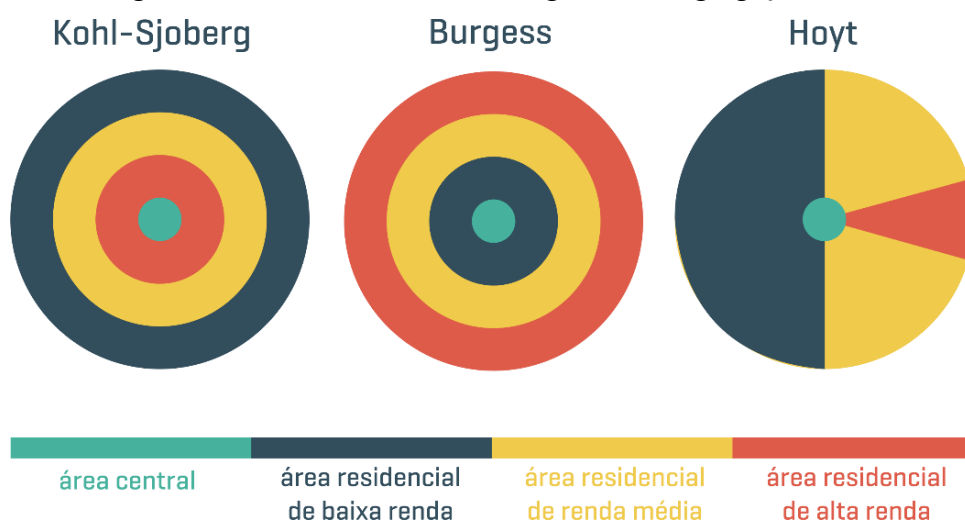
O modelo Kohl-Sjoberg, assim chamado por ter sido proposto por J. G. Kohl e ter

recebido contribuições de Gideon Sjoberg, é um modelo pré-industrial radial referente ao padrão locacional intraurbano mais antigo e mais abrangente, em que a elite ocupa o centro e localidades com melhor infraestrutura e a população de baixa renda habita a periferia (Figura 1) (ROCHA, 2011; CORRÊA, 2013; PATEIS, 2013). Alcântara (2011) ressalta a preferência de localização no centro ao reconhecer que, em uma época de circulação pré-mecânica onde havia dificuldades de locomoção, optava-se por morar mais próximo das instituições urbanas como serviços governamentais, igreja, instituições financeiras e outras. Corrêa (1989) também confirma a relação da mobilidade e acessibilidade com a escolha locacional dessa parcela da população:

[...] na metade do século XIX, assim como anteriormente, a mobilidade intraurbana era muito limitada e a localização junto ao centro da cidade constituía uma necessidade para a elite porque aí se localizavam as mais importantes instituições urbanas: o governo, através do palácio, a Igreja, as instituições financeiras e o comércio a longa distância. **A localização central da elite se devia, pois, a uma questão de acessibilidade às fontes de poder e de prestígio** (CORRÊA, 1989, grifo nosso).

Enquanto a elite tinha uma opção de localização, a população de baixa renda, tinha uma grande restrição de acesso ao valorizado solo da área central por conta da sua concentração institucional e de serviços, configurando, então, o modelo proposto por Kohl e Sjoberg.

Figura 1 - Diagramas dos modelos das teorias gerais de segregação Griffin-Ford.



Fonte: adaptado de Alcântara (2011).

Em 1925, após a difusão da industrialização, Ernest Burgess propõe um modelo depois de observar inúmeras cidades americanas, em especial Chicago, no qual o processo de

expansão da cidade acontece em círculos concêntricos (assim como no modelo anterior) utilizados tanto para designar as inúmeras zonas de expansão como os tipos de áreas diferenciadas nesse processo de crescimento urbano (BURGESS, 1925). No entanto, contrapondo-se ao modelo de Kohl-Sjoberg, a lógica desse modelo reside em uma substituição ou troca de atributos de tal forma que a população de baixa renda, residindo no centro, trocava condições dignas de habitação por maiores níveis de acessibilidade ao mercado de trabalho, enquanto a população de alta renda optava por viver em áreas de baixas densidades, em residências maiores e mais confortáveis, não se incomodando com a distância ao centro por serem dotados de grande mobilidade (Figura 1) (CORRÊA, 2013).

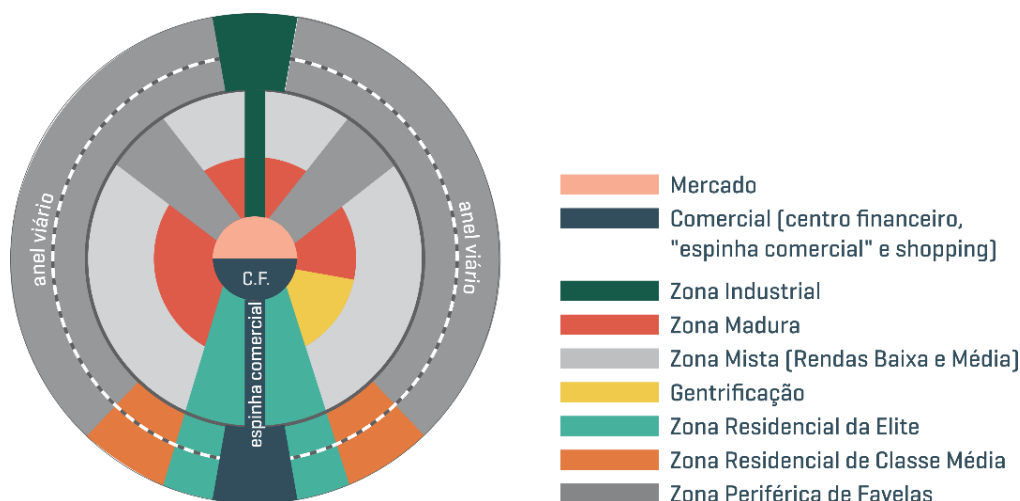
Segundo Sjoberg (1955), em um período pré-industrial há uma tendência de concentração da elite no centro da cidade, porém, a partir da industrialização e do crescimento urbano, pode-se identificar uma mudança da população de alta renda do centro para a periferia, o que confirma o explicitado nos dois modelos anteriores.

Por fim, há ainda o modelo proposto pelo economista e consultor urbano Homer Hoyt em 1939 que se opõe aos demais quanto ao processo de organização da cidade. Hoyt (1939) argumenta que, diferente do proposto por Hohl, Sjoberg e Burgess, o processo de expansão da cidade e a segregação residencial não se davam de acordo com zonas concêntricas, mas sim ao longo de setores. Segundo o autor, considerando a cidade inteira como um círculo, os diferentes tipos de áreas residenciais de uma cidade tendem a crescer em raios distintos em direção às franjas urbanas, e o crescimento de um determinado setor tende a assumir o caráter de crescimento de um setor adjacente. Logo, o processo de expansão da cidade não é determinado por raios uniformes (Figura 1). Segundo Corrêa (2013), os setores de alta renda, por exemplo, acompanham eixos de circulação rápida, onde há uma oferta elevada de serviços e sem barreiras para a expansão urbana, além de serem direcionados a onde já residem pessoas com o mesmo poder aquisitivo, o que fortalece um processo de segregação residencial.

Além dos três modelos mais generalistas baseados em padrões norte-americanos, podemos nos valer também de um modelo mais complexo de estrutura espacial urbana destinado exclusivamente a cidades latino americanas e seus padrões específicos de estruturação urbana, proposto por Ernst Griffin e Larry Ford (1980), e revisitado por Ford (1996). Os autores, apesar de reconhecerem e referenciar a importância dos modelos de Burgess e Hoyt, ressaltam a importância da construção de um modelo baseado no contexto local das cidades latino americanas, nos seus aspectos sócioeconômicos e suas especificidades a

partir dos modelos norte-americanos que são flexíveis e podem ser adaptados a realidades específicas (FORD, 1996). Na Figura 2, há uma adaptação do modelo revisitado por Ford em 1996:

Figura 2 - Diagrama do Modelo Griffin-Ford



Fonte: adaptado de Ford (1996).

De imediato já se percebe a influência dos modelos anteriores na proposição para as cidades latino-americanas: cidade dividida em círculos concêntricos e expansão em setores (como proposto por Hoyt, 1939). O modelo Griffin-Ford tem em seu núcleo o centro financeiro e uma parcela que os autores chamam de mercado na tentativa de diferenciar os modernos escritórios e hotéis do comércio mais tradicional e informal à nível da rua. Partindo do centro financeiro há uma “espinha” comercial que chega em um equipamento comercial (*shopping*) localizado na franja urbana, interligado à zona industrial através de um anel viário. No contexto da segregação residencial, é importante destacar as seguintes características desse modelo: i) a qualidade das habitações e, conseqüentemente, a renda da população decresce à medida que nos afastamos do centro, e é, nas áreas de “desamenidade” que se encontram as piores condições de habitabilidade (por exemplo, favelas); ii) na zona madura (área residencial de habitação tradicional contemplada com serviços) há uma área de gentrificação, processo em que se transforma uma área desocupada ou de baixa renda de uma cidade em áreas residenciais e/ou comerciais voltadas para classes econômicas mais elevadas (LEES, SLATER e WYLY, 2008); e iii) a zona residencial da elite localiza-se de forma oposta à zona industrial e às áreas de “desamenidade”.

No âmbito da segregação sócio-espacial residencial, podemos observar, nos

modelos propostos, uma constante dicotomia centro x periferia quando se trata da localização das classes de baixa e alta renda, onde há forças centrípetas, que atraem as pessoas e as atividades para o centro da cidade, e, ao mesmo tempo, há forças centrífugas que atraem essas pessoas e atividades para as franjas urbanas. É possível constatar também que a população de baixa renda, involuntariamente segregada, está sujeita à ação dos demais atores produtores do espaço urbano, fazendo com que sua localização esteja à mercê da decisão de terceiros. Os impactos dessa localização (periferização), no entanto, são sofridos por essa parcela da população e merecem ser melhor compreendidos a fim de mensurar como esses impactos estão atuando nos níveis de acessibilidade e mobilidade das pessoas.

Para melhor compreender uma problemática complexa como a periferização por segregação involuntária, faz-se necessário que o objeto de estudo esteja criteriosamente delimitado e a problemática bem definida, pois assim se podem identificar melhor os atores envolvidos (MAGALHÃES e YAMASHITA, 2009) e, conseqüentemente, os subsistemas que devem ser incorporados no processo de planejamento. Visando essa apropriação do objeto de estudo, no caso a cidade de Fortaleza, na próxima sessão, na próxima sessão, apresentaremos uma contextualização da problemática da periferização por segregação involuntária na cidade.

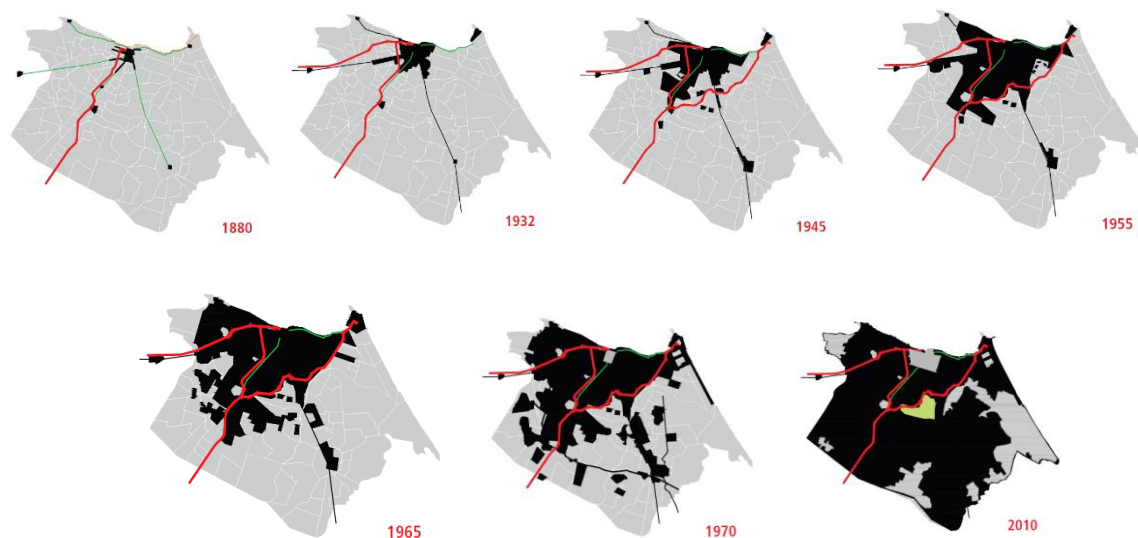
## **2.2 Contextualização do Processo de Periferização por Segregação Sócio-Espacial Residencial Involuntária em Fortaleza**

Para entender o estado presente no qual se encontra a problemática da periferização por segregação residencial involuntária em Fortaleza, é preciso compreender o processo pelo qual essa periferização se originou e se desenvolveu, de tal forma que consideramos essencial que o mesmo seja abordado em um contexto geral de expansão urbana dando ênfase às transformações ocorridas nos subsistemas de atividades, uso do solo, em especial no contexto habitacional, e transportes. Ainda que estejamos analisando a segregação sócio-espacial da população de baixa renda, também é importante compreender o comportamento da população de alta renda, pois as áreas mais valorizadas são essenciais no entendimento da expansão urbana já que tendem a intensificar o crescimento da cidade em uma mesma direção (HOYT, 1939). Além disso, reconhecemos que existe apenas um tipo de segregação, ocorrendo em um processo dialético, em que a segregação (voluntária) de uma parcela da população provoca, ao mesmo tempo e através do mesmo processo, a segregação (involuntária) de outra (VILLAÇA, 2001; SPOSITO, 2013). Ainda que o foco da análise de caracterização e diagnóstico da presente

pesquisa esteja apenas na segregação involuntária, acredita-se que a contextualização do processo como um todo será essencial para amparar a representação da problemática, principal produto deste capítulo.

A contextualização da problemática abrange, portanto, o período de 1930, ano a partir do qual a cidade passou por um grande aumento populacional, até os dias de hoje. No início dos anos de 1930, o Ceará foi marcado por um forte processo de êxodo rural, o qual refletiu na sua Capital ocasionando um grande aumento populacional. Em 1940, Fortaleza chegou à marca de quase 180 mil habitantes (IBGE, 2007), 100 mil habitantes mais populosa do que em 1920, com um total de cerca de 140 mil pessoas vivendo na zona urbana (IPLANFOR, 2015), como podemos observar na Figura 3 na mancha urbana de 1945. As pessoas oriundas do interior que chegavam à Capital em busca de uma melhor qualidade de vida muitas vezes deparavam-se com uma realidade diferente da esperada, tendo que se submeter a condições precárias de trabalho e moradia (INSTITUTO PÓLIS, 2009). A qualidade de vida que buscavam, esperando se estabelecer nos bairros centrais onde estariam próximas aos locais de trabalho, não foi alcançada, pois, à época, o Centro da cidade era uma área muito valorizada, com um elevado valor do solo, onde se concentravam os segmentos mais abastados da população fortalezense (PEQUENO, 2009). Com isso, essa população oriunda de áreas rurais viu-se obrigada a buscar moradia em áreas mais afastadas (franjas urbanas) ou mesmo impróprias para ocupação (áreas ambientalmente frágeis). Identifica-se aí, no período entre 1930 e 1950, o início de um processo de segregação involuntária principalmente nas zonas Oeste e Sudoeste da cidade (ver Figura 3 – mancha urbana de 1955), onde limitações financeiras impediam essas famílias de se instalarem em áreas mais centrais e, conseqüentemente, com maior acessibilidade. Logo, a lógica de localização da cidade de Fortaleza desse período é semelhante ao observado no modelo proposto por Kohl-Sjoberg (Figura 1). Formaram-se então os primeiros assentamentos informais da cidade em locais que hoje são os bairros do Pirambu, Cristo Redentor, Montese, entre outros.

Figura 3 - Evolução Urbana do Município de Fortaleza 1880-1955



Fonte: IPLANFOR (2015).

Na década de 60, surge, no cenário de segregação urbana, mais um importante catalisador desse processo: o poder público, o qual iniciou a construção de conjuntos habitacionais em áreas periféricas (MAIA, 2014). Não só em Fortaleza, como em todo Brasil, um modelo de política habitacional implementado pelo Estado e financiado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) começa a prover moradia na forma de grandes conjuntos habitacionais em locais distantes e sem infraestrutura, podendo ser considerada uma segregação imposta pelo Estado (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004). A política habitacional à época do BNH estimulou uma expansão espalhada das cidades por meio da ocupação de extensas áreas rurais descontínuas fora dos limites urbanizados do município, favorecendo a periferização e a especulação imobiliária nas áreas vazias (MAIA, 2014; MÁXIMO e LOPES, 2013). Nesse período, a provisão habitacional, principalmente para as camadas de renda mais baixa, passa a ser considerada uma questão social ou de produção doméstica, havendo uma transferência do encargo de mobilizar recursos e mecanismos para produzir habitação do mercado privado para o Estado e também para o próprio trabalhador (BONDUKI, 1998), modelo esse que permaneceu vigente até a implementação da Política Nacional de Habitação (PNH) em 2004. Com a provisão dispersa de habitação desse período, o poder público transfere para a população um custo relativo aos deslocamentos que é resultante não só do valor monetário da tarifa de transporte ou combustível, mas também do tempo despendido nesses deslocamentos o que influencia diretamente na qualidade de vida das pessoas. Em Fortaleza, a construção dos grandes conjuntos habitacionais financiados pelo BNH, como o Conjunto José Walter (1970) e o Conjunto Ceará (1978), provocou processos de conurbação na direção sul e oeste da cidade



(FREITAS e PEQUENO, 2015), resultando em uma segregação imposta programada pelo Estado.

O sistema de transportes, por sua vez, também passou por grandes mudanças entre os anos 1950 e 1970. Nesse período, o poder público desencadeou um programa de obras públicas, com destaque para o ramal ferroviário Parangaba-Mucuripe e para a construção da avenida Perimetral (Antônio Bezerra-Parangaba-Messejana) que estabeleceram uma conexão estrutural daquela área de Fortaleza à zona central, criando assim as condições para a rápida modificação no uso do solo e sua reorganização sócio-espacial (MOREIRA, 2004), como vemos na Figura 3 que mostra a expansão urbana da cidade. Logo, o processo de expansão foi também possibilitado pelo avanço tecnológico, difusão de novos meios de transporte e desenvolvimento da rede de transportes em geral. Como retrato desse avanço na cidade de Fortaleza, temos a expansão da Avenida Santos Dumont que possibilitou a interligação do Centro à Praia do Futuro, configurando-se como um importante eixo de expansão para a região leste da cidade. O aumento do uso do transporte individual motorizado em todas as classes de renda é um fator primordial para a segregação (SPOSITO, 2013). A periferação, uma inflexão no modelo urbanístico, então, foi possibilitada por uma gama de agentes catalisadores, incluindo o automóvel e a rede de transportes em geral (ASCHER, 2001), que se apresentam não só como consequência, mas também como causa da dispersão das cidades, configurando-se como um ciclo vicioso.

[...] foi o automóvel o principal responsável pela deterioração da **coesa estrutura social da cidade**. Atualmente, os cerca de 500 milhões de carros em todo o mundo destruíram a qualidade dos espaços públicos e estimularam a expansão urbana para bairros distantes. Da mesma forma que o elevador tornou possível a existência do arranha-céu, o automóvel possibilitou que os cidadãos vivessem longe dos centros urbanos (ROGERS, 2001, p. 35, grifo nosso).

Respalhada pelo avanço da industrialização e motorização, a população de alta renda começa um processo de dispersão e se permite habitar áreas mais distantes dos centros urbanos, iniciando um processo de segregação voluntária. Na década de 70, quando também surgiam os conjuntos habitacionais, a criação de novos bairros e novas centralidades começa a atrair as classes mais abastadas, induzindo uma expansão centrífuga. Aldeota, Maraponga e Montese foram alguns dos novos atratores dessa parcela da população (INSTITUTO PÓLIS,

2009), apresentando uma nova necessidade de calma relacionada ao bem-estar e qualidade de vida, longe da agitação do Centro da cidade, além da possibilidade de maior consumo do solo. Nesse período de distanciamento do Centro, podemos identificar uma segunda configuração no cenário de segregação residencial do tipo centro-periferia, baseado no modelo de Burgess apresentado anteriormente, em que a população de alta renda se permite habitar áreas mais distantes dos centros urbanos em busca de baixas densidades, residências maiores e mais confortáveis, não se incomodando com a distância ao centro por possuírem grande mobilidade.

No entanto, não foi só o subsistema de transportes que potencializou essa expansão urbana. Os subsistemas de atividades e uso do solo, com a inauguração do Center Um em 1974, também contribuíram com a atração dessa parcela da população para a região leste, valorizando-a. Os três subsistemas, então, além de serem impactados pela expansão urbana, apresentam-se também como catalizadores desse processo. A implantação do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza (SIT), no início dos anos 1990, também intensificou a descentralização, tornando acessíveis pelo transporte público áreas periféricas das regiões oeste e sudoeste, como São Gerardo e Antônio Bezerra. Segundo Sposito (2013), a implantação de sistemas de transporte urbano, sejam eles por matriz ferroviária ou rodoviária, geram condições técnicas e funcionais para uma cidade mais expandida. O cenário que se configura nesse período é o que perdura até hoje no espaço urbano de nossa cidade. Uma segregação entre região leste e oeste da cidade, onde a primeira é fortemente representada pela ocupação das classes de renda mais alta, diferente do que ocorre na segunda. Com a ação do mercado imobiliário e valorização do solo na zona leste da cidade, esse cenário de segregação foi agravado, tornando-se cada vez mais restrito o acesso de famílias de baixa renda a essa região.

Pode-se observar, então, um diferente padrão de segregação na cidade, em que a segregação involuntária prevalece na direção sul e oeste enquanto a segregação voluntária sobressai na direção leste e sudeste, uma segregação em setores e possibilitada por eixos de expansão (transportes) e novas centralidades (uso do solo e atividades), como proposto por Hoyt (1939).

Os mapas de evolução urbana revelam que o tecido urbano contínuo apenas extrapola os limites administrativos do município de Fortaleza a partir da década de 80, na direção sul e oeste, e a partir da década de 2000 na direção leste-sudeste. Existem, no entanto diferenças no modo

de produção do espaço urbano nestas duas direções. Enquanto **no vetor sudoeste a expansão urbana foi induzida pela construção de grandes conjuntos habitacionais ou loteamentos clandestinos e autoconstrução** na direção dos municípios de Maracanaú e Caucaia, o crescimento da malha urbana no vetor sudeste está sendo induzido pela expansão da malha viária regional, o que incentivou uma maior atuação do mercado imobiliário formal nesta direção (FREITAS e PEQUENO, 2015, grifo nosso).

Em 2004, em um contexto de grande déficit habitacional quantitativo e qualitativo no Brasil, é instituída a Política Nacional de Habitação (PNH) que objetiva “garantir à população, especialmente à de baixa renda, o acesso à habitação digna, e considera fundamental para atingir seus objetivos a integração entre a política habitacional e a política nacional de desenvolvimento urbano”, ou seja, busca garantir o direito à cidade através do acesso não só à moradia digna mas ao saneamento ambiental, à mobilidade e transporte coletivo e aos equipamentos e serviços urbanos e sociais (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004). No contexto de implementação da PNH, então, onde há um aumento na quantidade de recursos para produção e aquisição imobiliária em especial para o atendimento à demanda habitacional de famílias com renda até três salários mínimos, é lançado pelo Governo Federal o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em março de 2009 tendo como principal estratégia recuperar o déficit habitacional acumulado<sup>1</sup> e atender à demanda futura estimada até 2023. Em Fortaleza, o programa, que se propunha a atender famílias em situação de déficit habitacional classificadas em três faixas de renda (0 a 3, 3 a 6 e 6 a 10 salários mínimos), pouco teve como foco as famílias da faixa 1 de renda mais baixa.

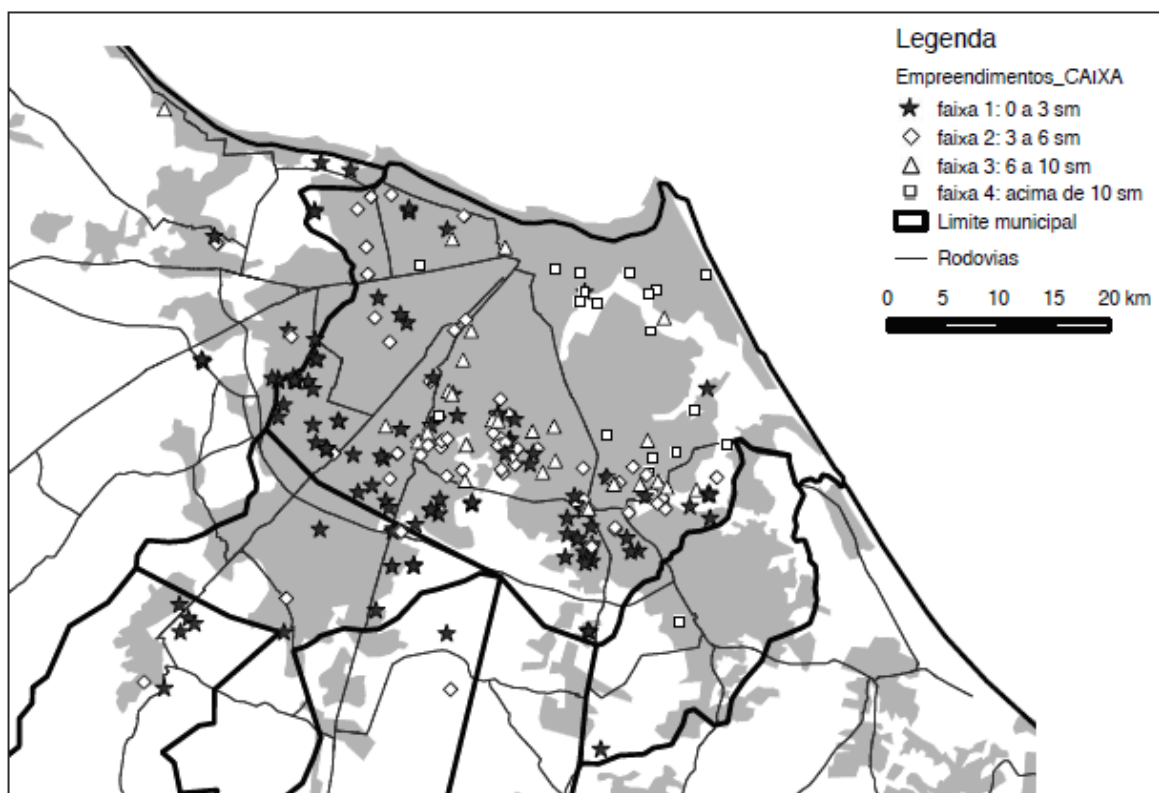
Segundo Freitas e Pequeno (2015), o PMCMV para a faixa de renda mais baixa localiza-se nas franjas urbanas o que favorece, de certa forma, um processo de dispersão urbana induzido por conjuntos habitacionais de baixa renda, assemelhando-se ao que aconteceu no período de vigência do BNH. Como podemos observar na Figura 4, onde estão espacializados os empreendimentos aptos a receber financiamentos habitacionais na Região Metropolitana de Fortaleza, há uma tendência de periferização dos locais de moradia das classes de renda inferiores, em especial na direção sul-oeste, onde a terra é mais barata e a acessibilidade ao

---

<sup>1</sup> Em Fortaleza, no ano de 2000, o déficit habitacional era de aproximadamente 77.615 unidades habitacionais (BRASIL, 2005), correspondendo a 14,75% dos domicílios do município.

centro pior que na zona leste (FREITAS e PEQUENO, 2015).

