



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

JULIANA BRITO BARBOSA

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO BRT NA ACESSIBILIDADE E
EQUIDADE: ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA**

FORTALEZA

2018

JULIANA BRITO BARBOSA

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO BRT NA ACESSIBILIDADE E
EQUIDADE: ESTUDO DE CASO 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. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho.

FORTALEZA

2018

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)

B198m Barbosa, Juliana Brito.
Método de avaliação do impacto do BRT na acessibilidade e equidade : estudo de caso em Fortaleza /
Juliana Brito Barbosa. – 2018.
123 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho .

1. Acessibilidade equitativa. 2. Mobilidade Urbana. 3. Transporte Público. 4. Segregação socioespacial.
5. Análise espacial. I. Título.

CDD 388

JULIANA BRITO BARBOSA

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO BRT NA ACESSIBILIDADE E
EQUIDADE: ESTUDO DE CASO 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.

Aprovada em: 09/08/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antônio Néelson Rodrigues da Silva (Examinador Externo)
Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, aos meus pais, Ândria e Cláudio, que são a base de tudo e meus maiores exemplos de perseverança, comprometimento e responsabilidade. Obrigada pelo incentivo e amor incondicional.

Ao meu amor Arthur, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida e me fez acreditar que esta conquista era possível.

À toda a minha família e amigos pelo apoio e alegria a cada nova conquista.

Ao meu orientador, Prof. Mário Angelo Nunes de Azevedo, pela disponibilidade, ensinamentos, orientação, conselhos e críticas. Obrigada pela confiança e amizade construída nessa trajetória acadêmica.

À todos os professores do PETRAN, pelos conhecimentos passados, pelas reflexões em sala de aula, pela dedicação e pela disponibilidade, sempre muito atenciosos e pacientes.

Aos amigos do mestrado, Cecília, Larissa, Lara, Sameque, Cassiano e Macedo, pelas angústias compartilhadas, pelo estímulo, companhia e ânimo constante que me motivaram ao longo deste percurso.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro com a bolsa de estudo concedida.

E à Prefeitura de Fortaleza, em especial à ETUFOR, pelo fornecimento dos dados.

Muito Obrigada!

“(...) transport is becoming a basic human necessity. Thus, ensuring that everyone has adequate access to it is a valid area of concern for public policy.”

(Lucas, 2004, p. 10)

RESUMO

A segregação socioespacial condiciona o desenvolvimento urbano e consiste em um fenômeno que tem origem nas desigualdades sociais. Esta produz um impacto direto no sistema de transporte, que também afeta a organização do espaço, em um processo de interação. A problemática da iniquidade do acesso ao transporte agrava a segregação socioespacial e se configura como um novo desafio para o Planejamento de Transportes. É crescente, nas análises, a incorporação dos impactos não monetários e socioeconômicos, principalmente em contextos urbanos que apresentam profundas disparidades sociais. Diante disto, o presente trabalho busca contribuir nas discussões sobre o acesso equitativo ao transporte coletivo e propõe um método para avaliação *ex-post* dos impactos de infraestruturas de transporte na acessibilidade e equidade. Busca-se contribuir, neste aspecto, com a compreensão da problemática da acessibilidade, complementando as metodologias existentes. A aplicação do método proposto, em um estudo de caso na cidade de Fortaleza, permite comparar os cenários anterior e posterior à implantação de um corredor de BRT. Foi possível identificar um impacto positivo na acessibilidade generalizada, com uma melhoria significativa para aproximadamente 60% da população local. Contudo, não se verificou uma melhoria expressiva em 63% das áreas de baixa renda, o que revela espaços de exclusão socioespacial. Os resultados demonstram que a infraestrutura implantada não alcançou a função social do transporte, com pequena melhoria na equidade vertical. Percebe-se, portanto, uma coerência do diagnóstico com as atuais estratégias de planejamento, normalmente voltadas ao mercado, com investimentos em mobilidade, por exemplo, concentrados em áreas centrais da cidade ou para dar suporte à realização de megaeventos esportivos.

Palavras-chave: Acessibilidade equitativa, Mobilidade Urbana, Transporte Público, Segregação socioespacial, Análise espacial.

ABSTRACT

Socio-spatial segregation conditions urban development and consists of a phenomenon that originates in social inequalities. This produces a direct impact on the transport system, which also affects the organization of space, in an interaction process. The problem of the inequity of access to transport aggravates socio-spatial segregation and is a new challenge for Transport Planning. It's growing, in the assessments, the incorporation of non-monetary and socioeconomic impacts, especially in urban contexts that present deep social disparities. Given this fact, this master's thesis seeks to contribute to the discussions on equitable access to public transport and proposes a method for ex-post evaluation of the impacts of transport infrastructures on accessibility and equity. The aim is to contribute, in this regard, with the understanding of accessibility issues, complementing the existing methodologies. The application of the proposed method, in a case study in the city of Fortaleza, allows comparing scenarios before and after the implementation of a BRT corridor. It was possible to identify a positive impact on generalized accessibility, with a significant improvement for approximately 60% of the local population. However, there was no significant improvement in 63% of low-income areas, which reveals spaces with social-spatial exclusion. The results show that the implemented infrastructure did not reach the social function of transport, with little improvement in vertical equity. Therefore, the diagnosis is coherent with the current planning strategies, usually geared towards the market, with investments in mobility, for example, in central areas or to support the performance of mega sport events.

Keywords: Equitable Accessibility, Urban Mobility, Public Transport, Socio-spatial Segregation, Spatial Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da organização socioespacial.	21
Figura 2 – Fluxograma do ciclo de retroalimentação.	25
Figura 3 – Organograma do ciclo vicioso de perda de competitividade do transporte público urbano (TPU).	30
Figura 4 – Sistema Trinário de Vias.	35
Figura 5 – Evolução Urbana do município de Fortaleza de 1880 à 2010.	37
Figura 6 – Produção (a) e Atração (b) de Viagens, População por bairro (c) e Empregos por bairro (d) em Fortaleza.	38
Figura 7 – Distribuição Espacial da Taxa de Mobilidade (a) e do Tempo de viagem (b) em Fortaleza.	39
Figura 8 – Localização das obras de mobilidade da Copa 2014.	41
Figura 9 – Localização das Faixas Exclusivas e do BRT em Fortaleza no ano de 2017. ..	43
Figura 10 – Relação entre os componentes de acessibilidade.	49
Figura 11 – Linhas com alta capacidade versus linhas com baixa capacidade cruzando a parada/estação 4.	58
Figura 12 – Proposta metodológica para compreensão da problemática da iniquidade do acesso ao transporte público.	61
Figura 13 – Fluxograma do método proposto.	64
Figura 14 – Formulação da abrangência das paradas (C_j)	68
Figura 15 – Processo de aplicação dos indicadores de acessibilidade.	69
Figura 16 – Processo de aplicação dos indicadores de equidade.	76
Figura 17 – Corredores exclusivos propostos para a cidade de Fortaleza.	78
Figura 18 – Raios de influência das estações de BRT Antônio Bezerra / Papicu e área de estudo.	79
Figura 19 – Configuração Espacial dos Setores Censitários na Área de Estudo.	80

Figura 20 – Cenário anterior e posterior à implantação do BRT.	81
Figura 21 – Limites dos Bairros na Área de Estudo.	82
Figura 22 – Assentamentos precários na Área de Estudo.	83
Figura 23 – Distribuição da Renda na Área de Estudo.	84
Figura 24 – Densidade Populacional (hab/km ²)	84
Figura 25 – Acessibilidade das Paradas no Cenário 2015	89
Figura 26 – Acessibilidade dos Setores Censitários em 2015	90
Figura 27 – Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2015	91
Figura 28 – Histograma da variável Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2015	91
Figura 29 – Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à população dos setores censitários em 2015	92
Figura 30 – Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à renda dos setores censitários em 2015	93
Figura 31 – Acessibilidade das Paradas no Cenário 2017	94
Figura 32 – Acessibilidade dos Setores Censitários em 2017	95
Figura 33 – Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2017	96
Figura 34 – Histograma da Acessibilidade por Residente	97
Figura 35 – Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à população dos setores censitários em 2017	98
Figura 36 – Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à renda dos setores censitários em 2017	98
Figura 37 – Mudança Relativa da Acessibilidade nas Paradas e nos Setores Censitários ..	101
Figura 38 – Resultados da Mudança Relativa nos indicadores de Equidade	102
Figura 39 – Comparação da Curvas de Lorenz e Coeficientes de Gini em relação à população	104

Figura 40 – Comparação da Curvas de Lorenz e Coeficientes de Gini em relação à renda. 104

Figura 41 – Mudança Relativa nos setores de Baixa Renda 106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perspectivas em Acessibilidade e seus componentes.	50
Tabela 2 – Tipos, impactos, unidades de medidas e categorias que podem ser consideradas em análises de equidade.	52
Tabela 3 – Revisão dos métodos de avaliação da acessibilidade equitativa do transporte público.	55
Tabela 4 – Estrutura de cálculo da diferença das observações pareadas.	73
Tabela 5 – Estrutura de cálculo da mudança relativa dos indicadores de equidade.	75
Tabela 6 – Indicadores, variáveis e base de dados (elaborados pela autora).	86
Tabela 7 – Teste T Pareado para a diferença entre as médias do indicador Acessibilidade por residente nos cenários 2015 e 2017.	100
Tabela 8 – Mudança Relativa dos indicadores de Equidade	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização	15
1.2	Problema de Pesquisa	17
1.3	Objetivos	18
1.4	Estrutura da Dissertação	18
2	SEGREGAÇÃO E MOBILIDADE URBANA	20
2.1	Dinâmica Urbana e o Sistema de Transportes	20
2.2	A Função Social do Transporte	25
2.2.1	<i>Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público e o BRT</i>	32
2.3	Mobilidade e Desigualdade Social em Fortaleza	36
2.4	Conclusão	43
3	ACESSIBILIDADE E EQUIDADE: UMA ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO	45
3.1	Acessibilidade no Transporte	45
3.2	Equidade no Transporte	50
3.3	Métodos de Avaliação da Acessibilidade e Equidade do Transporte	54
3.4	Conclusões para Avaliação Ex-post do Transporte Público	59
4	O IMPACTO DO BRT NA ACESSIBILIDADE E EQUIDADE	60
4.1	Proposta Metodológica	60
4.2	Método de Avaliação do Impacto do Transporte na Acessibilidade e na Equidade	62
4.3	Indicadores de Avaliação	65
4.3.1	<i>Indicadores de Acessibilidade</i>	65
4.3.1.1	<i>Nível de Serviço das Linhas</i>	66
4.3.1.2	<i>Nível de Serviço das Paradas</i>	67
4.3.1.3	<i>Acessibilidade das Paradas</i>	67
4.3.1.4	<i>Acessibilidade dos Setores</i>	68
4.3.1.5	<i>Cálculo da mudança relativa entre os cenários</i>	68
4.3.2	<i>Indicadores de Equidade</i>	69
4.3.2.1	<i>Análise estatística da Acessibilidade</i>	71

4.3.2.2	<i>Análise gráfica dos resultados</i>	72
4.3.2.3	<i>Uso da inferência estatística</i>	72
4.3.2.4	<i>Cálculo do coeficiente de Gini</i>	73
4.3.2.5	<i>Cálculo das mudanças relativas</i>	75
5	CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO	77
5.1	Estudo de Caso	77
5.1.1	<i>Caracterização sociodemográfica da área de estudo</i>	81
5.2	Coleta e Processamento dos Dados	85
5.3	Caracterização dos Cenários	87
5.3.1	<i>Cenário em 2015</i>	88
5.3.2	<i>Cenário em 2017</i>	93
5.4	Comparação entre os Cenários	99
5.5	Interpretação dos Resultados	106
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
	REFERÊNCIAS	110
	APÊNDICE A - ACESSIBILIDADE DAS PARADAS NOS CENÁRIOS DE ANÁLISE	119
	APÊNDICE B - ACESSIBILIDADE DOS SETORES CENSITÁRIOS NOS CENÁRIOS DE ANÁLISE	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A palavra acessibilidade tem diversos significados no planejamento urbano e de transportes, e, de modo geral, representa a “facilidade de acesso a bens, serviços, atividades e destinos, que juntos são chamados de oportunidades” (HANSEN, 1959 *apud* LITMAN, 2017a, p. 6). O principal objetivo das políticas de transportes é realizar melhorias na acessibilidade, e para esse objetivo ser alcançado é preciso “garantir condições adequadas de mobilidade e acessibilidade àqueles sem acesso ao transporte individual, às crianças, aos idosos, aos pobres, aos portadores de deficiência física” (VASCONCELLOS, 2001, p. 97); pois apenas investir em infraestrutura sem levar os fatores sociais em consideração implica em favorecimento de parcelas reduzidas da população, aprofundando as desigualdades. A justiça social no acesso ao transporte é representada pelo princípio da equidade que, segundo Litman (2017b), é um conceito que apresenta diversas abordagens e que reflete a forma como a oferta do transporte é distribuída para toda a população ou para um grupo específico. Nas sociedades com grandes diferenças sociais e econômicas, as decisões no planejamento de transportes devem sempre considerar os impactos da distribuição do serviço na acessibilidade da população cativa do transporte público, visando a distribuição justa do serviço de forma a minimizar os efeitos da segregação socioespacial, garantindo que a população de baixa renda tenha acesso ao transporte e, portanto, às demais áreas urbanas.

O conceito de equidade do transporte coletivo surgiu nas últimas décadas em decorrência dos debates sobre a mobilidade urbana sustentável, a qual se contrapõe ao atual padrão de mobilidade que prioriza o transporte individual em detrimento do coletivo e que estimula um desenvolvimento espraiado das cidades, agravando as desigualdades sociais. Santos (1993) afirma que o modelo rodoviarista promove a dispersão urbana e o espraiamento. O incentivo ao transporte individual consiste no alargamento das vias, construção de viadutos, túneis e estacionamentos, dentre outros investimentos, que têm impacto direto no arranjo espacial do crescimento urbano, pois permitem que maiores distâncias sejam percorridas e assim estimulam ocupações em áreas mais longínquas. Diante disso, os princípios da mobilidade urbana sustentável defendem uma cidade mais democrática e ambientalmente sustentável, através da integração do planejamento de transportes com o planejamento urbano e da priorização do transporte coletivo e dos modos não motorizados.

No Brasil, a Lei de Diretrizes da Política Nacional da Mobilidade Urbana - PNMU (BRASIL, 2012) põe em pauta a mobilidade sustentável como resposta aos crescentes congestionamentos e deterioração do transporte coletivo nas cidades brasileiras, e consolida uma visão mais sustentável do desenvolvimento urbano. O instrumento de efetivação desta política é o Plano de Mobilidade Urbana (PMU), obrigatório para municípios acima de 20 mil habitantes que, contudo, ainda não foi elaborado pela maioria dos municípios, principalmente, pela complexidade de execução do plano diante da diversidade dos problemas socioeconômicos e de estruturação da mobilidade apresentados pelos municípios brasileiros (ITDP, 2015). Além disso, existiu a partir de 2010 um esforço por parte do Governo Federal em investir na mobilidade através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), sobretudo, em decorrência da escolha do Brasil como sede da Copa FIFA de 2014, o que implicou em uma série de exigências por parte da FIFA em melhorias na infraestrutura das cidades-sedes. Portanto, percebe-se nesse contexto uma substituição dos Planos de Mobilidade por investimentos pontuais na mobilidade que, muitas vezes, tinham a principal função de viabilizar megaeventos, sem considerar os impactos dessas infraestruturas de transporte no acesso equitativo.

A cidade de Fortaleza, ao ser selecionada como cidade-sede para a Copa de 2014, ainda não havia elaborado o seu PMU e, portanto, “prevaleceram os projetos previstos nos programas de intervenções previamente concebidos, os quais vêm sendo realizados de forma fragmentada” (PEQUENO, 2015, p. 43). Os projetos previstos consistiam em Metrô, Veículo Leve sobre trilhos (VLT), *Bus Rapid Transit* (BRT) e *Bus Rapid System* (BRS). Um “pacote” de obras foi aprovado dando prioridade às intervenções que permitiam conectar a Arena Castelão com as áreas centrais e turísticas, as quais ficaram parcialmente concluídas para o megaevento e ainda seguem na condição de implantação. Dentre estes investimentos, os sistemas de BRT e BRS representam as alternativas com reduzidos impactos negativos e economicamente viáveis para a realidade de Fortaleza, que apresenta graves problemas de desigualdades socioeconômicas. Identifica-se nesse contexto uma urgência em adotar políticas de transportes que se configurem como instrumentos promotores de melhorias sociais e que contemplem a equidade da distribuição da acessibilidade. Segundo Banister (2002, p. 62), as metodologias tradicionais como as análises de custo benefício não incluem a distribuição dos recursos e os impactos para os diferentes setores da sociedade. A discussão da problemática da iniquidade do acesso no contexto da mobilidade sustentável e a avaliação dos impactos da infraestrutura de transporte na acessibilidade e equidade deve fazer parte de qualquer plano de mobilidade.

1.2 Problema de Pesquisa

A cidade de Fortaleza, assim como as demais cidades brasileiras, apresenta algumas áreas com maior concentração de infraestrutura. Este cenário atrai o desenvolvimento de atividades nesses espaços e estimula a especulação imobiliária e o alto preço da terra, intensificando a segregação socioespacial, processo pelo qual a população de baixa renda se vê obrigada a residir nas áreas periféricas. Somado a isto, no processo de desenvolvimento urbano, os investimentos em transporte público foram lentamente implantados na cidade, causando a diminuição da competitividade e deterioração do transporte coletivo. O resultado foram os problemas relacionados à mobilidade urbana, como o aumento dos custos e tempos de viagem, a fragmentação do espaço urbano e a oferta insuficiente do transporte público em regiões periféricas da cidade, afetando diretamente na acessibilidade da população de baixa renda, cativa do transporte.

As mudanças na legislação sobre a mobilidade urbana através do Estatuto da cidade, em 2001, e da PNMU, em 2012, trazem a perspectiva do transporte como instrumento de inclusão social. Este ambiente institucional passa a impulsionar projetos de infraestrutura urbana no Brasil (SILVA, 2016). Apesar desses avanços legais, o que se observa na prática são projetos que não correspondem às necessidades da população, favorecendo áreas já bem servidas de infraestrutura. Tem-se, por exemplo, a realização da Copa FIFA 2014, que exerceu um papel importante na implantação de projetos articuladores da organização do megaevento, mas em muitos casos comprometeu as diretrizes da legislação nacional.

Embora existam discussões sobre esta temática e avanços na legislação, a problemática da iniquidade do acesso ainda é pouco abordada no âmbito do Planejamento dos Transportes no Brasil, tanto no meio técnico como no meio científico. Apesar de ser crescente na literatura uma abordagem mais aprofundada da relevância da acessibilidade no processo de planejamento dos transportes, ainda é reduzida a quantidade de pesquisas no sentido de desenvolver um método quantitativo para avaliar a equidade da acessibilidade do transporte público. Alguns estudos têm sido elaborados no sentido de incluir a acessibilidade nas análises para melhor compreender e representar a relação entre Uso do Solo e Transportes. Porém, pela complexidade dos dados e do ferramental, ainda não se tem um método claramente definido. No âmbito do transporte público, a acessibilidade é, na maioria das vezes, abordada para avaliar o nível de serviço do sistema, não incluindo uma análise da distribuição do serviço no espaço urbano em relação à população. Percebe-se neste contexto a

necessidade de melhor explorar as medidas de acessibilidade e equidade para se alcançar um método que seja de fácil compreensão tanto no meio científico como no meio técnico.

O problema de pesquisa deste trabalho consiste na lacuna metodológica referente à análise da problemática da iniquidade da acessibilidade no Planejamento de Transportes no Brasil. Pretende-se preencher esta lacuna através da compreensão desta problemática e análise do projeto de BRT na cidade de Fortaleza. Nesta perspectiva, surgem as seguintes questões de pesquisa: i) Quais são os efeitos da iniquidade do acesso do transporte público na dinâmica socioespacial? ii) Quais são os conceitos e as medidas na literatura que são relacionadas à Equidade e Acessibilidade? iii) Quais são os métodos de avaliação dos impactos do transporte público existentes na literatura que incluem a acessibilidade e equidade? iv) Como avaliar os benefícios dos investimentos em transporte público no acesso equitativo?

1.3 Objetivos

Esta pesquisa de dissertação de mestrado tem como objetivo geral propor um método para avaliar o impacto de uma infraestrutura de transporte público no acesso equitativo na sua região de implantação, através de um conjunto de indicadores de transportes e sociodemográficos. Seus objetivos específicos são:

- a) Contribuir com a discussão acerca da problemática da iniquidade do acesso ao transporte público e seus efeitos na dinâmica socioespacial das cidades;
- b) Investigar quais as medidas na literatura que permitem avaliar a equidade da acessibilidade de um sistema de transporte público;
- c) Propor um método de avaliação a partir dos indicadores e variáveis selecionados;
- d) Aplicar o método para avaliar um corredor de BRT na cidade de Fortaleza.

1.4 Estrutura da Dissertação

Para contemplar os objetivos específicos desta pesquisa, a estrutura do trabalho está organizada nesta Introdução e mais cinco capítulos nos quais são realizadas discussões embasadas na literatura, para contextualizar os problemas, propor e aplicar um método em estudo de caso.

O capítulo 2 discute os conceitos de segregação socioespacial e mobilidade urbana, explicitando as suas inter-relações e a importância de aprofundar este conhecimento

para embasar as análises de transportes. Em seguida, é abordado o conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público e o exemplo do *Bus Rapid Transit* como promotor de um desenvolvimento urbano sustentável. Por fim, é feita uma contextualização geral do desenvolvimento urbano e implantação de políticas de transportes na cidade de Fortaleza.

O capítulo 3 aborda os conceitos de Acessibilidade e Equidade, revisando uma seleção de métodos de avaliação do transporte público, de modo a discutir suas propriedades e explorar as possibilidades de medição dos indicadores de avaliação.

O capítulo 4 apresenta a metodologia de pesquisa e o método de avaliação do impacto do sistema de BRT na acessibilidade e equidade, com a descrição dos indicadores utilizados e as etapas de aplicação do método.

O capítulo 5 tem por finalidade a aplicação do método proposto, através da caracterização da área de estudo e apresentação dos resultados das etapas de estudo para os dois cenários de análise.

O capítulo 6 apresenta uma síntese das conclusões obtidas com a aplicação do método proposto, esclarecendo algumas implicações dos resultados deste trabalho acadêmico e recomendando, por fim, possíveis caminhos a serem seguidos na produção de trabalhos futuros.

2 SEGREGAÇÃO E MOBILIDADE URBANA

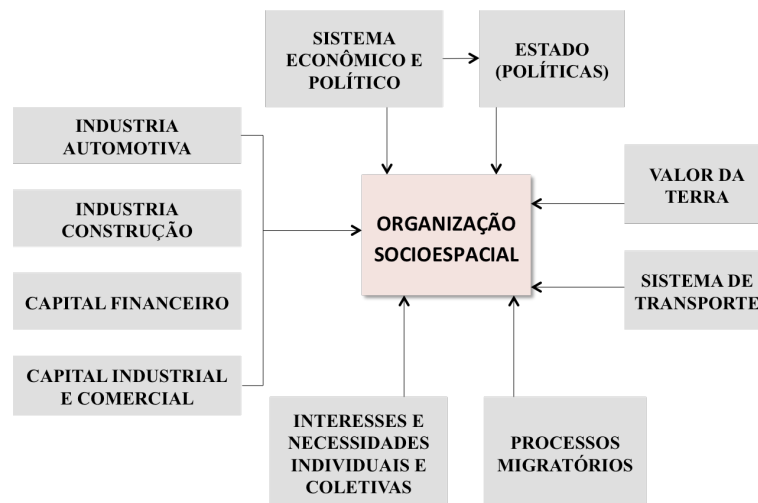
Neste capítulo será abordada a relação entre a forma de ocupação do território e a acessibilidade, de modo a compreender os efeitos das políticas de transporte no processo de segregação socioespacial e, assim, alcançar o primeiro objetivo específico, ou seja, contribuir com a discussão acerca da equidade do acesso ao transporte público e seus efeitos na dinâmica socioespacial. O capítulo é dividido em quatro seções principais. Inicialmente é realizada uma discussão conceitual sobre o processo de ocupação e os deslocamentos nos espaços urbanos (Seção 2.1), seguida pela abordagem da função social do transporte e do crescimento urbano sustentável (Seção 2.2), com a apresentação do conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público e do potencial do *Bus Rapid Transit* (BRT) (Seção 2.2.1). Posteriormente, analisa-se, de modo geral, o desenvolvimento urbano e a implantação de políticas de transporte na cidade de Fortaleza, que consiste no estudo de caso desta pesquisa (Seção 2.3). Por fim, na Seção 2.4, são feitas algumas considerações finais sobre o tema apresentado.

2.1 Dinâmica Urbana e o Sistema de Transportes

A organização do espaço intra-urbano vem sendo debatida por sociólogos desde a década de 1920, em especial, pelos teóricos da Escola de Chicago, que discutiam as relações sociais e seus reflexos no espaço da cidade, com preocupações em relação ao crescimento urbano (LOPES, 2015). Estes teóricos definem a organização do espaço como uma estrutura constituída de “elementos que se relacionam entre si de tal forma que a alteração de um elemento ou de uma relação altera todos os demais elementos e todas as demais relações” (VILLAÇA, 2001, p. 12). Estes elementos podem ser a movimentação de pessoas na cidade, sua estrutura social e política, a reprodução da força de trabalho, a existência e a localização das indústrias, a produção de riquezas, as relações comerciais, as redes de serviços, as vias de circulação e a localização de residências. Segundo Santos (1982), o espaço urbano deve ser entendido como um produto e condição da dinâmica socioespacial, pois há uma organização social e um arranjo do espaço de acordo com os interesses e necessidades de cada grupo. Em uma síntese, Vasconcellos (2001) identifica que as diversas teorias, propostas até hoje, concordam que a estrutura urbana é compreendida por espaços de produção, consumo, troca e circulação, sendo estes espaços inter-relacionados. Para ilustrar os agentes e processos que

influenciam a organização socioespacial, Vasconcellos (2001) elabora um diagrama, apresentado na Figura 1, o qual mostra a articulação de diferentes fatores que produzem o espaço urbano. Ele destaca os fatores econômicos e políticos como os principais responsáveis por conduzir as políticas públicas. Ao enfatizar estes dois fatores, o autor demonstra que, para compreender a dinâmica socioespacial, é preciso entender, em especial, as práticas de planejamento e gestão desses espaços.

Figura 1 – Diagrama da organização socioespacial.



Fonte: adaptado de Vasconcellos (2001).

O processo de produção do espaço urbano surge como resultado de transformações sociais gerais, econômicas, tecnológicas, políticas e culturais, quando se considera as cidades como “centros de difusão”, espaços de referência geoeconômica e de produção de bens que estão conectados entre si por uma rede urbana (SOUZA, 2008). O processo de urbanização das cidades consiste, portanto, em fenômenos complexos e únicos em cada sociedade, mas, de uma forma geral, acontece em decorrência da atração econômica de determinadas áreas que geram fluxos migratórios, os quais podem ser de natureza rural-urbano e urbano-urbano, promovendo constantes transformações no espaço. Vasconcellos (2012) observa que no processo de urbanização é possível perceber, de um modo geral, dois padrões de ocupação do território, que são as cidades densas e as cidades espalhadas, e dois padrões de organização do sistema de mobilidade, que são os sistemas com grande participação do transporte público e dos modos não motorizados e os sistemas com uso intenso do modo motorizado individual. Segundo Cervero (2013a), a rápida urbanização das cidades, verificada em meados do século XX, foi acompanhada, principalmente, do modelo de crescimento espraiado, marcado por uma demanda de altos custos de infraestrutura e

serviços urbanos, e por impactos ambientais e sociais. O autor enfatiza a relação deste modelo de desenvolvimento com o aumento das viagens motorizadas nas cidades, principalmente nos países subdesenvolvidos, nos quais há uma previsão de crescimento nas viagens por automóvel de 80% para o ano 2025 em relação ao ano de 2005 (POURBAIX, 2011 *apud* CERVERO, 2013a).

A estrutura urbana é um tema debatido pela comunidade técnico-científica em todo o mundo e também no contexto brasileiro. Um dos seus principais estudiosos, Villaça (2001), em sua obra “Espaço intra-urbano no Brasil”, relata a existência de fatores em comum na formação espacial das cidades brasileiras, visto que foram produzidas no mesmo contexto político, social, temporal e histórico, e, ainda, sob o mesmo modelo de produção. Deák e Schiffer (1999) consideram que o processo de desenvolvimento urbano no Brasil acontece a partir do segundo quartil do século XIX, quando o Estado passa a realizar investimentos em relação à “higienização” das aglomerações urbanas na cidade do Rio de Janeiro. Esta iniciativa, segundo Villaça (1999), representa o nascimento do planejamento urbano no Brasil e tinha como principal objetivo o embelezamento da cidade, através da construção de grandes avenidas, praças e monumentos, baseados nos planos europeus de Barcelona e Paris. Contudo, somente no século XX é que surgem os planos urbanos com preocupações em relação à infraestrutura e ao transporte (DÉAK; SCHIFFER, 1999).

Grostein (2001) ressalta que esse processo foi marcado por um padrão de urbanização desequilibrado, como em outros países de industrialização tardia, através de uma expansão da área urbana que não resultou de projetos articulados, mas de uma concentração dos investimentos públicos em determinadas áreas das cidades, geralmente os centros urbanos e suas adjacências. Esta concentração de infraestrutura eleva a especulação imobiliária nestes espaços, impossibilitando grande parcela da população de ter acesso à terra. Isto acaba por induzir a expansão urbana e promover uma exclusão espacial da população de baixa renda, a qual passa a residir em áreas periféricas e em ocupações ilegais em áreas centrais ou de proteção ambiental (GROSTEIN, 2001; VILLAÇA, 2001). Esse crescimento urbano periférico e descentralizado no Brasil se agrava a partir da segunda metade do século XX, quando o Brasil vivencia um processo de metropolização (GROSTEIN, 2001), no qual, as políticas de financiamento e produção de habitação para a população de baixa renda em áreas periféricas e carentes de infraestrutura, bem como, a dissociação entre o planejamento do transporte, a ocupação do solo e a especulação fundiária não controlada (BRASIL, 2010) resultam em uma série de problemas sociais, econômicos, ambientais e, inclusive, de mobilidade urbana.

Deste modo, nas grandes metrópoles brasileiras, as áreas mais adensadas são comumente associadas à baixa renda e tipologias de assentamento precários e informais, geralmente nas franjas urbanas. A significativa concentração da pobreza nestes espaços e o baixo acesso aos serviços urbanos reflete o conceito do espaço dual, no qual existe uma cidade formal, com uma concentração dos investimentos públicos e de regulações urbanas, simultaneamente a uma cidade informal, na qual existe uma precariedade dos serviços e a ocupação do solo acontece de forma espontânea e desordenada (VASCONCELLOS, 2000; GROSTEIN, 2001). Sobre esse modelo de expansão urbana, Rolnik (2002, p. 55) comenta:

Esses processos geram efeitos nefastos para as cidades, alimentando a cadeia do que eu chamo de um urbanismo de risco, que atinge as cidades como um todo. Ao concentrar todas as oportunidades em um fragmento da cidade, e estender a ocupação a periferias precárias e cada vez mais distantes, esse urbanismo de risco vai acabar gerando a necessidade de levar multidões para esse lugar para trabalhar, e devolvê-las a seus bairros no fim do dia, gerando assim uma necessidade de circulação imensa, o que nas grandes cidades tem gerado o caos nos sistemas de circulação.

O processo de segregação socioespacial consiste em um fenômeno urbano que tem origem nas desigualdades sociais e que condiciona a perpetuação das situações de pobreza, racismo, intolerância, conflitos e degradação ambiental na cidade (SOUZA, 2008). Esse fenômeno também acontece nas demais classes sociais, através da segregação em condomínios fechados que, segundo Villaça (2001), se configuram como uma segregação voluntária, em que um coletivo ou o indivíduo escolhe o seu local de residência em áreas da cidade onde há uma homogeneidade social. No caso da população de baixa renda, a segregação acontece de modo involuntário, quando as pessoas se veem obrigadas a residir em áreas periféricas ou ocupar ilegalmente os espaços da cidade em decorrência do preço do solo. Ambas as situações de segregação moldam o desenvolvimento urbano, ou seja, a forma de uso e ocupação do solo e as disputas sociais na cidade, e têm impacto direto no sistema de transporte, o qual, também afeta a organização do espaço, em um processo de interação (MACÁRIO, 2012; VASCONCELLOS, 2012; VILLAÇA, 2001).

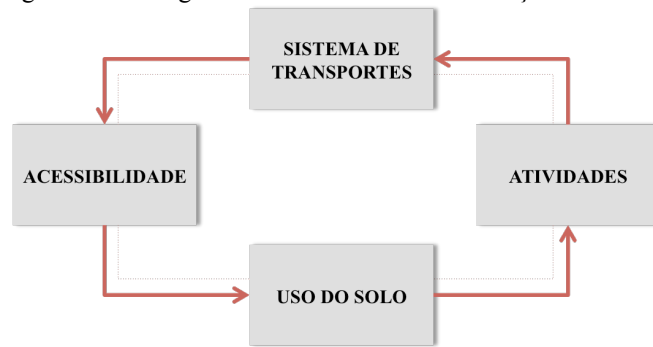
Além do crescimento espraiado e seus problemas, tem-se um cenário de políticas de transporte que estiveram, durante muitos anos, direcionadas ao estímulo do uso do transporte particular, o que permitiu que se agravasse esse padrão de crescimento e a ineficiência do sistema de transporte público (VASCONCELLOS, 2000; FERRAZ; TORRES, 2004). Estas políticas consistiram na organização do espaço viário de modo a favorecer a circulação do automóvel e, paralelamente a isto, as ações voltadas ao transporte público foram inconstantes e fragmentadas, com poucos investimentos para a circulação dos

ônibus. Estes passaram a competir pelo espaço da via com os automóveis, prejudicando a eficiência do transporte coletivo. O resultado deste cenário é o aumento dos congestionamentos e a piora da acessibilidade da população cativa do transporte público.

A breve abordagem do processo de urbanização das cidades brasileiras expõe o sistema de transporte como um elemento da estrutura urbana que está diretamente associado ao processo de organização territorial. Reconhece-se na Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (BRASIL, 2004) que, por um lado, a necessidade de deslocamento consiste em uma consequência da localização das atividades no tecido urbano e que, por outro, o sistema de transporte é um forte indutor da distribuição destas atividades. Villaça (2001) afirma que a acessibilidade é o valor de uso mais importante para a terra urbana. Isto significa que a infraestrutura de transporte influencia os usos e valores do solo urbano ao viabilizar a conexão entre as diversas áreas da cidade e, portanto, está articulada aos processos econômicos, à participação social e aos seus impactos na urbanização. Em conformidade com esse pensamento, Macário (2012) destaca a acessibilidade como um fator de competição econômico-espacial da terra e como medida de inclusão social. Neste contexto, o transporte se configura como um serviço urbano que interfere na produção do ambiente construído e, consequentemente, no processo de segregação socioespacial (PINHEIRO, 1993).

A compreensão de que a dinâmica urbana consiste em um fenômeno complexo e multidisciplinar vem de longo tempo, visto que o pensamento sobre a cidade passa a ser sistematicamente produzido na academia desde o início do Século XIX (VASCONCELOS, 2012). Contudo, é recente o entendimento do papel dos transportes como elemento estratégico do desenvolvimento urbano, econômico e social, o que vem sendo frequentemente reafirmado na literatura. No campo dos transportes, essa relação entre os deslocamentos e a forma urbana é sintetizada por Wegener e Fürst (1999) que apresentam, simplificada, o ciclo de retroalimentação entre os subsistemas de transporte e uso do solo em um fluxograma de quatro processos (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma do ciclo de retroalimentação.



Fonte: Wegener e Fürst (1999).

Neste ciclo a acessibilidade funciona como ponte entre os dois subsistemas, e essa evolução na compreensão do fenômeno dos deslocamentos gerou uma necessidade de integrar o planejamento dos transportes ao planejamento urbano. Contudo, existe uma complexidade inerente a este fenômeno, devido aos diversos componentes envolvidos na dinâmica urbana e suas relações de causa e efeito, como é explicado a seguir:

Lopes e Loureiro (2012), Sussman (2000), Bruton (1979), Meyer e Miller (2001), dentre outros autores abordam a complexidade na compreensão das relações de causa e efeito entre componentes internos e externos ao sistema de transporte, reconhecendo que o campo de estudos é vasto a cerca do tema, pois aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais podem ser determinantes ou determinados por um sistema de transportes, transcendendo os efeitos aos sistemas de Atividades e Econômico, por exemplo. (MENEZES, 2015, p.21)

O planejamento integrado precisa ser constituído de instrumentos que abrangem a interação entre os diferentes sistemas que formam o fenômeno e suas relações causais. Contudo, no planejamento das cidades brasileiras ainda não se percebe esta integração, apesar dos avanços no reconhecimento da participação popular e das diversas dimensões que compõem o sistema urbano (SOARES, 2014, p. 24).

2.2 A Função Social do Transporte

Como foi apresentado no item anterior, o desenvolvimento urbano brasileiro aconteceu de forma desequilibrada, através de um processo de urbanização que estimulou a fragmentação do espaço urbano, privilegiando alguns espaços das cidades em detrimento de outros, fomentando a exclusão social. Ressalta-se ainda que esta situação de exclusão foi intensificada por políticas de transporte equivocadas. De acordo com Axhausen e Schönfelder (2003 *apud* CARDOSO, 2007, p. 17) o sistema de transporte representa um elemento fundamental para a ampliação ou mitigação destas situações, pois, como é observado por Banister e Hall (1981 *apud* LUCAS, 2004, p. 9), tanto a ausência de meios de transporte

adequados, como os impactos do sistema de transportes nos indivíduos, têm consequências para o emprego, a educação, a habitação e políticas de uso do solo, a distribuição da atividade econômica, da saúde e da segurança, e assim, para a qualidade de vida de indivíduos e comunidades de um modo geral. Contudo, Boareto (2003, p.48) pontua que, se por um lado o transporte público conecta as áreas periféricas aos locais de trabalho e lazer, por outro, “propiciar esse deslocamento elimina os freios desta ocupação irracional”, de modo que, ao transpor as distâncias cada vez maiores, estimula-se o crescimento espraiado.

Portanto, a provisão da acessibilidade deve estar inserida nas políticas públicas de modo a contribuir com a inserção da população periférica, mas tendo em consideração que somente os investimentos em infraestrutura de transportes não consistem em garantias de desenvolvimento, visto que, a acessibilidade limitada representa apenas uma particularidade da exclusão urbana (CARDOSO, 2007, p. 33).

O conceito de acessibilidade é amplamente utilizado em diversas vertentes teóricas, tanto na área de Ciências Humanas como na área de Exatas, estando associado ao contexto urbano, social e de transportes. Devido à ampla utilização, é muitas vezes vinculado ao termo mobilidade, gerando confusão de conceitos em muitos casos (CARDOSO, 2007; LITMAN, 2017a; VASCONCELLOS, 2001). A consequência disso é que esses conceitos são abordados na literatura de formas distintas, de acordo com o objetivo do estudo. Contudo, tem-se um consenso no planejamento de transportes de que a acessibilidade é um conceito mais geral, englobando a mobilidade (LITMAN, 2017a; VASCONCELLOS, 2001). A mobilidade está mais relacionada à escala do indivíduo e às condições físicas de locomoção, sendo bastante abordada no planejamento de transportes convencional (LITMAN, 2017a; VASCONCELLOS, 2001), enquanto que a acessibilidade consiste na “facilidade de acesso a bens, serviços, atividades e destinos” (HANSEN, 1959 *apud* LITMAN, 2017a, p. 6), e envolve atributos do sistema de transporte e do uso do solo, que estão relacionados à inclusão social e ao desenvolvimento urbano.

A problemática da acessibilidade às funções urbanas abrange, portanto, duas perspectivas: a qualidade de vida do indivíduo, em decorrência dos impactos na mobilidade e no acesso às atividades; e a oportunidade de trocas sociais, econômicas e culturais no tecido urbano, impactando a participação social (MACÁRIO, 2012). De acordo com Banister (2002), a partir do final dos anos 70 percebe-se uma mudança significativa do planejamento de transportes no cenário internacional, quando inclui-se preocupações como o efeito das decisões e distribuição do transporte, os impactos ambientais e econômicos; passando o transporte a ser um problema central político. O autor destaca que apenas a partir dos anos

1990 a função social do transporte configura-se como um papel crescente e como um novo desafio. Essa mudança de paradigma substituiu a visão clássica e tecnocrata do transporte por uma visão mais humanizada, passando a incluir a integração do planejamento de transporte ao uso do solo e incorporar os conceitos de sustentabilidade e equidade, de modo a atingir “objetivos estratégicos socialmente justos e de longo prazo” (GARCIA; MACÁRIO; LOUREIRO, 2013).

O desenvolvimento sustentável é um conceito que surge a partir do relatório de Brundtland (WCED, 1987), elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e é definido como um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades (PLUME, 2003 *apud* CAMPOS, 2006). Portanto, ele está relacionado às melhores condições de mobilidade e gestão do uso do solo, de modo a reduzir os custos de urbanização e deslocamento, fomentando amplos benefícios sociais, econômicos e ambientais. Este conceito defende a importância de integrar o transporte ao desenvolvimento urbano e abrange a ideia da função social do transporte como garantia da participação social no espaço urbano, que tem o princípio da equidade como elemento-chave. Segundo Garcias e Bernardi (2008), a política do desenvolvimento urbano estabelecida pela Constituição Federal brasileira tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, para proporcionar o bem-estar de seus habitantes. Os autores, com base na atualização da Nova Carta de Atenas¹, identificam três grupos de funções sociais da cidade: funções urbanísticas, de cidadania e de gestão. A acessibilidade e mobilidade urbana inserem-se no grupo de funções urbanísticas, e considera-se o transporte coletivo como uma ferramenta fundamental de justiça social (BANISTER, 2002; CERVERO, 2013a; CURRIE, 2004; LUCAS, 2004; MARTENS, 2017; VAN WEE E GEURS, 2011).

Deste modo, a equidade do transporte público está relacionada a um planejamento do transporte, que considera o seu papel no desenvolvimento urbano e nos processos de exclusão, incluindo, assim, políticas de controle dos impactos negativos do sistema de transportes e a priorização da mobilidade e do acesso dos grupos em desvantagem (LUCAS, 2004).

As desvantagens no plano dos transportes podem estar associadas à diversas questões. Lucas (2004) pontua que em bairros periféricos de classe baixa existem tanto os impactos negativos do tráfego das vias, como acidentes com pedestres, a poluição sonora e

¹A Carta de Atenas de 1933, criada pelo Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, afirma que as funções

ambiental, quanto os impactos sociais e econômicos, pelo difícil acesso às oportunidades e serviços essenciais localizados em áreas centrais. Delbosc e Currie (2011) classificam estas desvantagens em três características: a locacional, o acesso ao modo de transporte e as limitações pessoais do indivíduo, que podem ser físicas, psicológicas e social. Cervero (2013a) afirma que a mobilidade e a acessibilidade devem ser reconhecidas como direitos humanos e não como privilégios, pois as cidades que garantem a acessibilidade para todos são socialmente inclusivas, garantindo equidade entre os grupos no acesso a oportunidades de emprego, moradia, e demais serviços urbanos essenciais.

Neste contexto de discussão acerca do crescimento urbano sustentável, há um crescente uso da expressão “sistema de mobilidade” no lugar de “sistema de transporte”, de modo a expandir a perspectiva dos transportes aos modos não-motorizados e incluir os problemas relacionados à mobilidade individual, ao invés de considerar somente a demanda e oferta de infraestrutura e serviços (GARCIA; MACÁRIO; LOUREIRO, 2013). De acordo com Campos (2006), a mobilidade dentro da visão da sustentabilidade pode ser alcançada sob o enfoque da adequação da oferta de transporte ao contexto socioeconômico e, também, sob um enfoque relacionado com a qualidade ambiental. No primeiro se enquadram as medidas que associam o transporte ao desenvolvimento urbano e a equidade social aos deslocamentos. No segundo se enquadram a tecnologia e o modo de transporte a ser utilizado. A autora também identifica algumas estratégias para alcançar a mobilidade sustentável no contexto socioeconômico:

- a) desenvolvimento urbano orientado ao transporte;
- b) incentivo a deslocamentos de curta distância;
- c) restrições ao uso do automóvel;
- d) oferta adequada de transporte público;
- e) tarifa adequada à demanda e à oferta do transporte público;
- f) segurança para circulação de pedestres, ciclistas e pessoas com mobilidade reduzida;
- g) segurança no transporte público.

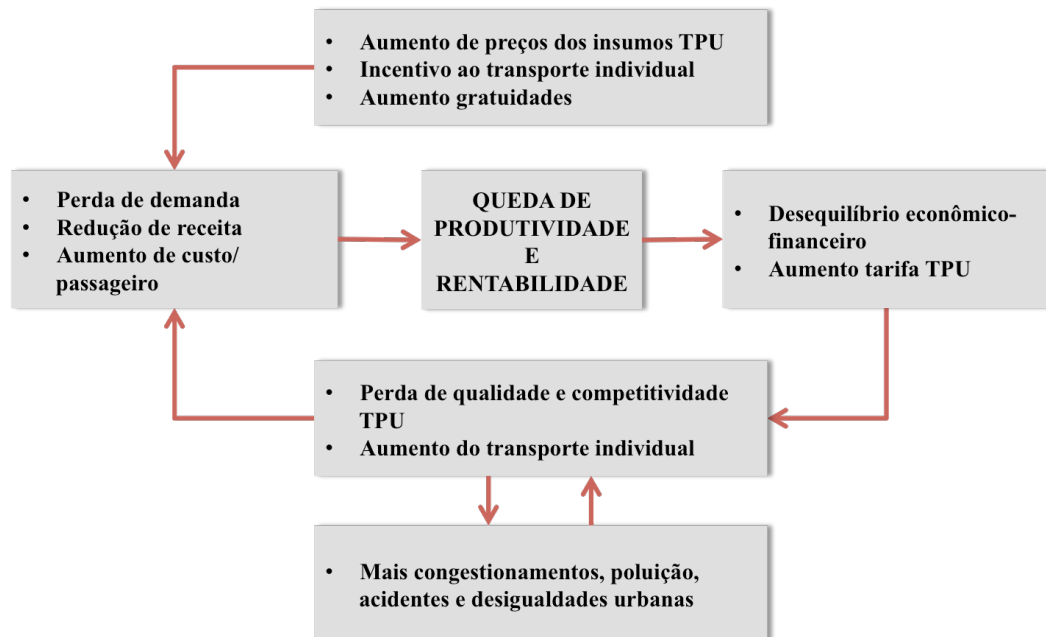
As duas primeiras estratégias estão relacionadas com o uso e ocupação do solo e com a infraestrutura adequada ao deslocamento de todos, incluindo a acessibilidade universal (para pessoas com dificuldades de locomoção). A primeira estratégia, especificamente, consiste em um conceito que defende o planejamento integrado do transporte e uso e ocupação do solo, promovendo o desenvolvimento próximo às estações e rotas de transporte coletivo, através do estímulo ao uso misto e à infraestrutura para os transportes ativos (ITDP,

2017). As demais estratégias estão relacionadas com a gestão dos transportes, de modo a incentivar o transporte público e tornar este serviço acessível.

Percebe-se nos últimos anos, no cenário internacional, um esforço por parte do poder público no intuito de promover a utilização de modos mais sustentáveis e democráticos de locomoção, de modo a mitigar os efeitos do uso desmedido do automóvel e da exclusão socioespacial. Para esse fim, observam-se políticas de restrição ao uso do transporte motorizado individual e de incentivo ao transporte público. Esta integração das políticas urbanas e de transporte constituem um desafio, principalmente em países em desenvolvimento, nos quais, Cervero (2013b) aponta uma série de problemas relacionados ao rápido crescimento populacional e urbano como, por exemplo, as disparidades de renda, o tráfego intenso e as divergências espaciais entre moradia e empregos. Para o autor, nestes países, as políticas de transporte integradas às políticas de uso do solo devem ter como maior objetivo favorecer a população mais pobre.

Vasconcellos, Carvalho e Pereira (2011), apresentam um histórico das políticas federais de transporte no Brasil, dividindo-as em quatro períodos distintos. O primeiro período compreende o final dos anos 1960 e início dos 1970 e é marcado pela preocupação sistemática com o transporte intra-urbano, pela realização de estudos para implantação dos metrô de São Paulo e do Rio de Janeiro, e por “iniciativas e ações desarticuladas aplicadas por diferentes setores do governo, sem diretrizes ou estratégias básicas de ação no meio urbano”. O segundo período abrange meados dos anos 1960 a meados dos 1980, no qual há maior participação federal e a criação de instituições técnicas e financeiras para o setor de transportes, além de vários planos de transporte urbano e os primeiros sistemas metroferroviários de algumas grandes capitais do país. Contudo, estes sistemas teriam como foco aliviar os congestionamentos, não tendo sido consideradas as reais necessidades de deslocamento. O terceiro período compreende meados dos anos 1980 aos 1990, no qual observa-se uma queda no uso do transporte público no total de viagens motorizadas nas regiões metropolitanas, em decorrência do estímulo ao transporte privado, do aumento de custos e ausência de políticas de priorização do transporte coletivo. Esse contexto teve “enormes consequências nos gastos dos usuários, no consumo de energia e na geração de externalidades negativas, como a poluição, o congestionamento e os acidentes de trânsito” (VASCONCELLOS; CARVALHO; PEREIRA 2011, p. 10). Além disso, o transporte público urbano rodoviário passa a perder competitividade, o que gera impactos nas tarifas cobradas que, por sua vez, geram mais perdas de demanda e receitas, compondo um ciclo vicioso como o representado na Figura 3.

Figura 3 - Organograma do ciclo vicioso de perda de competitividade do transporte público urbano (TPU).



Fonte: Vasconcellos, Carvalho e Pereira (2011, p. 26).

O quarto período abrange o final dos anos 1990 até os dias atuais e é marcado por “uma nova abordagem no tratamento do transporte urbano, inserida em uma concepção de desenvolvimento urbano que se propõe mais integrada, sustentável e construída democraticamente” (VASCONCELLOS; CARVALHO; PEREIRA, 2011). Neste contexto, tem-se alguns avanços no plano jurídico-institucional, com leis específicas a regular a questão urbana e dos transportes, passando-se a considerar a função social do transporte como instrumento de desenvolvimento econômico e urbano (BRASIL, 2010; ITDP, 2017):

- a) Constituição Federal que considera o transporte como direito social (BRASIL, 2015b);
- b) Lei Federal 10.257/2001, ou Estatuto da Cidade, que regulamenta instrumentos do Plano Diretor Municipal (BRASIL, 2001);
- c) Lei Federal 10.098/2000, que promove a Acessibilidade para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2000);
- d) Lei Federal 12.587/2012 de Mobilidade Urbana, exige a elaboração do Plano Municipal de Mobilidade (BRASIL, 2012);
- e) Lei Federal 13.089/2015 ou Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015a).

O conceito de mobilidade urbana sustentável é então definido pela Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades (SeMob) como o

conjunto de políticas de transporte e circulação que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os modos de transporte coletivo e não motorizados de maneira efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável (BOARETO, 2003). Vasconcellos, Carvalho e Pereira (2011) pontuam o desafio da defasagem entre o que é pretendido pelas políticas federais de transporte urbano e os resultados alcançados pelo o que, de fato, se consegue realizar, visto que, as diretrizes do Estatuto e da PNMU rompem com as práticas de políticas públicas que têm como base um modelo sustentado nos grandes interesses da especulação imobiliária e da indústria automobilística (AZEVEDO FILHO, 2012). O que se observa é a baixa elaboração e implementação dessas políticas na maioria dos municípios, bem como, uma tímida priorização do transporte público, principalmente através de faixas e corredores exclusivos de ônibus e investimentos nos sistemas metroferroviários, mas com pouco foco na equidade de distribuição do serviço, nos deslocamentos não-motorizados, na infraestrutura para o pedestre e para o ciclista (MDT; FNRU; IBDU, 2015).

No início da década 2010, diversas metrópoles brasileiras² receberam grandes investimentos em mobilidade, principalmente em decorrência da definição do Brasil como sede de duas grandes competições esportivas globais, a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016, que demandaram uma série de melhorias ou implantação de infraestruturas para a realização dos eventos. Para isso, foi realizada uma ampliação significativa da alocação de recursos do Governo Federal para a mobilidade urbana, através dos denominados Programas de Aceleração do Crescimento (PAC). O que se percebe, neste caso, é a substituição dos Planos de Mobilidade por investimentos pontuais na mobilidade, que têm a principal função de viabilizar os megaeventos, desconsiderando as reais demandas e exigências estabelecidas pelo Estatuto das Cidades e a PNMU (COSTA; ACCIOLY; NOGUEIRA, 2015). Estes, segundo o MDT, FNRU e IBDU (2015, p.41), contribuíram para “reduzir em alguma medida a defasagem de infraestrutura de transporte público urbano estrutural, mas não trouxeram ainda qualquer benefício para a qualificação do serviço de transporte público convencional no Brasil”. Legroux (2016) destaca que mesmo que existam benefícios com os projetos de infraestrutura e transporte decorrente dos megaeventos, estes não beneficiam a todos da mesma maneira e geram diversos tipos de injustiças como, por exemplo, as remoções de famílias de baixa renda para implantação dos projetos.

²As cidades-sede da Copa do Mundo 2014 foram Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Brasília, Salvador, Recife, Fortaleza, Natal, Manaus e Cuiabá.

Esta conjuntura apresenta um paradigma para a implantação da mobilidade urbana sustentável no Brasil e, conseqüentemente, da conformação da função social do transporte, visto que estes investimentos resultam de uma política pública subordinada aos desejos do mercado e reforçam a velha lógica da dinâmica socioespacial fragmentada, agravando a exclusão socioespacial. Os autores COSTA, ACCIOLY e NOGUEIRA (2015, p.79) ao analisarem os investimentos decorrentes da Copa Fifa 2014 na cidade de Fortaleza destacaram:

A realização destas obras, principalmente de mobilidade urbana, promove uma reestruturação urbana, cujos benefícios atingem parcela privilegiada da população, agravando a segregação e as diferenças sociais existentes. Inicia-se, assim, um novo ordenamento urbano, focado nas exigências de grandes corporações, do turismo e do correlato setor de serviços articulado com o mercado global.