Figura 4 - Empreendimentos aptos a receber financiamentos habitacionais na RMF



Fonte: Freitas e Pequeno (2015).

O mapeamento acima corrobora com um cenário em que Estado, enquanto gestor do PMCMV, e mercado imobiliário juntos estão contribuindo para a periferização por segregação involuntária em Fortaleza já que quanto menor o poder aquisitivo do público-alvo, mais periféricos são os empreendimentos destinados a ele. Assim, ainda nos dias de hoje, o poder público continua prevalecendo como um importante catalisador, mesmo que indireto, da periferização urbana, atestando a tese de Vasconcelos (2013) que afirma que uma cidade fragmentada é produzida em parte pela atuação ou omissão do Estado, do mercado imobiliário e, também, pela ação da população de baixa renda.

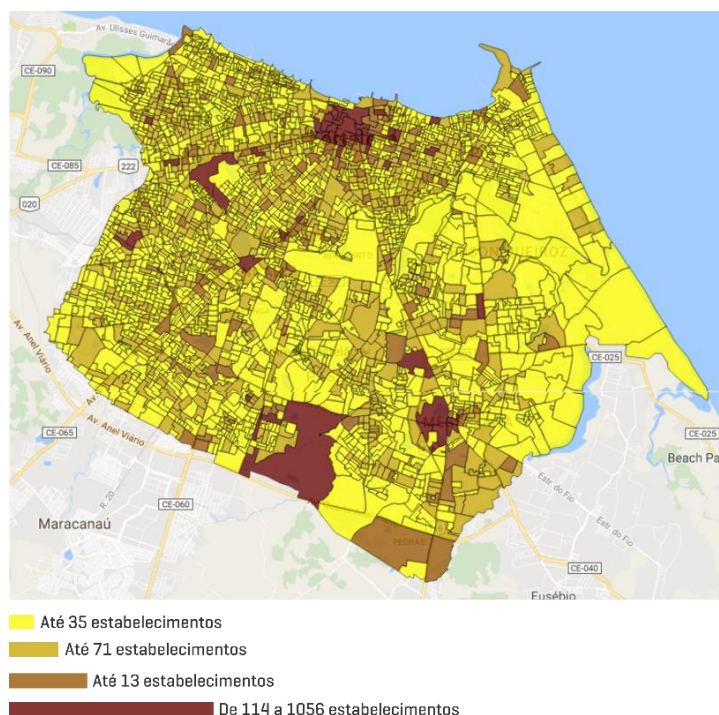
Segundo a Política Nacional de Habitação (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004), o direito de todos a uma moradia digna não está restrito a uma casa, mas incorpora também o direito à infraestrutura, saneamento, transporte coletivo e equipamentos e serviços urbanos, o que nos permite inferir um dever por parte do Estado, através dos seus programas de provisão habitacional, de melhorar os níveis de acessibilidade e mobilidade da população. No entanto, como podemos observar pelo exemplo do PMCMV, os programas habitacionais lançados após

a PNH, não refletem a garantia de infraestrutura básica e acesso às atividades que desejam desempenhar no espaço urbano à população de baixa renda, levando-nos a crer que a periferização por segregação involuntária apresenta grandes impactos na acessibilidade e mobilidade dessa população.

No âmbito dos transportes, uma ação do poder público também merece destaque para o contexto local: a implementação, em 2007, do benefício da integração temporal, através da qual o usuário podia fazer transferências entre linhas do sistema de ônibus sem nenhum ônus adicional. As transferências, no entanto, eram limitadas e restritas a alguns pontos de parada o que mudou em 2013 com o lançamento do Bilhete Único de Fortaleza. Essa ação implementada na oferta do sistema de transportes é essencial para a compreensão da problemática e permite que o usuário do transporte público utilize o benefício de realizar viagens durante duas horas para qualquer linha de ônibus e sentido de itinerário, pagando uma tarifa única de R\$ 2,20 (valor atualmente reajustado para R\$ 2,75). Esse modelo de integração temporal, apesar de facilitar os deslocamentos dos usuários do transporte público, pode ser entendido também como um catalisador da periferização, pois permite que se habite bairros distantes da área central, onde se encontram a maioria dos postos de trabalho, sem que se aumentem os custos de deslocamento. Pensando no modelo Kohl-Sjoberg, por exemplo, que sugere que a população de baixa renda substitui ou troca atributos entre condições dignas de habitação e maiores níveis de acessibilidade ao mercado de trabalho, ao manter fixo o custo da viagem por até duas horas de deslocamento incentiva-se que algumas pessoas residam na periferia.

Apesar do contínuo processo de descentralização das residências de baixa renda observado na cidade de Fortaleza, o Centro da cidade, em contrapartida, ainda concentra grande parte dos estabelecimentos institucionais, de comércio e de serviço, como podemos observar na mancha escura na região central da cidade (Figura 5) onde há uma concentração de estabelecimentos, indicando também uma concentração de empregos, o que dota a área de uma grande atratividade. Assim, percebe-se que há um distanciamento da população de baixa renda da área de maior concentração dos postos de trabalho da cidade. Segundo Ribeiro (2007), essa é uma situação que pode ser observada na maior parte das periferias latino-americanas. O autor afirma que, em cidades espalhadas que possuem grande desigualdade social e diferenciação de renda, os empregos geralmente vão tender a se localizar em áreas mais próximas e mais acessíveis à população de alta renda, distanciando-se da de baixa renda, distanciamento esse que foi representado no modelo Griffin-Ford apresentado na sessão anterior.

Figura 5 - Quantidade de estabelecimentos por setor censitário



Fonte: IBGE (2015).

A partir dessa contextualização, observamos então um processo de periferização por segregação involuntária em Fortaleza que é bastante desinteressante não só para a população que vive nessas condições, mas para a cidade como um todo, pois as áreas centrais, com ampla rede de infraestrutura e localização privilegiada, passam a ser subutilizadas, o que vai de encontro ao conceito de sustentabilidade. Assim, estamos diante de um problema econômico, em que se desperdiça um potencial infraestrutural que precisa ser compensado em outras áreas da cidade para onde a população esteja se deslocando, ambiental, onde se aumentam as distâncias de deslocamento e conseqüentemente os níveis de emissão de gases, e social, em que parcelas menos abastadas da população sofrem os efeitos de dificuldade de acesso a oportunidades.

Na próxima sessão, apresentaremos a segregação involuntária como limitante da acessibilidade e da mobilidade da população de baixa renda que vive na periferia a fim de elaborar uma representação da problemática que auxilie na caracterização e diagnóstico.

### 2.3 Representação da Problemática como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas

A acessibilidade pode ser entendida como a facilidade/opportunidade de acesso e

potencial de interação dos indivíduos (HANSEN, 1959; GEURS e VAN WEE, 2004), sendo determinada pela distribuição espacial dos destinos em potencial e pela magnitude e qualidade das atividades encontradas ali (HANDY e NIEMEIER, 1997). Geurs e Van Wee (2004) ressaltam ainda que essa acessibilidade está condicionada às características dos indivíduos. A partir da contextualização da problemática da segregação em Fortaleza, podemos concluir que a população de baixa renda pode estar tendo dificuldade no acesso às atividades, o que é potencializado ainda pelas limitações financeiras e locacionais desse grupo específico. Então, uma vez que esse grupo é impedido de participar ativamente da *urbis* enquanto espaço de trocas sociais, políticas e econômicas, o processo de periferização por segregação involuntária pode estar ligado a um cenário de exclusão social. Além da limitação de acesso, a periferização pode também estar impactando nos deslocamentos dessas pessoas no espaço urbano, ou seja, na sua mobilidade, sua habilidade em ir de um lugar a outro (HANSEN, 1959; HANDY, 1994), o que, além de ser fruto de desejos e necessidades da população, materializa-se no subsistema de transporte na forma de viagens.

Então, em um novo Paradigma de Planejamento da Acessibilidade e da Mobilidade Urbanas, em que abrange tanto o potencial acesso às atividades como as viagens realizadas pelos indivíduos, acreditamos ser possível analisar não só o impacto da problemática da periferização nos níveis e acessibilidade e mobilidade da população de baixa renda, mas também a relação de causalidade entre acessibilidade e mobilidade, observando os impactos do potencial de interação dos indivíduos nas viagens realizadas, nos modos utilizados e nas rotas escolhidas. A partir dessas definições, podemos delimitar melhor o escopo da nossa pesquisa em que consideramos as relações entre as problemáticas da periferização por segregação involuntária, da acessibilidade e da mobilidade urbanas (Figura 6), bem como as limitações dessa população que devem ser consideradas durante todo o processo de planejamento. A partir das restrições de acessibilidade que podem levar à exclusão social de uma parcela da população expostas por Menezes (2015) e Garcia (2016), temos que o grupo de risco estudado está sujeito a duas limitações decorrentes da sua localização no espaço: uma limitação financeira por possuir renda domiciliar igual ou inferior a três salários e uma limitação geográfica ou de equipamentos urbanos, que aqui chamamos de locacional, por residir na periferia.

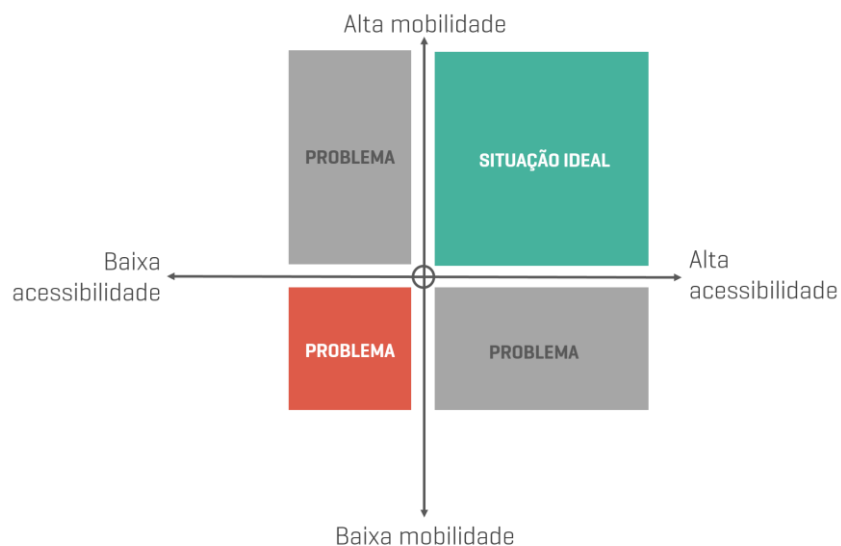
Figura 6 - Limitação do Escopo da Pesquisa considerando o Paradigma da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas



Fonte: elaborado pela autora.

Sob a ótica desse novo paradigma, então, a suposição principal é que baixos níveis de acessibilidade podem levar a baixos níveis de mobilidade e, portanto, à realização de menos atividade, causando problemas sociais e econômicos como exclusão social (MACÁRIO, 2012). Apesar de estarmos procurando evidências dessas relações de causalidade, esse novo paradigma, também nos permite avaliar não só o esperado que níveis de mobilidade elevados estão relacionados a níveis de acessibilidade também elevados e vice-versa, mas exceções onde essa hipótese não se confirma, como observado na Figura 7 nos quadrantes 2 e 4 na cor cinza.

Figura 7 - Representação das relações entre acessibilidade e mobilidade



Fonte: elaborado pela autora.

No caso da periferização por segregação involuntária, também podemos observar situações em que há níveis elevados de mobilidade e, ao mesmo tempo, baixos níveis de acessibilidade, como o caso da dependência do automóvel ou outro tipo de transporte individual



motorizado em decorrência da dispersão urbana e das grandes distâncias no deslocamentos casa-trabalho. Pyrialakou et al. (2016) destacam que há uma hipótese de posse de automóvel forçada, amplamente explorada na literatura internacional, identificada especialmente em áreas rurais e em áreas onde há deficiência na oferta de transporte público. É importante ter em mente essa motorização forçada quando realizar as análises de acessibilidade e mobilidade da população periférica de baixa renda, pois se pode obter altos índices à custa da motorização. Nessa faixa de renda e na região em que se dá a problemática, no entanto, pode ser ocasionado principalmente pelo crescente número de motocicletas. Se é verificada uma grande posse de automóvel ou moto nos domicílios de baixa renda, por exemplo, pode significar que esse veículo motorizado individual é uma necessidade nessas áreas periféricas, seja pela carência na oferta de transporte público, para suprir uma deficiência do próprio sistema de transportes, ou na oferta de atividades, incorporadas na problemática da acessibilidade.

Analisando especificamente o fator da motorização forçada, se nos ativéssemos ao planejamento da mobilidade, a depender do indicador selecionado para caracterizar essa problemática, poderíamos inferir que há um aumento dos níveis de mobilidade dessa parcela da população já que os indivíduos tendem a ter seus deslocamentos facilitados pela utilização de determinados meios de transporte, o que não nos permite visualizar a problemática como um todo. Pelo planejamento da acessibilidade, por sua vez, devemos considerar também o potencial de realizar atividades que aqueles indivíduos têm considerando o local onde residem, os meios de transporte aos quais têm acesso e a distribuição das atividades no espaço, o que, por sua vez, definirá as limitações de acessibilidade (financeiras, geográficas, temporais, entre outras) que essa parcela da população possui.

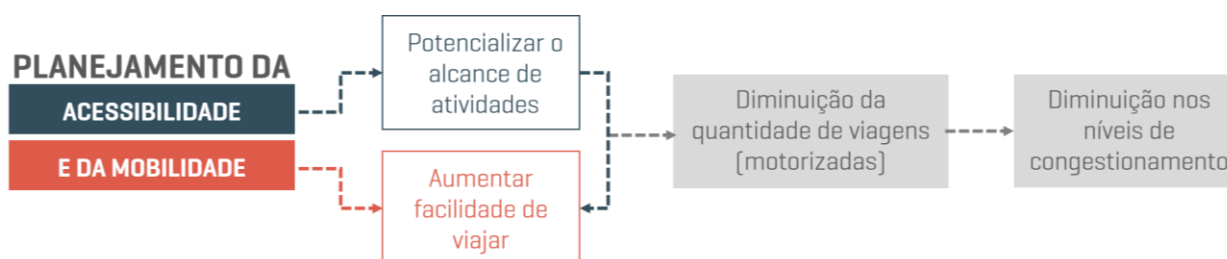
No âmbito do Planejamento da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas, é importante ressaltar também que, em processos de espraiamento urbano e consolidação de áreas residenciais periféricas, geram-se muitos deslocamentos pendulares centro-periferia e as crescentes distâncias sobrecarregam os sistemas de transportes (KNEIB, 2014), o que pode causar engarrafamentos, aumento dos tempos e custos de viagem e diminuição na utilização dos modos não-motorizados.

Outro importante fator a respeito da periferização por segregação involuntária é o alcance das atividades demandadas. Segundo Ribeiro (2007), considerando espraiamento urbano observado em cidades latino-americanas de grande desigualdade social e diferenciação de renda, os empregos ou novos postos de trabalhos gerados geralmente vão tender, pela própria

concentração dos investimentos em áreas mais rentáveis, a se localizar mais próximas e acessíveis à população de alta renda que vive nos centros, distanciando-se dos mais pobres residentes das periferias. Esta estrutura prejudica acessibilidade, deste segmento social mais pobre, não somente à oferta de bens e serviços, mas, principalmente ao emprego e renda e, portanto, podendo com isto, acentuar e agravar a desigualdade social, alimentando um ciclo vicioso de exclusão social.

Partindo do princípio de que o Planejamento da Acessibilidade procura potencializar o alcance das atividades (através da distribuição espacial dos destinos em potencial) e o Planejamento da Mobilidade objetiva aumentar a facilidade de viajar (HANDY, 2005), e considerando as relações de impacto entre eles, temos que esse novo paradigma incorpora ambos os objetivos e pode gerar uma diminuição das viagens motorizadas (já que aumenta-se o alcance das atividades através de outros modos ou mesmo interferindo diretamente no uso do solo) e, conseqüentemente, dos níveis de congestionamento, problemas comumente relacionados à periferização urbana (Figura 8).

Figura 8 - Representação do Planejamento da Mobilidade e da Acessibilidade

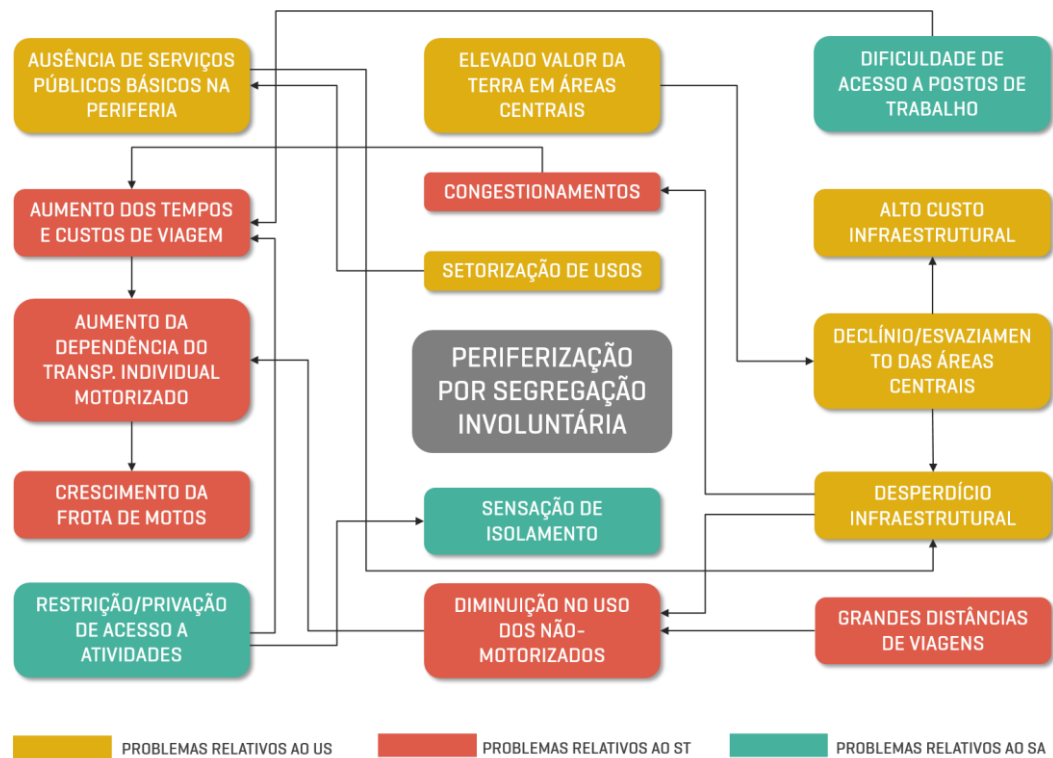


Fonte: elaborado pela autora.

Nesse contexto, ao propor estudo da periferização da população de baixa renda como um limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas verificamos que o estudo das problemáticas em questão deve reunir diversos profissionais disciplinas envolvidas com planejamento urbano (Urbanismo, Engenharia de Transportes, Economia, Geografia, entre outras), já que suas causas e conseqüências estão relacionadas a diversos componentes do sistema urbano (exemplo de representação desses problemas na Figura 9), devendo o seu planejamento ser integrado. No entanto, o que se observa atualmente na compreensão de problemáticas complexas são esforços disciplinares de integrar as soluções individuais. Ainda que esses esforços ajudem na comunicação entre planejadores de transporte e uso do solo (LOPES, 2015), é preciso mais do que a junção de saberes e colaboração entre as disciplinas para atingir o objetivo da sistematização do processo de planejamento urbano integrado, o qual

deve ser entendido como um novo conhecimento através das disciplinas que o compõem, de forma que resgate as relações de interdependência das partes em função do avanço dos estudos e análises do todo.

Figura 9 - Árvore de problemas com destaque para subsistemas envolvidos na problemática em estudo



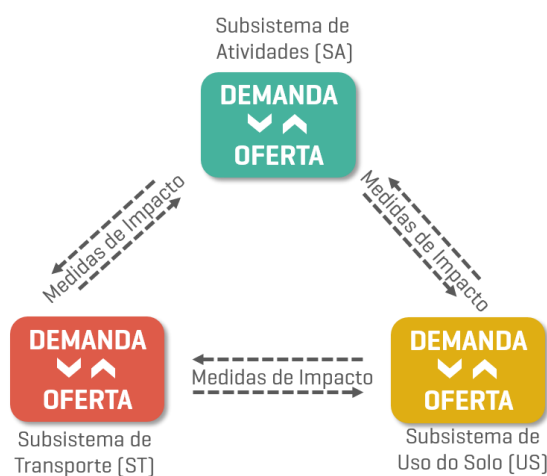
Fonte: elaborada pela autora.

Em muitos dos processos de planejamento atuais, parece intuir-se os impactos de um subsistema em outro, sem uma sistematização explícita do processo de análise de diagnóstico e avaliação de alternativas de intervenção e sem dispor de uma proposta metodológica que o embase, utilizando-se de procedimentos simplificados e baseando-se apenas em um entendimento pessoal da dinâmica urbana da cidade (PIETRANTONIO et al., 1996). Em relação às problemáticas de espraiamento, periferização e segregação sócio-espacial, referentes à fragmentação urbana, essa intuição já foi pontuada por diversos autores (EWING et al., 2003; HARRIS, 1984). Ressalta-se que os impactos negativos dessas problemáticas urbanas são presumidos e amplamente identificados, de tal forma que a maioria dos estudiosos vêm documentando sua existência, porém sem caracterizar e diagnosticar esses impactos.

Para melhor compreensão da periferização da população de baixa renda como um limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas, então, além do subsistema de uso do solo

onde se materializa, devemos considerar também os impactos causados nos subsistemas de transportes (ST) e de atividades (SA). Reconhecendo a importância dos três subsistemas, a fim de evitar que a análise da problemática estudada resulte somente de esforços intuitivos e fragilmente sistematizados, utilizaremos o modelo conceitual “a priori” (Figura 10) proposto por Lopes (2015) para auxiliar na interpretação das intra e inter-relações entre os subsistemas urbanos:

Figura 10 - Modelo Conceitual “A Priori” do Sistema ALUTI (acrônimo em inglês dos termos “Activity, Land Use and Transport Interaction”).



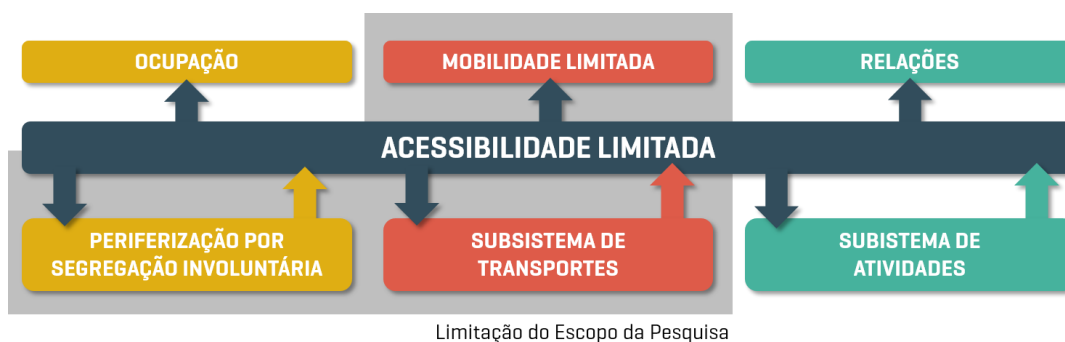
Fonte: adaptado de Lopes (2015).

Para representar a problemática do espraiamento urbano por segregação imposta em Fortaleza, optou-se por utilizar a proposta metodológica desenvolvida por Lopes (2015) através de modelo ALUTI (*Activity, Land-Use and Transport Integrated*), o qual apresenta uma forma sistematizada e facilitada de compreender o funcionamento dos três subsistemas, buscando representar as intra e inter-relações entre eles. O autor, na representação gráfica do seu modelo conceitual, traduz os resultados de um esforço interdisciplinar de análise, de tal forma que conseguiu captar a essência de diferentes disciplinas, traduziu uma à outra e se propôs a construir um modelo conceitual integrando as diversas visões, onde uma contribui no avanço da outra e, conseqüentemente, evoluiu para uma representação aproximada da realidade das relações entre os três subsistemas que se propôs a analisar. Um esforço de caráter interdisciplinar que o autor faz, por exemplo, é representar os subsistemas de atividades e uso solo com a mesma linguagem (oferta e demanda) encontrada no subsistema de transportes, onde a interação dos elementos do sistema de transportes produz a demanda por viagens e a oferta de serviços de transporte para que essa demanda seja satisfeita (CASCETTA, 2009). Esse conceito de oferta e demanda, por sua vez, que vem da microeconomia.

Então, o modelo “a priori” é composto pelos subsistemas de atividades, de uso do solo e de transportes, compreendendo as seguintes intrarrelações, respectivamente: i) as necessidades e desejos da população em desenvolver atividades e a disponibilidade dessas atividades; ii) o desejo de se localizar, a demanda por solo, a disponibilidade de solo e as localizações espaciais das funções urbanas; iii) e a demanda de pessoas e cargas por movimento juntamente com a rede de transportes. Essas relações de demanda e oferta internas aos subsistemas podem ser representadas através de medidas de desempenho.

As inter-relações entre os subsistemas do modelo, por sua vez, estão representadas pelas medidas de impacto que podem ser entendidas como um potencial efeito, seja ele negativo ou positivo, de um subsistema sobre o outro. A partir da perspectiva do subsistema de uso do solo, onde se materializa a periferização, é possível então perceber que esse subsistema impacta os outros dois e ele mesmo de três formas diferentes: i) influencia o subsistema de transportes induzindo ou desestimulando um maior número de viagens, impactando na escolhas das rotas e encorajando ou desencorajando a intermodalidade e a utilização de modos não-motorizados, o que impacta nos níveis de mobilidade dos indivíduos; ii) influencia o sistema de atividades induzindo ou coibindo a realização de atividades no espaço urbano; e iii) influencia ele mesmo afetando a demanda por espaço e consumo de solo, o preço do solo, as densidades e a forma urbana, levando à segregação ou integração socioeconômica e espacial (GARCIA, 2016;). Apesar de reconhecer a importância do estudo dos impactos dessa problemática nos subsistemas de atividades e no próprio subsistema de uso do solo, o escopo da pesquisa se limita a analisar os impactos da periferização da população de baixa renda no subsistema de transportes (ver Figura 11).