2.2.1 *Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público e o BRT*

A tendência atual de desenvolvimento urbano, pautada na sustentabilidade, tem como objetivos o combate aos impactos sociais, econômicos e ambientais causados pelo modelo de crescimento espreado e rodoviarista. Neste contexto, surge o conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público (DOT, ou *Transit Oriented Development*, TOD, em inglês), que consiste em conciliar o planejamento regional, a revitalização da cidade, a renovação das áreas periféricas e o incentivo à caminhabilidade nos bairros. Segundo o ITDP (2017) é fundamental que o conceito de DOT seja considerado no planejamento urbano em escalas municipais e metropolitanas, visto que o DOT defende:

o planejamento integrado do transporte, uso e ocupação do solo urbano, com a promoção do desenvolvimento localizado próximo às estações e rotas de transporte público, mesclando usos complementares (residencial, comercial, serviços, lazer e outros) com um ambiente amigável aos transportes ativos (caminhada e bicicleta) (GOODWILL; HENDRICKS, 2002 apud ITDP, 2017).

A inclusão do DOT no planejamento permite que se criem espaços habitáveis e comunidades sustentáveis, que passam a ter a oportunidade de utilizar mais os modos coletivos e não motorizados nos deslocamentos na cidade. Desse modo, o DOT é uma forma de desenvolvimento que promove o uso misto centrado no entorno de estações de transporte e a alta acessibilidade em áreas urbanas, através de espaços projetados para pedestres, ciclistas e com fácil acesso ao transporte público. Quanto aos sistemas de transporte público, reforça a necessidade de que sejam estruturados de forma a melhor atender os deslocamentos da

população e minimizar a fragmentação espacial, pois, seguir esses requisitos significa promover a garantia do direito ao acesso à cidade e a inclusão de uma grande parcela da população cativa do transporte público urbano, promovendo assim um desenvolvimento sustentável. Muitos estudos sobre DOT apresentam casos bem sucedidos no entorno de sistemas de transporte público sobre trilhos. Contudo, segundo Cervero (1998 apud CERVERO; DAI, 2014), o sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT) também tem grande potencial para moldar a forma urbana. Além disso, os autores apontam que, apesar de ser visto como adequado a menores densidades, o BRT, em condições ideais, pode ser bastante influente em induzir o redesenho urbano de forma sustentável.

Os corredores para a circulação do transporte público por ônibus são intervenções bastante utilizadas em todo o mundo, e estes podem ser implantados na faixa central configurando-se como corredores exclusivos, ou podem ser implantados junto ao meio-fio, na faixa da direita da via, permitindo ao usuário do veículo particular acessar essa faixa quando houver necessidade de fazer a conversão à direita ou ter acesso aos lotes limítrofes à via (VUCHIC, 2005). Os corredores exclusivos, ou sistemas de *Bus Rapid Transit* (BRT), se destacam nas políticas públicas de transporte pelo seu excelente custo-benefício, visto que é uma infraestrutura de rápida instalação, que possui baixo custo de implantação, com valores entre 100 mil e 500 mil reais por quilômetro, e apresenta ganhos operacionais expressivos, com redução de até 40% no tempo de viagem, redução do consumo de combustível (até 30%) e da emissão de poluentes (até 40%). O sistema também tem o potencial de promover a revitalização da área de intervenção e um impacto positivo na mobilidade da cidade, sem a necessidade de desapropriações para sua implantação (NTU, 2013).

Currie e Delbosc (2014) constatam que o conjunto de propriedades atrativas do sistema de BRT, como a flexibilidade e versatilidade de implantação e a melhor relação benefício-custo, em relação aos sistemas sob trilhos, têm tornando este uma solução popular para o problema do transporte urbano em muitas cidades do mundo. Ele vêm sendo adotado, principalmente, nos países em desenvolvimento, com destaque para a América Latina, onde em mais de 45 cidades já existe esse tipo de infraestrutura e estas representam 63,6 por cento do número de passageiros em sistema de BRT a nível mundial (RODRÍGUEZ; TOVAR, 2013). Porém, Currie e Delbosc (2014) destacam o desafio de planejar o meio urbano de modo que a implantação desta infraestrutura não se configure apenas como uma solução do problema de mobilidade, mas também, dialogue com o contexto social e econômico da cidade.

Accioly e Davidson (1998) analisaram a relação entre o crescimento urbano e o sistema de transportes, e apresentaram alguns exemplos de cidades promotoras do desenvolvimento urbano sustentável, identificando, nestes casos, espaços urbanos compactos, com centralidades bem definidas e serviços bem distribuídos, nos quais houve um encorajamento da alta densidade aliada a um sistema de transporte público eficiente. Dentre as cidades que promoveram o DOT a partir de infraestruturas de BRT, Suzuki, Cervero e Iuchi (2013) destacam as cidades de Curitiba e Ottawa como os melhores exemplos, apesar de reconhecerem que se configuram como casos excepcionais, justamente pelo fato da infraestrutura de transporte ter sido prevista não somente como um sistema de mobilidade, mas como uma oportunidade futura de desenvolvimento urbano. Os autores observam em estudos de caso que o transporte nos países em desenvolvimento é guiado, principalmente, pelo objetivo de mobilidade e por governos que priorizam soluções a curto-prazo. Com isto, o planejamento do crescimento urbano a longo-prazo é deixado em segundo plano. Essa mentalidade é “refletida na falta de estratégias e regulamentações para criar maiores densidades no entorno das estações e nos corredores de transporte, e uma maior qualidade do espaço urbano” (SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2013, p.8). Estes são instrumentos vitais para fomentar os modos não motorizados e o transporte público, reduzindo o número de viagens por automóvel.

O BRT de Curitiba, denominado Rede Integrada de Transporte Coletivo de Curitiba (RIT), foi o primeiro corredor exclusivo implantado. Inaugurado em 1972, conecta 13 municípios através de uma rede com 67,1 quilômetros de vias, 96 estações e 15 terminais (ITDP, 2016). Este sistema se destaca por ter sido implementado como uma ferramenta de desenvolvimento urbano através de um projeto denominado "trinário", que é composto por três avenidas paralelas, tendo na via central o corredor exclusivo e nas outras duas vias avenidas rápidas de sentido único e opostos. O projeto contou com um zoneamento urbano que guiou o crescimento ao longo do sistema de BRT, através da determinação do uso do solo misto e com habitações de alta densidade (estimulando a verticalização), com restrição de altura das edificações de acordo com a distância do corredor de BRT (Figura 4).

Figura 4 - Sistema Trinário de Vias.



Fonte: Infográfico do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP)³.

O estímulo ao uso misto e às altas densidades no entorno do sistema de BRT permitiu o uso massivo do transporte público pela população que, aliado a políticas de continuidade, com visão de longo prazo bem articuladas, possibilitaram o êxito do sistema até os dias de hoje. Mas é importante destacar que este êxito do sistema abrange apenas o entorno dos corredores de ônibus, visto que a cidade de Curitiba teve uma expansão urbana espraiada; onde as frentes de crescimento, ou franjas urbanas, são ocupadas sobretudo pelas camadas de menor renda que, aliada a uma política habitacional pouco expressiva, resultou em um cenário grave de segregação socioespacial, no qual os usuários cativos do transporte público não têm acesso facilitado aos sistemas de BRT.

Para implementar o crescimento urbano sustentável juntamente à infraestruturas de BRT é preciso não somente de um planejamento estratégico de longo prazo que inclua zoneamento e regulamentações do uso do solo, mas também, políticas de planejamento com a capacidade de gerenciar as mudanças no uso do solo e incluir as comunidades informais no processo de desenvolvimento, visto que os investimentos em transporte geram o aumento do valor da terra, o que impossibilita a população de baixa renda a permanecer no local (CERVERO; DAI, 2014; SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2013). A “... abordagem ideal seria coordenar os programas habitacionais de baixa renda e o desenvolvimento do transporte público, como o BRT, para que os beneficiários dos programas de habitação social também se beneficiem da melhoria da mobilidade” (SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2013). Por fim, os mesmos autores pontuam que integrar os investimentos em transporte público ao

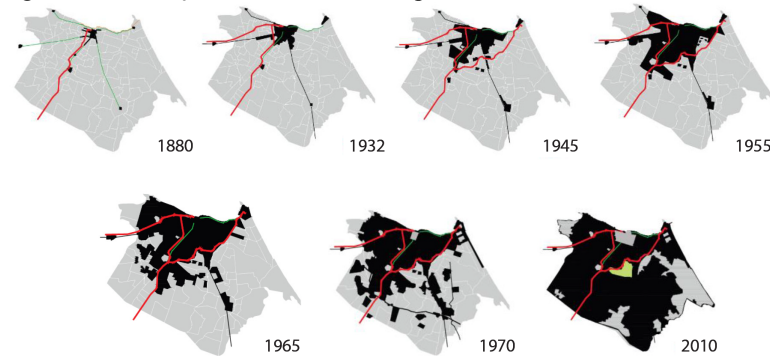
³Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/publicacoes/infograficos/>> Acesso em Set. 2017.

desenvolvimento urbano tem o potencial de aumentar a eficiência econômica, melhorar as condições ambientais e aumentar a igualdade social. Destacam ainda que, para isso acontecer, é preciso superar os desafios de planejar a longo-prazo, criar um quadro institucional e regulatório favorável, adotar uma abordagem de planejamento em macro-escala, promover e implementar o DOT e recapturar parte dos investimentos feitos em transporte, por exemplo, através de receitas e impostos, de modo que os fundos possam ser investidos em futuras infraestruturas de transporte e urbana, e no financiamento de habitações sociais para pessoas de baixa renda.

2.3 Mobilidade e Desigualdade Social em Fortaleza

A região metropolitana de Fortaleza, a 8ª maior aglomeração urbana no Brasil em termos de contingente demográfico, totalizava, segundo o último Censo Demográfico (IBGE, 2011), mais de 3,6 milhões de habitantes, e tem a cidade de Fortaleza como o seu polo, com 2,4 milhões de habitantes em sua área urbana. A região metropolitana apresenta uma distribuição desequilibrada da urbanização na sua região de influência, onde poucas cidades médias e alguns centros regionais podem ser destacados (PEQUENO, 2015). Algumas áreas, destinadas à acumulação mais intensa do capital, recebem mais investimentos. O setor leste de Fortaleza é uma região que se constituiu como concentradora de infraestruturas e equipamentos a partir da década de 1940, com o deslocamento das classes abastadas que habitavam nas áreas mais ao sul e a oeste do Centro. A evolução urbana da cidade de Fortaleza apresentada em Andrade (2016, p. 30) e representada na Figura 5, foi marcada por um intenso crescimento populacional a partir da década de 30 e é interessante observar que entre 1930 e 1950 a população oriunda de áreas rurais que chegava à cidade se via obrigada a buscar moradia nas áreas a Sudoeste e Oeste devido ao alto preço da terra em áreas centrais, formando-se então os primeiros assentamentos informais na cidade.

Figura 5 – Evolução Urbana do município de Fortaleza de 1880 à 2010.



Fonte: IPLANFOR (2015).

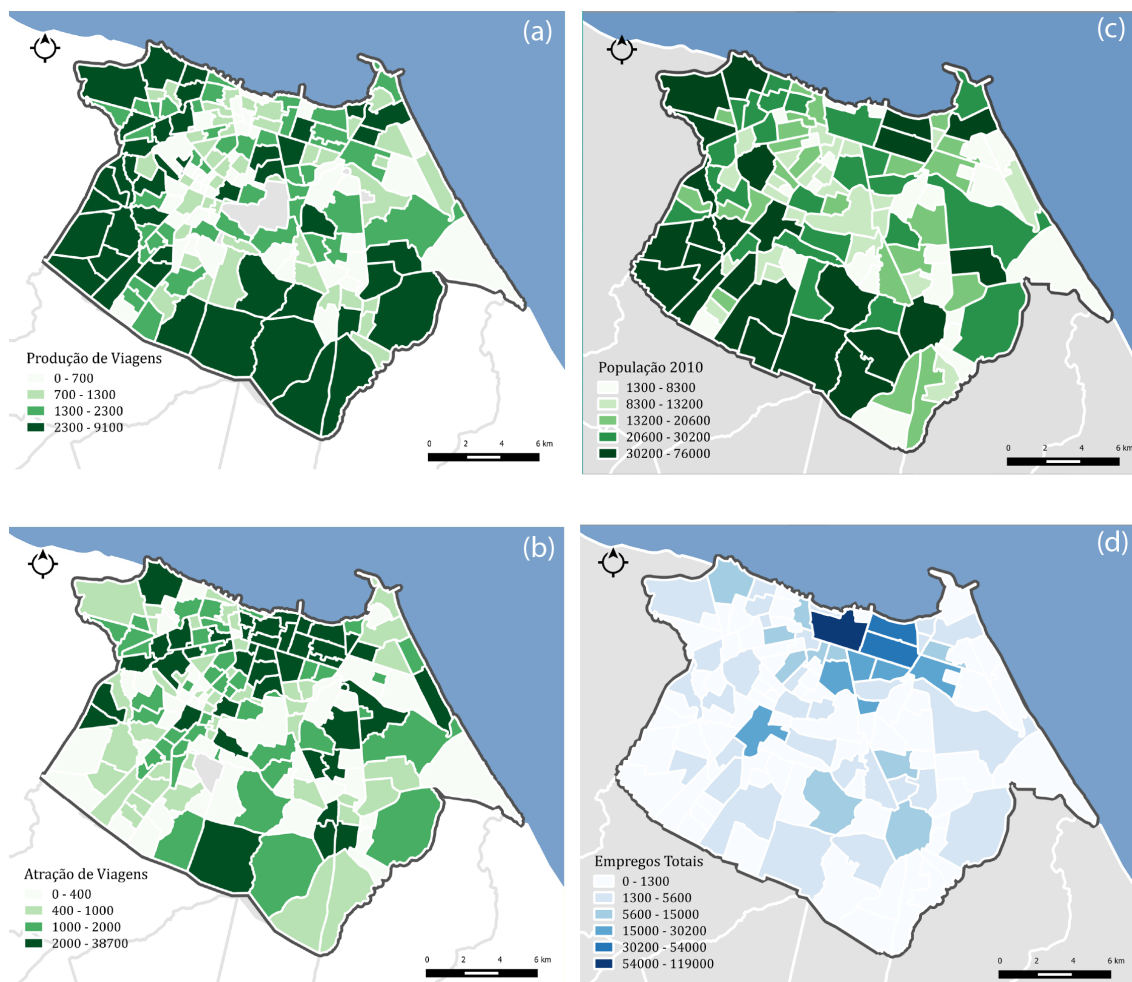
Este processo de segregação espacial catalisou a disseminação de favelas, não só em áreas periféricas, como também em regiões bem localizadas. A partir da década de 60, a implantação de grandes conjuntos habitacionais em bairros periféricos (áreas sul e sudeste), juntamente com a concentração industrial nos municípios vizinhos reforçou o intenso processo de deslocamento residencial dos mais pobres do centro para a periferia, e influenciou na forma como os sistemas de transporte público têm sido planejados e operados na cidade (ACCIOLY, 2008; COSTA; PEQUENO, 2015). As políticas públicas não são efetivas no sentido de diminuir os índices de desigualdade social e segregação socioespacial, e os sistemas de transporte acabam funcionando como elementos indutores da ocupação desordenada das cidades. Como observa Boareto (2003), a oferta da infraestrutura viária e de transporte espraiada acaba assumindo um papel de reforçar a fragmentação do espaço urbano, separando bairros residenciais, cada vez mais distantes dos locais de trabalho e de lazer.

A cidade de Fortaleza, como as demais metrópoles brasileiras, também tem enfrentado o crescimento acelerado da frota de automóveis e, em consequência disso, o aumento dos congestionamentos. Segundo o relatório do Observatório das Metrópoles (INCT, 2012), organizado com base nos dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) no período entre 2001 e 2011, Fortaleza mostrou um crescimento da frota de automóveis na ordem de 89,7% enquanto que a média nacional foi de aproximadamente 77,8%. O acelerado crescimento da frota motorizada associado à carência dos transportes públicos, às ações governamentais pautadas no modelo rodoviarista e à baixa eficiência do planejamento urbano, agravou os problemas de deslocamento cotidiano da população (COSTA; ACCIOLY; NOGUEIRA, 2015).

De acordo com Henrique (2004), na configuração socioespacial de Fortaleza existem quatro grandes polos de produção de viagens por transporte coletivo localizados em regiões periféricas da cidade, e cujos bairros apresentam altos índices populacionais de baixa

renda. A autora utilizou dados do Censo 2000 e destacou bairros⁴ da região noroeste, sudoeste, sul e nordeste da cidade. Por outro lado, quanto à atração de viagens, Henrique (2004) observa que existem principalmente dois bairros como polos, a área central e a região da grande Aldeota, regiões que também apresentam os maiores números de empregos ofertados. É importante ressaltar que esta análise se mantém atual, já que os mapas apresentados pelo IPLANFOR (2015) na Figura 6, com base em dados do Censo 2010, mantém o mesmo padrão de distribuição da população, dos empregos e dos polos de geração e atração de viagens apresentados por Henrique (2004).

Figura 6 – Produção (a) e Atração (b) de Viagens, População por bairro (c) e Empregos por bairro (d) em Fortaleza.



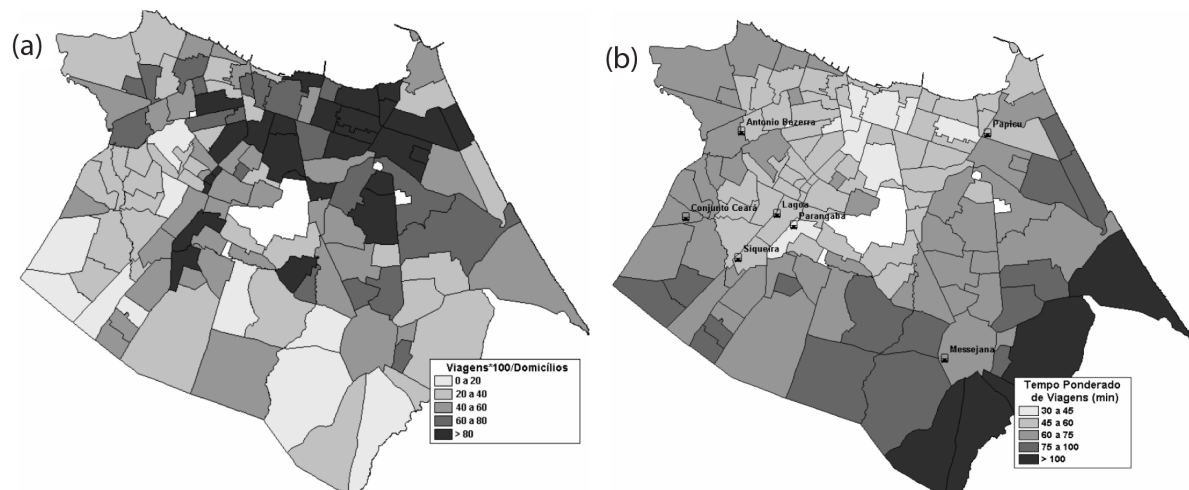
Fonte: IPLANFOR (2015).

⁴Os polos de adensamento são compostos pelos bairros: Cristo Redentor, Álvaro Weyne, Barra do Ceará, Presidente Kennedy, Padre Andrade, Jardim Iracema, Floresta, Vila Velha, Jardim Guanabara, Quintino Cunha e Antônio Bezerra (noroeste); Henrique Jorge, Autran Nunes, Genibaú, Conjunto Ceará, Granja Lisboa, Granja Portugal, Vila Pery, Vila Manoel Sátiro e Bonsucesso (sudoeste); Mondubim, Pref. José Walter, Ancuri, Pedras, Jangurussu, Palmeiras, Passaré e Messejana (sul); Mucuripe, Varjota, Papicu, Vicente Pinzon e Cais do Porto (nordeste) (HENRIQUE, 2004).

Conforme os estudos de Henrique (2004), Menezes (2015) e Andrade (2016), este padrão de distribuição das viagens também está fortemente correlacionado à renda média dos domicílios, visto que a mobilidade dos usuários do transporte público é influenciada não somente pelas características da rede, mas principalmente pelas condições socioeconômicas deste grupo, sendo mais de 80% do grupo cativo do transporte público em Fortaleza pertencente às classes D e E (HENRIQUE; LOUREIRO; CAVALCANTE, 2004).

Através da análise espacial da Taxa de mobilidade (viagens/domicílios de baixa renda), Henrique (2004) confirma a relação de baixa mobilidade em áreas periféricas onde há maior concentração da baixa renda. De modo a melhor interpretar o fenômeno da concentração espacial da mobilidade dos usuários cativos, Henrique, Loureiro e Cavalcante (2004) analisam os padrões de distribuição do nível de acessibilidade às zonas concentradoras de empregos (baseado nos tempos de viagem), revelando que regiões de baixa acessibilidade coincidem com regiões periféricas de baixa mobilidade, e concluindo que existe uma configuração da rede que penaliza fortemente os usuários de baixa renda (Figura 7).

Figura 7 – Distribuição Espacial da Taxa de Mobilidade (a) e do Tempo de viagem (b) em Fortaleza.



Fonte: Henrique, Loureiro e Cavalcante (2004).

Já em Menezes (2015), a problemática da exclusão socioespacial é explorada através da acessibilidade limitada a equipamentos urbanos, particularizada para o fenômeno dos deslocamentos com motivo trabalho, e confirma-se uma tendência tanto de diminuição da acessibilidade no sentido centro-periferia, como de escassez de atividades econômicas em áreas periféricas. Em Andrade (2016) a problemática da “periferização” em Fortaleza é analisada, e identificam-se zonas em que há uma sobreposição de baixa acessibilidade,

deficiente distribuição de usos e a localização de empreendimentos do PMCMV para provisão habitacional de baixa renda; concluindo que existe também uma atuação do Estado como catalisador do crescimento espreado, impactando negativamente nos níveis de acessibilidade e de distribuição de usos para a população de baixa renda (ANDRADE, 2016, p. 100).

No estudo de Iacovini (2013) é realizada uma revisão do histórico do planejamento de transportes e do sistema viário de modo a questionar a efetividade dos planos e das infraestruturas propostas, pois o autor ressalta que em um contexto em que se tem obras que se “arrastam há décadas”, como por exemplo o sistema metroferroviário (METROFOR), e a descontinuidade das políticas, a questão da mobilidade urbana acaba se configurando como um grande dilema, com resultados mais no sentido de priorização do transporte individual e precarização do transporte público.

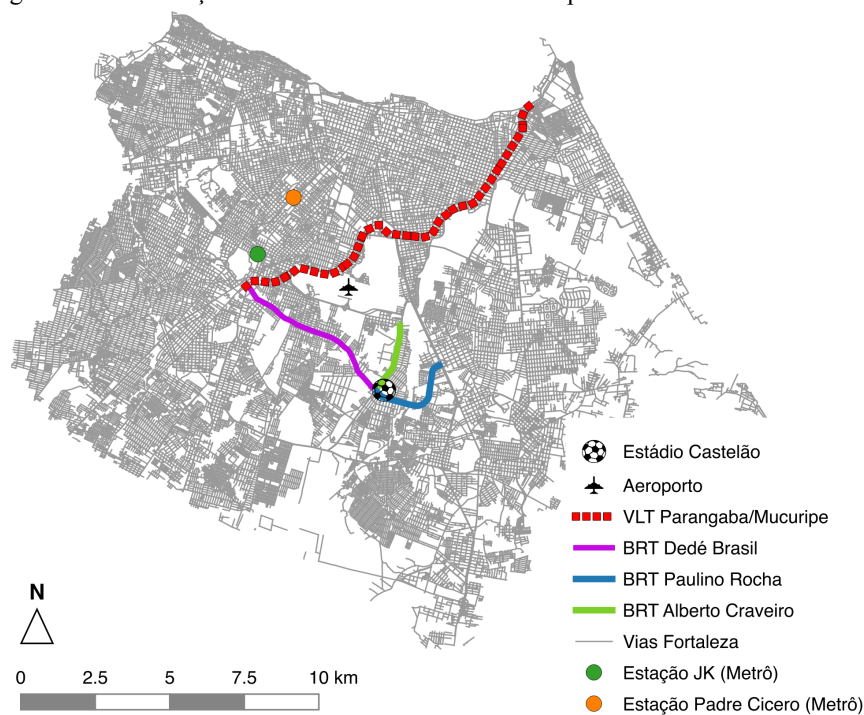
De acordo com o relatório do ITDP (ITDP, 2015) que avalia as iniciativas municipais referentes a Mobilidade Urbana em Fortaleza entre 2013 e 2015, através da aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável desenvolvido por Costa (2008), e também de análises de projetos e obras específicos, diversos indicadores apresentaram desempenho crítico.

A problemática da mobilidade em Fortaleza também foi avaliada pela pesquisa sobre o Bem-Estar Urbano das Metrôpoles Brasileiras realizada pelo Observatório das Metrôpoles (RIBEIRO; RIBEIRO, 2013), a qual elaborou o Indicador de Mobilidade que foi calculado a partir da variável "tempo de deslocamento casa-trabalho" coletado no censo 2010, utilizando a proporção de pessoas ocupadas que trabalham fora de casa e que levam até 1 (uma) hora no trajeto casa-trabalho, de modo que quanto mais próximo de um, melhores são as condições de deslocamento. Através desse indicador, foi possível perceber que as áreas periféricas a sudoeste e sul da cidade de Fortaleza concentram as piores condições de deslocamento, e coincidentemente pouca urbanização, enquanto que as áreas do setor centro, leste e sudeste, setores mais urbanizados da cidade, apresentam os melhores indicadores de mobilidade. Villaça (2011) caracteriza este cenário como um processo de dupla segregação, quando há uma superposição das áreas residenciais e áreas de trabalho para famílias de alta renda, minimizando seu tempo de deslocamento, enquanto que nas áreas periféricas há uma tendência oposta.

Como é apresentado por Costa, Accioly e Nogueira (2015), essas áreas, a sudoeste e sul, não foram contempladas nas recentes intervenções em infraestrutura e transportes, as obras prioritárias de mobilidade para a Copa do Mundo de 2014, que priorizaram, em especial, os setores centro-leste-sudeste, bairros com centralidades já consolidadas, e cujo

objetivo principal seria facilitar o acesso de turistas e torcedores às áreas de realização do evento. Os projetos do BRT e VLT (Veículo Leve sob Trilhos), que já estavam previstos em projetos do estado e do município, foram incluídos como obras prioritárias. Contudo, incluíram-se apenas as etapas do projeto consideradas necessárias para a realização do evento: o ramal Parangaba-Mucuripe do VLT e os BRT's Alberto Craveiro, Dedé Brasil e Paulino Rocha (Figura 8).

Figura 8 – Localização das obras de mobilidade da Copa 2014.



Fonte: Elaborado pela autora.

Esta concentração espacial dos investimentos teve a função de viabilizar o megaevento, mas, além disso, localizam-se em áreas compostas pelo setor turístico da cidade e pelas novas frentes de atuação do mercado imobiliário, no entorno dos equipamentos aeroportuários e dos estádios (FREITAS, 2015). Portanto, a proposta de dois novos modos de transporte: o VLT e os corredores de BRT nas avenidas Alberto Craveiro, Dedé Brasil e Paulino Rocha, juntamente com duas novas estações de metrô e um conjunto de túneis e viadutos na área leste da cidade, tinha o objetivo de melhorar a fluidez viária entre o anel central e os bairros em processo de valorização (FREITAS, 2015).

Essas transformações espaciais têm enorme impacto no processo de segregação socioespacial da metrópole, à medida que privilegiam espaços bem servidos de infraestrutura, reforçando processos de expulsão da população de baixa renda na área (gentrificação). Dos

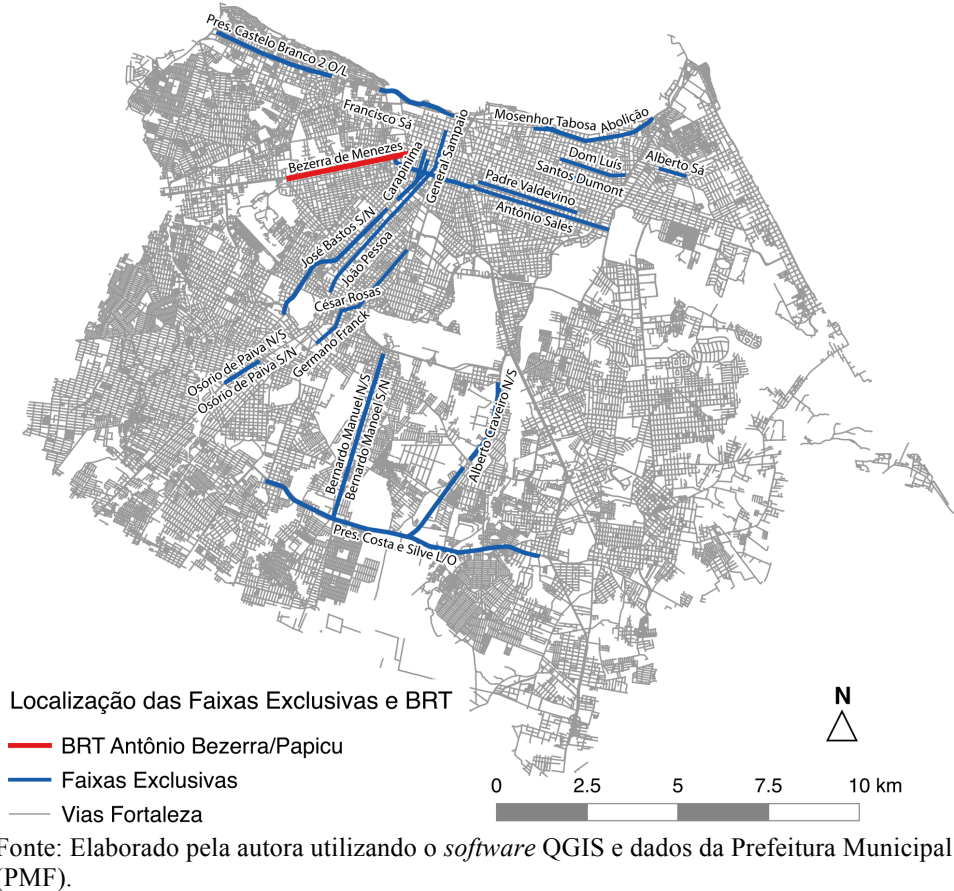
muitos projetos propostos para o megaevento esportivo, apenas a Arena Castelão foi finalizada até o início dos jogos. O que estava previsto no pacote de mobilidade, ainda hoje segue em processo de implantação.

De forma incontestável, a gama de intervenções na infraestrutura dos transportes em Fortaleza promoveu mudanças na estrutura urbana e não se mostrou capaz de promover um crescimento sustentável. As condições gerais continuam insatisfatórias, principalmente para o usuário cativo do transporte público. Pode ser verificada uma distribuição desigual da acessibilidade, muitos pontos de congestionamento, invasão dos espaços públicos por tráfego inadequado e estacionamentos irregulares, poluição ambiental e altos índices de acidentes.

Apesar da mudança de paradigma, no sentido de alcançar a mobilidade urbana sustentável, ainda se configurar como um desafio político, social e econômico, é possível perceber uma maior priorização do transporte público nas políticas locais, não somente em decorrência dos grandes eventos, mas também por exigências jurídicas e pressões dos movimentos sociais.

Nos últimos anos, ocorreram várias ações da Prefeitura de Fortaleza no sentido de melhorar a mobilidade, como o caso dos Programas Bicicletar e Bicicleta Integrada, que são sistemas de bicicletas compartilhadas e integradas aos terminais de ônibus. O Plano Fortaleza 2040 (IPLANFOR, 2015), com estratégias de desenvolvimento nos curto, médio e longo prazos, envolveu a elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana. Além destes, existem outros como, por exemplo, o Plano de Transporte de Fortaleza, que prevê a implantação de corredores expressos para ônibus (BRT), o Programa de Implantação de Faixas Exclusivas para ônibus, e o Bilhete Único, que permite a integração em um intervalo de até duas horas com apenas uma passagem (SOUZA; MENEZES, 2015). A Figura 9 apresenta a situação, no ano de 2017, da implantação das faixas exclusivas e do corredor expresso Antônio Bezerra-Papicu.

Figura 9 - Localização das Faixas Exclusivas e do BRT em Fortaleza no ano de 2017.



2.4 Conclusão

O Capítulo 2 apresentou a relação intrínseca entre a problemática da iniquidade de acesso ao transporte público, a política urbana e os processos de desenvolvimento socioespacial. No contexto brasileiro atual, em que percebem-se avanços legislativos e maiores investimentos na infraestrutura de transporte público, torna-se imprescindível uma distribuição da acessibilidade que atinja a população cativa do transporte público cumprindo, assim, a sua função social e permitindo maior acesso à cidade, alinhada aos princípios, diretrizes e objetivos da PNMU.

Além disso, o serviço de transporte público mais equitativo tem impactos no desenvolvimento urbano, com destaque para o sistema de BRT que, além de possuir grande potencial de eficiência operacional, também pode ser um instrumento de requalificação urbana e um catalisador de mudanças ambientais e sociais, como é o caso emblemático de Curitiba.

No caso do VLT de Fortaleza, foram necessárias diversas remoções de moradias em áreas de baixa renda, e isto gerou novos embates socioespaciais na cidade. A alternativa

do BRT parece consistir em estratégia de um sistema com menores impactos adversos e de redução mais rápida da iniquidade da acessibilidade.

3 ACESSIBILIDADE E EQUIDADE: UMA ABORDAGEM PARA AVALIAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO

Como foi apresentado no Capítulo 2, há um certo consenso, na literatura, sobre a importância de se integrar o planejamento dos transportes ao uso do solo, no sentido de alcançar um desenvolvimento urbano sustentável (BANISTER, 2002; GARCIA; MACÁRIO; LOUREIRO, 2013; GEURS; VAN WEE, 2004; LITMAN, 2017a; 2017b; LUCAS, 2004; MACÁRIO, 2012; MARTENS, 2017; VASCONCELLOS, 2001; 2012; WEGENER; FÜRST, 1999). Neste contexto, evidencia-se a necessidade de considerar os impactos dos transportes nas questões sociais, econômicas e ambientais. Destaca-se, também, a importância do transporte coletivo como elemento fundamental para um crescimento urbano socialmente justo, principalmente em países em desenvolvimento, nos quais existem profundas desigualdades (CERVERO, 2013a; CURRIE, 2004; 2010; VASCONCELLOS, 2000).

Neste capítulo serão apresentados os conceitos de Acessibilidade e Equidade, seguidos de uma breve revisão dos métodos de análise encontrados na literatura e discussão de suas propriedades, de modo a explorar as formas de avaliar a problemática da iniquidade da acessibilidade. As referências aqui apresentadas são apenas uma seleção representativa do assunto abordado, visto que a literatura é bastante extensa.

O capítulo inicia-se com a discussão conceitual de Acessibilidade, na seção 3.1, e de Equidade, na seção 3.2. Em seguida, são apresentados alguns métodos de avaliação do acesso equitativo do transporte coletivo, na seção 3.3. Conclui-se o capítulo abordando a importância de avaliações *ex post* da oferta do transporte com relação à inclusão de questões sociais.

3.1 Acessibilidade no Transporte

A palavra acessibilidade é abordada na literatura de formas distintas e abrange diversas perspectivas de estudo. Nos estudos urbanos, a acessibilidade se refere à localização da terra urbana e, conseqüentemente, à disponibilidade de serviços e infraestrutura de transporte. Pode, também, se referir ao desenho universal (acessível) de vias, calçadas e demais espaços públicos. Na área dos transportes, está relacionada ao modo de transporte utilizado e à eficiência das viagens. Existe ainda o conceito de “acesso” na engenharia de tráfego, que envolve as interseções em rodovias e vias. Nos estudos recentes, o conceito de acessibilidade passa a incorporar a relação intrínseca entre uso do solo e sistema de

transportes, abrangendo características de ambos os sistemas e sendo definida como o potencial de acessar múltiplos destinos e de interação social e econômico (HANDY; NIEMEIER, 1997). No campo dos transportes, a acessibilidade pode ainda ser subdividida em dois tipos de classificação: a macro acessibilidade e a micro acessibilidade. A primeira classificação está relacionada com a abrangência espacial do sistema de transportes, e caracteriza análises que utilizam medidas baseadas, por exemplo, nos tempos de viagem. A segunda classificação aborda o acesso físico e direto aos veículos ou destinos desejados, caracterizando análises que utilizam medidas que avaliam, por exemplo, as condições das calçadas (VASCONCELLOS, 2001).

Os indicadores de acessibilidade consistem, portanto, em medidas importantes para as análises, pois a acessibilidade se configura como objetivo principal das políticas de transportes (LITMAN, 2017a), principalmente daquelas de transporte público (VENTER, 2016). Sua importância também se deve ao fato de estar relacionada com o crescimento urbano e econômico, o que é relatado por vários autores (BARADARAN; RAMJERDI, 2002; MEYER; MILLER, 2001). Diante da teoria da localização, que discute uma direta causalidade entre a acessibilidade fornecida pelo sistema de transporte e o preço e uso da terra, Meyer e Miller (2001, p. 129) destacam que os impactos do sistema de transporte se refletem, principalmente, no uso do solo, na atividade econômica e nas relações sociais.

Confunde-se, muitas vezes, o termo acessibilidade com mobilidade, porém, a mobilidade, numa visão mais tradicional, é tida simplesmente como a habilidade de se movimentar. Essa visão não define o motivo e a forma pela qual o deslocamento é exercido pelas pessoas e, por isso, a mobilidade é relacionada às questões operacionais do transporte. O conceito de acessibilidade é um conceito mais amplo, que engloba a mobilidade e é utilizado em análises mais aprofundadas da conexão entre a oferta do sistema de transporte e a estrutura urbana, incluindo questões econômicas e sociais (VASCONCELLOS, 2001).

Os métodos convencionais de planejamento dos transportes comumente consideram o custo da viagem (monetário e tempo) e avaliam a performance do sistema através de análises do tráfego e da mobilidade. São adotados indicadores que abordam as condições das viagens motorizadas, como velocidade ou nível de serviço. Estes indicadores, apesar de poderem ser facilmente compreendidos, englobam aspectos ideais para análises na perspectiva do transporte individual motorizado e pouco consideram a perspectiva dos outros modos de transporte e o uso do solo (LITMAN, 2017a). Diante disso, Venter (2016) destaca que, atualmente, os métodos baseados em velocidade da viagem são alvo de muitas críticas. Primeiramente, porque ignoram as conexões entre transporte e uso do solo, fornecendo uma

representação incompleta do problema e orientando políticas que estimulam o crescimento espraiado. Em segundo lugar, por não considerar a equidade da mobilidade, visto que viagens que atingem maiores distâncias em menores tempos não representam mais mobilidade para todos. Estes métodos tradicionais vêm sendo substituídos, ou acompanhados, por análises da acessibilidade para avaliação de mudanças tanto nos transportes como no uso do solo, considerando os impactos sociais e econômicos (BANISTER, 2002; BARADARAN; RAMJERDI, 2002; GEURS; VAN WEE, 2004; HANDY; NIEMEIER, 1997; LUCAS, 2004; MACÁRIO, 2012; MARTENS, 2017; MEIER; MILLER, 2001; VASCONCELLOS, 2001; 2012; WEGENER; FÜRST, 1999).

Segundo Litman (2017a, p. 2), “o novo paradigma de planejamento requer uma análise de acessibilidade mais abrangente”, através de medidas que incluam indicadores de nível de serviço multimodal e modelos que representem os tempos e custos de viagem, englobando as atividades e o uso do solo, e priorizando o transporte coletivo e os modos não motorizados. Apesar de existir uma tendência na literatura de indicadores de acessibilidade que se limitam às medidas de mobilidade, Handy e Niemeier (1997) evidenciam que, ao serem definidos os objetivos da pesquisa, a perspectiva adotada para a avaliação da acessibilidade pode incluir os mais diversos indicadores, como medidas demográficas, socioeconômicas, de conectividade da rede, segurança, conforto e conveniência. Diante disto, as medidas de acessibilidade podem estar associadas a análises da distribuição das atividades e do serviço de transporte, de modo a identificar iniquidades e condições insuficientes de acesso (HANDY; NIEMEIER, 1997).

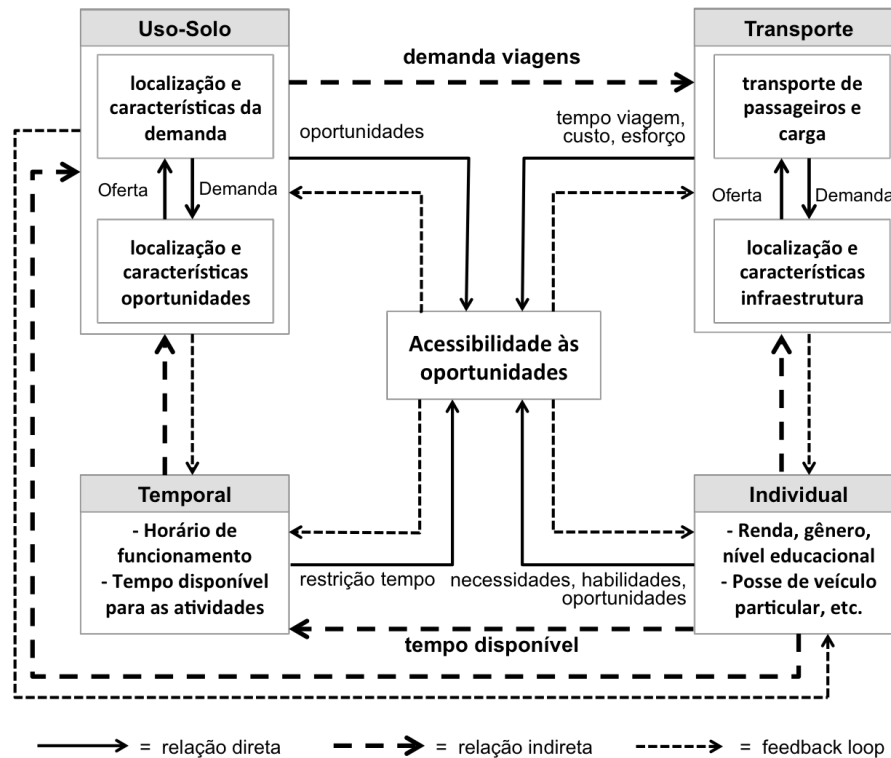
No trabalho de Geurs e Van Wee (2009) são destacadas duas principais perspectivas de análise, nas quais os autores diferenciam os conceitos de "acesso" e "acessibilidade". O conceito de acesso é usado para a perspectiva do usuário do transporte, englobando uma área em que a pessoa pode alcançar (que varia de acordo com o modo de transporte, custos e necessidades individuais) e as atividades existentes no destino. Já o conceito de acessibilidade é usado na perspectiva de localização, sendo a área que a envolve composta por pessoas, bens e informação, onde as viagens (origens e destinos) acontecem. Segundo Litman (2017a), é importante perceber que ao adotar uma perspectiva por pessoa (ou grupo de pessoas), modo de transporte, localização ou atividade, os resultados alcançados são específicos para o objeto em estudo, e não se configuram como resultados universais, ou seja, identificar avanços na acessibilidade para o transporte coletivo não significa que houve benefícios para o transporte não motorizado, ou demais modos. Portanto, não existe um método único para avaliar todos os fatores de acessibilidade e, para o planejamento de

transporte, é preciso sobrepor vários métodos, de modo a refletir diferentes impactos, escalas e perspectivas (LITMAN, 2017a, p. 35). De acordo com Duranton e Guerra (2016), os esforços em quantificar e analisar a oferta de acessibilidade são desafiadores, tanto no quesito conceitual como empírico, e isso resulta da grande variedade de abordagens na literatura e pouca aplicação no planejamento de políticas públicas. Diante desta grande variedade de definições e métodos, Geurs e Van Wee (2004) identificam que as medidas de acessibilidade podem incorporar quatro componentes:

- a) uso do solo, que inclui a localização e as características da origem e do destino das viagens;
- b) transporte, que inclui a qualidade e a performance da rede e do serviço;
- c) componente temporal, que inclui a disponibilidade de oportunidade em diferentes momentos do dia;
- d) componente individual, que inclui as necessidades, habilidades e oportunidades dos indivíduos.

Na abordagem de Lucas (2004) é adicionada a esta lista a questão cognitiva, mas este componente pode ser incluído ao componente individual, visto que consiste na habilidade do indivíduo em interagir com o sistema de transporte. Essa relação entre os componentes de Geurs e Van Wee é apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Relação entre os componentes de acessibilidade.



Fonte: Adaptação de Geurs e Van Wee (2004).

A partir desses componentes, Geurs e Van Wee (2004) categorizam quatro tipos de medidas para o cálculo da acessibilidade, que são medidas baseadas em infraestrutura, localização, indivíduo e utilidade, representadas na Tabela 1. Os autores afirmam que um método ideal teria que levar em conta todos os quatro componentes, mas reconhecem que, na prática, a aplicação de medidas de acessibilidade depende do propósito, situação da análise e condições de levantamento dos dados, resultando em estudos diversos, que incorporam apenas uma parte destes componentes. Nesta matriz de medidas e componentes da acessibilidade, considera-se que, para cada perspectiva de medida, há um foco em determinados componentes, muitas vezes ignorando elementos relevantes da acessibilidade. Isso acontece, por exemplo, nas medidas com base em infraestrutura, que não incluem componentes do uso do solo, ou seja, os indicadores de nível de serviço (velocidade, tempo e custos) não são sensíveis às mudanças na distribuição espacial das atividades (GEURS; VAN WEE, 2004). Em Handy e Niemeier (1997), enfatiza-se que as medidas diferem pela sofisticação com que refletem o comportamento da viagem e que, devido à natureza espacial da acessibilidade, é fundamental a desagregação espacial dos dados utilizados. Esta pode ser por zona, residência, indivíduo, ou outro, de modo que, quanto menor o grupo, melhor a

desagregação. Contudo, é preciso levar em conta a praticidade do levantamento dos dados e a confiabilidade destes.

Tabela 1 – Perspectivas em Acessibilidade e seus componentes.

Medidas com base em:	Componentes			
	Transporte	Uso do Solo	Temporal	Individual
Infraestrutura	Velocidade, tempo perdido no congestionamento		período hora-pico; período 24h	Viagem baseada na estratificação (casa - trabalho; negócio)
Localização	Tempo de viagem e custos entre locais de atividades	Quantidade e distribuição espacial da demanda e/ou oferta de oportunidades	Tempo de viagem e custos podem diferir (entre horas do dia, dias da semana ou estação)	Estratificação da população (renda, nível educacional)
Indivíduo	Tempo de viagem entre locais de atividades	Quantidade e distribuição espacial da oferta de oportunidades	Restrições temporais e tempo disponível para atividades	Acessibilidade analisada no nível individual
Utilidade	Custo de viagem entre locais de atividades	Quantidade e distribuição espacial da oferta de oportunidades	Diferença no tempo de viagem e custos (entre horas do dia, dias ou estação)	Utilidade deriva do indivíduo ou de um grupo homogêneo de indivíduos

Fonte: Geurs e Van Wee (2004).

A avaliação da acessibilidade do transporte consiste em um desafio, pois diferentes questões de planejamento exigem diferentes métodos para explicar o comportamento do usuário e para abranger diversos modos, escalas e perspectivas (LITMAN, 2017a, p. 6) e, de fato, “encontrar um conceito teórico e operacional de acessibilidade é bastante difícil e complexo” (GEURS; VAN WEE, 2004). Percebe-se que os atuais métodos, encontrados na literatura, geralmente abrangem medidas de infraestrutura e utilidade, e os métodos que abrangem a localização e os indivíduos são mais simples. Segundo Geurs e Van Wee (2004), é preciso aperfeiçoar as estratégias atuais de avaliação dos impactos sociais e econômicos da acessibilidade do transporte.

3.2 Equidade no Transporte

Nesta seção serão enfatizados os diferentes aspectos da equidade e como estes aspectos conduzem à seleção das medidas para avaliação do transporte. Não se constitui como

propósito deste trabalho fazer uma revisão e comparação das diferentes filosofias sociais que definem a equidade.

Um dos principais papéis do planejamento de transportes é garantir a justa distribuição dos recursos. Contudo, a ideia de justiça pode abranger diferentes situações e, além disso, está relacionada com prioridades políticas claramente estabelecidas (BANISTER, 2002). Em muitos casos, a equidade é confundida com os conceitos de justiça e igualdade, e geralmente possui duas abordagens: a vertical e a horizontal (BANISTER, 2002; COWELL, 2009; LITMAN, 2017b; WELCH; MISHRA, 2013). Segundo Welch e Mishra (2013), atribui-se à equidade vertical uma definição mais ampla, onde, no contexto do transporte público, os recursos são distribuídos entre os usuários de acordo com as suas diferentes necessidades. Enquanto a equidade horizontal está relacionada ao tratamento igualitário das pessoas com meios iguais, portanto, no contexto dos transportes consiste na oferta dos serviços igualmente para todos os usuários. Estes conceitos são bastante explorados em Litman (2017b), que inclui a subdivisão da equidade vertical em duas categorias: vertical em relação à renda e classe social, e a vertical em relação às necessidades e habilidades. A primeira consiste em medidas que compensam as desigualdades sociais através do acesso ao transporte. A segunda contempla os grupos de pessoas com mobilidade reduzida através do desenho universal e inclusivo. Com isso, deve-se definir a equidade (vertical ou horizontal) de acordo com o tipo de análise que se pretende fazer, visto que são diversas as unidades de medidas e os impactos que podem ser considerados e que podem afetar substancialmente os resultados (BANISTER, 2002; COWELL, 2009; LITMAN, 2017b). A utilização do conceito de equidade na área dos transportes pode considerar, portanto, não somente o aspecto da renda, mas também outras questões de interesse, como os impactos ambientais, os tempos de viagem e os níveis de acessibilidade (GEURS; RITSEMA VAN ECK, 2001). Na Tabela 2, Litman (2017b) revisa as variáveis que afetam as análises da equidade do transporte.

Tabela 2 - Tipos, impactos, unidades de medidas e categorias que podem ser consideradas em análises de equidade.

Tipos de Equidade	Impactos	Medidas	Categorização
<p>Horizontal Tratamento igualitário das pessoas</p> <p>Vertical em relação à renda e classe social Acessibilidade ao transporte e à habitação; Impactos em comunidades de baixa renda; Descontos em tarifas; Empregos em indústrias; Qualidade do serviço em áreas de baixa renda</p> <p>Vertical em relação às necessidades e habilidades Desenho universal Mobilidade especial Estacionamento exclusivo Qualidade de serviço para não-motoristas</p>	<p>Instalações e serviços públicos Planejamento e projeto Subsídios; Alocação do espaço da via; Participação pública</p> <p>Custos e Benefícios Mobilidade e Acessibilidade; Taxas</p> <p>Qualidade do Serviço Qualidade de vários modos; Trânsito; Desenho universal.</p> <p>Impactos Externos Congestionamento; Acidente; Poluição; Efeito barreira; Impactos estéticos; Coesão comunidade</p> <p>Impactos econômicos Oportunidades; Empregos e atividades comerciais.</p> <p>Regulamentação e Execução Regulação do tráfego e de riscos especiais</p>	<p>Per capita Per Adultos Per Passageiro ou horário-pico Per Família</p> <p>Unidade de Viagem Per veículo-km Per passageiro-km Per viagem Per Passageiro ou horário-pico</p> <p>Per custo monetário Per taxas Per subsídios Recuperação de custos</p>	<p>Demográficos Idade; Tipo familiar; Raça e grupo étnico</p> <p>Classe de Renda Quintis; Linha de pobreza; áreas de baixa renda</p> <p>Habilidade Pessoas c/ deficiências; Motoristas</p> <p>Localização Jurisdições; Bairro e rua; Urbano, suburbano, rural</p> <p>Usuários do modo Pedestres; Ciclistas; Motociclistas; Motoristas; Usuários de transporte público</p> <p>Indústria Frete; Transporte público; Indústrias automotivas e de combustível</p> <p>Motivo de viagem Emergência; Viagem pendular; Comercial (frete) Recreativo (turista)</p>

Fonte: Litman (2017b), tradução da autora.

O conceito de equidade na acessibilidade do transporte público pode ser melhor expressado pela equidade vertical, pela ideia de justiça, ou, de “igualdade moral”, de modo que o serviço tem a função de fornecer oportunidades iguais ao grupo que utiliza o transporte (LEMANS, 2016). Isso significa que as políticas públicas devem considerar as externalidades do transporte, que estão relacionadas tanto aos aspectos positivos, por exemplo o estímulo ao desenvolvimento econômico e regional através da acessibilidade, quanto aos aspectos negativos como, por exemplo, a necessidade de reduzir a poluição sonora e atmosférica e as situações de exclusão social pela iniquidade do acesso ao transporte (BANISTER, 2002). Portanto, nas políticas de transporte, a equidade se refere, de um modo geral, à distribuição dos impactos da infraestrutura, sendo estes impactos os benefícios (positivos) ou os custos (negativos) para o usuário (LITMAN, 2017b; VASCONCELLOS, 2001).

Os impactos das políticas e projetos de transportes na equidade podem abranger diversos aspectos como, por exemplo, a questão social, com o favorecimento de determinados grupos em detrimento de outros, ou o aspecto econômico, que envolve o acesso às atividades, o impacto no preço do solo no entorno da infraestrutura e o desenvolvimento de determinadas áreas urbanas (LITMAN, 2017b). Diante disso, Ramjerdi (2006) afirma que a questão central nas análises da equidade do transporte é a definição da dimensão de equidade a ser abordada (justiça, direitos, oportunidades, renda, bem-estar, utilidade, dentre outros). A autora ainda pontua que um método adequado teria que adotar diversos indicadores como referência, visto que a problemática da iniquidade do transporte pode ser avaliada através de diversas medidas, as quais abrangem normativas diferentes. De acordo com Rosenbloom e Altshuler (1977 *apud* BANISTER, 2002) no contexto da equidade do transporte urbano são identificados três contextos principais:

- a) a tarifa do serviço, que pode refletir o custo real do serviço, ser subsidiada ou cobrada através de uma tarifa única, zonal ou por seções;
- b) a igualdade de distribuição do serviço;
- c) a distribuição de acordo com a necessidade.