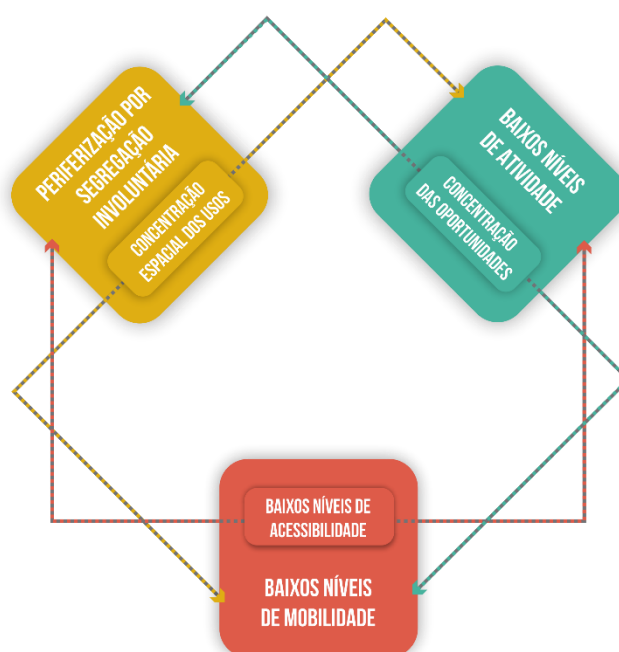
Figura 11 - Limitação do Escopo da Pesquisa a partir dos subsistemas urbanos.



Fonte :adaptado de Lopes (2015).

Então, com base na contextualização da problemática e no entendimento dos conceitos de acessibilidade e mobilidade, podemos levantar hipóteses de problemas relacionados aos subsistemas estudados a partir da representação da problemática apresentada na Figura 12 a seguir:

Figura 12 - Representação da Problemática da Periferização como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas



(Fonte: adaptado de Lopes (2015)).

Na Figura acima, estão representados os problemas dos três subsistemas urbanos e as relações causais entre eles, representadas pelas inter-relações através das medidas de impacto. A partir da representação acima, existem três grandes hipóteses de problemas de acessibilidade e de mobilidade que nos interessam e deverão ser verificadas:

- 1) A periferização por segregação involuntária impacta negativamente nos níveis de acessibilidade dos indivíduos de baixa renda que vivem nessas condições aos postos de trabalho através da distribuição de usos (medida de impacto);
- 2) Baixos níveis de acessibilidade desses indivíduos impactam negativamente nos níveis de mobilidade;
- 3) Por fim, a segregação involuntária impacta negativamente nos níveis de mobilidade dessa parcela da população.

No capítulo a seguir, reunindo os conceitos e temas discutidos anteriormente, propõe-se um método de caracterização e diagnóstico da problemática da periferização por segregação involuntária à luz do Planejamento da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas a fim de verificar as hipóteses postuladas.

### 3 MÉTODO DE COMPREENSÃO DA PROBLEMÁTICA DA PERIFERIZAÇÃO

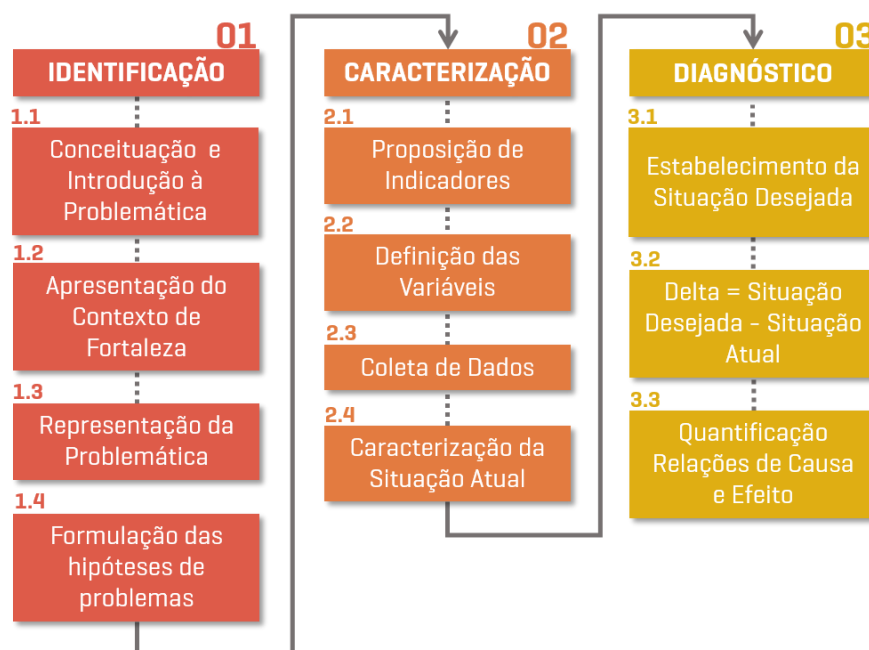
A compreensão da problemática da periferização como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas da população de baixa renda depende da apreensão da complexidade do fenômeno e de uma abordagem interdisciplinar que considere os diversos atores e subsistemas envolvidos, exigindo uma sistematização não só teórico-conceitual, a qual foi iniciada e apresentada no capítulo anterior a partir do modelo “a priori” ALUTI, mas também metodológica e operacional. O Capítulo 3, então, inicia-se com uma apresentação geral da proposição metodológica de compreensão da problemática em questão, que é constituída de três etapas: identificação (já realizada no Capítulo 2), caracterização e diagnóstico (seção 3.1). Em seguida, destaca-se o papel da modelagem integrada na compreensão da problemática através dos dois modelos presentes na pesquisa: o modelo conceitual “a priori” ALUTI e o modelo operacional Tranus, um ferramental de modelagem integrada (seção 3.2). Por fim, são detalhadas as etapas da proposta metodológica de caracterização (seção 3.3.) e de diagnóstico (seção 3.4).

#### 3.1 Proposta Metodológica de Compreensão da Problemática

Para a sistematização metodológica da pesquisa, utilizou-se a proposta metodológica de Soares (2014) para o Planejamento Integrado como pano de fundo a fim de adequá-la à compreensão da problemática da periferização como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas, o que resultou na proposta metodológica apresentada na Figura 13. A primeira etapa da fase de compreensão da problemática da segregação involuntária é a **Identificação da Problemática**, etapa essa que deve guiar todo o processo de planejamento. Essa etapa consiste em um importante passo para a “construção de uma visão sistematizada da problemática” (Soares, 2014), pois é nesse primeiro momento em que se espera delimitar criteriosamente o objeto de estudo e definir a problemática. Tal análise foi realizada ainda no Capítulo 2, ao se investigar as relações de causalidade de problemas que envolvem a problemática estudada, o que culminou na representação da problemática da Figura 12.



Figura 13 - Proposta Metodológica para Compreensão da Problemática da Periferização por Segregação Involuntária como Limitante da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas



Fonte: adaptado de Soares (2014).

Para Magalhães e Yamashita (2009), é também nessa etapa onde se identificam melhor os atores e disciplinas envolvidas na problemática e, conseqüentemente, os subsistemas que devem ser incorporados no processo de planejamento. Então, a **Conceituação e Introdução à Problemática**, subetapa inicial desse processo, assume o papel de apresentar o conceito geral de segregação involuntária, destacando o seu componente centro-periferia para auxiliar da apreensão da problemática antes de ingressar no contexto local. Essa subetapa mais generalista da identificação da problemática se faz necessária para auxiliar na compreensão da problemática local, além de conceitos originários do Urbanismo e da Geografia para os demais planejadores urbanos que não estão familiarizados com a problemática que se materializa no subsistema de uso do solo.

A partir da conceituação geral realizada, a subetapa seguinte traz a **Contextualização da Problemática em Fortaleza**, estudo de caso da presente pesquisa de dissertação, descrevendo o processo pelo qual a periferização por segregação involuntária aconteceu na cidade e o cenário encontrado na cidade atualmente. Soares (2014) ressalta que essa contextualização se assemelha muito ao que os urbanistas costumam chamar de diagnóstico, criticando a visão simplista da etapa final da compreensão da problemática.

Ao fim da identificação, temos a **Representação da Problemática** e a **Formulação das Hipóteses** a serem verificadas pelas etapas de caracterização e diagnóstico. Como, além da problemática da periferização, temos também o intuito de analisar os seus impactos na acessibilidade e mobilidade urbanas, viu-se a necessidade de trazer uma breve conceituação dessas duas problemáticas aplicadas à periferização, o que contribuirá tanto na representação da problemática, como nas fases de caracterização e diagnóstico. Também a partir da delimitação da problemática, considerando o planejamento integrado, surge a necessidade de explicitar os subsistemas apreciados pelo processo de periferização e seu impacto nos níveis de acessibilidade e mobilidade, o que nos levou a recorrer ao modelo conceitual ALUTI que foi essencial na consolidação das duas últimas subetapas da identificação da problemática por auxiliar na representação simplificada do fenômeno complexo em estudo.

A **Caracterização da Problemática**, segunda etapa da compreensão, tem como objetivo principal, e subetapa final, **Caracterizar a Situação Atual** dos problemas, ou hipóteses de problemas, levantados na etapa anterior. A partir da **Proposição dos Indicadores e Definição das Variáveis**, então, seleciona-se os indicadores que melhor representem o cenário atual dessa problemática, de forma que os mesmos possibilitem uma análise quantitativa ou qualitativa do problema. Ainda na Caracterização, tem-se uma importante subetapa de **Coleta de Dados**, na qual é importante e desejável o auxílio de técnicas de modelagem no seu desenvolvimento, devendo a atividade de coleta estar em consonância com os pré-requisitos do modelo a ser utilizado (SOARES, 2014).

Por fim, temos a etapa final do processo de compreensão da problemática, que é o **Diagnóstico da Problemática**. Através do estabelecimento da situação ideal para cada um dos problemas é possível verificar o déficit entre a situação ideal e desejada. Além disso, é também nessa subetapa em que se pretende verificar as **relações causais** entre periferização por segregação involuntária e a acessibilidade e a mobilidade aos postos de trabalho.

Na próxima sessão, destaca-se o papel da modelagem na compreensão da problemática da periferização, apresentando os modelos utilizados nesse processo de planejamento urbano integrado.

### 3.2 O papel da modelagem na compreensão da problemática

Os modelos são construções teóricas que, com um significativo nível de abstração,

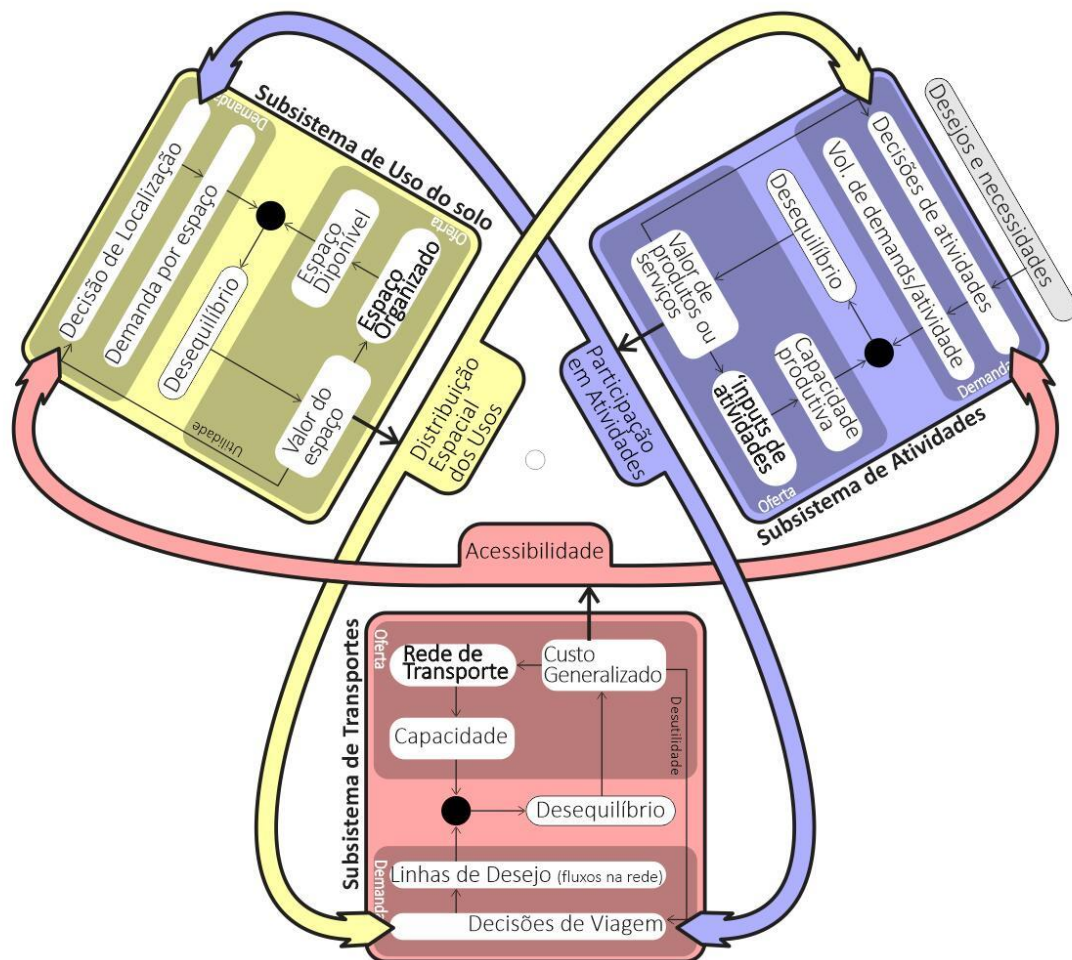
representam a realidade de maneira simplificada (CORRÊA, 2013). Assim, essas representações da realidade podem ser um auxílio na exploração e teste hipóteses e na compreensão de sistemas espaciais complexos como o sistema urbano (DE LA BARRA, 1994). Apesar de ressaltar que a modelagem é apenas um dos elementos no planejamento de transportes, Ortúzar e Willumsen (2011) também reconhece a importância dos modelos no processo de planejamento. O autor considera que a utilização de modelos para estudar o ponto de equilíbrio entre demanda e oferta (caracterização da problemática) deve ajudar a entender melhor sua evolução (diagnóstico) e auxiliar o desenvolvimento e implementação de estratégias de gestão e programas de investimento (avaliação de alternativas).

No presente trabalho, reconhecendo a complexidade do fenômeno em estudo, recorreremos tanto a um modelo teórico-conceitual deste fenômeno, que permeia todas as etapas da compreensão da problemática, como a um modelo operacional, que não só possibilita a obtenção dos indicadores para as análises de caracterização e diagnóstico, mas, a partir do seu funcionamento interno, nos ajuda na compreensão da problemática como um todo. A seguir, apresentamos ambos os modelos (conceitual e ferramental) e o papel deles no processo de planejamento, destacando as subetapas em que eles são mais presentes.

### *3.2.1 Modelo Conceitual - ALUTI*

O primeiro modelo integrado apresentado nesta pesquisa de mestrado foi o modelo “a priori” (LOPES, 2015), que considera as intra e inter-relações dos subsistemas de atividades, uso do solo e transportes. O modelo, que foi utilizado no capítulo anterior para amparar a identificação da problemática, especificamente na fase de representação dos problemas e auxílio na formulação das hipóteses de causalidade, também auxiliará nas etapas de caracterização e diagnóstico da problemática, porém agora em uma versão mais completa (Figura 14) trazendo o detalhamento das intrarrelações de cada subsistema.

Figura 14 - Modelo Conceitual ALUTI.



Fonte: Lopes (2015)

Na acima, pode-se observar que, a partir do modelo “a priori”, foram explicitadas as relações de demanda e oferta internas aos três subsistemas, o que é essencial à compreensão do seu funcionamento interno e, conseqüentemente, serão importantes no processo de escolha dos indicadores de desempenho de uso do solo e de transportes para caracterização da problemática. A presença das medidas de impacto, como dito anteriormente, foram fundamentais no estabelecimento das relações causais que serão verificadas na etapa de diagnóstico.

### 3.2.2 Modelo Operacional - ALUTI

A problemática da segregação involuntária como limitante da acessibilidade e

mobilidade da população de baixa renda abrange as relações complexas entre os subsistemas de atividades, uso do solo e transportes, exigindo a utilização de uma ferramenta de modelagem matemática, estatística e computacional que consiga captar o caráter complexo e integrado da problemática (SOUTHWORTH, 1995). O uso desse ferramental, no entanto, não deve acontecer somente na fase de avaliação de alternativas com a simulação de cenários propostos e previsão de impactos futuros, como acontece comumente no planejamento integrado. Como a fase da compreensão da problemática é o momento ideal, dentro do processo de planejamento, para que haja uma aproximação entre as disciplinas relativas ao planejamento urbano (SOARES, 2014), é de extrema importância que o ferramental da modelagem integrada permeie também essa fase. Esse tipo de ferramenta tem um papel crucial em estabelecer colaborações construtivas entre planejadores de transporte e uso do solo e, para tanto, devem ter meios de comunicação transdisciplinares (Curtis e Scheurer, 2010). Então, para atender à necessidade de um ferramental integrado, optou-se por utilizar o *Tranus* como plataforma de modelagem, pois, em análise comparativa a outros modelos mais avançados e com maior nível de desagregação (microsimuladores) realizada por Lopes (2015), o modelo se mostrou capaz de captar a dinamicidade do fenômeno urbano e de representar bem o fenômeno com os seus três subsistemas (AS, US e ST).

O *Tranus* é um modelo LUTI (*Land Use Transport Interaction*) de localização de atividades, mercado imobiliário e sistema de transportes (Modelística, 2007) permitindo a avaliação das inter-relações entre eles através do tempo. Assim, o *Tranus* também permite analisar e comparar efeitos de políticas de transportes ou uso do solo que se proponham à realidade estudada, podendo ter abrangência local ou regional, já que seu nível de agregação espacial, que é em zonas de análise, e suas teorias podem ser aplicadas para as duas realidades.

O modelo de uso do solo do *Tranus* é composto por dois elementos principais: os grupos socioeconômicos (ou setores transportáveis) e os tipos de solo (ou setores não-transportáveis) (SOUSA, 2015). Para se localizar, um setor transportável necessita consumir algum setor não transportável. A quantificação dessa relação ocorre através de um modelo de demanda elástica. Neste modelo, considera-se que o aumento do preço desse solo deverá modificar a quantidade de solo a ser consumido. Dessa forma, pessoas de baixa renda (grupo socioeconômico), por exemplo, podem consumir um solo residencial (tipo de solo) com uma intensidade determinada pela função elástica. Entretanto, essa relação não é a única que é simulada pelo *Tranus*. Através dos coeficientes intersetoriais de uma matriz insumo-produto, a ferramenta é capaz de simular as relações de consumo que ocorrem entre os setores

transportáveis. Dessa forma, a demanda e a oferta de determinado produto é simulada por esse modelo, assim como a demanda e oferta por empregos.

O modelo de transportes, por sua vez, simula as viagens através das categorias de transportes. Cada categoria possui como unidade a quantidade de viagens realizadas. Essas categorias podem ser subdivididas por renda, por idade, por motivo e modo de viagem, entre outros aspectos socioeconômicos ou das viagens (SOUSA, 2015).

Para a utilização do Tranus como ferramenta da caracterização e diagnóstico da problemática, deve-se fazer uma verificação dos *inputs* necessários à calibração da plataforma computacional, bem como ter domínio das medidas de desempenho do sistema urbano produzidas pelo programa, o que ajudará principalmente na obtenção de indicadores e variáveis.

Nas próximas sessões, serão detalhadas as etapas de Caracterização e Diagnóstico da proposta metodológica, destacando o papel da modelagem conceitual e ferramental em cada uma de suas subetapas.

### 3.3 Detalhamento da Etapa de Caracterização da Problemática

#### 3.3.1 *Modelo Proposição de Indicadores e Definição de Variáveis*

Em uma já ultrapassada abordagem de planejamento orientada para as soluções, sabe-se da relevância dos indicadores enquanto ferramentas para avaliar o desempenho das estratégias e cenários propostos, monitorando as alternativas de soluções. No entanto, em uma nova abordagem orientada para os problemas, há que se reconhecer também o uso dos indicadores na fase de compreensão da problemática, em especial na caracterização e diagnóstico, onde os mesmos auxiliam na medição da intensidade e magnitude dos problemas e no diagnóstico de suas causas e efeitos, o que permite ainda um monitoramento contínuo no processo de planejamento, figurando em seus níveis estratégico, tático e operacional.

Sabe-se da necessidade, na maioria das vezes, de utilizar modelos complexos (conceituais, metodológicos ou operacionais) e indicadores com uma **base teórica sólida** e algum **nível de complexidade** para representar uma problemática complexa (BERTOLINI et al., 2005) como é o caso da periferização como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas. No entanto, cabe também aos planejadores o esforço de tornar essas informações mais palatáveis e compreensíveis do ponto de atores com diferentes especialidades e, principalmente da população em geral. Segundo Magalhães e Yamashita (2009), os indicadores, enquanto parte

de um sistema de acompanhamento e avaliação da problemática, são importantes instrumentos de informação e, por isso, deve ser considerada a sua **habilidade de comunicar**, de forma que sejam de fácil compreensão por parte dos atores envolvidos no processo (GEURS e VAN WEE, 2004; HANDY e NIEMEIER, 1997; BERTOLINI et al., 2005). Se nos propomos a selecionar indicadores de difícil compreensão, e concordamos sobre a importância deles para a compreensão da problemática, devemos nos propor também a encontrar uma forma de comunicá-los, pois é de extrema importância que todos os atores estejam cientes do caminhar desse processo a fim de poder expressar seus desejos e colaborar com o mesmo. Além da robustez e simplicidade, Geurs e van Wee (2004) destacam que é preciso garantir a **operacionalização** do indicador, ou seja, é preciso considerar a disponibilidade de dados, modelos e técnicas, tempo e orçamento para que o indicador seja utilizado na prática.

Partindo, então, desses três principais critérios, propõe-se identificar, com auxílio de modelo conceitual integrado, indicadores que possam auxiliar tanto na caracterização retratar a interação dos subsistemas estudados, confirmando as relações de causalidade entre eles e a sistemicidade da sua integração.

Nessa subetapa, o modelo ALUTI tem uma função essencial já que os indicadores selecionados para caracterizar e diagnosticar a problemática são frutos das intra e inter-relações entre os três subsistemas. A partir do modelo, então, podemos identificar dois conjuntos de indicadores que irão auxiliar na caracterização e diagnóstico dos problemas no processo de planejamento da acessibilidade: o primeiro conjunto de indicadores encontra-se no interior dos subsistemas (como medidas de desempenho das relações entre oferta e demanda), indicando quão bem o subsistema desempenha as funções esperadas (eficiência), e o segundo, nas interfaces entre os subsistemas (como medidas de impactos das relações causais entre um subsistema e outro). Segundo Lopes (2015), é através da interpretação das medidas de desempenho resultantes das relações oferta e demanda que se pode entender melhor suas medidas de impacto sobre os outros subsistemas, sendo essas consideradas pontes que auxiliam no entendimento de restrições de determinado subsistema e como impactam na decisão tomada nos demais.

No caso das medidas de desempenho, então, há três grupos ou categorias de acordo com as relações de oferta e demanda estabelecidas no interior de cada subsistema, sendo elas medidas de oferta, de demanda ou de desequilíbrio nos mesmos. Já para as medidas de impacto, também teremos três grupos, os quais são definidos de acordo com as pontes estabelecidas entre os subsistemas: Medidas de Acessibilidade, Medidas de Distribuição Espacial dos Usos e

Medidas de Distribuição de Atividades. Então, ao todo temos seis grupos de indicadores para nos auxiliar a compreender a problemática. Considerando a representação da problemática e as hipóteses a serem verificadas (Figura 15), no entanto, necessitaremos apenas de quatro tipos de indicadores: i) **indicador de uso do solo** para caracterizar a periferização involuntária em Fortaleza; ii) **indicador de acessibilidade** para verificar problemas de baixos níveis de acessibilidade aos postos de trabalho; iii) **indicador de mobilidade** para verificar problemas de baixos níveis de mobilidade; e iv) **indicador de distribuição de usos** para, além de caracterizar essa distribuição, estabelecer relações entre a concentração de usos e os baixos níveis de acessibilidade e mobilidade.

Figura 15 - Representação da problemática destacando as hipóteses de problemas a serem verificadas



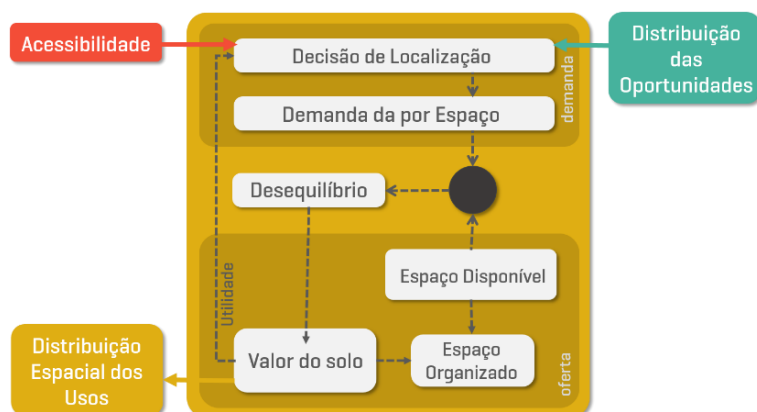
Fonte: elaborado pela autora.

### 3.3.1.a Medida de desempenho do subsistema de uso do solo

Para caracterizar a periferização involuntária, a partir de um indicador de uso de solo, é importante destacar o funcionamento interno do subsistema de uso do solo (Figura 16).



Figura 16 - Representação das intrarrelações do subsistema de uso do solo



Fonte: adaptado de Lopes (2015).

Na porção da demanda, temos um primeiro momento relacionado à **decisão de localização**, que está sendo impactada por diversos fatores como o valor do solo e as medidas de desempenho dos outros subsistemas. Aqui, assume-se que os atores decidem ou não se localizarem, ou seja, decidem se vão ou não consumir solo a partir das suas limitações e de que forma (tipo e quantidade) irão consumir aquele solo. Essa decisão de localização, por sua vez, origina uma **demanda por espaço**, onde os atores definem a quantidade de espaço que necessitam para desenvolver determinada atividade. Para retratar, essa demanda por espaço, então, o indicador precisa captar a quantidade de espaço requerido pelos atores, como, por exemplo, área média de um domicílio, quantidade de empresas por quilômetro quadrado, entre outros.

Na porção da oferta, lê-se que existe um **espaço organizado** passível de ocupação, sob ele incidindo um **valor do espaço** (uma impedância para consumo do solo) que, por sua vez, impacta na **disponibilidade do solo** a depender das limitações do ator em questão. Dessa forma, os três componentes da oferta podem ser representados pela área edificável, preço do solo por m<sup>2</sup> e área de solo financeiramente acessível à determinada parcela da população, respectivamente.