Estes três contextos estão diretamente relacionados com a função social do transporte, pois afetam diretamente na forma como os grupos sociais utilizam o serviço e se deslocam no espaço. Portanto, as diversas iniciativas do setor público como a garantia de tarifas justas à população cativeira do transporte e o investimento no transporte coletivo em áreas de baixa renda, reduzem os problemas de trânsito e a desigualdade social enfrentados hoje nas grandes cidades e permitem o maior acesso da população de baixa renda às atividades urbanas, além de reduzir os custos (monetários e tempo) dos deslocamentos dessas pessoas, que passam a ter melhores condições de vida. Estas iniciativas têm como principal objetivo o aumento da acessibilidade não somente através de melhorias na performance da rede (oferta do sistema), mas, especialmente, através da garantia da equidade do serviço.

A questão da exclusão social passa a ser incluída nas análises de transporte desde o início dos anos 1990, sendo recorrente a consideração dos custos sociais através da distribuição dos impactos da infraestrutura de transporte e sua relação com a localização espacial de determinados grupos sociais, como a população de baixa renda, ou com determinadas áreas geográficas (MEYER; MILLER, 2001). Vários autores reportam evidências empíricas da exclusão social como resultado de problemas nos transportes (FRANSEN *et al.*, 2015). Nos estudos de Delbosc e Currie (2011a) e Lucas (2004), análises exploratórias de estudos de caso demonstram a importância de avaliar a distribuição espacial

do nível do serviço de transporte público e a distribuição de grupos ou atividades com maior demanda pelo transporte, no sentido de identificar situações de iniquidade de acesso.

3.3 Métodos de Avaliação da Acessibilidade e Equidade do Transporte

No âmbito dos transportes, as análises de acessibilidade têm sido aplicadas com o objetivo descritivo, explanatório, avaliativo e com o propósito de auxiliar o planejamento normativo (VENTER, 2016). Há um número extenso de revisões na literatura dos métodos e indicadores de Acessibilidade (EL-GENEIDY; LEVINSON, 2006; GEURS; VAN WEE, 2004; 2009; HANDY; NIEMEIER, 1997; LITMAN, 2017a) com a percepção fundamental de que não existe um método único para as análises e que os indicadores são selecionados de acordo com o propósito do estudo. Os estudos que avaliam a acessibilidade do transporte público baseiam-se, normalmente, em análises quantitativas dos impactos, avaliando a qualidade do serviço de acordo com os tempos de viagem: quanto maiores os tempos, menores são os níveis de acessibilidade. Desse modo, são utilizados indicadores relacionados ao nível de serviço do sistema, como o acesso às paradas e estações, cobertura do transporte, velocidade e capacidade do veículo, dentre outras. Esta abordagem também pode estar associada à uma avaliação qualitativa, que inclui mais informações da viagem através de análises origem-destino. Além disso, existem as medidas de acessibilidade que consideram a distribuição do transporte e a demanda da população. Neste caso, diferencia-se o acesso (perspectiva do indivíduo) e a acessibilidade (localização do serviço), sendo possível verificar se a distribuição do sistema é coerente com a necessidade dos usuários, incluindo o princípio da equidade.

Apesar das ações de planejamento se mostrarem mais atreladas ao mercado e aos interesses políticos, com pouca consideração da equidade, percebe-se uma crescente preocupação com os impactos do transporte nas questões sociais (BANISTER, 2002). Do mesmo modo, como acontece com a acessibilidade, existem diversos estudos que revisam a equidade (COWELL, 2009; LITMAN, 2017b; LUCAS, 2004; RAMJERDI, 2006) e o que se percebe é uma grande variedade de tipos de equidade considerados (vertical e horizontal) e de medidas que representam a equidade do transporte, podendo estas análises estar inseridas em contextos econômicos, sociais ou ambientais. Segundo Cowell (2009), as formas mais comuns de representar a iniquidade em um grupo heterogêneo de pessoas é através de diagramas, medidas de desigualdade e rankings. Estas medidas de desigualdade são usualmente representados por medidas estatísticas. As análises do acesso equitativo do

transporte apresentam diversas abordagens na literatura e, diante disso, foram reunidos na Tabela 3 alguns métodos de avaliação da acessibilidade e equidade do transporte público que podem contribuir com a presente pesquisa.

Tabela 3 - Revisão dos métodos de avaliação da acessibilidade equitativa do transporte público.

Autor	Índice	Dados utilizados	Ano
TfL	PTAL	Frequência e cobertura do transporte.	2008
Currie	Oferta do transporte	Demográficos, posse de veículo, frequência, cobertura do transporte, tempo de viagem.	2004; 2010
Delbosc e Currie	Oferta do transporte, Curva de Lorenz e Coeficiente de Gini	Demográficos, posse de veículo, frequência, cobertura do transporte, tempo de viagem.	2011
Welch e Mishra	Conectividade do transporte, Curva de Lorenz e Coeficiente de Gini	Frequência, velocidade, distância, capacidade e uso do solo.	2013
Saghapour, Moridpour e Thompson	PTAI	Tempo de caminhada, frequência do transporte, demográficos, pontos de interesse (uso do solo).	2016

Fonte: Elaborado pela autora.

Com o aumento de disponibilidade de ferramentas de georreferenciamento e dados do serviço do transporte, alguns estudos focam seus esforços no uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para analisar a rede de transporte, avaliando diferentes aspectos como mobilidade, acessibilidade, conectividade e equidade. Segundo Currie (2010), neste tipo de abordagem tem-se como grande contribuição o indicador de nível de acessibilidade do transporte público, PTAL (*Public Transport Accessibility Level*), produzido pelo Departamento de Transportes de Londres. Este consiste num índice de cobertura do transporte e classificação do serviço ofertado na escala de 1 (baixo acesso) a 6 (acesso excelente), tanto para o contexto rural como urbano. Através do PTAL é possível avaliar a acessibilidade local do transporte público, que é calculada com base nos tempos de viagem entre origem e destino, incluindo os tempos de caminhada até as paradas, o tempo de espera nas paradas, o tempo de caminhada até o destino e pontos de interesse, a frequência e confiabilidade do serviço. Currie (2010) ainda destaca a importância de considerar, nas análises, setores específicos da população, com base em dados socioeconômicos e demográficos (renda, idade, posse de veículo, entre outros), e a distribuição destes grupos na área de estudo. Diante disso, Saghapour, Moridpour e Thompson (2016) apresentam um índice de acessibilidade do transporte público inspirado no PTAL, o PTAI (*Public Transport*

Accessibility Index), para quantificar a acessibilidade da rede de transporte público à determinados pontos de interesse mas considerando a densidade populacional na área de influência das paradas.

Nos métodos que consideram a cobertura do transporte e a densidade populacional os esforços são no sentido de compreender e avaliar os impactos. Nas pesquisas de Currie (2004; 2010), Delbosc e Currie (2011a) e Welch e Mishra (2013), o conceito de lacunas de demanda (“*need-gap*”) é utilizado e consiste em identificar espacialmente as lacunas entre a oferta do sistema de transporte e a demanda da população usuária do serviço. No trabalho de Currie (2004), os dados sociodemográficos do censo foram utilizados para identificar a demanda relativa do transporte no setor censitário, através da seleção de alguns grupos sociais em desvantagem, como adultos sem posse de automóvel e com baixa renda. Em seguida, foi realizada a modelagem da rede de transporte público com base nos custos generalizados da viagem entre os setores e destinos próximos (para diversos motivos de viagem), de modo a representar a qualidade da oferta, para, por fim, a acessibilidade dos grupos que possuem maior demanda por transporte ser avaliada, identificando espacialmente as maiores lacunas. Em Currie (2010) esta metodologia é refinada com a avaliação da cobertura do transporte através de ferramentas de SIG e da inclusão do conceito de abrangência do transporte no índice de oferta, “*supply index*” (SI) de Currie (2004), apresentado na Equação 1.

$$SI_{sc} = \sum_N \left(\frac{A_{Bn}}{A_{sc}} \times NS_{Bn} \right) \quad (1)$$

O índice de oferta é composto por medidas de frequência do serviço e distância de acesso, que representam o nível de serviço do transporte em cada parada da área de estudo e a qualidade do acesso ao transporte público nos setores censitários. O atributo SI_{sc} é o índice da oferta do transporte no setor censitário (sc), N é o número de buffers referentes à abrangência das paradas, B_n é o buffer n para cada parada em cada setor censitário, A é a área em quilômetros quadrados e NS é a medida do nível de serviço, baseada no número de chegadas de veículo por semana (CURRIE, 2010). Nesta abordagem, a abrangência das paradas consiste em um círculo com raio equivalente à distância de caminhada para as paradas, medida adotada de acordo com o modo de transporte analisado:

- a) Raio de 400 metros para acesso às paradas de ônibus e *tram*;
- b) Raio de 800 metros para acesso à estação de trem.

Em Delbosc e Currie (2011a) são apresentados alguns métodos que comparam a distribuição espacial do nível do serviço de transporte público com a distribuição de grupos

ou atividades com maior demanda pelo transporte. Primeiramente, os autores apresentam alguns estudos que avaliam a equidade vertical, ou seja, que levam em consideração os diversos grupos sociais, como acontece em Currie (2004) e, em seguida são apresentados aqueles que abordam a equidade horizontal, por exemplo o estudo de Minocha *et al.* (2008) que reporta a distribuição do transporte com relação à distribuição dos empregos. Diante desta revisão da literatura, Delbosc e Currie (2011a) identificam, como limitação desses estudos, o fato de enfocarem o acesso físico à cada parada e estação e não apresentarem um valor único que represente a equidade do sistema.

Os mesmos autores desenvolveram um método que consiste em usar a curva de Lorenz para comparar, graficamente, a oferta do transporte e a distribuição da população (total e classificada por idade, renda e posse de veículo) e empregos. Com a curva de Lorenz é possível chegar ao coeficiente de Gini, uma medida matemática que compara a curva de total equidade com a do cenário analisado, representando o grau de desigualdade. Os autores concluem que este é um método relativamente simples, pois adota medidas fáceis de serem aplicadas para equidade horizontal e vertical do transporte, em macro escala, com relevância para a análise da acessibilidade.

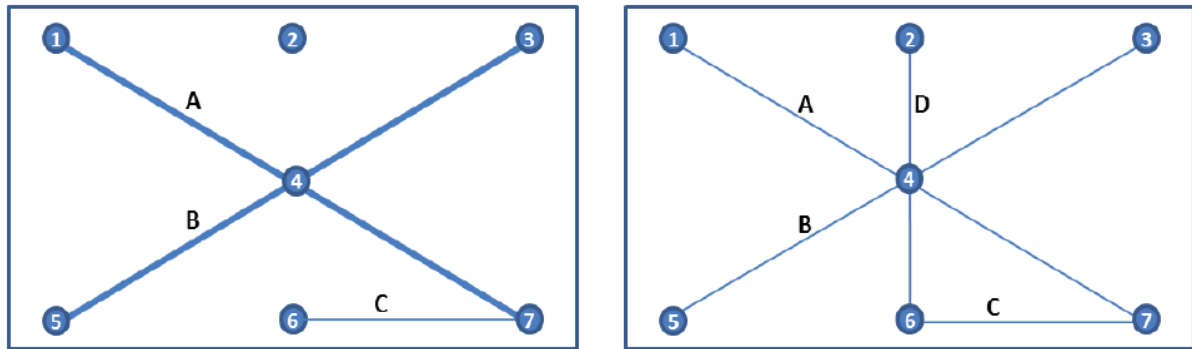
Seguindo a linha de pesquisa de Delbosc e Currie (2011a), Welch e Mishra (2013) aprofundam o conceito de lacunas de demanda de Currie (2004) e estimam a equidade horizontal do transporte. Os autores apresentam um índice de conectividade (P_{ij}) (Equação 2), que considera medidas de frequência (F_i), velocidade (V_i), distância (D_{ij}), capacidade (C_i), transbordo ou baldeação (T_{ij}) e densidade de atividades (A_{ij}).

$$P_{ij} = \alpha(C_i \times \frac{60}{F_i} \times H_i) \times \beta V_i \times \gamma D_{ij} \times \delta A_{ij} \times \varphi T_{ij} \quad (2)$$

O índice é inicialmente calculado para a escala das linhas em todos os modos de transporte coletivo e, em seguida, é calculado para a escala das paradas (ou estações) e dos setores censitários. Segundo Lemans (2016), apesar do esforço de Welch e Mishra em propor um método mais robusto com a inclusão das características de uma rede multimodal, através dos transbordos, e do uso do solo, através da densidade de atividades, esses atributos apresentam algumas ressalvas. O parâmetro de transbordo não reflete todas as situações possíveis em uma rede multimodal de transporte, pois só leva em consideração o número de linhas incidentes na parada e não seus trajetos, ou seja, é possível ter, em um cenário, linhas com alta capacidade cobrindo poucas paradas e, em outro cenário, linhas com baixa capacidade, mas cobrindo um número maior de paradas. Esta situação foi demonstrada por Lemans na Figura 11, na qual são apresentados dois cenários. À esquerda apresenta-se um

exemplo com duas linhas de transporte A e B, com maior capacidade, mas que não conectam todas as paradas, não acessam a parada 2, sendo necessária uma baldeação na parada 7 para acessar a parada 6. No exemplo da direita, tem-se quatro linhas de menor capacidade (A, B, C e D), mas que acessam todas as paradas.

Figura 11 - Linhas com alta capacidade versus linhas com baixa capacidade cruzando a parada/estação 4.



Fonte: Lemans (2016).

Em relação ao parâmetro de densidade de atividades, Lemans (2016) destaca que este considera a razão entre a atividade (soma de população e empregos) e a área total do setor censitário, ou seja, quanto maior a densidade de atividades maior será a acessibilidade do setor. Contudo, este parâmetro não reflete qualidade da distribuição do serviço, pois pode-se ter uma configuração urbana na qual os setores com maior área e menor densidade de atividades são bem servidos pelo transporte (LEMANS, 2016).

Por fim, Welch e Mishra (2013) concluem a proposta de método de pesquisa com uma análise da conectividade de cada setor censitário em relação à distribuição populacional, em seis cidades, através da fórmula do coeficiente de Gini. Eles comparam os resultados com o objetivo de examinar a equidade da rede multi-modal de transportes. Os autores destacam que o método proposto, com a estimação do coeficiente de Gini, tem a finalidade de estabelecer um quadro comparativo entre os cenários analisados, de modo a inferir sobre a relação entre a configuração da rede e a situação de equidade, visto que os valores extremos para o coeficiente de Gini são, geralmente, improváveis de se encontrar. O que se espera constatar nas análises são valores de iniquidade próximos a zero (WELCH; MISHRA, 2013):

- a) O valor de zero para o coeficiente de Gini representa a situação de total equidade de uma distribuição;
- b) O valor de um para o coeficiente de Gini representa a situação de total iniquidade de uma distribuição.

É interessante observar que, nos trabalhos revisados para esta pesquisa, percebe-se que os métodos adotados, normalmente, seguem dois passos: inicialmente com o cálculo de medidas de acessibilidade e mobilidade para uma determinada escala de análise do serviço de transporte público e, posteriormente, com a análise da distribuição destas medidas na população através de mapas e gráficos. O coeficiente de Gini e a curva de Lorenz se mostraram indicadores bastante eficazes para medir a equidade da distribuição do serviço de transportes. Autores como Delbosc e Currie (2011a), Ramjerdi (2006) e Geurs e Ritsema van Eck (2001), apresentam o coeficiente de Gini como um indicador com o qual é possível alcançar um valor numérico que reflete a qualidade da distribuição, permitindo a comparação de resultados de cenários distintos ou de áreas distintas.

3.4 Conclusões para Avaliação Ex-post do Transporte Público

O processo de avaliação do transporte pode ser feito *a priori* ou *ex ante*, que consiste em analisar alternativas de planos e projetos que serão implementados no futuro, ou pode ser uma avaliação *a posteriori* ou *ex post*, que avalia projetos e programas após a sua implantação. De um modo geral, observa-se na literatura uma predominância de estudos e análises *ex ante*, apesar de haver um consenso da importância de avaliações *ex post*. Estes últimos permitem identificar os reais impactos e a eficiência da infraestrutura implantada, comparando o previsto com o resultado final (NICOLAISEN; DRISCOLL, 2016).

As vantagens de análises *ex post* vão além da identificação dos impactos do projeto. Estas análises permitem uma caracterização do cenário atual, de modo a fornecer subsídios para o planejamento estratégico futuro, e funcionam como uma validação das modelagens realizadas anteriormente. Além disso, Meyer e Miller (2001) destacam que essas avaliações podem abranger impactos positivos e negativos em escalas ambientais, sociais e econômicas. De acordo com os autores, uma das perspectivas de avaliações *ex post* é em relação à equidade, com a avaliação de como diferentes grupos sociais são afetados. Portanto, as análises da distribuição dos impactos dos transportes através de ferramentas de SIG e de medidas de equidade constituem uma etapa importante no processo de avaliação e monitoração de projetos e planos de transporte.

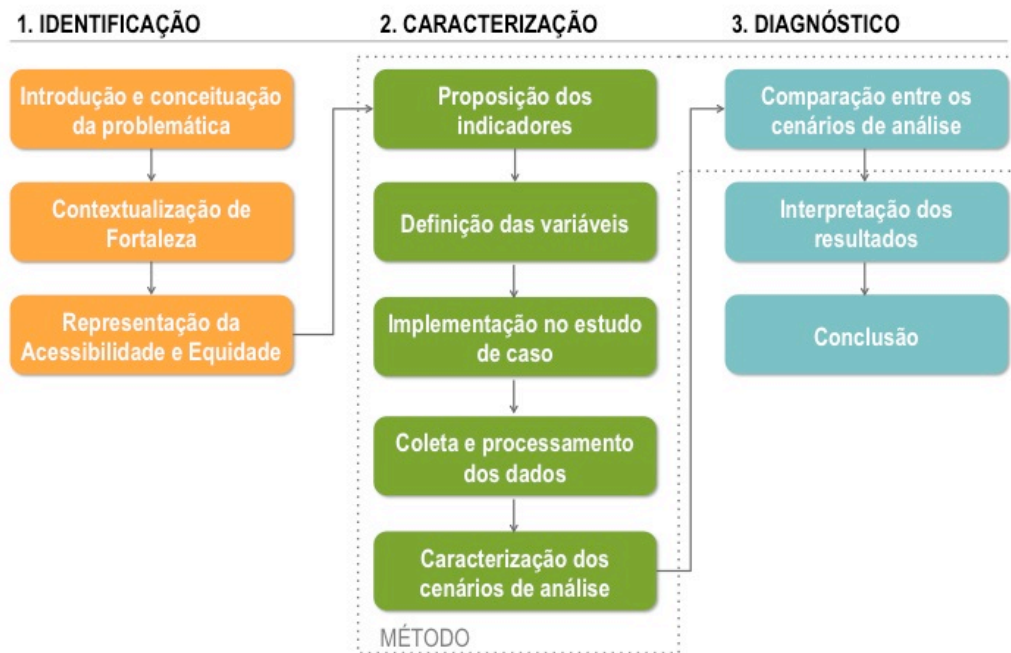
4 O IMPACTO DO BRT NA ACESSIBILIDADE E EQUIDADE

Vasconcellos (2000) afirma que as políticas de transporte utilizam instrumentos técnicos para negociar politicamente a distribuição da acessibilidade entre classes e grupos sociais, e isso torna o processo de planejamento parcial, pois sempre existirão uns usuários beneficiados e outros prejudicados. O autor também destaca que, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, o padrão de distribuição da acessibilidade favorece majoritariamente as necessidades da classe média, o que torna a análise social dos transportes indispensável ao processo de planejamento. A problemática da iniquidade da distribuição da acessibilidade do transporte público se configura como um fenômeno complexo, que envolve fatores urbanos e dos transportes. Portanto, compreender e avaliar esta problemática exige uma sistematização teórico-conceitual, como a realizada nos capítulos anteriores, e metodológica, a ser apresentada neste capítulo. A proposta desta pesquisa é avaliar o impacto de uma infraestrutura de transporte público no acesso equitativo da população, em um estudo de caso, através da comparação dos cenários anterior e posterior à sua implantação. Este capítulo tem início com a apresentação da metodologia da pesquisa, que é constituída de três etapas: identificação da problemática (realizada nos Capítulos 1, 2 e 3), caracterização da problemática (realizada nos Capítulos 4 e 5) e diagnóstico (realizada nos Capítulos 5 e 6).

4.1 Proposta Metodológica

A sistematização metodológica desta pesquisa consiste numa releitura da estrutura do processo de compreensão da problemática para o Planejamento Integrado, proposta por Soares (2014). A Figura 12 apresenta o fluxograma com as três etapas para compreensão da problemática da iniquidade do acesso ao transporte público.

Figura 12 - Proposta metodológica para compreensão da problemática da iniquidade do acesso ao transporte público.



Fonte: Adaptado de Soares (2014).

A primeira etapa, denominada Identificação da Problemática, consiste na definição do objeto de estudo e na delimitação do problema. Esta etapa é composta, inicialmente, pela subetapa Introdução e Conceituação da Problemática, na qual são apresentadas as questões e os objetivos da pesquisa, bem como os conceitos que envolvem a problemática da iniquidade do acesso. A partir disso, tem-se a subetapa Contextualização de Fortaleza, onde são abordadas as características sociais e da infraestrutura do sistema de transporte público da cidade de Fortaleza, que consiste no estudo de caso da pesquisa. Por fim, na subetapa Representação da Acessibilidade e Equidade, os conceitos são aprofundados e é feita uma revisão na literatura dos métodos e indicadores de avaliação da acessibilidade e equidade do transporte público.

A segunda etapa da metodologia, Caracterização da Problemática, é composta por cinco subetapas que permitem analisar quantitativamente a problemática. Nesta etapa é proposto um método para avaliação da infraestrutura de transporte público, que é iniciado com a subetapa Proposição dos Indicadores, com a finalidade de selecionar as medidas de desempenho da acessibilidade e da equidade do transporte. Em seguida, na Definição das Variáveis, selecionam-se as variáveis explicativas que irão compor os indicadores, com base na literatura revisada, e é apresentado o processo de aplicação do conjunto de indicadores. A terceira subetapa, Estudo de Caso, apresenta a delimitação da área de estudo, bem como, as

principais características da área estudada e da infraestrutura de transporte público avaliada. Na quarta subetapa, Coleta e Processamento de Dados, são coletados e apresentados os dados disponíveis para o estudo de caso, os quais são organizados e tratados com o auxílio de ferramentas estatísticas e de um sistema de informação geográfica (SIG). A última subetapa, Caracterização dos Cenários de Análise, consiste na apresentação dos resultados de cada medida de desempenho para os cenários anterior e posterior à implantação da infraestrutura. Estes resultados são apresentados através de tabelas, gráficos, diagramas e mapas de cores que, permitem uma melhor compreensão para as análises quantitativas e qualitativas realizadas nas etapas seguintes.

O Diagnóstico é a etapa final da compreensão da problemática. Através da subetapa Comparação entre os Cenários de Análise, que também faz parte do método de avaliação, é possível verificar a mudança relativa da equidade do acesso entre os dois cenários e, assim, identificar as áreas no estudo de caso que foram beneficiadas com a infraestrutura de transportes. Em seguida, a subetapa Interpretação dos Resultados se configura como uma etapa qualitativa, que analisa o impacto dos resultados para a equidade do acesso no estudo de caso, através da sobreposição espacial dos dados sociodemográficos e daqueles referentes à mudança relativa dos indicadores de acessibilidade e equidade. A Conclusão consiste em uma etapa de síntese dos resultados encontrados e sua relação com a problemática identificada, apresentando os objetivos alcançados e as implicações do método proposto, bem como sugestões para trabalhos futuros.

4.2 Método de Avaliação do Impacto do Transporte na Acessibilidade e na Equidade

O método proposto para avaliação dos impactos do transporte no acesso equitativo abrange dois objetos de estudo, a acessibilidade e a equidade do transporte público. O objetivo é complementar as metodologias tradicionais de avaliação dos transportes, destacando a importância analítica do conceito de equidade e incluindo as questões sociais, consideradas imprescindíveis para uma análise mais abrangente. A identificação das medidas e abordagens que se adequam melhor aos objetivos desta pesquisa foi possível através da revisão dos métodos, apresentada no Capítulo 3, e da definição dos seguintes aspectos:

- a) Tipo de acessibilidade estudada: a macro acessibilidade;
- b) Tipo de equidade estudada: a equidade vertical;
- c) Medidas de acessibilidade desejadas: aquelas que estão no âmbito do nível de serviço do transporte;

- d) Forma como os resultados devem ser apresentados: através da comparação da distribuição espacial do nível de serviço do transporte com a distribuição de grupos com maior demanda;
- e) Forma como os resultados devem ser utilizados: neste caso, para quantificar e analisar os efeitos da distribuição do serviço do transporte, conforme o critério de equidade.

Com estas definições, é possível orientar a abordagem do método proposto, que tem o objetivo de verificar as hipóteses de mudança nos níveis de acessibilidade e aumento da equidade do acesso na área de estudo após a implantação da infraestrutura de BRT. O método tem início através da seleção dos indicadores de acessibilidade e equidade, seguido pela delimitação da área de estudo para, a partir desta, coletar os dados. Os dados foram organizados utilizando o *software* QGIS (QGIS, 2016) e a linguagem Python (MILLER; RANUM, 2018), com os quais é realizado o cálculo dos indicadores de acessibilidade e equidade. Os resultados dos indicadores para os cenários anterior e posterior à implantação da infraestrutura são, por fim, comparados, de modo a identificar espacialmente os impactos do transporte.

Os indicadores de acessibilidade incluem as variáveis baseadas na oferta do transporte e são calculados para três escalas de análise: a escala das linhas de ônibus, das paradas de ônibus e dos setores censitários. Os resultados de acessibilidade são então apresentados em mapas de cores da área de estudo, para as escalas das paradas e dos setores censitários. Isso é feito para o cenário anterior à implantação do BRT, com dados de 2015, para o cenário posterior à implantação do BRT, com dados de 2017 e, por fim, para a mudança relativa entre os dois cenários. São elaborados três mapas para a escala das paradas, representando um nível de análise mais detalhado da distribuição da acessibilidade, e três mapas para a escala dos setores censitários, que representam a distribuição local, visto que o setor censitário é a menor unidade territorial na qual são agregados os dados sociodemográficos do censo (IBGE, 2011).

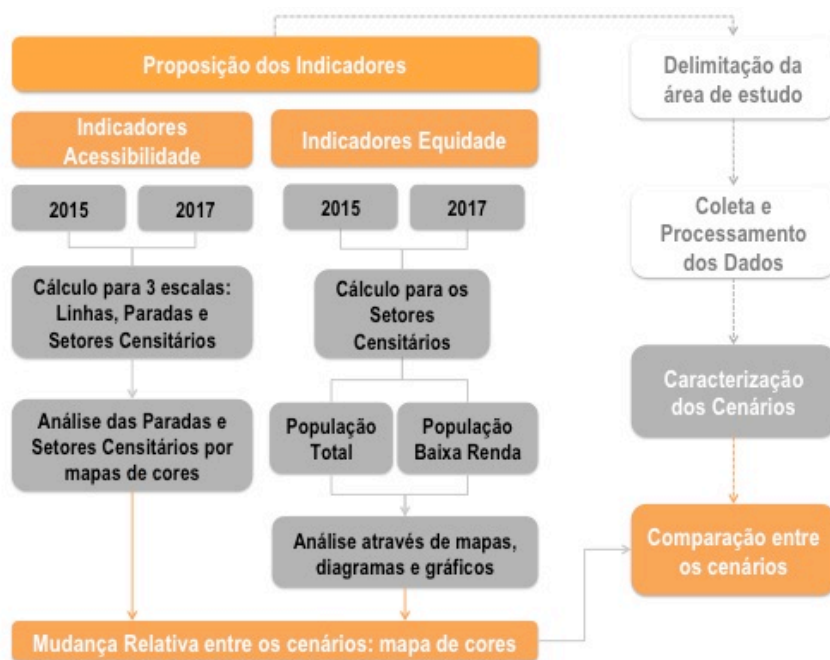
O processo seguinte é a avaliação da distribuição da acessibilidade nos setores censitários através do cálculo dos indicadores de equidade, os quais são baseados medidas estatísticas e no coeficiente de Gini. Nesta abordagem, a variável acessibilidade no setor censitário é comparada ao dado de população total e renda média mensal por domicílio, para os dois cenários de análise. A utilização do dado de população total simplifica o método, visto que este é um dado de mais fácil obtenção do que, por exemplo, os dados de atração de viagens (empregos, escolas, e outras atividades) por setor censitário (LEMANS, 2016).

Portanto, considera-se que em áreas com maior população há maior demanda pelo transporte e, diante disto, o método assume a premissa de que há uma distribuição homogênea da população por setor censitário.

A análise da distribuição do transporte em relação à distribuição da renda permite verificar a acessibilidade em áreas de menor renda. A população de baixa renda constitui um grupo com maior demanda pelo transporte coletivo e, assim, é possível constatar se há um processo de exclusão social pela acessibilidade. A representação dos indicadores de equidade é feita através de gráficos, de diagramas, da curva de Lorenz (através da qual o coeficiente de Gini é calculado) e, também, do mapa de cor para apresentação da mudança relativa da acessibilidade sobre a distribuição de renda na área. Através deste mapa é possível verificar o impacto do BRT na acessibilidade das áreas com maior demanda pelo transporte, identificando em quais setores censitários houve um acréscimo ou decréscimo nos valores de acessibilidade e contribuindo com a análise da equidade vertical.

O cálculo dos indicadores de acessibilidade e posteriormente de equidade, consiste na caracterização da oferta do transporte na área de estudo, antes e depois da implantação do BRT. Em seguida, a comparação entre estes cenários, com o cálculo da mudança relativa das variáveis e a representação por mapas, permite análises quantitativas e qualitativas dos impactos do transporte no acesso equitativo. As etapas do método são representadas pelo fluxograma da Figura 13.

Figura 13 – Fluxograma do método proposto.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Indicadores de Avaliação

O método proposto baseia-se na comparação entre os cenários antes e depois da implantação de uma infraestrutura de BRT na cidade de Fortaleza, a fim de investigar a problemática da iniquidade do acesso, comparando a distribuição do serviço com a localização da população de baixa renda na área de estudo. Para a seleção dos indicadores de avaliação, Geurs e Van Wee (2004) sugerem que o propósito de pesquisa acerca da acessibilidade do transporte esteja bem delineado, de modo a definir alguns critérios de escolha das medidas de avaliação, identificando e descrevendo suas limitações, visto que, cada estudo demanda uma abordagem particular. Nesta pesquisa, os critérios adotados para seleção dos indicadores foram os seguintes:

- a) medidas sensíveis às mudanças no sistema de transportes;
- b) medidas de fácil interpretação;
- c) medidas espacialmente diferenciadas;
- d) medidas que abrangem a densidade populacional;
- e) medidas que podem ser utilizadas como indicador social.

A partir destes critérios foi possível selecionar, na literatura, as medidas que refletem as mudanças na distribuição da acessibilidade na área de estudo para a população, em decorrência da implantação da infraestrutura de BRT. São utilizados dois tipos de indicadores, os que abrangem a acessibilidade e os que abrangem a equidade do transporte.

4.3.1 Indicadores de Acessibilidade

Para a proposição das medidas de acessibilidade foram revisados vários métodos de avaliação do transporte público, apresentados no Capítulo 3. Os indicadores *Supply Index* (CURRIE, 2010) e *Connectivity Index* (WELCH; MISHRA, 2013) delinearam a formulação das medidas adotadas nesta pesquisa. Eles constituem medidas que refletem o nível de serviço do transporte em diversas escalas de análise da rede, quantificando o acesso e a mobilidade. Estas medidas não requerem informações do usuário e exigem apenas dados do sistema de transportes. Além disso, são medidas de fácil compreensão para análise da distribuição do serviço, o que, juntamente com os dados de oferta do transporte, contribui para a aplicabilidade do método.

Lei e Church (2010) sugerem três grupos de medidas de acessibilidade, que podem ser resumidos no acesso às paradas, na duração da viagem e no acesso ao destino. Os indicadores selecionados abrangem o primeiro grupo e incluem atributos da oferta do transporte, que são as medidas de frequência, capacidade do veículo, horas de serviço, cobertura da linha e velocidade média. Para incorporar os efeitos da distribuição do transporte, as medidas são aplicadas em três escalas de análise, que são a das linhas, das paradas e dos setores censitários. A distribuição do transporte é então avaliada através da mudança relativa entre os cenários anterior e posterior.

4.3.1.1 *Nível de Serviço das Linhas*

O primeiro passo para a análise da acessibilidade é o cálculo do nível de serviço (NS) das linhas de ônibus existentes nos dois cenários. O cálculo do nível de serviço deriva do índice de conectividade, ou *connectivity index* (WELCH; MISHRA, 2013). Este índice foi adotado por apresentar um diferencial em relação aos demais indicadores da literatura, ao abranger várias medidas, além da frequência das linhas, no cálculo do nível de serviço dos transportes. No indicador utilizado neste trabalho não são considerados dois atributos propostos por Welch e Mishra (2013), as transferências (ou baldeações) e a densidade de atividades, baseada no número de residentes e empregos. Conforme apresentado no Capítulo 3, de acordo com Lemans (2016), essas medidas não refletem bem a qualidade da distribuição do serviço e podem comprometer as análises. O indicador do nível de serviço é então calculado através da Equação 3, com base nos atributos capacidade do veículo na linha i (C_i), frequência da linha (F_i), horas de serviço da linha i nos dias úteis da semana (H_i), velocidade média da linha i (V_i) e a distância a ser percorrida pela linha i da origem (O_i) ao seu destino (D_i).

$$NS_i = (C_i \times F_i \times H_i) \times V_i \times O_i D_i \quad (3)$$

O cálculo do nível de serviço da linha (NS_i) contém, portanto, atributos da oferta (C_i , F_i e H_i), performance (V_i) e abrangência da linha ($O_i D_i$). A frequência consiste na determinação do número de operações por hora, calculada pela frequência média nos horários-pico dos dias úteis. Apesar da frequência do transporte não ser constante, sofrendo variações nos horários pico e não-pico, considera-se consistente abordar a frequência em horários de pico, visto que, neste intervalo de tempo há uma maior oferta e demanda pelo transporte. Portanto, nesta pesquisa, o valor para a frequência média da linha foi calculado pela média dos valores nos horários de pico da manhã, de 06 às 08 horas, e nos horários de

pico da tarde, de 17 às 19 horas, nos dias úteis. Seguindo esta abordagem, o atributo velocidade média da linha também foi calculado com base nos valores dos horários de pico da manhã e da tarde nos dias úteis.

4.3.1.2 *Nível de Serviço das Paradas*

Após a definição do nível de serviço das linhas, calcula-se o nível de serviço na escala da parada. O nível de serviço da linha i na parada j (NS_{ij}), representado pela Equação 4, é calculado com base nos mesmos atributos do nível de serviço da linha (NS_i). Contudo, no atributo distância (D_{ij}) considera-se a distância a ser percorrida pela linha i da parada j ao seu destino final. Além disso, acrescenta-se à fórmula os coeficientes de calibração α , β e γ que consistem no inverso da média aritmética de cada atributo a que se referem, representados nas Equações 5, 6, e 7, onde n é o total de linhas ofertadas na parada j . Estes coeficientes permitem ponderar cada atributo pela sua participação na média, sendo α o parâmetro de calibração da oferta, β o parâmetro de calibração da performance da linha e γ o parâmetro de calibração da abrangência da linha. Deste modo, as paradas com muitas linhas podem ser comparadas às paradas servidas com um número menor de linhas. O cálculo do NS_{ij} para as paradas servidas por apenas uma linha resulta sempre no valor 1 (um), que representa o menor valor na escala considerada.

$$NS_{ij} = \alpha(C_i \times F_i \times H_i) \times \beta V_i \times \gamma D_{ij} \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{n}{\sum_{i \in I} (C \times F \times H)} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{n}{\sum_{i \in I} V} \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{n}{\sum_{i \in I} D} \quad (7)$$

4.3.1.3 *Acessibilidade das Paradas*

Em seguida, determina-se a acessibilidade na escala das paradas (A_j) da área de estudo para os dois cenários de análise. Este indicador abrange o nível de serviço da linha i na parada j (NS_{ij}) e é calculado pela Equação 8, através da somatória dos valores de nível de serviço de todas as linhas ofertadas na parada, conforme proposto por Welch e Mishra (2013), e no índice de oferta (*Supply Index*) proposto por Currie (2010).

$$A_j = \sum N S_{ij} \quad (8)$$

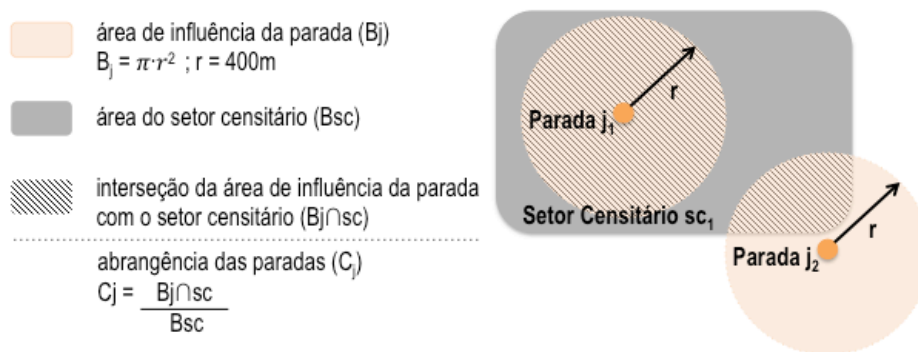
4.3.1.4 Acessibilidade dos Setores

Por fim, calcula-se a acessibilidade para a escala dos setores censitários, baseado no índice de oferta de Currie (2010). Contudo, de modo a incorporar o conceito de cobertura do transporte, são consideradas no cálculo, além das paradas existentes no setor, aquelas em que suas áreas de influência (ou *buffer*, como é utilizado na literatura) abrange o setor censitário (ver Delbosc e Currie, 2011a). Desta maneira, a acessibilidade do setor (A_{sc}) é calculada através do somatório dos valores dos indicadores de acessibilidade das paradas (A_j), ponderados pela abrangência dessas paradas (C_j), como é apresentado na Equação 9, sendo N o número total de paradas. A abrangência das paradas (C_j), apresentada na Equação 10, consiste na razão entre a interseção da área de influência da parada com o setor censitário ($B_j \cap sc$) e a área do setor censitário (B_{sc}). A área de influência da parada consiste em um círculo com raio de 400 metros, o que representa a distância de caminhada aceitável para acesso às paradas de ônibus (DELBOSC; CURRIE, 2011a). A Figura 14 representa o conceito de abrangência da parada no setor censitário.

$$A_{sc} = \sum_N (C_j \times A_j) \quad (9)$$

$$C_j = \frac{B_j \cap sc}{B_{sc}} \quad (10)$$

Figura 14 – Formulação da abrangência das paradas (C_j)



Fonte: adaptado de Lemans (2016).

4.3.1.5 Cálculo da mudança relativa entre os cenários

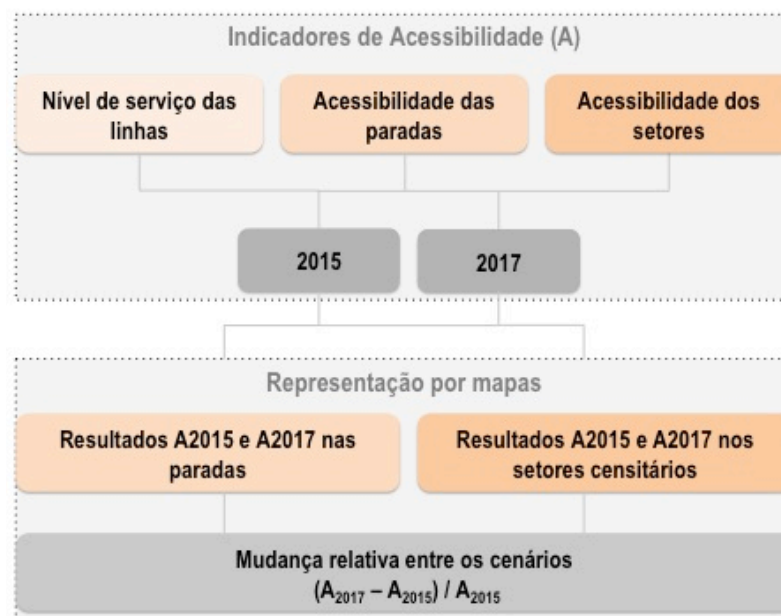
O processo de cálculo dos indicadores de acessibilidade para as três escalas (linhas, paradas e setores censitários) nos dois cenários de análise está representado no

fluxograma da Figura 15. Com o resultado dos indicadores de acessibilidade, a última etapa consiste no cálculo da mudança relativa entre os cenários, para a escala das paradas e setores censitários. A mudança relativa é calculada pela Equação 11, para a escala das paradas, e pela Equação 12, para a escala dos setores censitários. Os valores consistem em porcentagens e são apresentados através de mapas de cores. Nestes, os valores negativos indicam a diminuição da acessibilidade e são representados por cores quentes (tons de vermelho), enquanto que os valores positivos indicam um incremento na acessibilidade e são representados por cores frias (tons de azul).

$$M_j = \frac{(A_{j2017} - A_{j2015})}{A_{j2015}} \quad (11)$$

$$M_{sc} = \frac{(A_{sc2017} - A_{sc2015})}{A_{sc2015}} \quad (12)$$

Figura 15 – Processo de aplicação dos indicadores de acessibilidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.2 Indicadores de Equidade

A equidade do acesso ao transporte, conforme visto no Capítulo 3, consiste na distribuição justa do serviço para a população, de modo a minimizar as situações de desigualdade através da melhoria da oferta para os grupos em desvantagem, concretizando a função social do transporte. A seleção dos indicadores teve como base os métodos disponíveis na literatura que fossem de fácil obtenção de dados e aplicação. Não configura objetivo deste

trabalho uma discussão acerca das formulações matemáticas dos indicadores, mas sim, a identificação daqueles que se adequam para a análise do impacto, na equidade da acessibilidade, de infraestruturas de transporte já implantadas. Com base nas abordagens de Delbosc e Currie (2011a), Welch e Mishra (2013), Lemans (2016) e Saghapour, Moridpour e Thompson (2016), foram adotados como indicadores medidas estatísticas e o coeficiente de Gini.

Dentre as medidas estatísticas utilizadas, tem-se os estimadores da estatística descritiva, os quais medem diretamente a desigualdade do conjunto de dados, mas sem considerar o conceito de justiça (LEMANS, 2016), e a inferência estatística, que permite tirar conclusões com relação à diferença entre os resultados encontrados antes e depois da intervenção. Além destas, utiliza-se o coeficiente de Gini (DELBOSC; CURRIE, 2011a), que é uma medida matemática bastante aplicada na economia, pois reflete a iniquidade da distribuição de um determinado atributo sobre outro.

Os indicadores de equidade são calculados posteriormente aos indicadores de acessibilidade e comparam a variável acessibilidade no setor censitário com duas unidades de análise, a população total e a renda média mensal no setor. Trata-se de duas análises distintas. Inicialmente avalia-se a equidade horizontal, constatando as mudanças na distribuição do acesso ao transporte sobre a população da área de estudo. Em seguida, para avaliar a equidade vertical, compara-se a distribuição do acesso ao transporte em relação à distribuição da renda, que consiste o principal interesse da pesquisa. Os critérios avaliados são, portanto, se a população total do estudo e, também, se áreas com menor renda média mensal, têm mais acesso ao transporte após a implantação da infraestrutura de BRT.

Segundo Cowell (2009), a utilização de medidas distintas para avaliar se houve aumento ou diminuição da iniquidade de determinado atributo pode resultar em conclusões conflitantes, pois cada medida aborda uma característica específica da distribuição do atributo. Por isso, o autor sugere classificar os resultados em rankings e apresentá-los graficamente, o que torna a análise mais instrutiva. Diante disso, além destas medidas, são utilizados diagramas e mapas para representar os resultados, com destaque para a curva de Lorenz, que é frequentemente utilizada em conjunto com o coeficiente de Gini. A construção do coeficiente é baseada nesta curva, que mostra como a proporção acumulada de um atributo, que neste estudo é a acessibilidade, varia em função da proporção acumulada da população e da renda média mensal.

4.3.2.1 *Análise estatística da Acessibilidade*

A primeira etapa consiste na análise estatística da variável acessibilidade dos setores censitários, nos cenários 2015 e 2017, utilizando como ferramental teórico os conceitos e práticas da estatística descritiva. Os estimadores da estatística descritiva utilizados são as medidas de tendência central e as medidas de dispersão, com as quais é possível compreender o comportamento da variável e descrever as características das amostras. Como a acessibilidade foi calculada a partir de dados da oferta do transporte, ou seja, não incluiu dados sociodemográficos, se fossem aplicadas as medidas estatísticas, como a média e variância, diretamente para os indicadores de acessibilidade o resultado não abordaria a equidade da distribuição do transporte, visto que, o aumento da oferta do transporte em determinado setor censitário não significa um aumento na equidade do acesso. Portanto, para incluir este conceito foi preciso ponderar os valores de acessibilidade pela população do setor censitário, conforme abordagem adotada em Lemans (2016).

A análise da variável acessibilidade por residente no setor censitário (A_r) inicia-se com o cálculo da média, mediana, amplitude, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. O critério de análise destas medidas nos cenários de 2015 e 2017 assume que o aumento das medidas de dispersão implica em aumento da desigualdade de distribuição do acesso, enquanto que o aumento na média implica em aumento generalizado na acessibilidade, visto que, ao usar somente a população como indicadora de equidade, a média desta variável representa a acessibilidade média por pessoa da área de estudo.

A média é uma medida que representa o centro da dispersão dos dados, e como é uma medida sensível a outliers, ou, valores atípicos, pode ser afetada por estes, sendo a mediana uma medida alternativa para analisar o centro dos dados. Esta divide o conjunto em duas partes de mesmo tamanho, ou seja, para uma amostra de tamanho ímpar de valores a mediana será o valor localizado no meio, com os dados ordenados do menor para o maior valor; enquanto que para uma quantidade par de valores a mediana será a média aritmética dos dois números centrais. A amplitude é uma medida de dispersão simples, calculada pela diferença entre o maior e o menor valor da amostra. A variância e o desvio padrão são estimadores de dispersão que envolvem os desvios em relação à média, que são obtidos a partir da subtração da média de cada valor observado de acessibilidade nas amostras. O coeficiente de variação consiste em uma medida de dispersão relativa, ou seja, diferentemente da variância e do desvio padrão, não é sensível às unidades de medida. Este tem como função

determinar o grau de concentração dos dados em torno da média, sendo muito utilizado como uma medida de precisão do experimento, definido como a razão do desvio padrão pela média.

4.3.2.2 *Análise gráfica dos resultados*

Na análise gráfica dos resultados, compara-se a amostra de 2015 com a de 2017, através da elaboração de diagramas de caixas, ou *boxplots*, nos quais são representados os valores mínimo e máximo, primeiro quartil, segundo quartil (mediana) e o terceiro quartil das amostras. Com o uso do *boxplot* é possível identificar a presença de *outliers*. Além disso, utiliza-se o histograma, ou diagrama de frequências, identificando o tipo de distribuição e a localização dos dados. Essa etapa é importante para caracterizar os dois cenários de análise e, assim, descrever a evolução da acessibilidade da área de estudo, visto que o indicador de acessibilidade desta pesquisa representa quantitativamente o nível de serviço e não existe um valor de referência de acessibilidade de modo a comparar os valores encontrados.

4.3.2.3 *Uso da inferência estatística*

A segunda etapa consiste na análise de inferência estatística, através do teste T pareado, para confirmar a alteração na média populacional da variável acessibilidade por residente após a implantação do BRT. A inferência é feita para a variável acessibilidade por residente no setor, de modo a incorporar a equidade do acesso ao transporte, configurando-se como uma análise da equidade horizontal. O teste consiste em determinar a diferença entre cada par de valores, como é representado na Tabela 4, e então testar se a média da diferença é igual a zero. O procedimento para testar a média inicia-se com a definição das hipóteses. A hipótese nula (H_0) significa “sem valor, efeito ou consequência” e é identificada como a hipótese de não haver mudança ou melhora (DEVORE, 2014, p. 312). Consequentemente, a hipótese alternativa (H_a) é a hipótese que considera que houve mudanças. No contexto desta pesquisa, a hipótese alternativa consiste na alegação de que houve mudanças positivas, ou seja, de que a média da variável acessibilidade por residente no setor censitário após a implantação do BRT (no ano de 2017) é maior do que a média anterior (no ano de 2015). Se a evidência for muito mais consistente com a hipótese alternativa, o teste rejeita a hipótese nula.

Tabela 4 – Estrutura de cálculo da diferença das observações pareadas.

Setores censitários	Acessibilidade por residente (2015)	Acessibilidade por residente (2017)	Diferença
1	X_1	Y_1	$Y_1 - X_1$
2	X_2	Y_2	$Y_2 - X_2$
...
n	X_n	Y_n	$Y_n - X_n$
média	\bar{x}	\bar{y}	\bar{D}
desvio padrão	σ_{2015}	σ_{2017}	σ_D

Fonte: Elaborado pela autora.

Após definidas as hipóteses e o grau de liberdade, que é o número de amostras menos um ($n-1$), calcula-se a estatística do teste t para testar a hipótese de que não existe diferença entre as condições antes e depois. Como o desvio padrão populacional não é conhecido, deve-se utilizar o desvio padrão amostral como estimador e a distribuição t-Student. Para isto, tem-se como premissa que a distribuição populacional é aproximadamente normal. Além disso, o teste realizado para amostras está sujeito a dois tipos de erros, o erro tipo I, que consiste em rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira, e o erro tipo II, que envolve a não rejeição de H_0 quando esta hipótese é falsa. É sabido que uma vez que a estatística do teste e o número de amostras foram fixados, não há região de rejeição que tornará simultaneamente os erros tipo I e II pequenos, diante disso, a abordagem adotada pela maioria dos estatísticos é especificar o maior valor para α (nível de significância) que pode ser tolerado. O nível de significância adotado foi de 0,05 e a região de rejeição do teste t nesta pesquisa utiliza o valor crítico t da cauda superior $t_{\alpha;n-1}$ na tabela t-Student, logo, se o valor de t for maior ou igual a $t_{\alpha;n-1}$ ($t \geq t_{\alpha;n-1}$) a hipótese nula é rejeitada, ou seja, existe diferença significativa na acessibilidade por residente antes e depois da implantação do BRT; em contrapartida, se o valor de t for menor do que $t_{\alpha;n-1}$ ($t < t_{\alpha;n-1}$) a hipótese nula não é rejeitada, pois a amostra não fornece evidência estatística de diferença entre os cenários antes e depois.

4.3.2.4 Cálculo do coeficiente de Gini

O cálculo do coeficiente de Gini está embasado pelas pesquisas de Delbosc e Currie (2011a), Welch e Mishra (2013) e Lemans (2016). Este coeficiente é frequentemente utilizado para calcular a desigualdade de distribuição de renda (IPECE, 2010), mas neste estudo é utilizado para representar a concentração geográfica da acessibilidade ao transporte. A curva de Lorenz é a representação gráfica nos eixos x e y da frequência relativa acumulada

e do valor relativo acumulado da variável, ou seja, é uma curva da proporção acumulada da população comparada à proporção acumulada de um atributo, representando a situação de iniquidade da distribuição deste atributo sobre a população. O coeficiente de Gini é calculado com base na curva de Lorenz, indicando a distância entre a curva e a reta de equidade, e o seu valor pode variar entre 0 e 1, onde 0 representa uma situação de perfeita equidade e 1 representa uma situação de total iniquidade. Neste trabalho, o coeficiente de Gini será primeiramente calculado para a proporção acumulada da população e a proporção acumulada do indicador de acessibilidade no setor censitário, de modo a comparar a distribuição geral do transporte na área de estudo nos dois cenários. Em seguida, o coeficiente de Gini será calculado para a proporção acumulada do rendimento médio mensal e a proporção acumulada do indicador de acessibilidade no setor censitário. Os diagramas das curvas de Lorenz juntamente com os coeficientes de Gini, da distribuição da acessibilidade sobre a população e sobre a renda média mensal antes e depois da implantação do BRT caracterizam os cenários de análise. Quando comparados entre si permitem identificar o impacto do transporte na acessibilidade equitativa.

A definição matemática do coeficiente de Gini (G) consiste em fórmulas matemáticas complexas, porém a fórmula adotada por Brown (1994, *apud* Welch e Mishra, 2013) consiste em uma simplificação e esta será a utilizada neste trabalho. Assim, para a análise da equidade horizontal utiliza-se a Equação 13, na qual SC representa todos os setores censitários no estudo de caso, sendo $sc = 0, \dots, n$; P_{sc} é a proporção acumulada da população por setor censitário para todos os setores na área de estudo, com $P_0 = 0$ e $P_n = 1$, e A_{sc} é a proporção acumulada da acessibilidade por setor censitário para todos os setores na área de estudo, com $A_0 = 0$ e $A_n = 1$.

$$G_P = 1 - \sum_{sc=0}^n (P_{sc} - P_{sc-1})(A_{sc} + A_{sc-1}) \quad (13)$$

Em seguida, calcula-se o coeficiente de Gini para a análise da equidade vertical, através da Equação 14, na qual R_{sc} é a proporção acumulada da renda média mensal por setor censitário para todos os setores na área de estudo, com $R_0 = 0$ e $R_n = 1$. Neste caso, Lemans (2016) afirma que um maior valor para o coeficiente de Gini é justificado, visto que o critério para equidade vertical é que áreas com menor renda tenham mais acessibilidade ao transporte.

$$G_R = 1 - \sum_{sc=0}^n (R_{sc} - R_{sc-1})(A_{sc} + A_{sc-1}) \quad (14)$$

4.3.2.5 Cálculo das mudanças relativas

Após o cálculo do coeficiente de Gini e elaboração da curva de Lorenz, calcula-se a mudança relativa dos estimadores da estatística descritiva para a variável acessibilidade no setor censitário (A_{sc}) e dos coeficientes de Gini da distribuição da variável acessibilidade no setor censitário em relação à população e renda, de acordo com o proposto por Lemans (2016) e apresentado na Tabela 5. É importante salientar que a análise da mudança relativa da média e do coeficiente de Gini em relação à renda média mensal (G_R) parte do pressuposto de que o aumento destas variáveis representa uma melhoria na equidade do acesso, visto que o aumento da média reflete um aumento na acessibilidade generalizada da área de estudo. Já um aumento do coeficiente de Gini em relação à renda média mensal (G_R) significa que há um aumento da concentração da acessibilidade em áreas de menor renda. Em contrapartida, para a mudança relativa das medidas de dispersão (amplitude, variância e coeficiente de variação) e do coeficiente de Gini em relação à população total (G_P), pressupõe-se que o aumento destas variáveis representa uma redução da equidade do acesso. Nestes casos o valor encontrado para mudança relativa é multiplicado por menos um (-1), de modo a melhor representar o acréscimo ou decréscimo na equidade do acesso.