Outros indicadores de uso do solo que podem ser destacados aqui são os utilizados em estudos sobre mobilidade urbana sustentável, os quais costumam captar a dimensão do uso do solo. Campos e Ramos (2005) consideram, na dimensão social da sustentabilidade, os indicadores de proporção de área comercial e diversidade de uso comercial e serviços em uma determinada área. Costa (2008), em sua proposição de Índice de Mobilidade Urbana

Sustentável (IMUS), apresenta alguns indicadores de uso do solo no domínio intitulado “Planejamento Integrado”. Um deles, utilizado para medir a vitalidade das áreas centrais, é baseado no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área. Outro indicador que o autor apresenta é o índice de uso misto, calculado a partir da área urbana destinada ao uso misto do solo, definido pela legislação. Dessa forma, observa-se que esse indicador representaria a oferta do subsistema de uso do solo.

Logo, a fim de absorver componentes da demanda por localizações e solo e da oferta de espaço, o indicador proposto para caracterizar a periferização da população de baixa renda (um problema ou desequilíbrio materializado no subsistema de uso do solo) deve contemplar a interação entre demanda e oferta, sendo um indicador de desequilíbrio referente ao desempenho do sistema.

### *3.3.1.b Medida de impacto do subsistema de transportes (Acessibilidade)*

Segundo Geurs e van Wee (2004), podem ser identificados quatro componentes da acessibilidade, os quais devem, idealmente ser contemplados em um indicador: i) o **componente do uso do solo**, que representa a quantidade, qualidade e distribuição espacial das oportunidades e a demanda por essas atividades na zona de origem; ii) o **componente de transportes**, expresso na impedância sofrida por um indivíduo para vencer uma certa distância entre origem e destino; iii) o **componente temporal**, representado por exemplo pela disponibilidade de oportunidades em diferentes horas do dia; iv) e o **componente individual**, que reflete as necessidades, aptidões e oportunidades, a depender de características de um indivíduo ou grupo específico. Acessibilidade, então, é mais do que uma medida de eficiência do sistema de transportes. É uma medida de oportunidade ou facilidade de acesso para as pessoas com diferentes atributos às atividades em que desejam participar (HULL, 2012). Para Handy (2005), as medidas de acessibilidade devem incluir tanto um fator de impedância (componente de transportes), que reflete o tempo ou custo de alcançar um destino, como um fator de atratividade (componente de uso do solo), refletindo as qualidades dos destinos em potencial. É importante também que o indicador de acessibilidade seja desagregado de acordo com as características socioeconômicas, pois os diferentes segmentos da população consideram as oportunidades e avaliam a impedância e atratividade a essas oportunidades de formas únicas (HANDY e NIEMEIER, 1997).

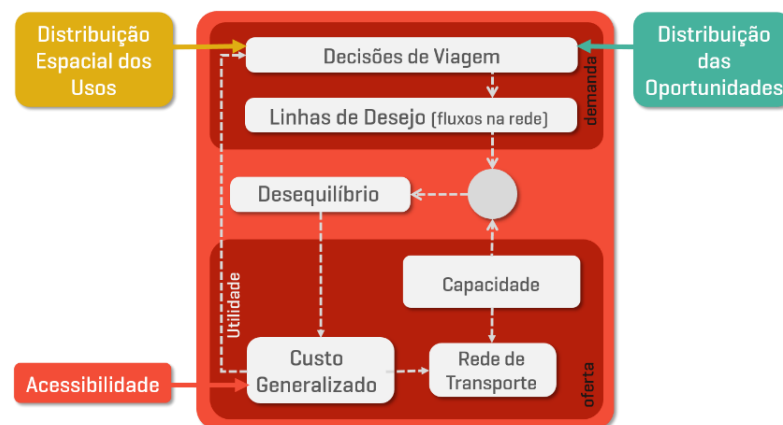
O modelo ALUTI, então, auxilia na apreensão da complexidade dessa medida ao

representar que, apesar de ser uma medida de impacto nos demais subsistemas (ponte dos transportes), a acessibilidade é também impactada por esses subsistemas, abrangendo os componentes de uso do solo e temporal, advindos das atividades e do uso do solo, o componente dos transportes, oriundo da mobilidade, e o componente individual, referente aos desejos e necessidades dos indivíduos.

### 3.3.1.c Medida de desempenho do subsistema de transportes (Mobilidade)

Para caracterizar a mobilidade aos postos de trabalho das pessoas de baixa renda, semelhante ao que acontece na caracterização da periferização, é preciso compreender as intrarrelações do subsistema transportes (Figura 17).

Figura 17 - Representação das intrarrelações do subsistema de transportes



Fonte: adaptado de Lopes (2015).

Na porção da demanda, análogo ao que acontece no uso do solo, há um momento inicial de decisão, representado pelas **decisões de viagem**, que estão sendo impactadas pelo custo generalizado (impedância ou desutilidade), pela distribuição dos usos e pela distribuição das oportunidades. Nesse momento, então, os atores decidem se realizarão a viagem e, conseqüentemente, como utilizarão a rede de transportes. Esse “consumo” da rede de transportes diz respeito às escolhas quanto ao modo de transporte ou itinerários a serem feitos dentro da rede (LOPES, 2015). Essas decisões originam, então, as **linhas de desejo** (ou fluxos na rede) referentes a quantificação dos fluxos desejados na rede de transportes. Garcia (2016) defende que os indicadores de mobilidade relativos à porção da demanda são ligados à experiência da viagem, refletindo o comportamento de viagem dos indivíduos, podendo ser de dois tipos: a quantidade de viagens realizadas por pessoa (comumente chamado de índice de

mobilidade) e a duração das viagens. Para quantificar a quantidade de viagens, pode-se, além de considerar as viagens totais, fazer agregações por modo, por domicílios, por pessoas. Quanto à duração das viagens, pode-se utilizar o tempo ou a distância dessas viagens.

Na porção da oferta, tem-se, a princípio, uma **rede de transporte** composta não só pela infraestrutura de transportes, mas como pelos modos disponíveis, itinerários das linhas, etc. No entanto, existe um **custo generalizado** (que deve abranger as características dos indivíduos) que incide sobre a rede restringindo sua **capacidade**. Garcia (2016) divide os indicadores orientados para a oferta do sistema de transportes em dois tipos: relativos à facilidade de viajar, referentes as alternativas de transporte (modos) e à performance da rede (como velocidade média por modo), e ao potencial de viajar (tempo médio de viagem, por exemplo).

Campos e Ramos (2005), considerando o componente social da mobilidade sustentável, elencaram alguns indicadores de oferta, como oferta de lugares no transporte público e frequência do transporte público, e outros de demanda, demanda de viagens por automóveis na região. Costa (2008) também considerou ambos os componentes do subsistema, enfatizando, no entanto, a infraestrutura de transportes.

Para indicar o desempenho do subsistema de transportes, então, há que considerar a relação de desequilíbrio entre demanda e oferta, o que, segundo Lopes (2015), pode ser medido através de níveis de congestionamento, por exemplo. Como o desequilíbrio é a materialização das interações de demanda e oferta na rede, o percentual das pessoas que circulam (PAIVA, 2002), também pode ser um indicador desse desequilíbrio já que nos permite relacionar as pessoas que demandam e realizam viagens com as que decidem não realizar viagens ou são impedidas, por algum motivo, de realiza-las.

A compreensão das intrarrelações do subsistema de transportes amparará, então, seleção do indicador adequado para caracterizar a mobilidade ao trabalho das pessoas de baixa renda.

#### *3.3.1.d Medida de impacto do subsistema de uso do solo (Distribuição dos usos)*

Para que se diagnostique o impacto do subsistema de uso do solo, na acessibilidade e na mobilidade ao trabalho da população de baixa renda é preciso definir um indicador de distribuição de usos, pois se acredita que, quanto maior a concentração de usos (distribuição

desigual dos usos), menores os níveis de acessibilidade e mobilidade dos indivíduos.

Segundo Salomon e Mokhtarian (1998), o uso do solo pode impactar os transportes de duas formas: i) a densidade e o uso misto do solo têm o potencial de encorajar a utilização do transporte público e dos modos não-motorizados; ii) e o aumento das densidades podem reduzir o espraiamento e, conseqüentemente, a dependência do automóvel. Lopes (2015), corroborando o argumento dos autores, acredita que esse impacto pode ser representado pelos níveis de densidade ou pela diversidade de usos, assumindo que valores mais altos desses indicadores melhoram os níveis de acessibilidade e de mobilidade dos indivíduos.

Assim, para indicar o impacto da distribuição de usos na acessibilidade e na mobilidade ao trabalho, deve-se buscar indicadores que considerem um fator da densidade e/ou da mistura de usos. Campos e Ramos (2005) propõem dois indicadores desse tipo: razão entre área de comércio e área total construída e média de população residente dentro de uma faixa de 500m ao longo de vias com uso predominante, acima de 50%, de comércio e serviço. A mistura de usos de uma região também pode estar ligada à vitalidade urbana ou urbanidade. Costa (2008) propõe um indicador de vitalidade do Centro baseado no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área, o que ajuda a retratar a atratividade de uma região, seja para seus residentes, seja para a população de outras zonas. Um indicador de vitalidade, então, considera a relação entre a área residencial e as áreas atrativas, como áreas de comércio, serviços, instituições entre outras.

Outro fator que deve ser considerado na proposição desse indicador é que, como utilizaremos a distribuição de usos para verificar o impacto do uso do solo na acessibilidade e mobilidade aos postos de trabalho para pessoas de baixa renda, é importante que estejam contemplados no indicador tanto os usos relacionados aos postos de trabalhos (áreas atrativas), como o componente individual da população de baixa renda.

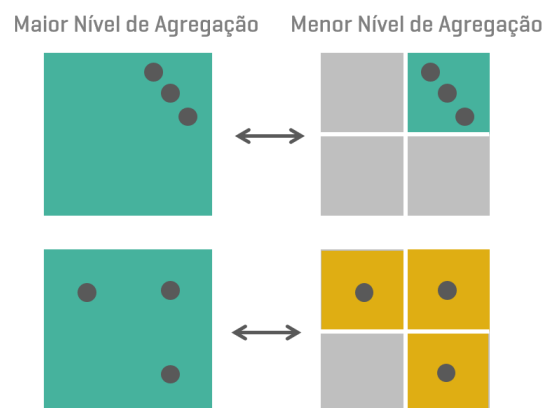
### *3.3.2. Coleta de Dados*

Na subetapa de coleta de dados, o ferramental de modelagem integrada assume um papel de protagonismo. Aqui, apresentaremos dois momentos dessa atividade em que as características do Tranus serão determinantes: a definição do nível de agregação do zoneamento e a calibração do modelo.

### 3.3.2.a Nível de Agregação da Análise

Uma questão importante para a coleta de dados é o nível de agregação das análises a serem realizadas. Segundo Corrêa (2013), a segregação sócio-espacial residencial é um processo espacial que se manifesta por meio de áreas sociais, relativamente homogêneas internamente e heterogêneas entre si, e, segundo ele, o setor censitário é a unidade observacional mais adequada para a identificação dessas áreas sociais. A indicação de se utilizar a menor área possível para análises desse tipo tem grande relação com o problema de área modificável (Modifiable Areal Units Problem – MAUP) do tipo escala (ou efeito zoneamento), a partir do qual se pode obter resultados diferentes para uma mesma análise utilizando unidades espaciais diferentes (FOTHERINGHAM e MARTIN et al., 2002). Handy e Niemeier (1997) ressaltam que um zoneamento mais desagregado resulta em estimativas mais precisas dos níveis de acessibilidade dos indivíduos. A partir da Figura 18 onde exemplificamos o MAUP a partir do efeito do zoneamento, vemos que ao utilizarmos zonas com um maior nível de agregação (à esquerda), podemos ter uma leitura diferente do encontrado em análise espacial mais desagregada (à direita).

Figura 18 - Representação do MAUP a partir do efeito do zoneamento.



Fonte: elaborado pela autora.

Se consideramos que os pontos escuros são domicílios de baixa renda, em um maior nível de agregação, temos a mesma quantidade de domicílios nas duas zonas, o que na distribuição espacial retrataria duas zonas semelhantes. No entanto, esses domicílios não estão distribuídos uniformemente dentro das zonas. Em um nível mais desagregado, essas nuances podem ser captadas, surgindo três tipos diferentes de sub-zonas: zonas sem nenhum domicílio, zonas com um domicílio e apenas uma zona com três domicílios.

Outro fator a ser considerado antes de definir o nível de agregação são as características do modelo que estamos utilizando quanto às possibilidades de zoneamento. Por fim, devemos ainda considerar a agregação dos bancos de dados disponíveis. No geral, para o conjunto de dados disponíveis para a análise da problemática da acessibilidade e mobilidade urbanas, temos dados em bases com três unidades de agregação diferentes: setor censitários, zonas de tráfego e bairros, o que de certa forma limita na definição do nível de agregação.

### *3.3.2.b Calibração do Tranus*







Como algumas variáveis necessárias à caracterização e ao diagnóstico dos problemas são resultados do modelo integrado, a coleta de dados precisa considerar a calibração do modelo, ou seja, os dados de entrada e os parâmetros necessários para que o modelo seja calibrado para o contexto local. O método de calibração do Tranus realizado será o implementado por Sousa (2016) que propôs uma metodologia de calibração de modelos integrados de transporte e uso do solo, como foco no significado fenomenológico dos parâmetros.

Antes de iniciar o processo de calibração, é necessário que seja construída a base com todos os componentes e dados de entrada do modelo. Na seção anterior, ressaltou-se a importância da escolha do nível de agregação (ou zoneamento), zonas essas que serão o ponto de partida para a da construção dessa base. Além dessa agregação, também é preciso definir quais os **setores transportáveis** (grupos socioeconômicos ou atividades desenvolvidas no território) e **não-transportáveis** (tipo de solo) e seu nível de agregação. Os setores transportáveis podem ser subdivididos em três grupos: i) setores básicos (como a atividade industrial e de administração pública); ii) setores de varejo (atividade comercial, de serviços, etc.); iii) e setores populacionais (representado pela atividade “morar” ou “residir”) (LOWRY, 1964). Os dois primeiros grupos podem ser representados pelos empregos ou quantidade de edificações do tipo comércio serviço, saúde, educação, entre outros, e o último grupo pode ser representado pela população residente ou domicílios. Já para o solo, é importante que sejam definidos quais tipos de solo (residencial, serviços, comercial, institucional etc.) a modelagem abrangerá e suas unidades de área (m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>, ha). A partir daí, necessita-se estabelecer as relações de consumo dos setores transportáveis entre si e dos setores transportáveis com os setores não-transportáveis.

No Tranus, as relações de produção e consumo dos diversos setores transportáveis da região é dada através de coeficientes intersetoriais. Na Figura 19 abaixo, ilustrou-se uma

matriz simplificada de insumo-produto para exemplificar as relações de produção e consumo entre os setores populacionais. Quando há uma relação do tipo A, setores primários ou de varejo consomem o setor populacional. Assim, pode-se entender que há uma relação empregatícia. Essa relação pode ser exemplificada pela necessidade de indústrias (setor primário) e comércios (setor de varejo) terem funcionários para exercerem sua atividade. Quando há uma relação do tipo B, o setor populacional consome setores de varejo (o setor populacional não consome o setor primário). Quando o setor populacional é consumidor, essa relação é de usufruto de um setor de varejo por parte das pessoas. Um exemplo disso seria uma relação em que uma pessoa (setor populacional) faz compras em um supermercado (setor de varejo).

Figura 19 - Representação do MAUP a partir do efeito do zoneamento.

		DESTINO [ONDE OCORRE O CONSUMO]			
		SETORES			
ORIGEM [ONDE OCORRE A PRODUÇÃO]					
					B
		A	A		B

Fonte: elaborado pela autora.

Para o modelo de transportes, é preciso definir as **categorias de transporte**, ou seja, os grupos que realizam viagens e os motivos pelos quais viajam e os **modos de transporte** (transporte público e transporte privado, por exemplo). Existe um importante fator a ser atribuído às categorias de transporte que, idealmente, deve ser um dado de entrada do modelo: o valor atribuído ao tempo de viagem por cada categoria de transporte, conhecido apenas como valor do tempo (SANTOS, 2012), pois esse valor deve ser diferente para grupos sociais distintos.

### 3.3.3. Caracterização da Situação Atual

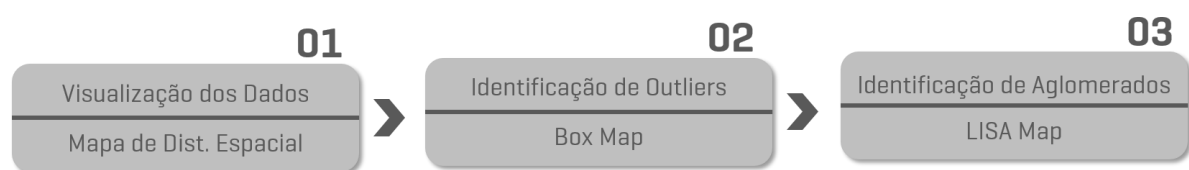
A fim de que sejam verificadas as hipóteses de problemas, precisamos caracterizar quatro tipos de problemas: i) problema interno ao uso do solo, referente à periferação; ii)



problema na ponte dos transportes, referente à acessibilidade; iii) problema interno aos transportes, referente à mobilidade; iv) e problema na ponte do uso do solo, referente à distribuição de usos. Como podemos ver, todos os fenômenos aqui estudados ocorrem no espaço, o que indica que a definição da situação atual da problemática da periferação como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas, principal contribuição da etapa de caracterização (SOARES, 2014), deve ser analisada a partir de ferramental de análise de dados espaciais (AGUIAR, 2015; HENRIQUE, 2004).

Então, a partir de uma base georreferenciada que deve ser construída na etapa de coletas de dados, propõe-se que seja realizada uma análise espacial exploratória, para caracterizar separadamente os fenômenos, sejam eles tidos como causa ou efeito dos demais. Para realização dessa análise, Henrique (2004) propõe a seguinte sequência para a análise dos dados: produção do Mapa de Quantis, seguido pelo Box Map e, por fim, o Índice Global de Moran e o LISA Cluster Map (ou Moran Map), conforme representado na Figura 20. O método que será implementado, apenas difere da proposta da autora, por alterar a primeira etapa referente à visualização dos dados. Não será utilizado mapa de quantis, pois as classes serão ajustadas a depender da problemática analisada. Quando houver um indicador medido para vários modos de transporte, por exemplo, é importante que a escala de valores seja a mesma para todos os modos para facilitar a análise.

Figura 20 - Sequência para Análise Exploratória



Fonte: elaborado pela autora.

O Mapa de Quantis agrupa os valores de tal forma que cada classe contenha o mesmo número de feições. No caso da periferação, será mantida a visualização em quantis. No entanto, para os demais fenômenos as classes devem ser ajustadas manualmente para atender às características desse fenômeno. No caso da acessibilidade e mobilidade, por exemplo, cujas análises devem ser realizadas por modo de transporte, as classes serão ajustadas para que fiquem uniformes, permitindo a comparação dos níveis de acessibilidade entre os modos analisados, o que também será possível para a mobilidade. Em seguida, tem-se o *Box*

*Map*, a espacialização do Box Plot, um gráfico oriundo da Estatística Clássica que aponta importantes aspectos dos dados analisados simultaneamente, tais como a média e os outliers (MONTGOMERY, 2004).

Para interpretação do Índice Global de Moran, índice de verificação de auto-correlação espacial varia no intervalo de -1 a +1, a interpretação do valor desse índice é semelhante à interpretação dada ao valor de correlação entre duas variáveis aleatórias (MARQUES, 2010). Dessa forma, valores próximos a zero indicam menor dependência espacial. Na análise exploratória, esses índices (global e local) têm o papel de auxiliar na verificação de como ocorre a dependência espacial, comparando os valores de uma amostra e de seus vizinhos (DRUCK et al., 2004). Aqui, utilizaremos os valores a referência de valores menores que -0,3 ou maiores que 0,3 dão fortes indícios de autocorrelação (SULLIVAN e UNWIN, 2010).

Por fim, o *LISA Map* (Índice Local de Associação Espacial), indica aglomerados onde pode ser verificada a auto-correlação espacial de duas formas:

- 1) Auto-correlação espacial positiva: aglomerados *high-high* e *low-low*, indicando que zonas dotadas de valores altos para o indicador estão próximas a outras zonas com valores altos e o mesmo acontece para valores baixos do indicador:
- 2) Auto-correlação espacial negativa: aglomerados *high-low* e *low-high*, indicando possíveis *outliers* espaciais, ou seja, valores altos com vizinhos baixos e valores baixos com vizinhos altos.

As duas formas de auto-correlação, positiva e negativa, podem coexistir em uma mesma análise espacial e, nesses casos, o *LISA Map* é ainda mais importante, pois índices globais de auto-correlação espacial podem falhar em captar os diferentes graus de correlação (FOTHERINGHAM e MARTIN, 2002). Vale ressaltar que, para a identificação de aglomerados através do *Lisa Cluster Map*, é importante que entre os valores do indicador uma situação ótima e uma pior em situação oposta, pois, se o valor da situação ideal/ótima estiver próximo à média, não vai ser possível absorver a dualidade *high-high* e *low-low* dos aglomerados formados no Moran Map.

### 3.4 Detalhamento da Etapa de Diagnóstico da Problemática

A etapa de Diagnóstico, segundo Soares (2014), desempenha um papel importante

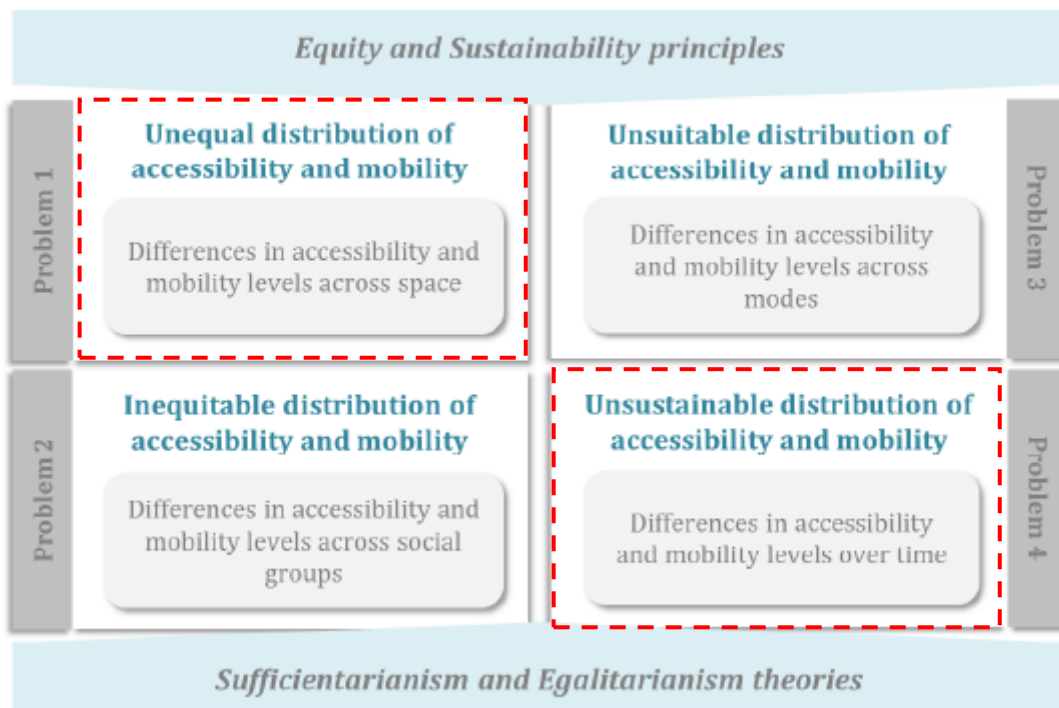
na validação dos problemas identificados, incluindo as relações causais estabelecidas pelas hipóteses de problemas, e na quantificação de sua magnitude a partir de parâmetros ideais estabelecidos. A definição desses parâmetros, então, é importante para a Definição da Situação Desejada, primeira etapa do Diagnóstico, na qual define-se uma espécie de imagem-objetivo para cada um dos indicadores analisados.

### *3.4.1. Definição da Situação Desejada e Validação dos Problemas (Delta)*

Segundo Magalhães e Yamashita (2009) a imagem-objetivo sintetiza a visão de todos os atores em um estado desejado, o que, na prática, pode ser representado por um enunciado descritivo e sintético da situação desejada. É normalmente utilizada para descrever o estado desejado em um cenário futuro, mas aqui será utilizado como parâmetro balizador de como poderia ser o estado presente dos fenômenos estudados. Assim, em um processo de planejamento real, a imagem-objetivo definida deve contemplar a visão de todos os atores. Para fins acadêmicos, entendemos que os princípios do planejamento urbano integrado podem fazer o papel balizador da visão dos atores já que são considerados pressupostos universais de orientação de uma sociedade civilizada (SOARES, 2014). A partir desses princípios e das teorias éticas de suficientismo e igualitarismo, Garcia (2016) propôs um método para a identificação e categorização dos problemas relacionados à deficiência na distribuição de acessibilidade e mobilidade. Utilizaremos, então, o método proposto pela autora para nos auxiliar na validação dos problemas de acessibilidade e mobilidade postulados, adaptando essa interpretação à problemática da periferação e da distribuição de usos por também fazerem parte do paradigma de Planejamento da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas.

Como se pode observar na Figura 21, os problemas relacionados ao Paradigma de Planejamento da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas podem estar categorizados em quatro tipologias: i) distribuição desigual; ii) distribuição inequânime; iii) distribuição inadequada; iv) e distribuição insustentável.

Figura 21 - Sequência para Análise Exploratória



Fonte: Garcia (2016).

A **primeira categoria** se baseia no princípio do sufficientismo e considera que toda a população, independentemente do local onde vivem, têm direito a um nível mínimo de acessibilidade e mobilidade. Assim, no contexto da problemática estudada, assume-se que há problema se houver uma clara diferenciação nos níveis de acessibilidade e mobilidade das pessoas que moram no centro para as pessoas que moram na periferia. Pensando na distribuição de usos, a desigualdade pode ser verificada se existir o zoneamento ou setorização de usos no território, como por exemplo, a concentração de comércio e serviços no centro da cidade e de uso residencial nas bordas urbanas, impedindo a população dessa região de usufruir dos benefícios da mistura de usos.

A **segunda categoria** parte do conceito do igualitarismo e julga inequânime uma distribuição em que os níveis de acessibilidade e mobilidade diferem a depender da classe social, sexo ou outros atributos socioeconômicos. Como o a presente pesquisa foca apenas em um grupo social, não será realizado esse tipo de análise. Se estivéssemos analisando mais de um grupo social, poderíamos verificar a inequidade na distribuição dos usos observando uma concentração de pessoas de baixa renda próximo a uma região de monofuncional em contraponto a uma concentração pessoas de alta renda em uma região com maior diversidade

de usos.

A **terceira categoria**, baseada no suficientismo, considera que deveria existir um nível mínimo de acessibilidade e mobilidade por transporte público e transporte não motorizado em comparação à experimentada por transporte não-motorizado. Para a terceira categoria, não há um paralelo que possa ser estabelecido com a distribuição de usos.