Tabela 5 – Estrutura de cálculo da mudança relativa dos indicadores de equidade.

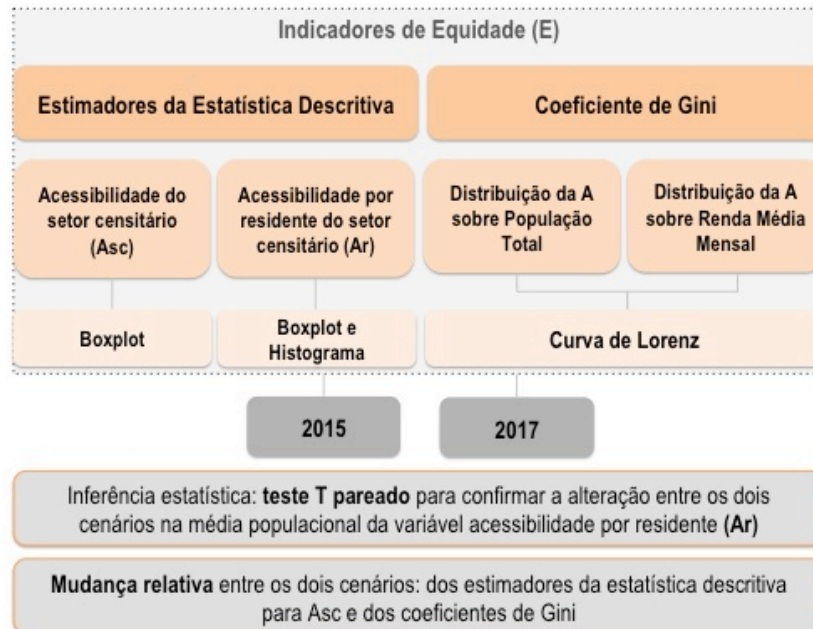
Indicadores de Equidade		Cenário 2015	Cenário 2017	Mudança absoluta	Mudança relativa (%) na equidade
	Média da A_{sc}	\bar{X}_1	\bar{X}_2	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1 / \bar{X}_1$
Estatística descritiva	Amplitude da A_{sc}	Δ_1	Δ_2	$\Delta_2 - \Delta_1$	$[(\Delta_2 - \Delta_1 / \Delta_1)](-1)$
	Variância da A_{sc}	σ^2_1	σ^2_2	$\sigma^2_2 - \sigma^2_1$	$[(\sigma^2_2 - \sigma^2_1 / \sigma^2_1)](-1)$
	Coeficiente de variação da A_{sc}	C_{v1}	C_{v2}	$C_{v2} - C_{v1}$	$[(C_{v2} - C_{v1} / C_{v1})](-1)$
Coeficiente de Gini	A_{sc} para População total	G_{P1}	G_{P2}	$G_{P2} - G_{P1}$	$[(G_{P2} - G_{P1} / G_{P1})](-1)$
	A_{sc} para Renda média mensal	G_{R1}	G_{R2}	$G_{R2} - G_{R1}$	$[(G_{R2} - G_{R1} / G_{R1})]$

Fonte: Elaborado pela autora.

O processo de cálculo e aplicação dos indicadores de equidade na escala dos setores censitários nos dois cenários de análise está representado no fluxograma da Figura 16. Com o resultado destes, a última etapa consiste na elaboração de um mapa de cores da mudança relativa por setor censitário, no qual são destacados os setores de baixa renda, de modo a melhor visualizar os impactos da implantação do BRT na acessibilidade das áreas

mais vulneráveis, contribuindo com a análise da equidade vertical da distribuição do transporte.

Figura 16 - Processo de aplicação dos indicadores de equidade.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

O desenvolvimento urbano da cidade de Fortaleza foi marcado por um processo de segregação socioespacial que é agravado com a problemática da iniquidade do acesso ao transporte coletivo. Alguns autores representam este cenário ao identificar polos de geração de viagens localizados em áreas periféricas da cidade, nas quais existe uma grande concentração da população de baixa renda e baixos índices de mobilidade e acessibilidade (ANDRADE, 2016; HENRIQUE, 2004; HENRIQUE; LOUREIRO; CAVALCANTE, 2004; MENEZES, 2015). No contexto atual, no qual se percebe avanços legislativos e maiores investimentos em infraestrutura do transporte público, a metodologia proposta neste trabalho abrange duas fases, onde é realizada inicialmente a compreensão e a caracterização do cenário anterior e do atual, para, em seguida, diagnosticar a problemática através da comparação destes cenários.

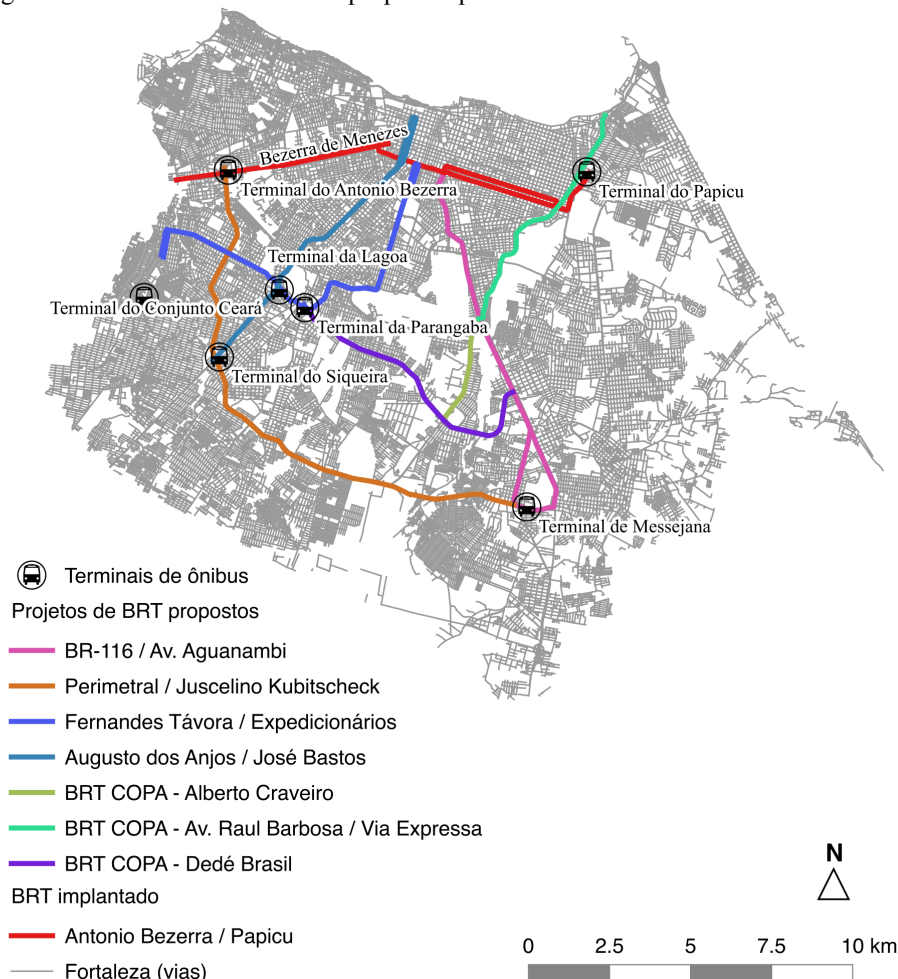
Este capítulo é dividido em cinco seções principais. Inicia-se com a apresentação do Estudo de Caso na cidade de Fortaleza e da Base de Dados utilizada, nas Seções 5.1 e 5.2, respectivamente. Na Seção 5.3, realiza-se a Caracterização seguida, na Seção 5.4, da Comparação dos cenários, com a finalidade de analisar quantitativamente a acessibilidade equitativa do transporte após a implantação do BRT Antônio Bezerra/Papicu. Por fim, na Seção 5.5, é feita a Interpretação dos Resultados encontrados.

5.1 Estudo de Caso

O estudo de caso considera uma área da cidade de Fortaleza, a qual apresenta, nos últimos anos, um amplo quadro de projetos propostos para mobilidade. Estes projetos ou faziam parte do “pacote” de obras para a Copa FIFA 2014, ou foram projetos que ganharam relevância em decorrência deste megaevento. Contudo, devido a problemas de gestão e de projeto, especialmente por não considerarem os impactos junto ao entorno, houve atrasos no conjunto de obras para a Copa 2014 (PEQUENO, 2015), no qual estavam previsto três corredores exclusivos de ônibus (BRT) que não foram concluídos mas seguiram na condição de projeto. Os projetos de corredores exclusivos para o transporte público faziam parte inicialmente do Programa de Transporte Urbano da Prefeitura Municipal de Fortaleza (TRANSFOR), propostos ainda na administração do Prefeito Juraci Magalhães, nos anos de 1997 a 2004 (COSTA; ACCIOLY; NOGUEIRA, 2015) e incluem várias intervenções como os corredores segregados de BRT, as faixas exclusivas de BRS e as faixas preferenciais.

Atualmente, tem-se apenas um corredor segregado concluído, o BRT Antônio Bezerra/Papicu. Além deste, o programa foi reestruturado e abrange sete corredores exclusivos propostos, conforme apresentado na Figura 17. De acordo com a Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF, 2017), os projetos de priorização do ônibus contribuem com o “aumento da velocidade operacional, previsibilidade do tempo de viagem, redução no consumo de combustíveis e de emissão de gases poluentes”. Contudo, não parece haver, por parte da PMF, uma preocupação quanto à distribuição destes projetos no espaço urbano e seu impacto social.

Figura 17 - Corredores exclusivos propostos para a cidade de Fortaleza.



Fonte: Elaborado pela autora através do *software* QGIS.

Para implementar o método de avaliação do impacto do BRT no acesso equitativo é preciso, inicialmente, definir a área de estudo para, em seguida, serem realizados os cálculos dos indicadores de acessibilidade e equidade. Diante disso, selecionou-se como área de estudo a região da implantação do BRT na Avenida Bezerra de Menezes. Trata-se do único corredor exclusivo em funcionamento e tem como função conectar dois terminais, o Antônio Bezerra e

o Papicu. A delimitação da área de estudo foi feita a partir da área de influência de cada uma das dez estações do corredor exclusivo localizado no canteiro central da Av. Bezerra de Menezes. A área de influência corresponde a um raio de 400 metros, medida usualmente adotada na literatura referente à distância de caminhada aceitável para o acesso às paradas de ônibus (DELBOSC; CURRIE, 2011a). Esta foi utilizada neste trabalho partindo do princípio de que é uma distância que permite um recorte espacial no qual as questões relacionadas à acessibilidade são melhor percebidas pelos usuários do transporte. Após traçados estes raios de influência em cada uma das estações de BRT, foram identificados os setores censitários que compõem a região de influência e assim foi delimitada uma área que compreende 64 setores censitários, representada pela Figura 18.

Figura 18 – Raios de influência das estações de BRT Antônio Bezerra / Papicu e área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ETUFOR (FORTALEZA, 2017) e IBGE (2011).

O nível de agregação nos setores censitários proporciona uma análise das especificidades sociodemográficas de cada um. A configuração espacial dos setores censitários na área de estudo é, no geral, homogênea, mas existem dois setores outliers, apresentados em amarelo na Figura 19. O setores de ID 39768 e 39769, com áreas bastante reduzidas, de 0,00296 km² e 0,00148 km², respectivamente, não contém nenhuma parada e estão inseridos no setor de ID 39492. Estes outliers são setores que abrangem condomínios verticais fechados de renda média. Como o indicador de acessibilidade considera as paradas

internas e externas ao setor, ponderadas pela abrangência das paradas, é possível comparar todos os setores. Portanto, os setores outliers permanecem na amostra do estudo.

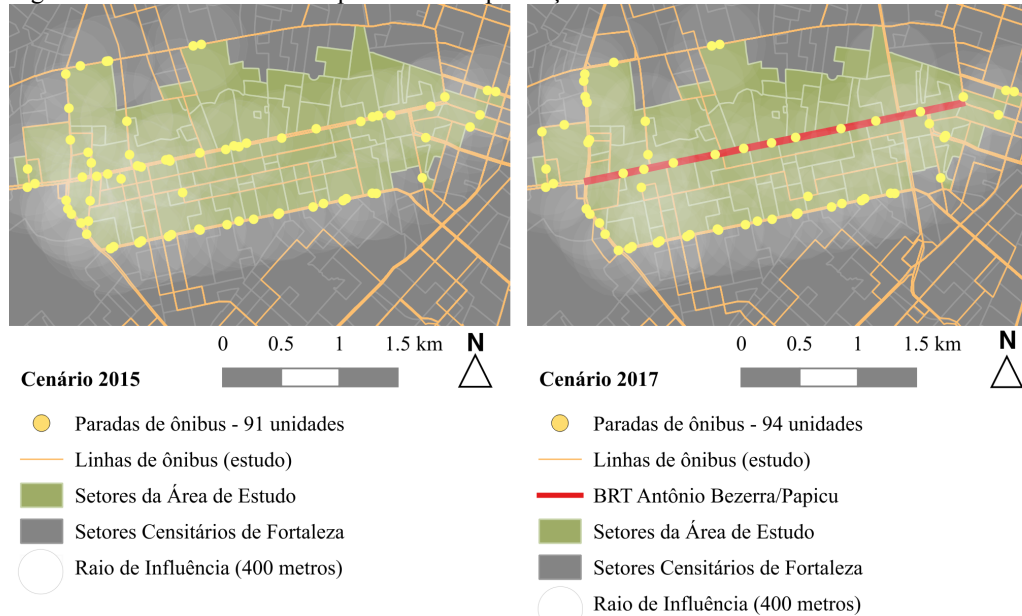
Figura 19 - Configuração Espacial dos Setores Censitários na Área de Estudo



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2011).

A definição de uma área de estudo foi necessária para aplicação do método, visto que a implantação do BRT consistiu não somente na remodelação viária da Avenida Bezerra de Menezes para dispor as paradas de ônibus e estações no canteiro central, mas, também, na redistribuição das paradas no entorno, na criação de novas linhas e modificação de alguns itinerários. Portanto, são construídos dois cenários de análise para o estudo de caso, o cenário anterior à implantação e o cenário posterior, apresentados na Figura 20. No cenário anterior, considera-se as paradas de ônibus existentes nos setores censitários da área de estudo no ano de 2015 e as linhas ofertadas em cada uma destas paradas. Em contrapartida, para o cenário posterior à implantação, são consideradas as paradas de ônibus e estações de BRT existentes nos setores censitários da área de estudo no ano de 2017, bem como as linhas ofertadas nestas paradas e estações. Desse modo, é possível caracterizar a distribuição do transporte no estudo antes e depois da implantação do BRT. Para ambos os cenários foram traçados os raios de influência em todas as paradas de ônibus, visto que o cálculo do indicador de acessibilidade na escala do setor censitário inclui todas as paradas da área de estudo, internas e externas ao setor, de acordo com a abrangência da parada (conceito apresentado item 4.3.1).

Figura 20 – Cenário anterior e posterior à implantação do BRT.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da ETUFOR (FORTALEZA, 2017) e IBGE (2011).

Definidos os cenários de análise, os dados sociodemográficos e do transporte são coletados para o estudo de caso para, em seguida, serem tratados e operacionalizados para o cálculo dos indicadores de acessibilidade e equidade, permitindo assim a caracterização de cada um dos cenários.

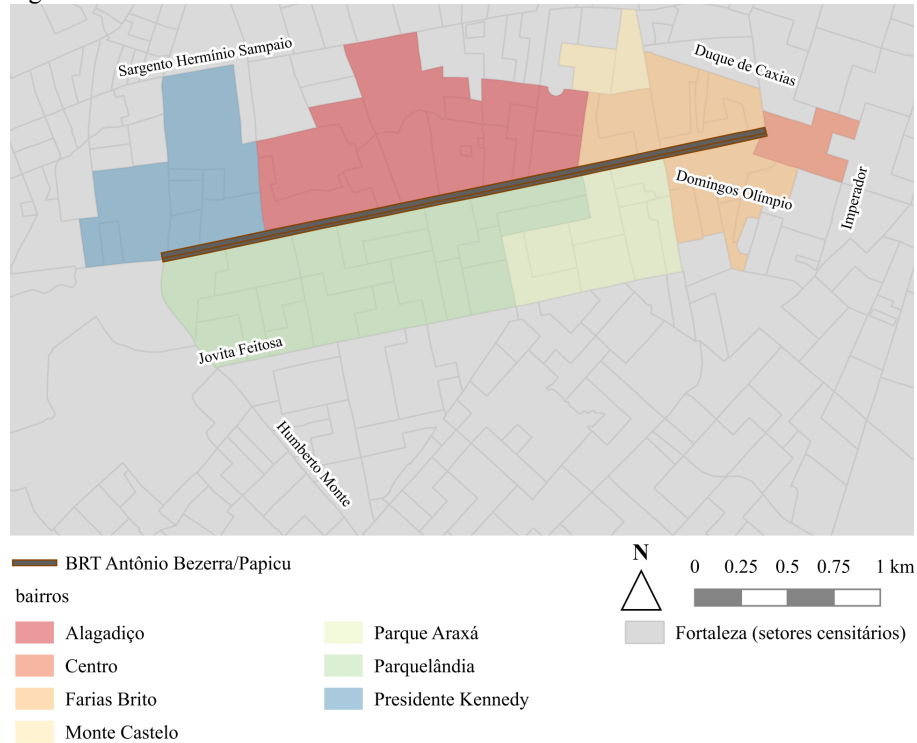
5.1.1 Caracterização sociodemográfica da área de estudo

Nesta seção é realizada uma breve análise descritiva da dinâmica sociodemográfica da área de estudo, de modo a considerar estes aspectos nas etapas de caracterização dos cenários e de diagnóstico da problemática da iniquidade do acesso.

O estudo de caso abrange setores censitários de sete bairros (Alagadiço, Centro, Farias Brito, Monte Castelo, Parquelândia, Presidente Kennedy e Parque Araxá) apresentados na Figura 21, e possui uma área de 4,46 km², com população total de 46.270 residentes e densidade populacional de 103 hab/ha. A área é composta por importantes corredores viários como as Avenidas Sargento Hermínio Sampaio, Jovita Feitosa, Humberto Monte, Duque de Caxias, Imperador, Domingos Olímpio e Bezerra de Menezes, que se configuram como corredores de atividade comercial e de serviços, com equipamentos de grande porte, como shopping centers, instituições públicas, universidades, escolas e, também, pequenos comércios e serviços locais. Portanto, a área é bastante integrada com as demais regiões da

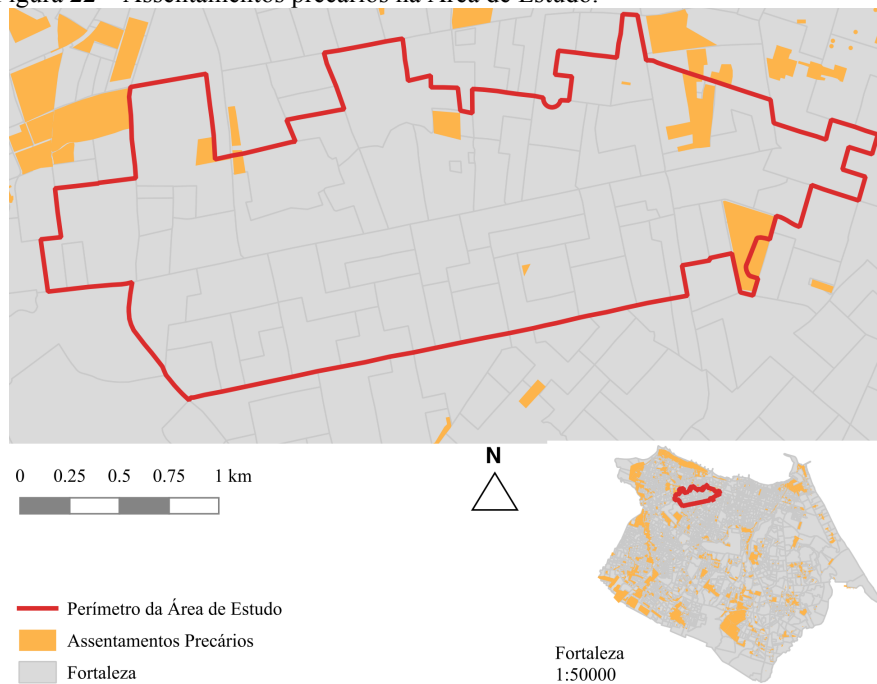
cidade e possui diversos polos geradores de viagem, característica que, aliada à proximidade dos centros urbanos, promove fluxos que estão diretamente relacionados ao consumo.

Figura 21 – Limites dos Bairros na Área de Estudo.



É uma área com relativa homogeneidade morfológica, com quadras bastante uniformes e uma paisagem urbana majoritariamente horizontal e adensada, devido à extensa ocupação dos lotes e presença de condomínios horizontais fechados. Percebe-se um processo inicial de valorização e de verticalização, em decorrência da construção de novos equipamentos e da melhoria nas condições de mobilidade urbana (COSTA; PEQUENO, 2015). Existem também algumas áreas de ocupação informal e assentamentos precários, nas quais há um adensamento populacional das camadas populares, com base no Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) (FORTALEZA, 2011), conforme apresentado na Figura 22.

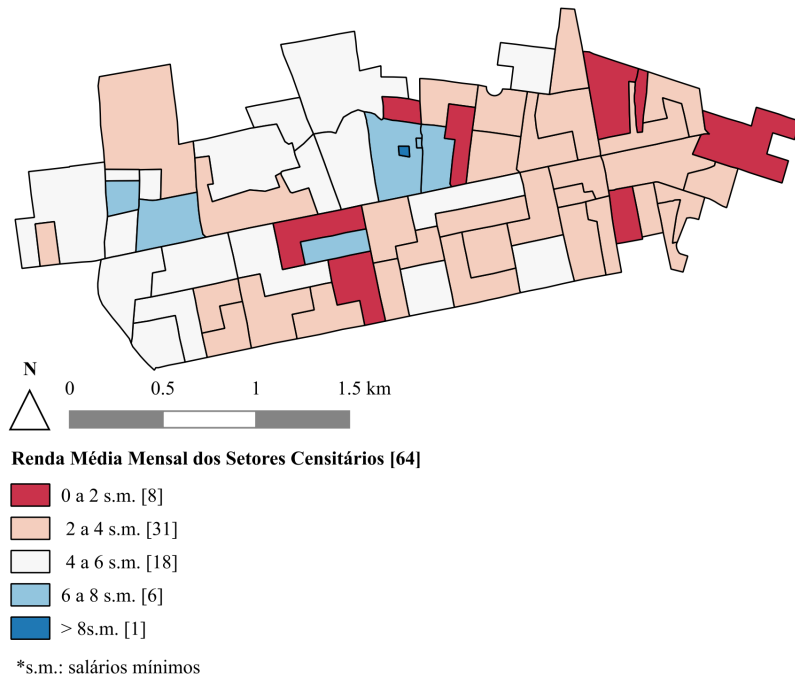
Figura 22 – Assentamentos precários na Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do PLHIS (FORTALEZA, 2011).

Apesar de existirem diversos problemas urbanos relacionados à exclusão social, a existência de assentamentos precários na área de estudo e no seu entorno ressalta a importância da análise do impacto do transporte na acessibilidade equitativa, de modo a identificar se o investimento em transporte traz melhorias na acessibilidade da população de menor renda. Além destas ocupações, a análise da distribuição da renda revela que o estudo de caso é composto majoritariamente por camadas sociais de renda média e populares, como é apresentado na Figura 23, na qual mais de 60% dos setores censitários apresentam domicílios com rendimento médio de até 4 salários mínimos, considerando o salário mínimo referente ao ano de 2010, que era de 510 reais.

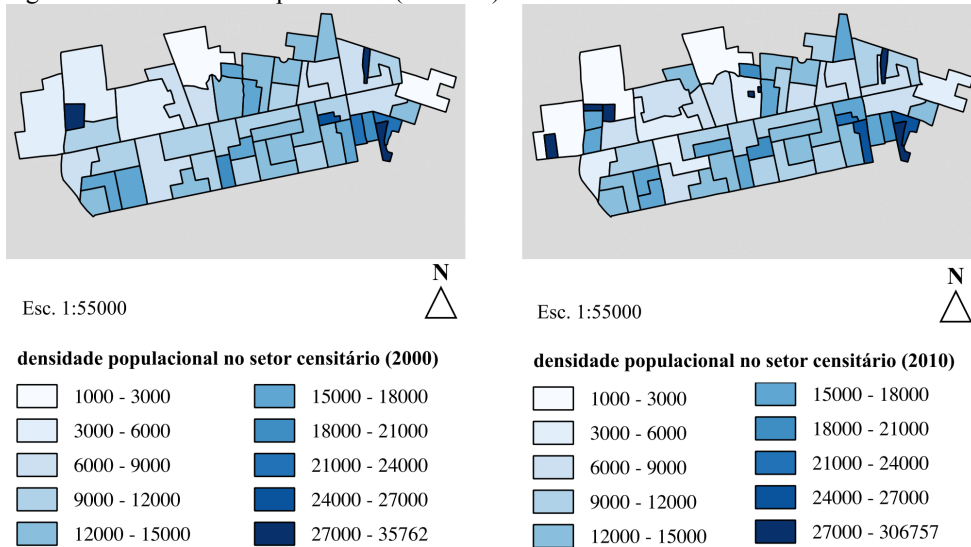
Figura 23 - Distribuição da Renda na Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2011).

Quanto ao crescimento populacional na área de estudo, a análise dos dados do dois Censos de 2000 e 2010 mostra que, apesar de ter havido um crescimento em termos absolutos, a distribuição populacional permanece semelhante nos setores censitários em ambos os censos, como é apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Densidade Populacional (hab/km²)



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2000; 2011).