Por fim, a **quarta categoria**, também baseada no suficientismo, poderá que gerações futuras não devem ter níveis de acessibilidade e mobilidade inferiores aos atuais. Sob a ótica da distribuição dos usos, seria considerado insustentável que gerações futuras vivessem em condições onde há uma concentração maior dos usos do que atualmente. Como não estamos avaliando o prognóstico da problemática nem propondo cenários futuros, não poderemos realizar a identificação desse tipo de problema.

Além da verificação do delta entre situação desejada e situação atual que auxilia na validação dos problemas, é também no Diagnóstico que podem ser validadas e quantificadas as relações de causa e efeitos, o que será exposto na próxima seção.

#### *3.4.2. Validação e Quantificação das Relações Causa e Efeito*

A quantificação das relações causais será realizada em dois momentos a partir das hipóteses de problema postuladas que envolvem relações de causa e efeito. Em um primeiro momento, busca-se validar a relação causal entre a acessibilidade aos postos de trabalho e a distribuição de usos. Em seguida, analisa-se a forma com que a mobilidade é impactada pela acessibilidade e pela distribuição de usos, as quais, pela representação do ALUTI (LOPES, 2015) podem ser entendidas como medidas potenciais para a mobilidade, ou seja, altos níveis de acessibilidade e uma distribuição equilibrada dos usos devem impactar positivamente na mobilidade.

Assim como na Caracterização, as análises exploratórias das relações causais do Diagnóstico serão amparadas pelo modelo ALUTI e pelo ferramental de estatística espacial. Para o diagnóstico das relações causais, no entanto, será quantificada a relação causal global através do Índice de Moran Bivariado, que quantifica a dependência espacial entre duas variáveis em uma mesma zona  $i$  e será realizada uma análise bivariada local (*BiLISA Cluster Map*), representada de forma semelhante ao *LISA Cluster Map*, permitindo que o valor de uma determinada variável em uma zona possa ser explicado pelo valor de outra variável nas suas

zonas vizinhas. Nesse estudo, a análise bivariada será utilizada para explicar a acessibilidade das pessoas que moram em determinada zona a partir da distribuição de usos e para explicar a mobilidade de dessas pessoas a partir da sua acessibilidade e da distribuição de usos da zona.

## **4 4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA PROBLEMÁTICA**

Neste capítulo, o método proposto no capítulo anterior é aplicado para a problemática em questão, onde, além de demonstrarmos a aplicabilidade do método, caracterizamos e diagnosticamos a problemática da periferização sócio-espacial involuntária no âmbito da acessibilidade e mobilidade urbanas em Fortaleza. A Caracterização e o Diagnóstico aqui expostos têm como pano de fundo a modelagem conceitual através do ALUTI e a modelagem ferramental através do Tranus. As seções desse capítulo estão organizadas sequencialmente de acordo com a proposta metodológica de compreensão da problemática apresentada no capítulo anterior.

### **4.1 Identificação da Problemática**

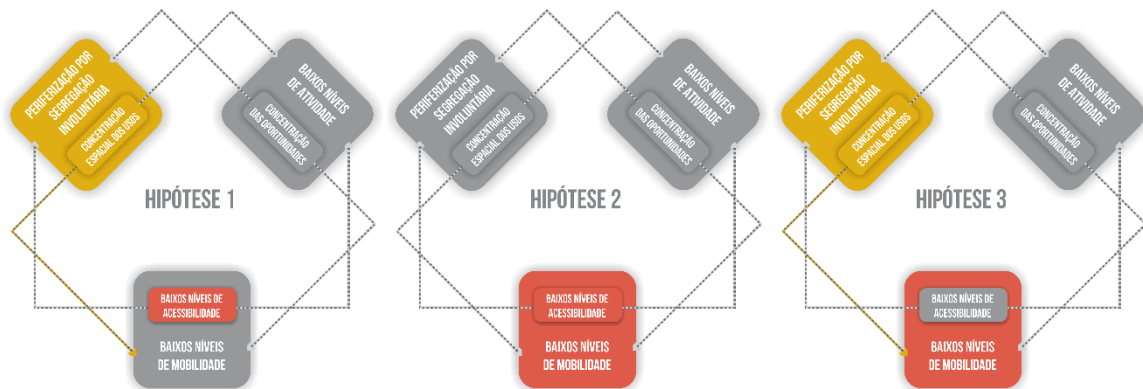
No Capítulo 2, foi apresentado o que chamamos de Identificação da Problemática, primeira etapa da compreensão da periferização por segregação involuntária como limitante da acessibilidade e mobilidade urbanas. A partir de uma conceituação geral, da contextualização da problemática em Fortaleza e da introdução ao Paradigma de Planejamento da Acessibilidade e Mobilidade Urbanas, foi proposta então uma representação da problemática a partir do modelo “a priori”. Aqui, retomamos a representação da Figura 12 (p. 27), destacando os subsistemas e pontes de impacto que estão contempladas nas hipóteses de problema para delimitar a problemática. Portanto, na Figura 22, tem-se a representação das seguintes hipóteses:

Hipótese 1 - A periferização por segregação involuntária impacta negativamente nos níveis de acessibilidade dos indivíduos de baixa renda que vivem nessas condições aos postos de trabalho através da distribuição de usos;

Hipótese 2 - Os níveis de acessibilidade desses indivíduos impactam nos níveis de mobilidade;

Hipótese 3 - Por fim, a segregação involuntária impacta nos níveis de mobilidade dessa parcela da população.

Figura 22 - Representação das Hipóteses de Problema



Fonte: elaborado pela autora.

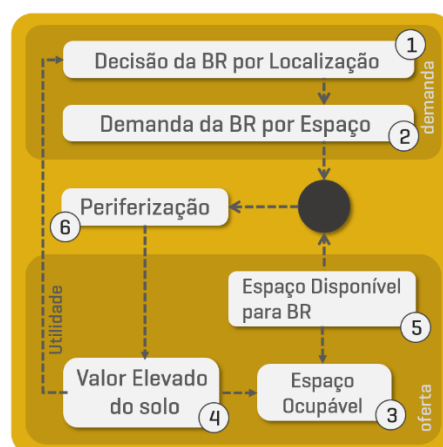
## 4.2 Caracterização da Problemática

### 4.2.1 Proposição de Indicadores e Seleção de Variáveis

#### 4.2.1.a Medida de Desempenho dos Usos do Solo – Problemática da Periferização

A periferização por segregação involuntária é um problema que se materializa no subsistema de uso do solo. Então, para auxiliar na escolha do indicador de desempenho do uso do solo, isolamos esse subsistema (Figura 23) para observar a suas intrarrelações e como elas podem auxiliar na escolha do indicador, considerando sempre os critérios expostos na seção 3.3.1.

Figura 23 - Representação da Periferização Involuntária em Fortaleza.



Fonte: adaptado de Lopes (2015).

A partir da representação do subsistema de uso do solo, pode-se exemplificar a problemática da periferização por segregação involuntária na cidade de Fortaleza. Em um



primeiro momento em Fortaleza, considerando a demanda por habitação, tem-se a necessidade e decisão de residir da população de baixa renda, buscando áreas acessíveis, próximas aos postos de trabalho **(1)** e, conseqüentemente, uma demanda por solo por parte dessa população **(2)**. Do lado oposto, analisando a oferta, temos um solo passível de ocupação na cidade **(3)**, sobre o qual incide um valor do solo que é mais alto na região central da cidade **(4)**, o que restringe a oferta de espaço disponível **(5)** para ser ocupado por essa população já que a mesma possui uma limitação financeira. Ao mesmo tempo que ocorre essa, restrição do solo por conta do seu valor nas áreas centrais, existe uma atração para consumo onde os valores são menores (periferia). Dessa forma, entende-se que a Periferização **(6)** é a materialização de um desequilíbrio no subsistema de uso do solo.

Entendendo que a localização desses domicílios de forma periférica é fruto de uma relação entre demanda e oferta no uso do solo por parte da população de baixa renda, pode-se inferir que um indicador adequado deve considerar essa relação de consumo do solo. Assim, optou-se pelo indicador de densidade de domicílios de baixa renda por zona, sendo a demanda do US representada pelo número de domicílios de baixa renda e a oferta, pela área da zona (espaço ocupável). Além de captar aspectos da demanda e da oferta, atendendo o critério de solidez conceitual, o indicador também atende os critérios de comunicabilidade e operacionalização. Na Equação 1, temos a formulação matemática do indicador, onde:

$$\text{Dens.}_i = \frac{\text{Dom.}_i}{\text{Área}_i} \quad (1)$$

Dens.<sub>i</sub>: densidade de domicílios de baixa renda na zona *i*;

Dom.<sub>i</sub>: quantidade de domicílios de baixa renda da zona *i*;

Área<sub>i</sub>: área da zona *i*;

A leitura desse indicador deve ser feita de forma comparativa, de tal modo que a densidade de domicílios de baixa renda da periferia da cidade seja comparada à quantidade de domicílios de baixa renda das demais regiões, para caracterizar a periferização em Fortaleza.

#### *4.2.1.b Medida de Impacto de Acessibilidade*

Para caracterizar, os níveis de acesso da população de baixa renda que vive na periferia aos postos de trabalho em Fortaleza, pela representação do modelo ALUTI,

precisamos de um indicador de desempenho para a ponte dos transportes que impacta nos demais subsistemas. Para tal, esse indicador deve incluir um fator referente à impedância e um fator de atração entre as zonas de origem e as zonas de destino (local de (HANDY, 2005)). Como o objetivo da pesquisa se restringe a analisar o acesso aos postos de trabalho, é importante que o componente atrativo esteja relacionado a todos os empregos das zonas de destino, para que a atração de uma zona não seja subestimada. No entanto, como a análise que está sendo realizada é exclusivamente para a população de baixa renda e o consumo dos empregos acontece de forma diferente para cada setor, é importante que esse componente individual seja considerado no indicador (GEURS e VAN WEE, 2004).

Para que esse componente da população de baixa renda fosse agregado ao fator atrativo (empregos), utilizou-se do entendimento das relações de consumo e da matriz de insumo-produto do Transus. Multiplicou-se o coeficiente intersetorial que relaciona o consumo da população de baixa renda com cada tipo de emprego, sendo possível chegar à quantidade de empregos consumidos por essa parcela da população. Dessa forma, não há risco de superestimação do fator de atração de determinada para esse grupo de renda específico.

Em complemento aos empregos, optou-se por utilizar o tempo de deslocamento entre as zonas para representar a impedância no indicador. Como o tempo de deslocamento de uma zona à outra difere muito a depender do modo que será utilizado para um possível deslocamento, é importante que o indicador seja medido para os três modos analisados (coletivo, individual motorizado e não motorizado). Além disso, a análise por modo também possibilita caracterizar, além da distribuição desigual, também a distribuição inadequada da acessibilidade (Garcia, 2016).

Assim, o indicador proposto para a acessibilidade e representado na Equação 2 é o somatório do tempo de deslocamento por modo de uma zona  $i$  a uma zona  $j$  ponderado pelos empregos atrativos na zona  $j$  dividido pelo somatório dos empregos atrativos em todas as possíveis zonas de destino  $j$ . À proposição do indicador, acrescentou-se um sinal de negativo, para que, quanto maior o tempo de acesso aos postos de trabalho menor seja o valor para essa acessibilidade, configurando-se como um valor que indica piores níveis acessibilidade e podendo impactar negativamente na mobilidade urbana.

$$A_{i,m} = - \left( \frac{\sum_{j,n} T_{ij,m} \times (E_j^n \times a^{br-n})}{\sum_{j,n} (E_j^n \times a^{br-n})} \right) \quad (2)$$

$A_{i,m}$ : acessibilidade aos postos de trabalho da população residente na zona  $i$  por um modo  $m$ ;

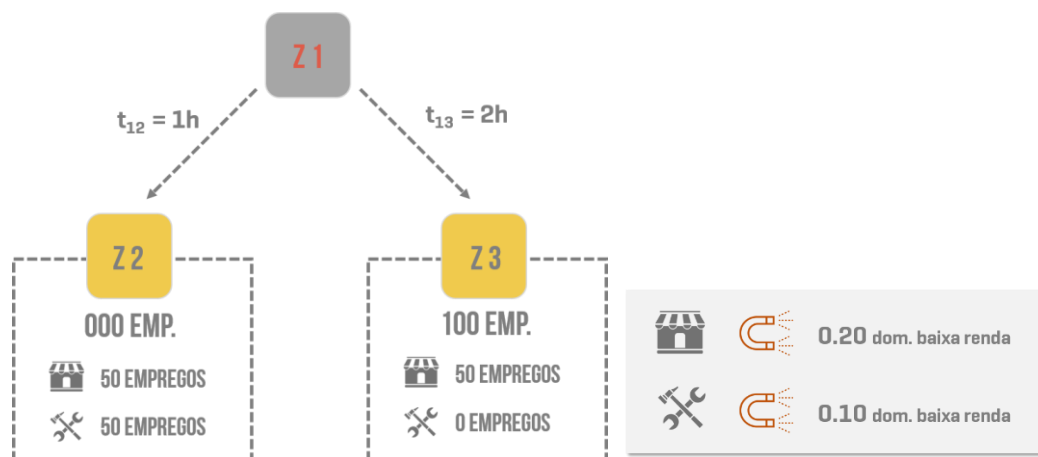
$T_{ij,m}$ : tempo de deslocamento de uma zona  $i$  para as demais zonas  $j$ ;

$E_i^n$ : empregos do tipo  $n$  de uma zona  $i$ ;

$a^{br-n}$ : coeficiente intersetorial de consumo entre domicílios de baixa renda (br) e empregos do tipo  $n$ ;

Para exemplificar o indicador, imaginemos uma cidade subdividida em três zonas (Figura 24), onde se quer analisar a acessibilidade pelo transporte coletivo da Z1 às demais zonas. O tempo de deslocamento de ônibus de Z1 a Z2 é de 1h e de Z1 a Z3 é de 2h.

Figura 24 - Exemplo para o indicador de acessibilidade



Fonte: elaborado pela autora.

Considerando que nessa cidade hipotética só há dois tipos de empregos (de comércio e de serviços) e que cada unidade deles atrai 0.2 e 0.1 domicílios de baixa renda, respectivamente, temos na Figura 25 abaixo o cálculo do indicador:

Figura 25 - Cálculo do indicador de acessibilidade para o exemplo

$$A_{1,col} = - \left( \frac{[T_{12} \times [E_2^{serv.} \times a^{br-serv.}] + [E_2^{com.} \times a^{br-com.}]] + [T_{13} \times [E_3^{serv.} \times a^{br-serv.}] + [E_3^{com.} \times a^{br-com.}]]}{[E_2^{serv.} \times a^{br-serv.}] + [E_2^{com.} \times a^{br-com.}] + [E_3^{serv.} \times a^{br-serv.}] + [E_3^{com.} \times a^{br-com.}]} \right)$$

$$A_{1,col} = - \left( \frac{[1 \times [(50 \times 0.1) + (50 \times 0.2)] + [2 \times [(50 \times 0.1) + (0 \times 0.2)]]}{[(50 \times 0.1) + (50 \times 0.2)] + [(50 \times 0.1) + (0 \times 0.2)]} \right)$$

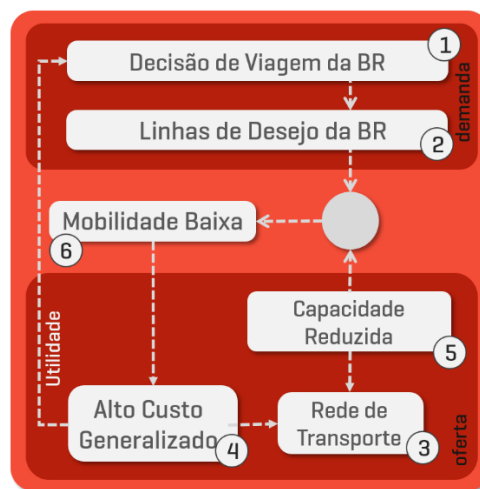
$$A_{1,col} = - \left( \frac{[1 \times 1.5] + [2 \times 0.5]}{1.5 + 0.5} \right) \longrightarrow A_{1,col} = - (0.84) h$$

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.2.1.c Medida de Desempenho dos Transportes – Problemática da Mobilidade

Os níveis reduzidos de mobilidade da população de baixa renda que vive na periferia é um problema que se materializa no subsistema de transportes. Então, para auxiliar na escolha do indicador de desempenho dos transportes, isolamos esse subsistema (Figura 26) para observar a suas intrarrelações e como elas podem auxiliar na escolha do indicador, considerando sempre os critérios expostos na seção 3.3.1.

Figura 26 - Representação dos Níveis Reduzidos de Mobilidade



Fonte: adaptado de Lopes (2015).

A partir do estudo do funcionamento interno do subsistema de transportes, propõe-

se entender o modelo inicialmente pela decisão, em que a população de baixa renda que vive na periferia da cidade necessita se deslocar até seu local de trabalho **(1)**, por determinado modo e rota desejáveis **(2)**. A rede de transportes **(3)**, por sua vez, oferece uma gama de modos de transporte, carro, ônibus, moto, pedestre, transporte público e bicicleta no caso de Fortaleza. O custo generalizado **(4)**, que incide sobre essa rede de transportes limitando-a para a população de baixa renda, é a composição de todos os custos, sejam eles financeiros ou não, relativos ao deslocamento. Como vimos na contextualização da problemática, existe uma concentração dos postos de trabalho na região central da cidade, distanciando-os da população que reside na periferia, o que pode aumentar o seu custo generalizado para se deslocar. Assim, esses indivíduos podem enfrentar problemas de capacidade reduzida da rede **(5)**, ou seja, uma restrição quanto à diversidade de modos, possibilidades de rota, etc. O desbalanceamento entre demanda (demanda por realizar viagens por diversos modos) e oferta (oferta reduzida pelas impedâncias de custo e tempo), então, ocasionam níveis de mobilidade reduzidos.

Para retratar o problema de mobilidade reduzida, enquanto desequilíbrio do subsistema de transportes, é preciso que a medida de desempenho represente os fluxos materializados na rede de transportes, resultado da interação de demanda e oferta. Optou-se por utilizar o número de viagens por pessoa de baixa renda por se tratar de um indicador de mobilidade orientado pela demanda de fácil comunicabilidade e operacionalização. Como se busca caracterizar, além da distribuição desigual, também a distribuição inadequada da mobilidade (Garcia, 2016), os indicadores de mobilidade devem ser subdivididos nos modos de transporte disponíveis. Para tanto, necessita-se das variáveis de quantidade de viagens realizadas pela população de baixa renda por modo e quantidade de pessoas de baixa renda. Na Equação 3, temos a representação matemática do indicador, onde:

$$M_{i,m} = \frac{\sum V_{ij,m}}{P_i} \quad (3)$$

$M_{i,m}$ : mobilidade da população residente na zona  $i$  por um modo  $m$ ;

$V_{ij,m}$ : quantidade de viagens de uma zona  $i$  para uma zona  $j$ ;

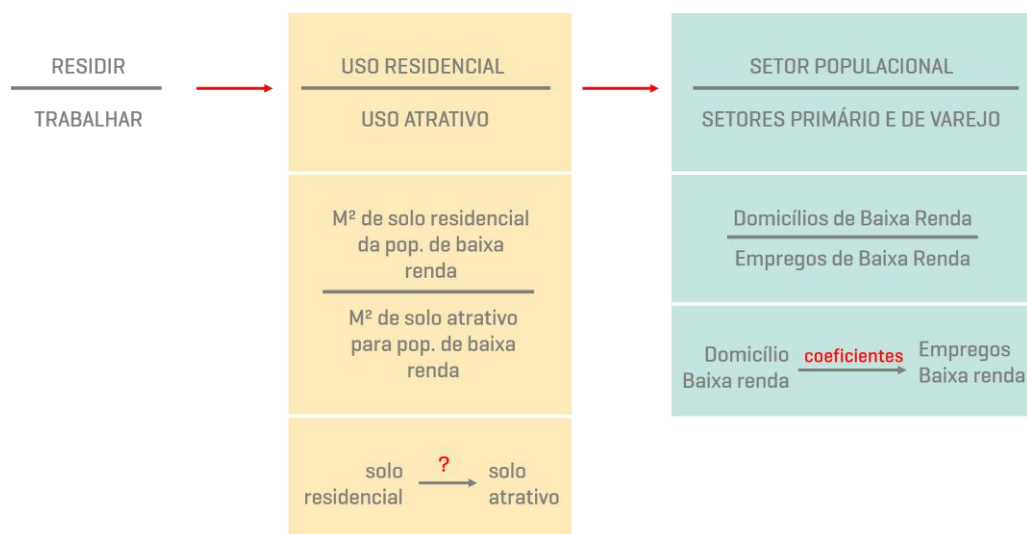
$P_i$ : quantidade de pessoas de baixa renda na zona  $i$ ;

#### 4.2.1.d Medida de Impacto de Distribuição de Usos

O diagnóstico das relações causais entre o Uso do Solo e os Transportes, ou seja, a análise do impacto da Distribuição dos Usos relativa à população de baixa renda na Acessibilidade e na Mobilidade aos postos de trabalho dessa população exige que seja considerada a distribuição espacial das atividades desempenhadas por essa população, mais especificamente as atividades de “residir” (setor populacional) e “trabalhar” (setores básico e de varejo) indicando uma mistura dos usos residencial e atrativos. Dessa forma, o indicador de uso do solo precisa captar o consumo do solo da população de baixa renda para o desenvolvimento de ambas atividades e a relação entre esses consumos. No entanto, ainda que estejamos modelando com o Tranus não temos a informação da quantidade de solo destinado a empregos de baixa renda em cada zona nem a relação de consumo entre solos de tipos diferentes por uma determinada população.

Entendendo que o fator principal a ser considerado nesse indicador é a relação de consumo (demanda e oferta) dessas oportunidades distribuídas no território, destinadas à população de baixa renda, recorreremos ao subsistema de atividades para determinar variáveis *proxy* que representem os consumos em questão. Para representar o consumo do solo para a atividade “residir”, utilizaremos o setor populacional. O consumo do solo para a atividade “trabalhar”, por sua vez, será representado pelos setores básico e de varejo. Além disso, para considerar a relação de consumo entre as duas atividades, temos os coeficientes intersetoriais. Na Figura 27, demonstra-se o processo de construção do indicador.

Figura 27 - Processo de construção do indicador de distribuição de usos



Fonte: elaborado pela autora.

Na Equação 4, temos a representação matemática do indicador proposto para a distribuição dos usos do solo direcionada à baixa renda. Assim como no indicador de acessibilidade, para sua melhor compreensão. Dessa forma, quanto maior o desbalanceamento entre domicílios e empregos menor seja o valor para essa distribuição, configurando-se como um valor que indica piores níveis de distribuição de usos e podendo impactar negativamente na acessibilidade e mobilidade urbanas.

$$\text{Dist}_i = - \left( \frac{\text{Dom}_i}{\sum_{i,n} [E_i^n \times a^{br-n}]} \right) \quad (4)$$

$\text{Dist}_i$ : distribuição dos usos da zona  $i$ ;

$E_i^n$ : empregos de tipo  $n$  da zona  $i$ ;

$a^{br-n}$ : coeficiente intersetorial de consumo entre domicílios de baixa renda (br) e empregos do tipo  $n$ ;

Ao se multiplicar a quantidade de empregos de uma zona  $i$  ( $E_i$ ) pelo coeficiente intersetorial da relação de consumo do setor populacional de baixa renda com os demais setores ( $a^{br-n}$ ), tem-se a quantidade de domicílios de baixa renda atraídos por esses empregos. Assim, esse indicador de distribuição de usos pode ser entendido como a relação entre a população de baixa renda residente (produzida) na zona  $i$  e a população de baixa renda atraída (consumida) pelos empregos da zona  $i$ , de tal forma que a não absorção dos domicílios de baixa renda na própria zona poderá gerar um déficit na distribuição. Esse déficit na distribuição pode impactar negativamente na acessibilidade das pessoas que vivem na zona  $i$ , pois a atratividade dos empregos das demais zonas em conjunto com a impedância entre  $i$  e as demais zonas pode causar uma diminuição nos níveis de acessibilidade.

A Tabela 1 traz um resumo dos indicadores e variáveis selecionados para caracterizar e diagnosticar os problemas, o que embasará a subetapa seguinte de coleta de dados.

Tabela 1 - Indicadores Seleccionados e Variáveis Relacionadas (Elaborado pela autora)

TIPO DE INDICADOR	SUBSISTEMA RELACIONADO	INDICADOR	REPRESENTAÇÃO	VARIÁVEIS
MEDIDA DE DESEMPENHO	Subsistema de Uso do Solo	Densidade de domicílios de baixa renda	$Dens_{-i} = \frac{Dom_{-i}}{Área_i}$	Quantidade de domicílios de baixa renda
				Área da zona
MEDIDADE DE IMPACTO	Subsistema de Transportes	Acessibilidade = Tempo Médio de Viagem por Modo de uma Zona a Outra Ponderado pela Atratividade da Zona de Destino	$A_{i,m} = \frac{\sum_{l,n} T_{ij,m} \times (E_j^n \times a^{br-n})}{\sum_{j,n} (E_j^n \times a^{br-n})}$	Tempo médio de viagem de uma zona a outra
				Coefficientes intersetoriais do setor de baixa renda
				Quantidade de empregos por zona
MEDIDADE DE DESEMPENHO	Subsistema de Transportes	Quantidade de Viagens por Modo por Indivíduo de Baixa Renda	$M_{i,m} = \frac{\sum V_{ij,m}}{P_i}$	Quantidade de viagens
MEDIDA DE IMPACTO	Subsistema de Uso do Solo	Relação entre a Quantidade de Domicílios de Baixa Renda Produzidos e Atraídos	$Dist_i = \frac{Dom_i}{\sum_{l,n} (E_i^n \times a^{br-n})}$	Quantidade de domicílios de baixa renda
				Coefficientes intersetoriais do setor de baixa renda
				Quantidade de empregos por zona

#### 4.3.2. Coleta de Dados

Na subetapa anterior, além da definição dos indicadores, também foram identificadas as variáveis necessárias ao cálculo dos indicadores. A depender da forma de coleta, essas variáveis poderão ser de três tipos (Tabela 2): i) coletada: variável coletada em fontes de dados existentes (banco de dados do IBGE, por exemplo); ii) modelada: variável extraída a partir do esforço de modelagem com o Transus;

Para as variáveis coletadas, temos grandes fontes de dados: o Censo de 2010 (IBGE, 2010), relativos aos setores populacionais, e a Relação Anual de Informações (RAIS) fornecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego para 2014 (MTE, 2014). Por fim, como a última Pesquisa Origem-Destino realizada em Fortaleza foi em 1996, a quantidade de viagens, bem como os tempos de viagem, são variáveis que precisam ser modeladas.



Tabela 2 - Tabela-síntese das variáveis e fonte de dados

INDICADOR	VARIÁVEIS	TIPO DE VARIÁVEL	BASE DE DADOS
Densidade de domicílios de baixa renda	Quantidade de domicílios de baixa renda	Coletada	IBGE (2010)
	Área da zona	Coletada	Base georreferenciada - IBGE (2010)
Tempo Médio de Viagem por Modo de uma Zona a Outra Ponderado pela Atratividade da Zona de Destino	Tempo médio de viagem de uma zona a outra	Modelada	Tranus
	Coeficientes intersetoriais do setor de baixa renda	Modelada	Tranus
	Quantidade de empregos por zona	Coletada	Relação Anual de Informações [RAIS] pelo MTE (2014)
Quantidade de Viagens por Modo por Indivíduo de Baixa Renda	Quantidade de viagens	Modelada	Tranus
	Número de pessoas de baixa renda	Coletada	IBGE (2010)
Relação entre a Quantidade de Domicílios de Baixa Renda Produzidos e Atraídos	Quantidade de domicílios de baixa renda	Coletada	IBGE (2010)
	Coeficientes intersetoriais do setor de baixa renda	Modelada	Tranus
	Quantidade de empregos por zona	Coletada	Relação Anual de Informações [RAIS] pelo MTE (2014)

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.3.2.a Nível de Agregação

Para definir o nível de agregação mais adequado para a realização das análises, foram levados em consideração, conforme explicitado no método, três fatores: i) o conceito de áreas sociais (CORRÊA, 2013), juntamente com o MAUP de zoneamento (FOTHERINGHAM e MARTIN, 2002); ii) as características do Tranus; iii) e a agregação dos dados disponíveis.

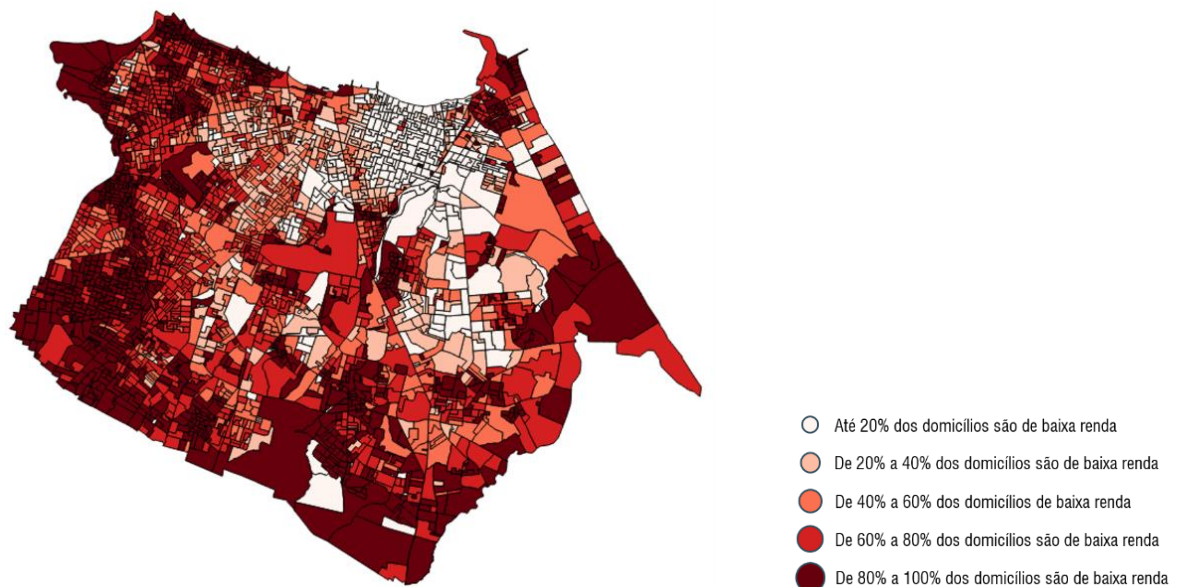
A partir da conceituação de áreas sociais e do MAUP de zoneamento, o melhor nível de agregação para utilizar seria o de setores censitários. No entanto, apesar de termos a liberdade de definir as zonas de análise no Tranus, existe uma limitação computacional em um nível mais desagregado como o de setores por conta do tempo de execução do modelo que é dependente da quantidade de entidades. Além da limitação computacional inerente à máquina em que esteja sendo executado o modelo, o Tranus modela apenas as viagens interzonais, o que, a depender da agregação que se utiliza, pode levar a um descarte de grande parte das viagens que acontecem na cidade, prejudicando a caracterização da mobilidade. Ao utilizar o bairro como unidade de agregação, por exemplo, todas as viagens que acontecem internas ao bairro

não são modeladas.

Quanto às bases de dados disponíveis, temos que a maioria das informações são advindas do IBGE, o qual utiliza o setor censitário como unidade de agregação, mas também temos informações importantes agregadas a nível de bairro, como as informações sobre os empregos (MTE, 2014) (Figura 28). Considerando que tanto a base de setores quanto a de bairros apresentam limitações, decidiu-se pela proposição de um novo nível de agregação que aumentasse a homogeneidade desejada para áreas sociais, elevasse o número de viagens modeladas, porém sem restringir a disponibilidade de dados por incompatibilidade de agregação. Assim, chegou-se a um nível de agregação intitulado de sub-bairro.

Para obter essa nova base, selecionou-se a porcentagem de domicílios de baixa renda por setor como um indicador para identificar as áreas sociais, o qual se encontra espacializado na Figura 29. O mapa resultado dessa espacialização foi utilizado para realizar a nova agregação de sub-bairros, buscando agrupar apenas setores da mesma classe (ou classes vizinhas) e procurando subdividir cada bairro em, pelo menos, dois sub-bairros para potencializar a captação das viagens intrazonais. Enquanto a base de bairros possuía 119 zonas, a base mais desagregada conta com 390 zonas.

Figura 28 - Porcentagem de domicílios de baixa renda



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2010)

Após a criação da nova base, sentiu-se necessidade de verificar a eficácia do método quanto à homogeneidade das zonas. Para tanto, definiu-se o coeficiente de variação da porcentagem de domicílios de baixa renda por setor como o indicador de homogeneidade da zona.

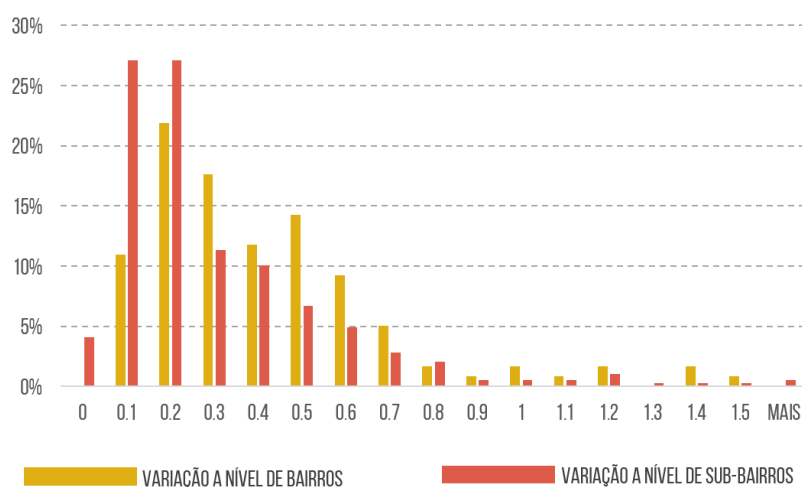
Figura 29 - Mapas comparativos da variação da porcentagem de domicílios de baixa renda por setor censitário nos dois níveis de agregação: bairros (à esquerda) e sub-bairros (à direita)



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2010)

A partir dos mapas acima (Figura 30), já é possível perceber uma redução na heterogeneidade no mapa com a unidade de agregação de sub-bairro, porém, para confirmar essa redução, foi construído um histograma onde foram plotados os coeficientes de variação relativos aos dois níveis de agregação. Observando o gráfico, percebe-se uma maior concentração de valores até 20% no nível de sub-bairros, o que confirma o aumento da homogeneidade.

Figura 30 - Gráfico comparativo da variação da quantidade de domicílios de baixa renda por setor censitário nos dois níveis de agregação



Fonte: elaborado pela autora

Para aclarar o passo-a-passo da proposição de novo nível de agregação e verificação de homogeneidade, utilizou-se o caso do Centro da cidade como exemplo. Na Figura 31, vê-se um primeiro momento de espacialização da porcentagem de domicílios de baixa renda por setor censitário, seguido das duas possibilidades de agregação de bairro e sub-bairros, na qual subdividiu-se o Centro em seis zonas de acordo com a porcentagem dos domicílios de baixa renda por setor. Por fim, foi calculado o coeficiente de variação para ambas as bases, permitindo verificar a variação do valor do indicador dentro de cada zona. No nível de agregação de bairros, a zona única apresentou um coeficiente de variação de 51%. Já na base de sub-bairros, ocorreu uma diminuição dessa variação para todas as seis zonas, indicando uma redução no peso do desvio padrão sobre a distribuição e deixando a amostra mais homogênea.

Figura 31 -Passo-a-passo da proposição de nível de agregação de sub-bairro e verificação de homogeneidade.



Fonte: elaborado pela autora





















Quanto às viagens intrazonais, com a desagregação das zonas em sub-bairros, houve um acréscimo de 58.415 viagens no total de viagens do sistema, viagens essas que antes aconteciam dentro dos bairros e não estavam sendo modeladas. Estima-se que, com a nova base de sub-bairros, já se atingiu um montante de 94% das viagens totais do sistema sendo modeladas, o que corresponde a 300.000 viagens na hora de pico.

#### 4.3.2.b Calibração

O processo de calibração iniciou-se com a definição dos **setores transportáveis**, relativos às atividades desenvolvidas no território. São eles: Primário, Industrial, Administração Pública, Comercial, Prestação de Serviços, Educacional e Residir (dividido nas classes de renda baixa, média e alta). Os setores básicos e de varejo estão representados na unidade de empregos, enquanto os setores populacionais possuem unidade “domicílios”. A partir dessa definição, as relações de consumo entre os dois setores (coeficientes intersetoriais) foram estabelecidas através do método de calibração de Sousa (2016), realizado a partir dos totais de cada setor. Na Tabela 3, os totais dos setores primário e de varejo estão representados na unidade de empregos destacados em verde, enquanto os totais dos setores populacionais estão representados na unidade de domicílios e destacados em vermelho. No interior da tabela, observa-se o resultado

da calibração com as relações do setor “residir baixa renda” em destaque em amarelo. Como exemplo das relações, tem-se que 1 emprego do setor primário consome (ou atrai) aproximadamente 0.30 domicílio de baixa renda, 1 emprego do setor comercial consome (ou atrai) 0.40 domicílio de baixa renda e assim por diante.

Tabela 3 - Coeficiente Intersetoriais de Consumo dos Setores Transportáveis (Elaborado pela autora)

	 SETOR PRIMÁRIO	 SETOR INDUSTRIAL	 ADM PÚBLICA	 COMERCIAL	 SERVIÇOS				 EDUCACIONAL	
	SETOR PRIMÁRIO	SETOR INDUSTRIAL	ADM PÚBLICA	COMERCIAL	SERVIÇOS	BAIXA RENDA	MÉDIA RENDA	ALTA RENDA	EDUCACIONAL	
SETOR PRIMÁRIO										2493
SETOR INDUSTRIAL										158615
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA										146026
COMERCIAL						0.273426	0.635938	0.902235		311729
PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	  	  		  	  	0.338199	1.202162	3.450338		670566
<b>RESIDIR BAIXA RENDA</b>	<b>0.305399</b>	<b>0.359436</b>	<b>0.157062</b>	<b>0.401974</b>	<b>0.338557</b>				<b>0.029753</b>	<b>456034</b>
RESIDIR MÉDIA RENDA	0.113857	0.069615	0.382722	0.057816	0.103626				0.009107	161762
RESIDIR ALTA RENDA	0.127886	0.032859	0.229271	0.014516	0.067370				0.005921	93287
EDUCACIONAL						1.173720	0.987260	0.834840		772837
	2493	158615	146026	311729	670566	456034	161762	93287	772837	

Fonte: elaborado pela autora

Para os **setores não-transportáveis**, definiu-se de forma simplificada cinco tipos de solo com a mesma unidade básica em m<sup>2</sup>: Industrial, Comercial e de Serviços (baixo e alto índice de aproveitamento) e Residencial (baixo, médio e alto índice de aproveitamento, como um esforço de diferenciação dos tipos unifamiliar e multifamiliar).

Para o modelo de transportes, definiu-se cinco **categorias de transporte** a partir dos motivos de viagem comumente analisados: Trabalho (dividido para baixa, média e alta renda), Educação e Outro. Nessa pesquisa, como só estaremos analisando a acessibilidade e a mobilidade da população de baixa renda aos postos de trabalho, somente utilizaremos o primeiro. Para os **modos de transporte**, optou-se por calibrar o modelo para três modos: Motorizado Coletivo (compreendendo ônibus, metrô, vans e trem), Motorizado Individual (compreendendo carro e moto) e Não-Motorizado (compreendendo pedestre e bicicleta). Para definir o valor do tempo para as categorias de transporte, foi utilizada a pesquisa de Cavalcante (2002), com valores corrigidos para 2014.

A partir da calibração do Transus, foram modeladas aproximadamente 300.000 viagens no horário de pico, das quais 33% são realizadas de transporte público, 53% de

transporte individual (65% de carro e 35% de moto) e 14% por transporte não-motorizado (87% de pedestre e 13% de bicicleta). Para baixa renda, a divisão modal para transporte coletivo, transporte individual e não-motorizado ficou de 35%, 38% e 26%, respectivamente.

#### 4.3.3 Situação Atual

A caracterização da situação atual das problemáticas analisadas seguirá o método proposto na seção 3.3.3., composto por três etapas de análise: visualização geral dos dados (mapa de distribuição), identificação de média e outliers (*Box Map*) e identificação de aglomerados (*LISA Map*).

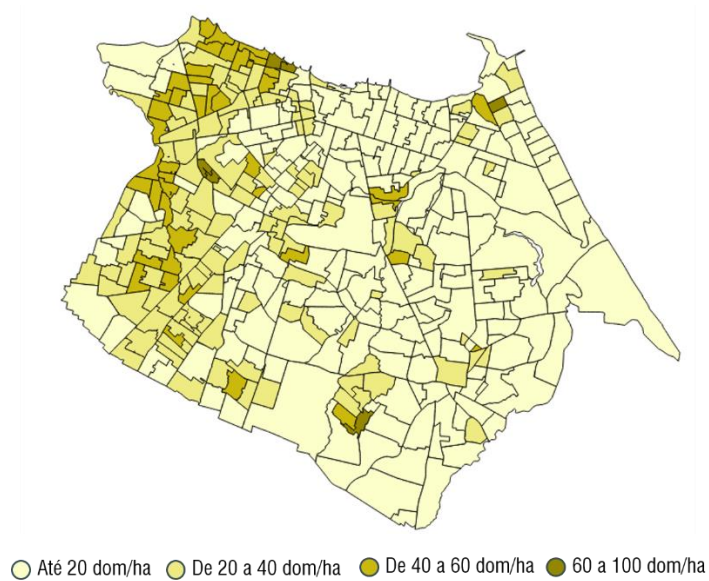
O ferramental utilizado para a visualização dos indicadores espacializados foram: QGis (para os mapas de distribuição espacial) e Geoda (para *Box Map*, *Índice de Moran* e *LISA Map*). A seguir, tem-se alguns parâmetros utilizados durante a análise:

- Todas as análises no Geoda: Matriz de adjacência: *Queen* de 1º grau
- *Box Map*: Outliers destacados a mais ou menos 1,5 padrões da média
- *LISA Map*: Grau de significância de 5%

##### 4.3.3.a Periferização por Segregação Involuntária

Para caracterizar a periferização em Fortaleza, primeiramente foi espacializada a densidade de domicílio de baixa renda por zona. Como já havia sido apresentado no Capítulo 2 (na contextualização) houve um processo de periferização por segregação involuntária em Fortaleza na direção Oeste e Sudoeste que fica evidente na espacialização do indicador na Figura 32 abaixo.

Figura 32 - Mapa de distribuição espacial – Densidade de domicílios de baixa renda por zona

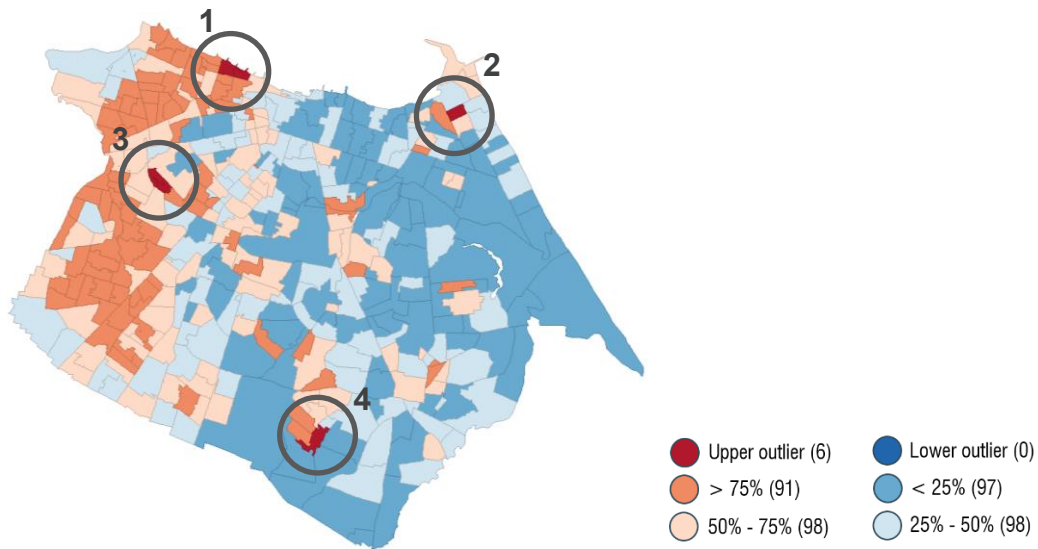


Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2010)

No segundo momento de análise, foi feito o *box map* (Figura 33) para a identificação de *outliers* a mais ou menos 1,5 desvios padrões da média de 20.27 domicílios de baixa renda por hectare. Foram identificados 4 agrupamentos de *outliers*, para esse indicador, representando zonas com uma concentração alta de domicílios de baixa renda, com destaque para o encontra à norte da cidade, que corresponde ao Pirambu, um dos assentamentos informais mais antigos da cidade. A região 4, um outlier em meio a valores baixos para o indicador, localiza-se no bairro do Pirambu.



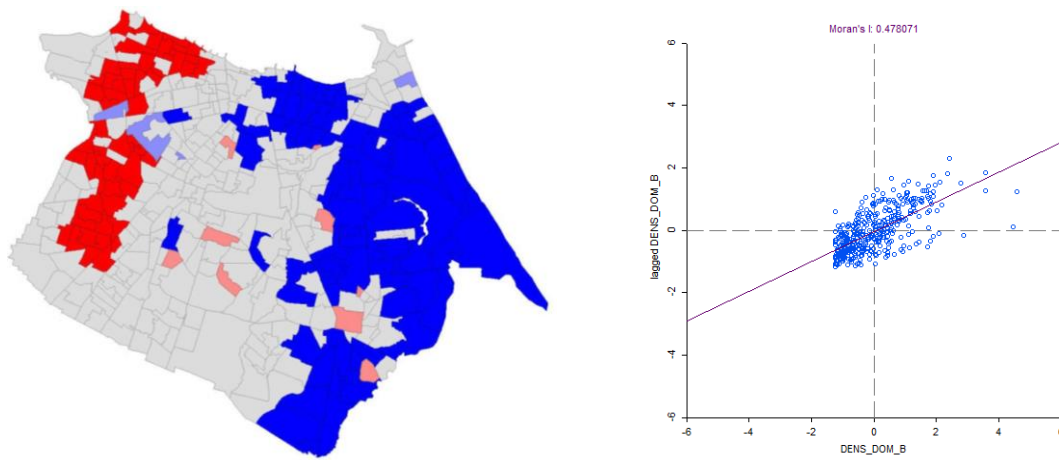
Figura 33 - Densidade de domicílios de baixa renda por zona - Box Map (+- 1,5  $\sigma$ )



Fonte: elaborado pela autora

Por fim, realizou-se uma análise de aglomerados através do *LISA Map*. A partir da Figura 34, podemos observar dois aglomerados bem definidos que dividem a cidade em Oeste/Leste, onde no Oeste há uma aglomeração de zonas com grande densidade de domicílios de baixa renda próximas a zonas com características semelhantes (cor vermelha) e, no Leste, há um grande aglomerado de pequenas densidades de domicílios de baixa renda por zona (cor azul). No aglomerado a Oeste, encontram-se sub-bairros do Pirambu, Barra do Ceará, Antônio Bezerra, Granja Lisboa, Genibaú, entre outros. Com o Índice de Moran de 0.47, confirmamos uma alta autocorrelação espacial do indicador.

Figura 34 - LISA Map – Densidade de domicílios de baixa renda por zona e Índice Global de Moran

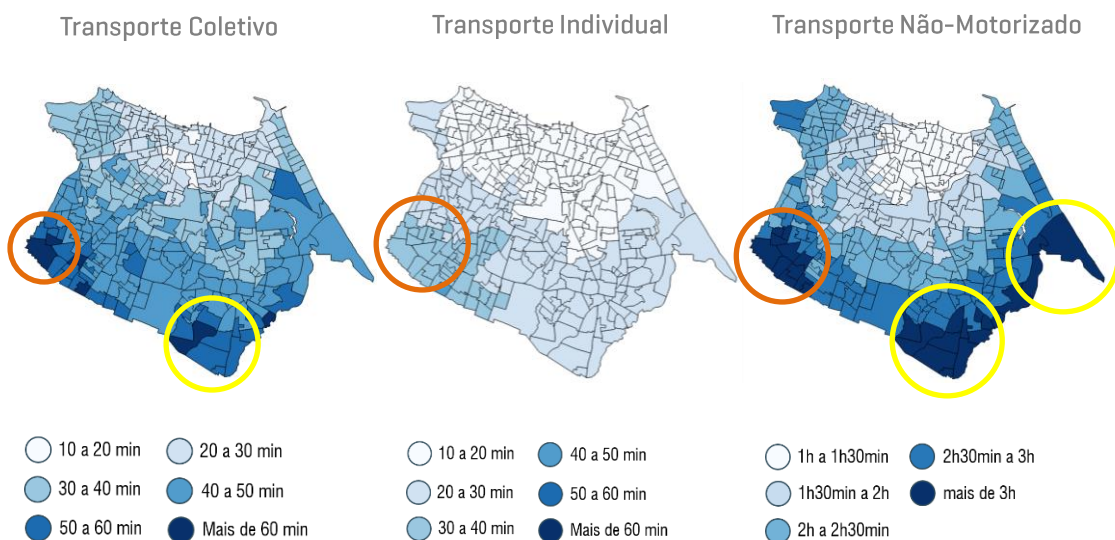


Fonte: elaborado pela autora

#### 4.3.3.b Acessibilidade

Dando seguimento à análise da situação atual, inicia-se a caracterização da acessibilidade das pessoas de baixa renda aos postos de trabalho com a distribuição espacial para o indicador (tempo médio entre duas zonas ponderado pela atratividade da zona de destino) nos três modos de transportes determinados na calibração do modelo: coletivo, individual e não motorizado (Figura 35).

Figura 35 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado

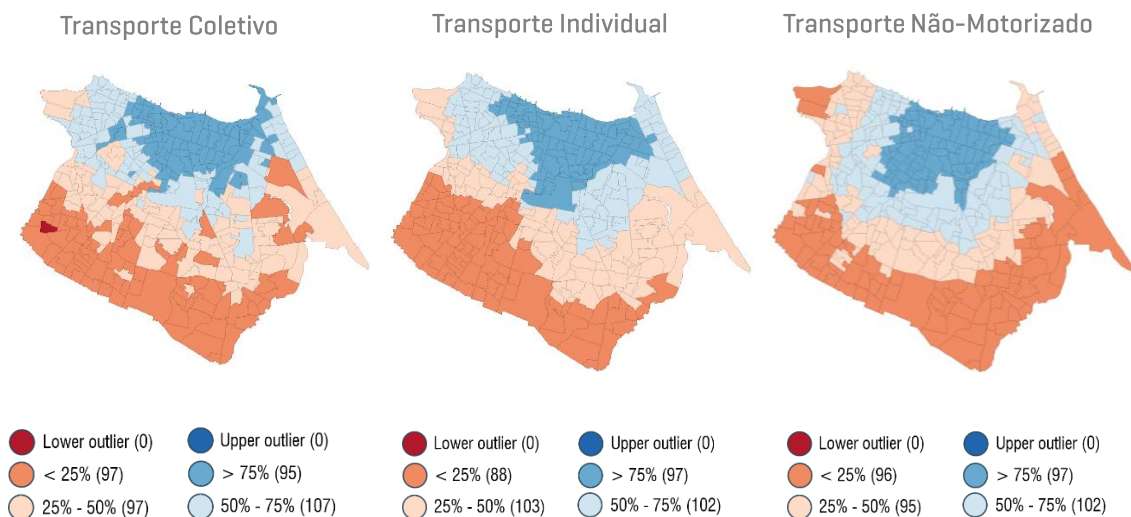


Fonte: elaborado pela autora

Nos mapas acima, verifica-se que existe uma tendência à diminuição de acessibilidade à medida que se afasta do Centro para os três modos analisados, no entanto, o modo não motorizado sofre mais os efeitos da impedância (tempo relativo à distância entre duas zonas) da medida de acessibilidade. Há uma área de menores níveis de acessibilidade que é verificada para todos os modos localizada na região sudoeste (circundada em laranja) no bairro do Siqueira.

No segundo momento da análise, através do Box Map na Figura 36, só é possível observar um *outlier* (transporte coletivo) no Siqueira, mas verificamos regiões bem definidas com níveis elevados de acessibilidade (regiões em azul escuro) e com níveis reduzidos de tempos de viagem (regiões em laranja escuro) para todos os modos de transporte. As zonas mais claras (tanto azul quanto rosas) compreendem a zona de transição entre os níveis mais altos e mais baixos de acessibilidade, onde se encontram os valores médios. Para o transporte coletivo, o tempo médio de acesso aos empregos é de 36 minutos, enquanto para o transporte individual é de 20 minutos. Para o transporte não-motorizado, o tempo médio de acesso aos postos de trabalho ultrapassa 2h.

Figura 36 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Box Map



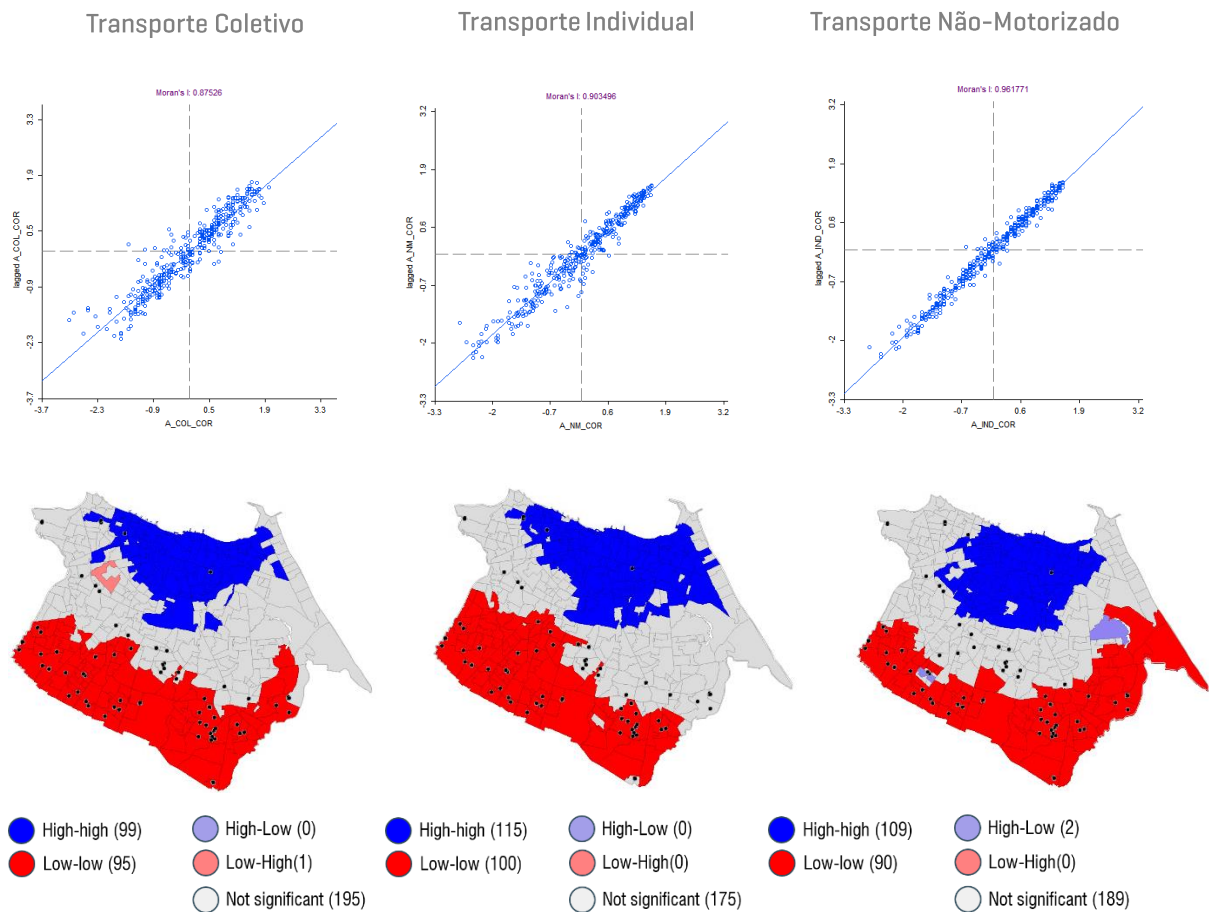
Fonte: elaborado pela autora

Para analisar a dependência espacial da acessibilidade aos postos de trabalho, verificou-se o Índice de Moran para os três modos (Figura 37). O transporte não-motorizado,

apresentou uma autocorrelação espacial maior que os demais com índice de Moran igual a 0.96. O indicador de acessibilidade no transporte coletivo e no transporte individual, apresentaram índices de 0.87 e 0.90, respectivamente, confirmando também uma alta dependência espacial.

Na terceira e última atividade da caracterização da acessibilidade aos postos de trabalho, propõe-se uma análise dos aglomerados através do *LISA Map* (Figura 37), complementada com a localização dos empreendimentos do PMCMV autorizados para a construção de conjuntos para baixa renda.

Figura 37 - Acessibilidade aos postos de trabalho por modo: (a) coletivo, (b) individual e (c) não-motorizado – Índice Global de Moran e LISA Cluster Map (com localização dos empreendimentos autorizados para baixa renda)



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se, para todos os modos, uma aglomeração de valores baixos em relação à média na periferia que compreende em torno de 25% do total das zonas e uma situação oposta

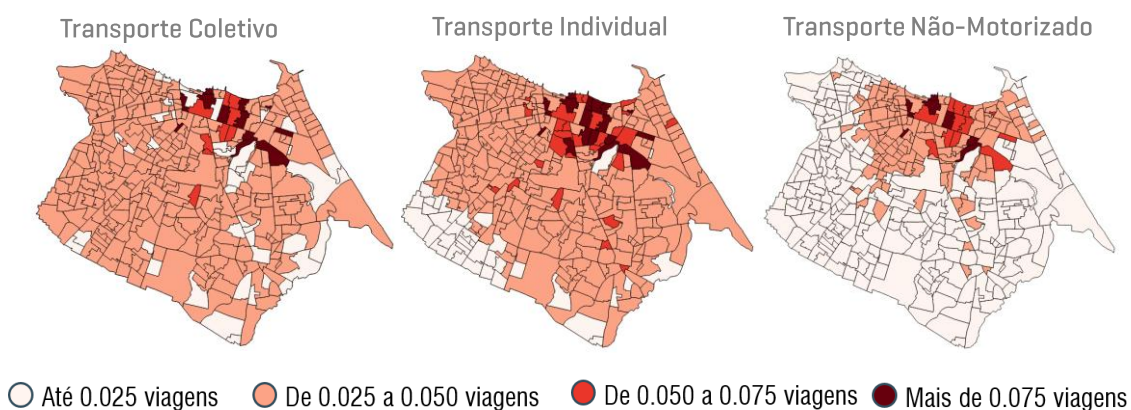
na região central da cidade, sendo essas zonas consideradas significativas para validar a dependência espacial. Isso indica que as pessoas de baixa renda que moram nos aglomerados *low-low* em vermelho estão temporalmente mais afastadas das áreas mais atrativas (com maior número de empregos). Com relação aos empreendimentos autorizados para provisão habitacional de baixa renda, a maioria deles está localizada na região *low-low* e apenas dois empreendimentos se localizam na área *high-high*.

No *LISA Map* para o transporte coletivo, existe uma zona *low-high* que apresenta baixos valores para o indicador de acessibilidade, mesmo estando próximo a zonas altos níveis de acessibilidade. Essa zona corresponde ao Campus do Pici. Uma situação oposta acontece à Unifor no caso da acessibilidade por não-motorizado. Apesar de possuir, zonas com baixa acessibilidade em seu entorno, possui um valor alto para o indicador, o que significa que possui tempo de acesso aos empregos mais baixo do que as zonas no seu entorno.

#### 4.3.3.c Mobilidade

Para a análise da mobilidade da população de baixa renda, por conta das possíveis diferenças nos níveis de mobilidade a depender do modo, foram realizadas análises separadas para a quantidade de viagens por pessoas pelos modos coletivo, individual e não-motorizado. Primeiramente, foi criado um mapa espacializando a quantidade de viagens por pessoa na hora pico (Figura 38).

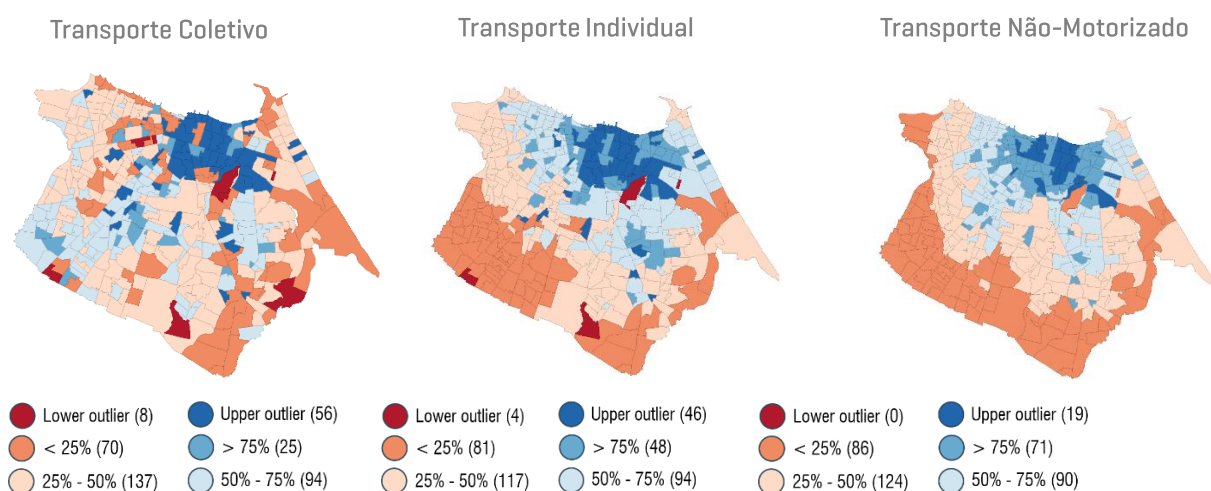
Figura 38 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado



Fonte: elaborado pela autora

Observa-se na Figura 39, o *Box Map* apresenta *outliers* para a mobilidade por transporte coletivo e por transporte individual.

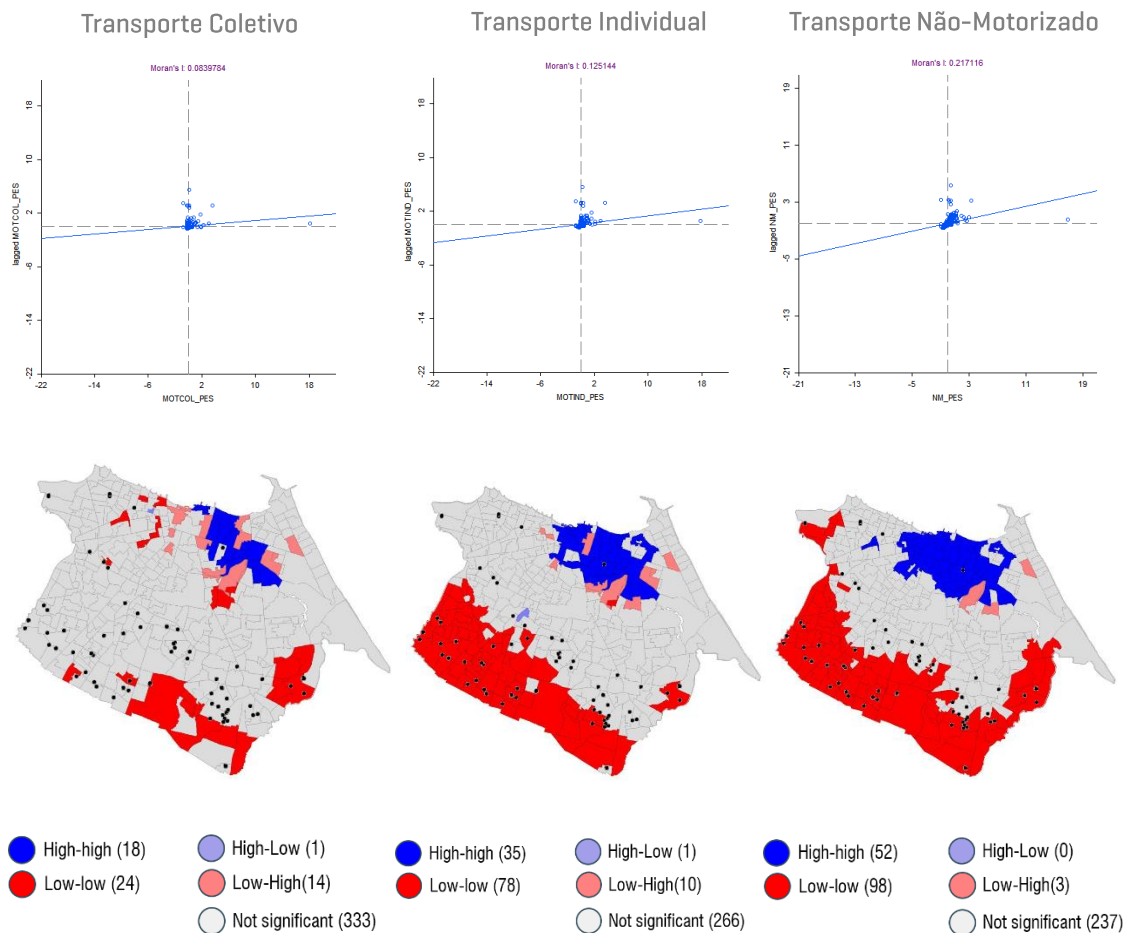
Figura 39 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Box Map



Fonte: elaborado pela autora

Por fim, é feita a análise dos aglomerados através do *LISA Map* (Figura 40), complementada com a localização dos empreendimentos do PMCMV autorizados para a construção de conjuntos para baixa renda. Observa-se, para os modos individual e não-motorizado, uma aglomeração de valores baixos em relação à média na periferia que compreende em torno de 25% do total das zonas. Isso indica que as pessoas de baixa renda que moram nos aglomerados *low-low* em vermelho estão temporalmente mais afastadas das áreas mais atrativas (com maior número de empregos). Para o transporte coletivo, os bairros com aglomerados com níveis de mobilidade mais baixos englobam bairros como o José Walter, Paupina e Jangurussu. Os Índices de Moran encontrados (0.08 para o transporte coletivo, 0.12 para o transporte individual e 0.21 para o não-motorizado), no entanto, não validam a autocorrelação espacial segundo parâmetro de (SULLIVAN e UNWIN, 2010).

Figura 40 - Mobilidade aos postos de trabalho por modo: coletivo, individual e não-motorizado – Índice Global de Moran e LISA Cluster Map (com localização dos empreendimentos autorizados para baixa renda)



Fonte: elaborado pela autora

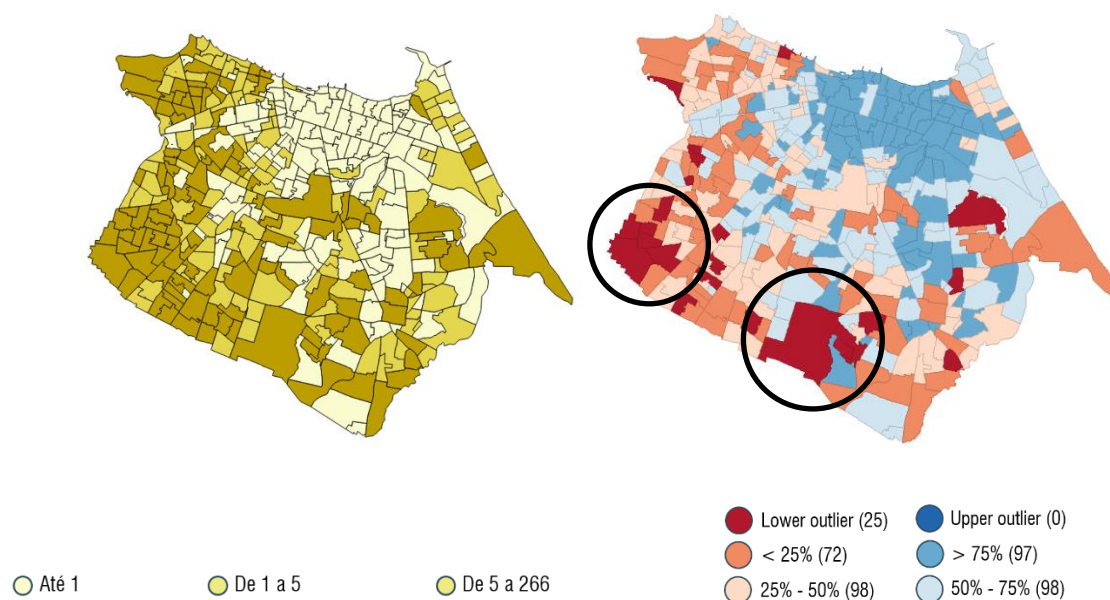
Com relação aos empreendimentos do PMCMV, a maioria deles está localizada na região *low-low* (nos mapas de mobilidade individual e motorizada) e apenas um empreendimento se localiza no aglomerado onde há mobilidade é elevada.

#### 4.3.3.d Distribuição dos Usos

A distribuição dos usos, como medida de impacto do subsistema de uso do solo, foi calculada como a relação de consumo dos domicílios de baixa renda e empregos destinados à baixa renda de cada zona (ver seção 4.2.1d). Na Figura 41, tem-se a espacialização dos valores para o indicador, de tal forma que as zonas mais escuras apresentam maiores déficits entre a

população de baixa renda e os empregos destinados a essa população.

Figura 41 - Distribuição dos usos para baixa renda (à esquerda) e Distribuição dos usos para baixa renda - Box Map (+- 3  $\sigma$ ) (à direita)



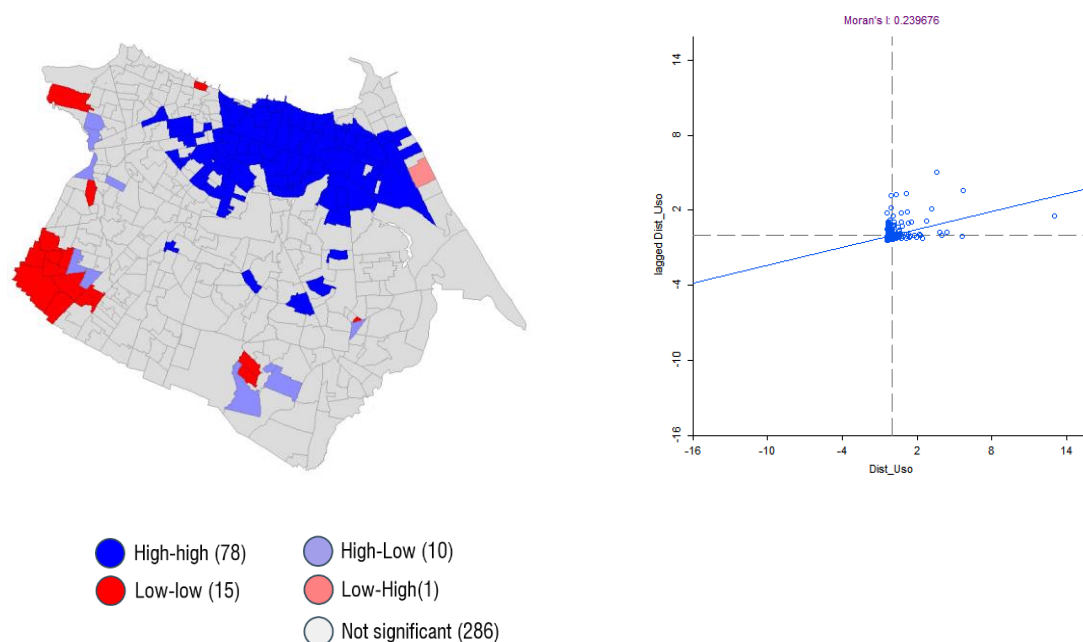
Fonte: elaborado pela autora

No mapa acima (Figura 41), verifica-se que existe uma tendência a um déficit na relação entre domicílios e empregos não só nas regiões Oeste e Sudoeste, onde há uma maior ocorrência de zonas com alta concentração de domicílios de baixa renda, mas também nas periferias Leste e Sul. Através do *Box Map*, observa-se que há dois grandes grupos de *outliers* na periferia, que compreendem os bairros Siqueira, Granja Lisboa e José Valter, configurando-se como áreas em que há um grande desbalanceamento para os usos de baixa renda. O José Valter, conjunto habitacional da década 70, é também a região onde está sendo construído um dos maiores conjuntos habitacionais da cidade, o Conjunto Cidade Jardim, com previsão de construção de mais de 15 mil unidades habitacionais para baixa renda. O valor do déficit para esse bairro foi de 38, o que representa um número de domicílios produzidos 38 vezes maior do que o número de domicílios atraídos pelos empregos da zona.

Dando seguimento à análise, foi feito um *LISA Map* (figura 42) para a identificação de aglomerados onde houvesse um déficit na relação de domicílio e empregos para baixa renda, aparecem dois aglomerados, sendo um deles na região do Siqueira e Granja Lisboa.



Figura 42 - Distribuição dos usos de baixa renda e Índice Global de Moran – LISA Map



Fonte: elaborado pela autora

### 4.3 Diagnóstico da Problemática

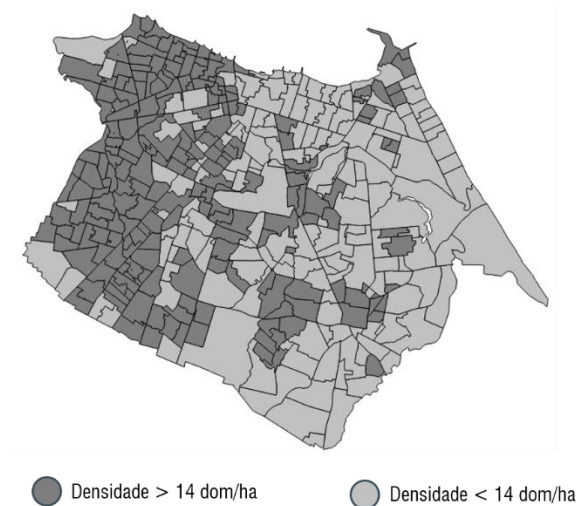
#### 4.3.1 Definição da Situação Desejada e Validação dos Problemas (Delta)

A definição da situação desejada partiu da representação dos tipos de problema de acessibilidade e mobilidade de Garcia (2016), a partir da qual serão verificados problemas de desigualdade e inadequação para a cidade como um todo. Na seção anterior, caracterizamos a problemática através da análise espacial dos dados, a qual também será utilizada aqui para validar os problemas de desigualdade na distribuição dos domicílios de baixa renda (periferização), desigualdade nos níveis de mobilidade, inadequação nos níveis de mobilidade, desigualdade nos níveis de acessibilidade, inadequação nos níveis de acessibilidade e desigualdade na distribuição dos usos.

A partir da análise da distribuição dos domicílios de baixa renda na cidade de Fortaleza no item 4.3.3a, através da densidade de domicílios de baixa renda, verificou-se que há uma periferização desses domicílios, logo existe uma distribuição desigual dos domicílios de baixa renda. Considerando que a situação ideal seria que os domicílios de baixa renda estivessem uniformemente distribuídos no território, identificamos as zonas em que há uma densidade maior do que 14 domicílios por hectare, correspondente à densidade média de

domicílios de baixa renda em Fortaleza (Figura 43).

Figura 43 - Validação da Problemática - Densidade dos Domicílios de Baixa Renda

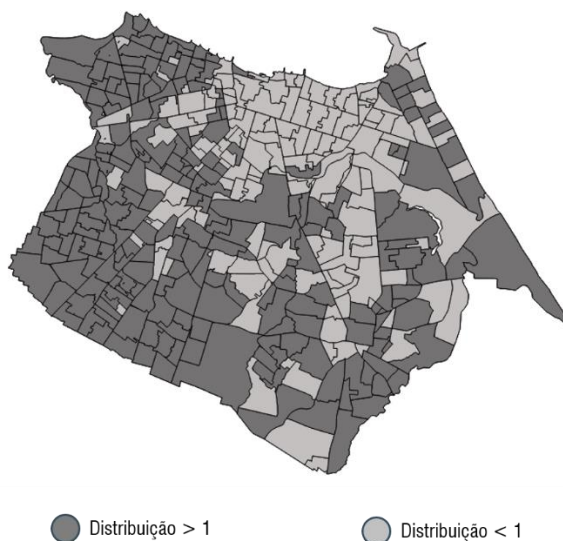


Fonte: elaborado pela autora

No item 4.3.3b e 4.3.3c, caracterizou-se a acessibilidade e a mobilidade através de três diferentes modos de transporte: transporte coletivo, transporte individual e transporte não-motorizado. A análise da distribuição desigual e inadequada pôde ser realizada através da análise dos mapas para cada modo, validando a problemática para os níveis de acessibilidade e de mobilidade urbanas.

Para o indicador de distribuição de usos para baixa renda, como o cálculo realizado para representar essa distribuição foi a relação entre domicílios produzidos e atraídos para determinada zona, o valor ideal para essa relação seria 1, situação em que todos os domicílios de baixa renda da zona podem ser consumidos na mesma zona. No entanto, valores inferiores, representando uma quantidade maior de empregos do que de domicílios, não são considerados problema para absorção da demanda dos domicílios de baixa renda. Na Figura 44 abaixo, aparecem em destaque (cinza escuro) as zonas em que a demanda por empregos dos domicílios de baixa renda não é atendida.

Figura 44 - Validação da Problemática – Distribuição dos Usos para Baixa Renda



Fonte: elaborado pela autora

#### 4.3.2 Quantificação das Relações de Causa e Efeito

Após caracterização da problemática, através dos indicadores propostos, e validação dos problemas, tem-se, como etapa final do diagnóstico a validação das relações de causa e efeito que originaram as seguintes hipóteses de problema:

- 4) A periferização por segregação involuntária impacta negativamente nos níveis de acessibilidade dos indivíduos de baixa renda que vivem nessas condições aos postos de trabalho através da distribuição de usos (medida de impacto);
- 5) Baixos níveis de acessibilidade desses indivíduos impactam negativamente nos níveis de mobilidade;
- 6) Por fim, a segregação involuntária impacta negativamente nos níveis de mobilidade dessa parcela da população.

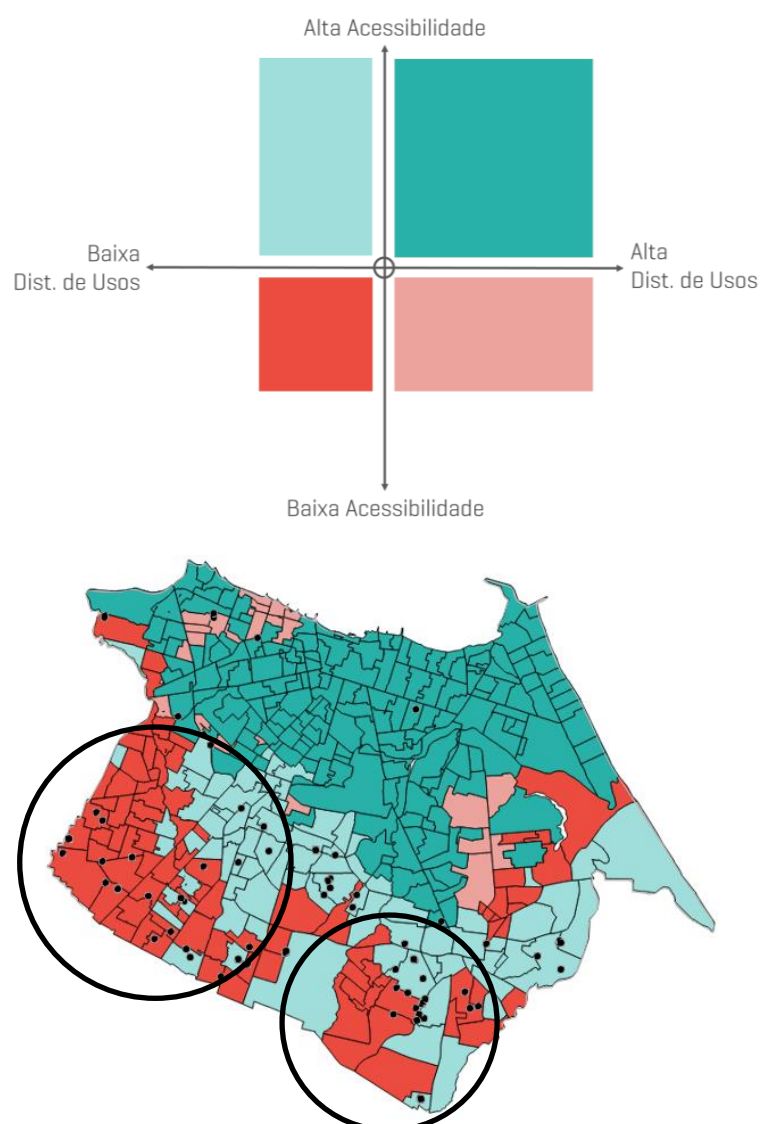
A quantificação das relações foi realizada através de análise bivariada e representada através *Moran Maps*, destacando os quadrantes onde existe a relação diretamente proporcional para as problemáticas estudadas. A análise bivariada representa uma relação de uma variável dependente (Y) em uma determinada zona com uma variável independente (X) nas suas zonas vizinhas. As relações de dependência para as análises foram estabelecidas a

partir do modelo ALUTI.

#### *4.3.2.a Impacto da Distribuição de Usos na Acessibilidade*

A partir da hipótese do problema, define-se que a acessibilidade aos postos de trabalho varia em função da distribuição dos usos para a população de baixa renda. Dessa forma, a variável dependente (Y) é a acessibilidade, enquanto a variável independente (X) é o indicador de distribuição de usos. Gera-se, então, a análise bivariada de Moran, obtendo valores de 0.31, 0.32 e 0.30 para a acessibilidade por transporte coletivo, individual e não-motorizado, respectivamente, confirmando que existe autocorrelação espacial para todas as relações. Em resumo, a acessibilidade aos postos de trabalho de uma zona tem relação com a distribuição espacial dos usos das zonas vizinhas. Assim, para exemplificar essas relações, utilizou-se a da acessibilidade aos postos de trabalho por transporte individual por possuir maior índice de Moran.

Figura 45 - Mapa de Moran da relação da acessibilidade por transporte individual com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV



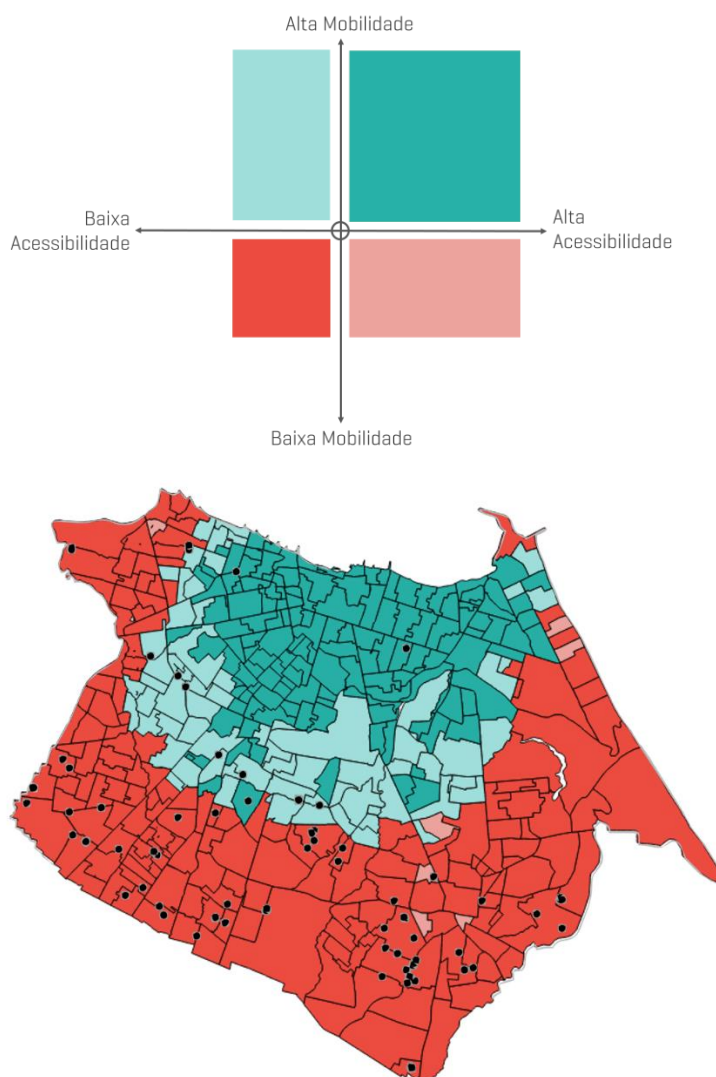
Fonte: elaborado pela autora

A partir da figura acima, verifica-se um aglomerado na região sudoeste onde as zonas possuem baixa acessibilidade e as suas zonas vizinhas possuem distribuição de usos deficiente para baixa renda. Na região sul destacada no mapa, também há uma concentração de áreas com baixa acessibilidade e distribuição de usos deficientes. Sobrepondo ao mapa a distribuição dos empreendimentos do PMCMV autorizados para provisão habitacional de baixa renda, pode-se destacar duas grandes zonas de sobreposição dessas problemáticas, as quais confirmam a atuação do Estado enquanto catalisador de um processo de periferização dessa população, impactando negativamente nos seus níveis de acessibilidade e de distribuição de usos.

#### 4.3.2.b Impacto da Acessibilidade na Mobilidade

Para quantificar as relações entre acessibilidade e mobilidade aos postos de trabalho, definiu-se que a mobilidade varia em função da acessibilidade. Assim, a variável dependente (Y) é a mobilidade, enquanto a variável independente (X) é o indicador da acessibilidade. Gera-se, então, a análise bivariada de Moran, obtendo valores de 0.14, 0.25 e 0.36 para relação de dependência da mobilidade com a acessibilidade em transporte coletivo, individual e não-motorizado, respectivamente. Utilizou-se, então, a análise bivariada com maior Índice de Moran (transporte não-motorizado) para representar a relação entre acessibilidade e mobilidade (Figura 46).

Figura 46 - Mapa de Moran da relação da acessibilidade por transporte não-motorizado com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV



Fonte: elaborado pela autora

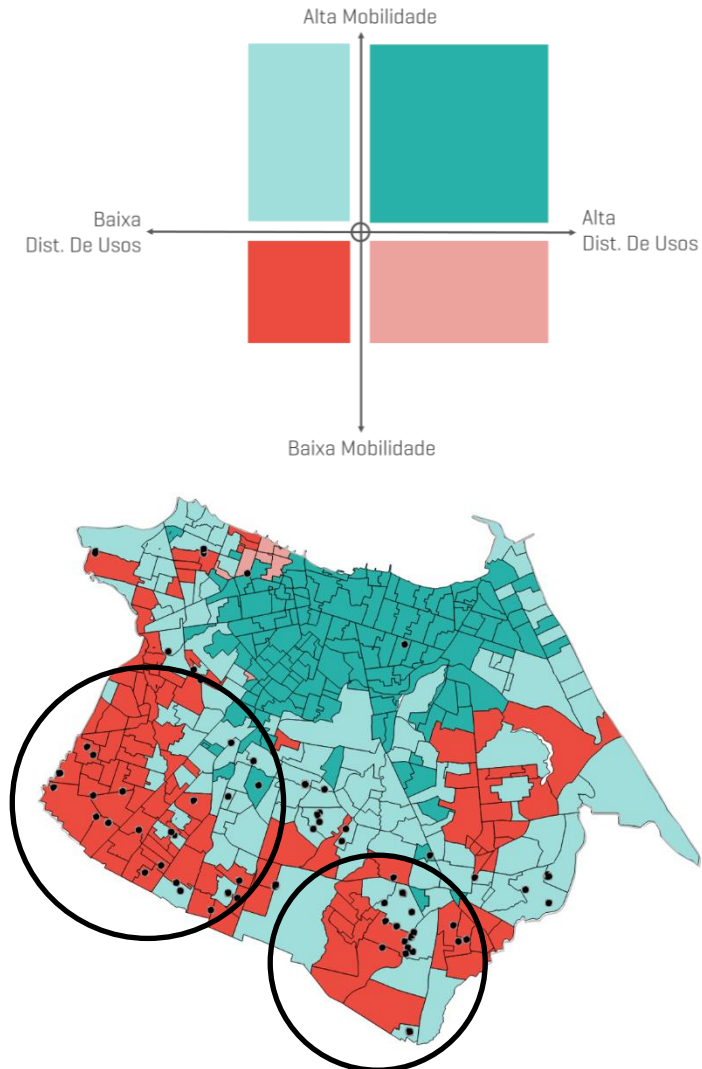
Acessibilidade e mobilidade aos postos de trabalhos apresentam, então, uma relação diretamente proporcional de dependência, de tal forma que a zona onde há baixos índices de acessibilidade e de mobilidade também compreende a maior parte dos empreendimentos do PMCMV.

#### *4.3.2.c Impacto da Distribuição de Usos na Mobilidade*

Assim como a Acessibilidade, a Distribuição de Usos também pode ser entendida como um potencializador da Mobilidade, o que gerou a hipótese de que a uma distribuição desigual dos usos destinados à baixa renda pode impactar negativamente na mobilidade dessa população. Para verificar essa hipótese, realizamos uma análise bivariada dos dois indicadores em questão, de tal forma que o indicador de mobilidade é a variável dependente (Y) e o indicador de distribuição de usos é a variável independente (X). A partir da análise, bivariada de Moran, obteve-se valores de 0.05, 0.08 e 0.36 para transporte coletivo, individual e não-motorizado, respectivamente. Utilizou-se, então, a análise bivariada com maior Índice de Moran (não-motorizado) para representar com o Moran Map.

Na Figura 47, observa-se uma concentração maior de zonas com baixa acessibilidade e baixa distribuição de usos na região sudoeste, compreendendo bairros como Canindezinho, Granja Portugal, Siqueira, Granja Lisboa, Conjunto Ceará, Genibaú, entre outros, assim como na primeira relação causal verificada entre distribuição de usos e acessibilidade.

Figura 47 - Mapa de Moran da relação da mobilidade por transporte não-motorizado com a distribuição de usos para baixa renda - destaque para os empreendimentos do PMCMV.



Fonte: elaborado pela autora



## 5 CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

O processo de periferação por segregação involuntária em Fortaleza, iniciado há quase cem anos, teve diversas fases protagonizadas por atores diferentes e foi possibilitado por mudanças catalizadoras nos subsistemas urbanos, atribuindo à problemática uma complexidade que dificulta a sua apreensão. Dessa forma, o esforço de compreensão, realizado na presente dissertação, trouxe alguns avanços fenomenológicos e metodológicos.

A conceituação geral e contextualização da segregação involuntária cumpriram com o seu objetivo de delimitar a problemática de forma a amparar as fases posteriores da compreensão. O papel do Estado enquanto possível atuante na limitação de acesso aos postos de trabalho através da periferação foi identificado ainda na contextualização da problemática e permeou todas as seguintes fases da análise. Desde a conceituação de uma segregação imposta e posteriormente induzida pelo poder público até a verificação das hipóteses causais com a sobreposição dos empreendimentos de programas habitacionais, o método de compreensão em sua totalidade permitiu validar a dissociação existente entre as políticas habitacionais que induzem a segregação e os princípios do planejamento urbano integrado.

A utilização do ferramental de modelagem integrada, incluindo modelo conceitual e computacional, foi de extrema importância para a sistematização do processo de compreensão da problemática. O modelo ALUTI, ao considerar os subsistemas urbanos e as relações entre eles, permitiu que a problemática fosse analisada para além do uso do solo de forma que seus impactos pudessem ser avaliados através das relações de dependência entre a periferação e a acessibilidade e a mobilidade urbanas. A proposição de indicadores também se beneficiou dessa sistematização, trazendo à problemática da acessibilidade, a discussão das medidas de impacto do subsistema de uso do solo sobre os transportes e das medidas internas a esse subsistema. Assim como o ALUTI, o Tranus desempenhou um importante papel no processo de planejamento, não só na modelagem em si e na obtenção de resultados, mas na compreensão do fenômeno como um todo, a qual foi possibilitada pelo esforço de calibração do modelo. Constata-se, então, a necessidade de a calibração do modelo possuir uma subetapa de maior destaque, pois não se configura apenas como uma fonte de dados em potencial. Ambos os modelos, conceitual e operacional, configuram-se como ferramentas de aprendizado e, por representarem de forma integrada a problemática, exercem um papel de explicitar a necessidade do planejamento integrado e do trabalho conjunto de planejadores de diversas áreas do conhecimento.

## 5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

O presente trabalho apresentou-se como um esforço inicial de compreensão da segregação involuntária na cidade de Fortaleza. No entanto, algumas lacunas metodológicas e fenomenológicas ainda remanescem nesse tema.

A caracterização, validação dos problemas e diagnóstico das relações causais realizados no presente trabalho nos permitiram compreender a forma com que a problemática se apresenta hoje no território de Fortaleza. No entanto, para o Planejamento Urbano da Acessibilidade e da Mobilidade Urbanas, considerando o caráter complexo e dinâmico da problemática, faz-se necessário também a avaliação do prognóstico (evolução da problemática) e a proposição de cenários de intervenção tanto para o uso do solo, como no de atividades e transportes impactados por ele. Para tanto, orienta-se a calibração do Tranus e a utilização desse modelo para captar prováveis efeitos da implementação de políticas com o intuito de amenizar a problemática ou da não-intervenção no problema. Realizar essa etapa adicional do trabalho possibilita que sejam identificados e caracterizados problemas de insustentabilidade nos níveis de acessibilidade e de mobilidade urbanas.

Como foi colocado na contextualização da problemática, existe apenas um tipo de segregação em que a segregação (voluntária) de uma parcela da população provoca, ao mesmo tempo e através do mesmo processo, a segregação (involuntária) de outra. Assim, é importante que, em trabalhos futuros, busque-se compreender a periferização por segregação voluntária em Fortaleza e como essa problemática impacta na acessibilidade e na mobilidade urbanas da população de alta renda. Esse esforço fenomenológico permitiria a comparação das duas partes dessa relação dialética e, conseqüentemente, uma análise de equidade nos níveis de acessibilidade e mobilidade da população que vive em condições de periferização.

## 6 REFERÊNCIAS

ALCANTARA, L. A. **Desenvolvimento de um Modelo de Simulação Social**. Monografia de especialização Departamento Acadêmico de Informática Universidade Tecnológica Federal do Paraná Especialização em Tecnologia Java. 2011.

ASCHER, F. **Metropolização e transformação dos centros das cidades**. In: Os Centros das Metrôpoles. Reflexões e propostas para a cidade democrática do século XXI. São Paulo: Editora Terceiro Nome. p.59-68, 2001.

BARROS, J. X. **Urban Growth in Latin American cities: exploring urban dynamics through agent-based simulation**. Tese de Doutorado, Barlett School of Architecture and Planning, University of London, UK, 2004.

BERTOLINI, L.; LE CLERCQ, F.; KAPOEN, L. Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. **Transport Policy**, v. 12(3), p. 207- 220, 2005.

BONDUKI, N. G. **Origens da habitação social no Brasil**. v. xxix(127),1994(3.º),711-732, 1998.

BORGES E ROCHA. A Compreensão do Processo de Periferização urbano do brasil por meio da mobilidade centrada no trabalho. **Geografia**, rio claro, v. 29, n. 3, p.383-400, set/dez, 2004.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação / Fundação João Pinheiro. **“Déficit Habitacional no Brasil – Municípios selecionados e microrregiões geográficas.”** Belo Horizonte, 2005.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2012.

BURGESS, E. W. **The growth of the city, an introduction to a research project**. In Robert Park, Ernest Burgess and Rederick McKenzie (org.) The city. The University of Chicago Press:

London, 1925.

CAMPOS, V. B. G. E RAMOS, R. A. R. **Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo**. Anais do Congresso Luso Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável, 2005.

CARLOS, A. F. A. **A prática especial urbana como segregação e o “direito à cidade” como horizonte utópico**. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). *A cidade contemporânea. Segregação Espacial*. 1ed.São Paulo: Contexto, v. 1, p. 95-110, 2013.

CASCETTA, E. **Transportation Systems Analysis: Models and Applications**. 2<sup>a</sup>. ed. Springer, New York, NY, 2000.

CAVALCANTE, R. A. **Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público**. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Mestrado em Engenharia de Transporte, 2002.

CORRÊA. R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

\_\_\_\_\_. **O Espaço Urbano**. 3. ed. São Paulo: Ática. 94 p, 1995.

\_\_\_\_\_. **Segregação residencial: classes sociais e espaço**. In: In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). *A cidade contemporânea. Segregação Espacial*. 1ed.São Paulo: Contexto, v. 1, p. 39-60, 2013.

\_\_\_\_\_. **Áreas sociais: uma avaliação e perspectivas**. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 10-33, mês. 2016. ISSN 2179-0892, 2016.

CURTIS AND SCHEURER. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning** n. 74, p.53–106, 2010.

De la Barra, T. **Integrated land use and transport modelling: decision chains and hierarchies**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

De la Barra, T. From theory to practice: the experience in Venezuela. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 21, p. 611-617, 1994.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (EDS). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

DUANY, A; PLATER-ZYBERK, E; SPECK, J. **Suburban Nation: The Rise and Decline of the American Dream**, North Point Press, New York. 320 p, 2000.

EWING, R; PENDALL, R; CHEN, D. **Measuring sprawl and its impacts**. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**. Transportation Research Board of the National Academies. p. 175-183, 2003.

FORD, L. R. A New and Improved Model of Latin American City Structure. **Geographical Review**. v. 86, n.3 Latin American Geography, 1996.

FREITAS, C. L.; PEQUENO, L. R. B. Produção habitacional na Região Metropolitana de Fortaleza na década de 2000: avanços e retrocessos. **Estudos Urbanos E Regionais** v.17, n.1, p.45-59, 2015.

FOTHERINGHAM A. S.; BRUNSDON C.; CHARLTON, M. **Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships**. Londres: Wiley, 2002.

GALSTER, G; HANSON, R; RATCLIFE, M; WOLMAN, H; COLEMAN, S; FREIHAGE, J. **Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and measuring an elusive concept**. Housing Policy Debate. p. 681-717, 2001.

GARCIA, C. S. H. F. **Strategic Assessment of Accessibility on Urban Mobility Networks**. Tese de doutorado em Transportation System, Universidade de Lisboa, 2016

GEURS, K. T. E VAN WEE, B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies. **Journal of Transport Geography**, n. 12, p.127–140, 2004.

GIST, N. P. E FAVA, S. F. **La Sociedad Urbana**. Barcelona: Ediciones Omega, 1968..

GRIFFIN, E. AND FORD, L. A Model of Latin American City Structure. **Geographical Review**. v. 70, n. 4, 1980.

HANDY, S. Highway Blues: Nothing a Little Accessibility Can't Cure. **Access**, n. 5, pp. 3-7, 1994.

\_\_\_\_\_. **Planning for Accessibility: in theory and in practice**. Access to Destination, Elsevier, 2005.

HANDY AND NIEMEIER. Measuring Accessibility - an exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning**, v.29, p.1175-11, 1997.

HANSEN, W. G. How accessibility shapes land use. **Journal of the American Institute of Planners**. v. 25: 73-76, 1959.

HARRIS. Residential Segregation and Class Formation in the Capitalist City: A Review and Directions for Research. **Progress in Human Geography** January 8: 26-49, 1984.

HAYDEN, D. **A Field Guide to Sprawl**. New York: W. W. Norton and Company. 128 p, 2004.

HENRIQUE, C. S. **Diagnóstico espacial da mobilidade e da acessibilidade dos usuários do sistema integrado de transporte de Fortaleza**. Dissertação Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes Universidade Federal do Ceará, Mestrado em Engenharia de Transportes, 2004.

HOYT. **The Pattern of Movement of Residential Rental Neighnorhoods in The Structure and Growth of Residential Neighbourhoods in American Cities**. Washington, Federal Housing Administration, 1939.

HULL, A.; SILVA, C.; BERTOLINI, L. **Accessibility Instruments for Planning Practice**. [S.l.]: ESF - European Science Fundation. COST Action TU1002, 2012.

IBGE. **Tendências demográficas: uma análise da População com Base nos Resultados dos censos demográficos 1940 e 2000.** Estudos & Pesquisas 20, 2007.

INSTITUTO PÓLIS. **Moradia é central – inclusão, acesso e direito à cidade.** Fortaleza, 22 p, 2009.

IPLANFOR. **Fortaleza Hoje.** Edições Iplanfor - Série Fortaleza 2040 - No 4 - Ano Ii, 2015.

LACERDA, N. O Campo do Planejamento Urbano e Regional – Da Multidisciplinaridade à Transdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais.** v. 15. n. 1. p. 77-93, 2013.

KENYON, S., LYONS, G. AND RAFFERTY, J. Transport and social exclusion: Investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. **Journal of Transport Geography**, v. 10 (3). pp. 207- 219, 2002.

KNEIB, E. C. **Mobilidade e centralidades: reflexões, relações e relevância para a vida urbana.** In E. C. Kneib (Org.), Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana. Goiânia: FUNAPE, 2014.

LEES, L.; SLATER, T.; WYLY, E. **Gentrification.** New York: Routledge, 2008.

LOPES, A. S. **Transportes, Uso do Solo e Atividades - Modelagem Conceitual para o Planejamento da Acessibilidade Urbana.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Ceará, 2015.

LOPES, A. S.; VAN WEE, B.; LOUREIRO, C. F. G. **Understanding the Gap between Transport and Land-Use Planning – Review of Conceptual LUTI Models.** 2015.

LOWRY, I. **A model of Metropolis.** Rand Corporation. Santa Monica, CA, 1964.

MACÁRIO, R. **Access as a social good and as an economic good: is there a need of paradigm shift?** Bellagio, Italy, 2012.

MAGALHÃES, M. T. Q.; YAMASHITA, Y. **Repensando o Planejamento**. Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes – Ceftru, 2009.

MAIA, D. S. **Habitação popular e o processo de periferização e de fragmentação urbana: uma análise sobre as cidades de João Pessoa-PB e Campina Grande-PB**. Geosul, Florianópolis, v. 29, n. 58, p 89-113, jul./dez, 2014.

MÁXIMO, F. R. C. C. E LOPES, J. M. A. **Produção habitacional e expansão periférica do espaço urbano metropolitano: a construção dos conjuntos-bairros em Fortaleza**. Anais Encontro Nacionais Da Anpur. Desenvolvimento, planejamento e governança. v. 15, 2013.

MENEZES, E. D. A. G. **Metodologia para avaliação estratégica da problemática da acessibilidade urbana sob o princípio da equidade**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. Mestrado em Engenharia de Transportes, 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política Nacional de Habitação**. Brasília: Ministério das Cidades. 104 p, 2004.

MODELÍSTICA. **TRANUS: Sistema integrado de simulação de localização de atividades, usos do solo e transportes - Descrição Geral**, 2007.

MOREIRA, F. G. P. **O capital imobiliário e a produção urbana de Fortaleza: estudo de caso para o período de 1950-1970**. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará, 2004.

ORTÚZAR, J. D. E WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. Fourth Edition, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 2011.

PAIVA, C. **Comparação entre ODs 1997-2002**, 2002. Disponível em: [http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/comparacao\\_entre\\_as\\_pesquisas\\_origem\\_destino\\_d\\_e\\_1997\\_com\\_2002.pdf](http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/comparacao_entre_as_pesquisas_origem_destino_d_e_1997_com_2002.pdf). Acesso em: 13 jan. 2016.



- PATEIS, C. S. **A estruturação urbana e a sua relação com os atributos do sítio natural: o caso da cidade de Blumenau – SC.** Tese de Doutorado Instituto de Geociências e Ciências Exatas Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Doutorado em Geografia, 2013.
- PEQUENO, L. R. B. (ORG.). **Como anda Fortaleza.** Rio de Janeiro: Letra Capital. Observatório das Metrôpoles, 2009.
- PIETRANTONIO, H.; STRAMBI, O.; GUALDA, N. D. F. **Integração entre políticas de uso do solo e de transportes: dificuldades e necessidades.** In: X ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Brasília, DF, 1996.
- PYRIALAKOU, V. D.; GKRTIZA, K.; FRICKER, J. D. Accessibility, mobility, and realized travel behavior: Assessing transport disadvantage from a policy perspective. **Journal of Transport Geography**, v.51, p.252–269, 2016.
- RIBEIRO, E. L. ET. AL. **Controle do sprawl urbano, e inclusão social: o caso da cidade de João pessoa – PB.** João Pessoa: UNAERP, 2007. Disponível em <[www.unaerp.br/sici/index.php?option=com](http://www.unaerp.br/sici/index.php?option=com)>. Acesso em: 17 maio. 2016.
- ROCHA, L. H. M. **Padrão locacional da estrutura social: segregação residencial em Santa Maria-RS.** Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Geografia, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Doutorado em Geografia, 2011.
- ROGERS, R. **Cidades para um Pequeno Planeta.** Barcelona: Gustavo Gili. 180 p, 2001.
- SALOMON, I. E MOKHATARIAN, P. L. What happens when mobility-inclined market segments face accessibility-enhancing policies?. **Transportation Res.**, v. 3, n. 3, pp. 129-140, 1998.
- SANTOS, C. C. **O valor do tempo na avaliação de projetos de transportes.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestrado em Engenharia de Produção, 2012.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 2 ed. São Paulo: HUCITEC, 1994.

SJOBORG, G. The pré-industrial city. **American Journal of Sociology**. v. 60, n. 5, World urbanismo, p.438-445, 1955.

SOARES, F. D. P. **Metodologia de Diagnóstico das Relações entre Uso do Solo e Transportes na Problemática do Planejamento Urbano Integrado**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da UFC, Fortaleza, CE, 2014.

SOUSA, F. F. L. M. **Metodologia de calibração para modelos integrados dos transportes e uso do solo**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes Universidade Federal do Ceará Mestrado em Engenharia de Transportes, 2016.

SOUZA, M. L. Da “diferenciação de áreas” à “diferenciação socioespacial”: a “visão (apenas) de sobrevôo” como uma tradição epistemológica e metodológica limitante. **Revista Cidades**, v. 4, n. 6, 2007, p. 101-114, 2007.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade – Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos**. 9ª ed., Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

SPOSITO, M. E. B. **Segregação socioespacial e centralidade urbana**. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintauidi. (Org.). A cidade contemporânea. Segregação Espacial. 1ed.São Paulo: Contexto, v. 1, p. 61-93, 2013.

SULLIVAN, D. E UNWIN, D. **Geographic Information Analysis**, 2nd Edition. Londres: Wiley, 2010.

UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**, (ST/ESA/SER.A/366), 2015.

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

VASCONCELOS, P. A. **Contribuições para o debate sobre processos e formas socioespaciais nas cidades**. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). A cidade contemporânea. Segregação Espacial. 1ed.São Paulo: Contexto, v. 1, p. 17-38, 2013.

VILLAÇA, F. **O espaço Intra-urbano** no Brasil. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.