Desse modo, a análise conduzida neste trabalho, para comparação do antes e depois da infraestrutura de BRT e seu impacto no acesso equitativo, considera a premissa de

que a distribuição populacional e a distribuição da renda permanecem constantes nos setores censitários, sendo utilizados para a caracterização dos cenários os dados sociodemográficos do Censo 2010. Essa premissa permite isolar a análise apenas para os efeitos da política de transporte na acessibilidade e equidade. Portanto, não abrange a evolução das mudanças nas distribuições espaciais dos grupos sociais e das atividades. Este tipo de abordagem também é adotada por Pereira *et al.* (2018, p. 10), que afirmam que os fenômenos sociais no espaço urbano são bastantes estáveis ao longo de um curto espaço de tempo.

5.2 Coleta e Processamento dos Dados

A base de dados levantada para a pesquisa consiste num conjunto de dados georreferenciados já consolidados para a cidade de Fortaleza que incluem aqueles do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011) e os dados do sistema de transporte urbano que são disponibilizados pela Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza - ETUFOR (FORTALEZA, 2017). A base de dados disponibilizada pela ETUFOR foi levantada para os dois cenários de estudo: antes e depois da implantação do corredor exclusivo do BRT Antônio Bezerra/Papicu.

Os dados da ETUFOR incluem os dados de Especificação Geral de Feeds de Transporte Público (GTFS), que contém as especificações da oferta de viagens, itinerários e localização de pontos de parada. Destes dados foram também extraídas informações como a cobertura da linha (distância percorrida pelo ônibus), frequência de atendimento da linha e velocidade média da linha. Os dados coletados permitem avaliar os aspectos da distribuição da infraestrutura implantada para grupos em desvantagem, ou seja, a população de baixa renda. Na Tabela 6 estão apresentados os indicadores utilizados nesta pesquisa, as suas respectivas variáveis e a base de dados utilizada para o cálculo destas medidas.

Tabela 6 – Indicadores, variáveis e base de dados (elaborados pela autora).

Indicador	Variáveis	Base de Dados
Nível de serviço nas Linhas	Capacidade do veículo	Base georreferenciada da ETUFOR (dados de 2015 e 2017)
	Frequência da linha (F_l)	
	Horas de serviço semanal	
	Distância (itinerário)	
Acessibilidade nas Paradas	Linhas na parada	
Acessibilidade nos Setores	Paradas nos setores	Bases georreferenciadas da ETUFOR (dados de 2015 e 2017) e IBGE (2010)
	Área dos setores	
Equidade Horizontal	População residente nos setores	Base georreferenciada IBGE (2010)
Equidade Vertical	População residente baixa renda	
	Rendimento médio por domicílio	

Fonte: Elaborado pela autora.

O Censo Demográfico 2010 fornece dados sociodemográficos como, por exemplo, população e renda familiar, agregados por setor censitário, que é a menor unidade territorial utilizada pelo IBGE para agregar os dados coletados em áreas urbanas, de forma a garantir a representatividade dos resultados. Na Tabela 7 são ilustrados os dados do censo utilizados nesta pesquisa, através de oito setores censitários (dos 64 na área de estudo) que possuem valores para a variável renda média mensal por domicílio menores do que dois salários mínimos no ano de 2010⁵.

⁵No ano de 2010 o salário mínimo consistia em R\$ 510,00.

Tabela 7 - Dados socioeconômicos para setores censitários com renda mensal média abaixo de dois salários mínimos na área de estudo.

ID Setor Censitário	Bairro	Domicílios	Moradores	Média de Moradores por domicílio	Variância de Moradores por domicílio	Rendimento médio mensal por domicílio	Área (km ²)
39464	Farias Brito	149	567	3,81	3,54	567,45	0,02
39485	Alagadiço	159	523	3,29	3,65	691,31	0,03
39767	Alagadiço	199	565	2,84	2,72	723,25	0,05
40044	Parquelândia	308	935	3,04	3,18	820,05	0,07
39463	Farias Brito	313	919	2,94	2,33	927,09	0,09
39901	Centro	201	553	2,75	2,56	936,63	0,13
39460	Farias Brito	210	660	3,14	2,75	979,86	0,04
40037	Parquelândia	232	708	3,05	3,13	1017,43	0,08

Fonte: Elaborado pela autora com dados do IBGE (2011).

O ferramental utilizado para cálculo dos indicadores de acessibilidade e equidade e visualização destes indicadores espacializados foram a linguagem Python (MILLER; RANUM, 2018) e os softwares Quantum GIS (QGIS, 2016) e Geoda (ANSELIN, 2005), respectivamente. O Quantum GIS é um software livre e gratuito que permite a produção de arquivos para um SIG, com geoprocessamento de camadas *raster* e vetoriais. A utilização do QGIS permite a elaboração de mapas representativos dos principais aspectos da análise da cobertura do serviço. Por fim, o Geoda é um *software* que permite a identificação da média e dos outliers através da elaboração de *boxplot* e histograma da distribuição da acessibilidade no estudo de caso.

5.3 Caracterização dos Cenários

A caracterização dos cenários de análise se configura como a última subetapa da Caracterização da Problemática, e consiste no cálculo das medidas de desempenho de acessibilidade e equidade, de modo a representar o nível de serviço e a distribuição do transporte antes e depois da implantação do BRT. Estas medidas derivam de métodos existentes na literatura, revisados no Capítulo 3, e suas formulações foram apresentadas no Capítulo 4, nas subseções 4.3.1 e 4.3.2. Como os dados são extensos, os principais resultados das subseções 5.3.1 e 5.3.2 são apresentados em tabelas nos Apêndices A e B, e estes valores são representados através de mapas, gráficos e tabelas no decorrer deste capítulo, de modo a tornar o método mais compreensível e espacializado.

5.3.1 *Cenário em 2015*

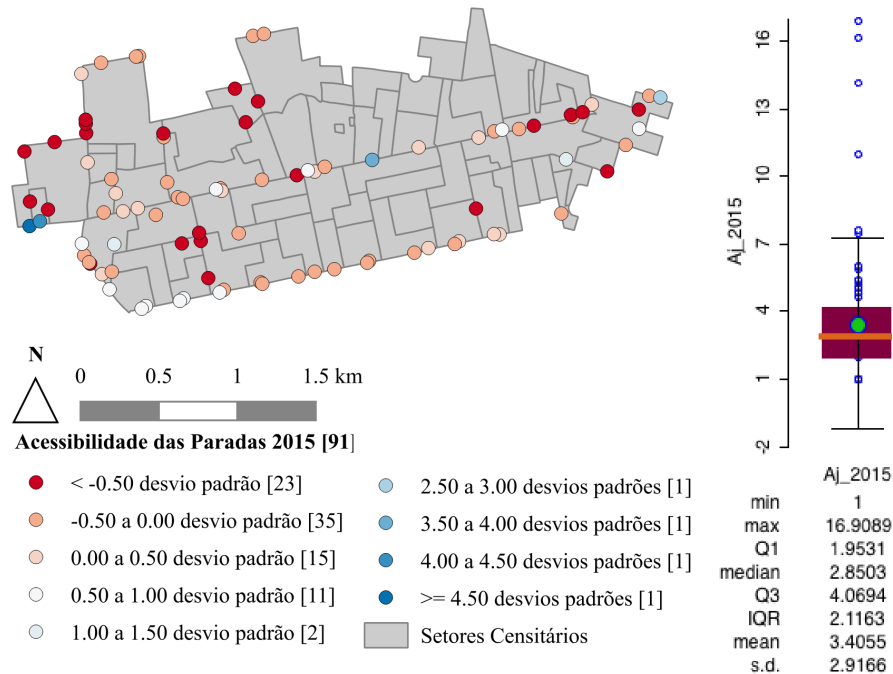
No ano de 2015 foi inaugurado, no mês de julho, o corredor expresso, ou BRT, Antônio Bezerra/Papicu, que contou não somente com a construção de estações de embarque e desembarque, mas também, a relocação de algumas paradas de ônibus para o canteiro central da Avenida Bezerra de Menezes e em demais vias no entorno, além da oferta de novas linhas. Para a caracterização do cenário anterior à implantação da infraestrutura, foram utilizados os dados GTFS (FORTALEZA, 2017) referentes ao mês de Maio de 2015. Neste período os ônibus trafegavam na faixa à direita da via, em uma faixa exclusiva (ou BRS) que havia sido implantada no ano de 2014.

A caracterização do cenário tem início com o cálculo do indicador de nível de serviço da linha (NS_i) para as linhas que passam na área de estudo, o qual possui variáveis baseadas na oferta (capacidade, frequência e horas de serviço), performance (velocidade média) e abrangência do transporte (distância). O indicador NS_i é apresentado na subseção 4.3.1.1. São identificadas um total de 56 linhas no estudo, considerando cada itinerário da linha (ida e volta). As linhas analisadas não incluem as linhas que operam no período noturno na área de estudo, visto que, a análise é feita para o horário de pico da manhã (de 6 às 8) e da tarde (de 17 às 19), nos quais há uma maior oferta e demanda pelo transporte. Dentre as linhas estudadas, 45 compõem o sistema regular e utilizam veículos padrão, com capacidade para 80 passageiros, e 11 compõem o sistema complementar e utilizam vans (micro-ônibus), com capacidade para 40 passageiros.

Após o cálculo do nível de serviço da linha (NS_i) para todas as linhas, é calculado o nível de serviço da linha i na parada j (NS_{ij}), apresentada na subseção 4.3.1.2. Na equação do NS_{ij} as paradas servidas por apenas uma linha resultarão sempre no valor 1, que consiste no menor valor possível para o nível de serviço. Foram analisadas 91 paradas no cenário 2015. Com a definição dos indicadores de nível de serviço na escala da parada é possível calcular a acessibilidade das paradas (A_j) no cenário 2015, através do somatório de todos os NS_{ij} da parada, como é demonstrado na subseção 4.3.1.3. No Apêndice A, são apresentadas duas tabelas que contém os resultados da acessibilidade das paradas nos dois cenários. Na Figura 25, os resultados de A_j estão representados através de um boxplot e de um mapa de cores, no qual as cores quentes (correspondentes ao espectro vermelho) representam os valores mais baixos de acessibilidade e as cores frias (correspondentes ao espectro azul) representam os valores mais altos de acessibilidade. Estes valores de acessibilidade apresentados no mapa de cores são agrupados por intervalos de classes com base no desvio

padrão, dos quais 64% apresentam resultados iguais ou menores que a média (≤ 3.40) e 28% apresentam resultados acima da média e até um desvio desta (valores entre 3.40 e 6.32).

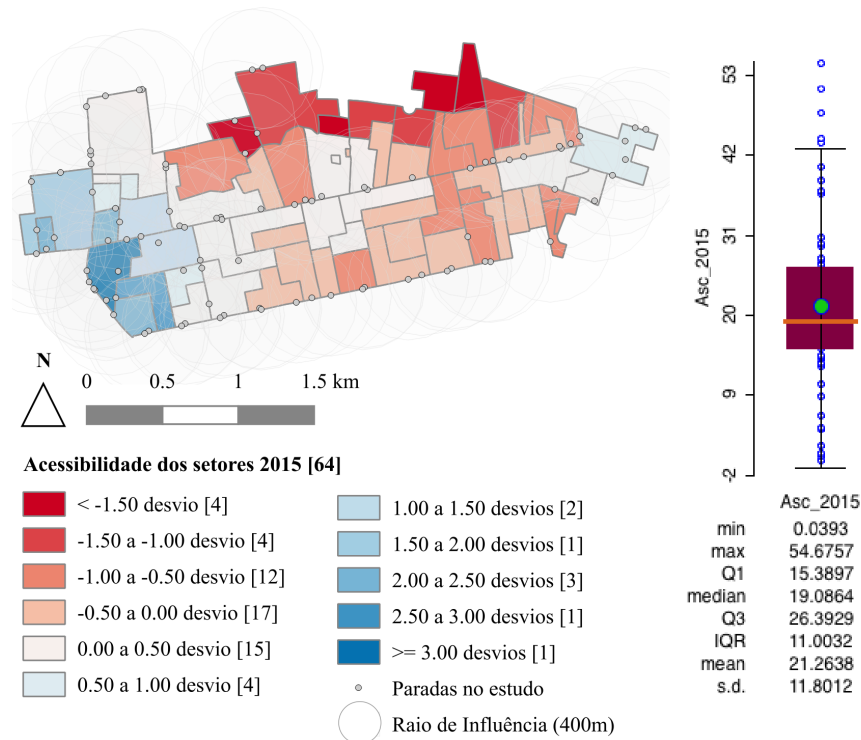
Figura 25 - Acessibilidade das Paradas no Cenário 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, calcula-se a acessibilidade para a escala dos setores censitários (A_{sc}), que consiste no somatório dos indicadores de acessibilidade das paradas (A_j) ponderados pela abrangência dessas paradas (C_j), descrita na subseção 4.3.1.4. Os valores encontrados são apresentados no Apêndice B e estão representados no mapa de cores da Figura 26, no qual as cores do espectro vermelho representam os valores abaixo da média e as cores do espectro azul representam os valores acima do valor médio. Através do mapa é possível perceber que 69% dos resultados encontrados estão entre um desvio abaixo da média (9.46) e meio desvio acima da média (27.16), o que representa uma faixa significativa de valores na distribuição da acessibilidade. Os valores abaixo de -1.5 desvios (< 3.56) estão concentrados em quatro setores na região norte do estudo de caso, e compõem os bairros Monte Castelo e Alagadiço. Estes casos não possuem paradas internas ao setor e são pouco cobertos pelos raios de influência das paradas externas, resultando em uma menor cobertura do transporte, e consequentemente, menores índices de acessibilidade.

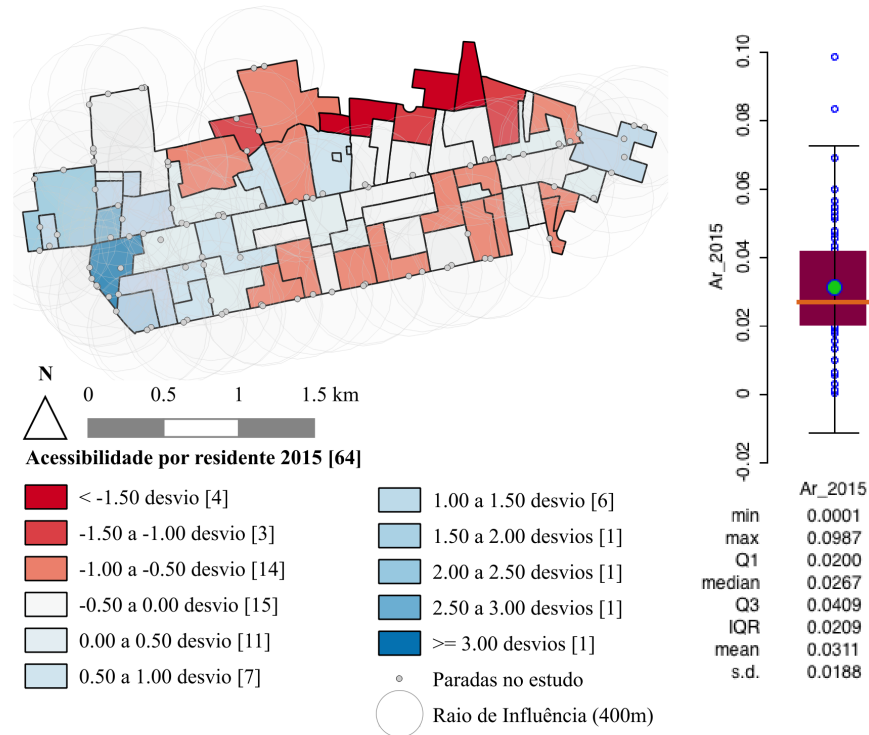
Figura 26 - Acessibilidade dos Setores Censitários em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

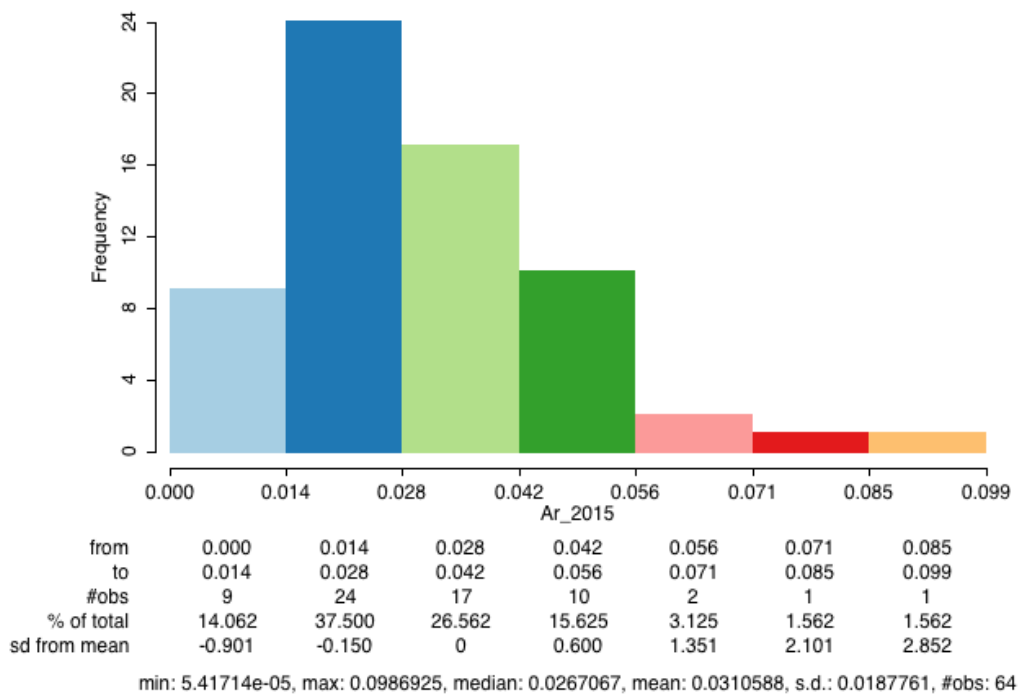
Para abordar o conceito de equidade da distribuição do transporte na análise da acessibilidade foi preciso incluir dados sociodemográficos, portanto, ponderou-se os valores de A_{sc2015} pela população do setor censitário. Para compreender o comportamento da variável acessibilidade por residente (A_r) e descrever as características da amostra, são calculadas as medidas de desempenho da estatística descritiva, tendência central e dispersão. A distribuição da variável A_r e os resultados estatísticos são apresentados nas Figuras 27 e 28, nas quais é possível identificar dois outliers referentes aos setores com resultados acima de 2.5 desvios da média (0.078) e que pertencem aos bairros Parquelândia e Presidente Kennedy. Além disso, também é possível perceber que 62% dos resultados encontrados estão numa faixa entre um desvio negativo (0.012) e um desvio positivo (0.049), o que representa uma relativa concentração dos dados próximos à média. Os valores mais baixos estão concentrados na região norte do estudo de caso (< 0.012) em sete setores que compõem os bairros Farias Brito, Monte Castelo e Alagadiço, em vermelho. Estes setores não possuem paradas e têm apenas uma parcela da sua área coberta pelos raios de influência das paradas externas, o que resulta em uma menor cobertura do transporte.

Figura 27 - Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 28 - Histograma da variável Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2015



Fonte: Elaborado pela autora através do *software* Geoda (ANSELIN, 2005).

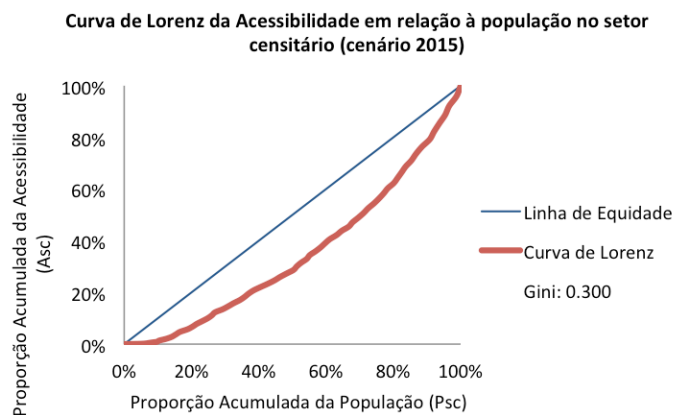
A representação visual do indicador acessibilidade por residente através do histograma permite identificar uma distribuição assimétrica à direita, indicando que há uma

menor frequência de valores muito altos. Apesar do histograma invalidar a classificação de dois outliers com base no boxplot, verificamos regiões bem definidas com níveis elevados de acessibilidade, apresentadas no mapa em tons de azul mais escuro. Percebe-se também que a distribuição tem apenas um pico na região em torno da média (0.03), onde há uma concentração de 37% dos valores.

A caracterização do cenário segue com o cálculo da desigualdade de distribuição do transporte em relação à população e renda pelo coeficiente de Gini, apresentado na subseção 4.3.2.4. O coeficiente de Gini é calculado inicialmente para avaliar a distribuição da acessibilidade nos setores censitários em relação à população da área de estudo, que consiste em uma variável da produção de viagens. É representado pelo diagrama da curva de Lorenz, que é uma curva da proporção acumulada da população comparada à proporção acumulada da acessibilidade do setor censitário.

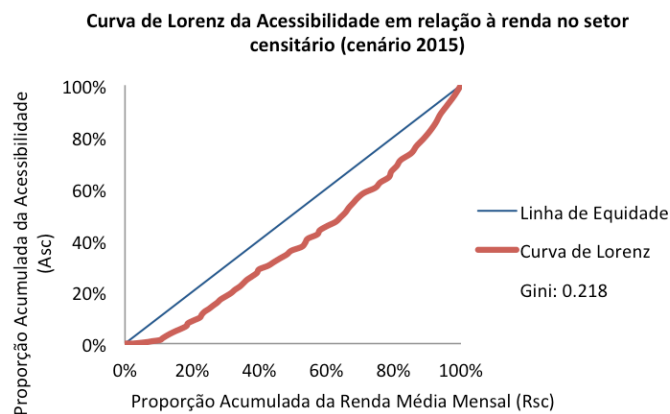
Em seguida, o coeficiente de Gini é calculado para avaliar a distribuição da acessibilidade nos setores censitários em relação à renda média mensal. A curva de Lorenz consiste então em uma curva da proporção acumulada da renda média mensal comparada à proporção acumulada da acessibilidade do setor censitário. Neste caso, o critério para análise da equidade vertical é que áreas com menor renda tenham mais acessibilidade ao transporte, portanto, é desejado que se tenha um acréscimo no valor do coeficiente de Gini no cenário posterior. As curvas de Lorenz e seus respectivos coeficientes de Gini, da acessibilidade em relação à população e à renda para 2015, estão apresentados nas Figura 29 e 30.

Figura 29 - Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à população dos setores censitários em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 30 - Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à renda dos setores censitários em 2015



Fonte: Elaborado pela autora.

Diante dos resultados obtidos para acessibilidade e equidade, pode-se observar que apesar de no cenário 2015 os indicadores de acessibilidade apresentarem uma concentração em torno da média, há uma distribuição heterogênea da variável. Existem alguns setores mais críticos na região norte na área de estudo, com valores abaixo de -1.5 desvios da média. Enquanto que os setores na extremidade oeste apresentam melhores resultados, com valores acima de dois desvios da média. Por fim, ao analisar o coeficiente de Gini e a curva de Lorenz da distribuição da acessibilidade em relação à população total e em relação à renda, percebe-se que na distribuição da acessibilidade em relação à renda o coeficiente de Gini é menor e a curva está mais próxima da linha de equidade. Contudo, neste tipo de distribuição isso significa que existem resultados maiores para o indicador de acessibilidade em áreas de maior renda e, conseqüentemente, resultados menores para o indicador de acessibilidade em áreas de menor renda, representando um cenário com limitada equidade vertical. Portanto, as curvas apontam que a distribuição é mais equitativa em relação à população total do que em relação à renda.

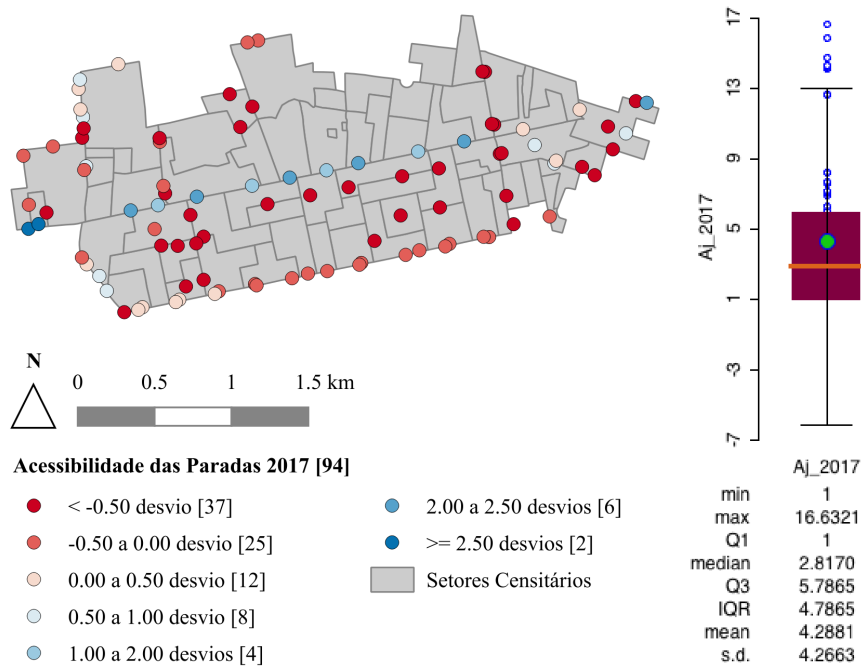
5.3.2 Cenário em 2017

No estudo de caso em 2017 o BRT Antônio Bezerra/Papicu está implantado na Avenida Bezerra de Menezes e operando em duas faixas centrais com 10 estações, nas quais o embarque e desembarque são realizados pelo lado esquerdo pelos ônibus articulados, e com paradas convencionais para atender os ônibus padrão. Para a caracterização do cenário posterior à implantação da infraestrutura, foram utilizados os dados GTFS (FORTALEZA, 2017) referentes ao mês de Setembro de 2017.

A caracterização do cenário 2017 segue as mesmas etapas descritas na subseção 5.3.1 para o cenário 2015, sendo iniciada com o cálculo do indicador de nível de serviço da linha (NS_i). Observa-se um total de 65 linhas no cenário 2017 que operam em horário de pico, distinguindo-se os itinerários de ida e volta das linhas. São 47 linhas que compõem o sistema regular e utilizam veículos padrão, com capacidade para 80 passageiros, 4 linhas que utilizam veículos articulados, com capacidade para 150 passageiros e 14 linhas que compõem o sistema complementar e utilizam vans (micro-ônibus), com capacidade para 40 passageiros.

Em seguida calcula-se o nível de serviço da linha i na parada j (NS_{ij}), indicador que tem como valor mínimo um (1) para as paradas servidas com apenas uma linha. Após o cálculo do NS_{ij} , calcula-se a acessibilidade das 94 paradas (A_j) no cenário 2017. Estes resultados estão disponíveis no Apêndice A. O indicador de acessibilidade das paradas é representado pelo mapa de cores na Figura 31, onde as cores do espectro vermelho representam os valores abaixo da média da variável acessibilidade e as cores do espectro azul representam os valores acima do valor médio. Estes são agrupados por intervalos de classes com base no desvio padrão, nos quais 66% dos resultados são iguais ou menores que a média (≤ 4.28) e 21% são acima da média e até um desvio desta (4.28 a 8.55).

Figura 31 - Acessibilidade das Paradas no Cenário 2017

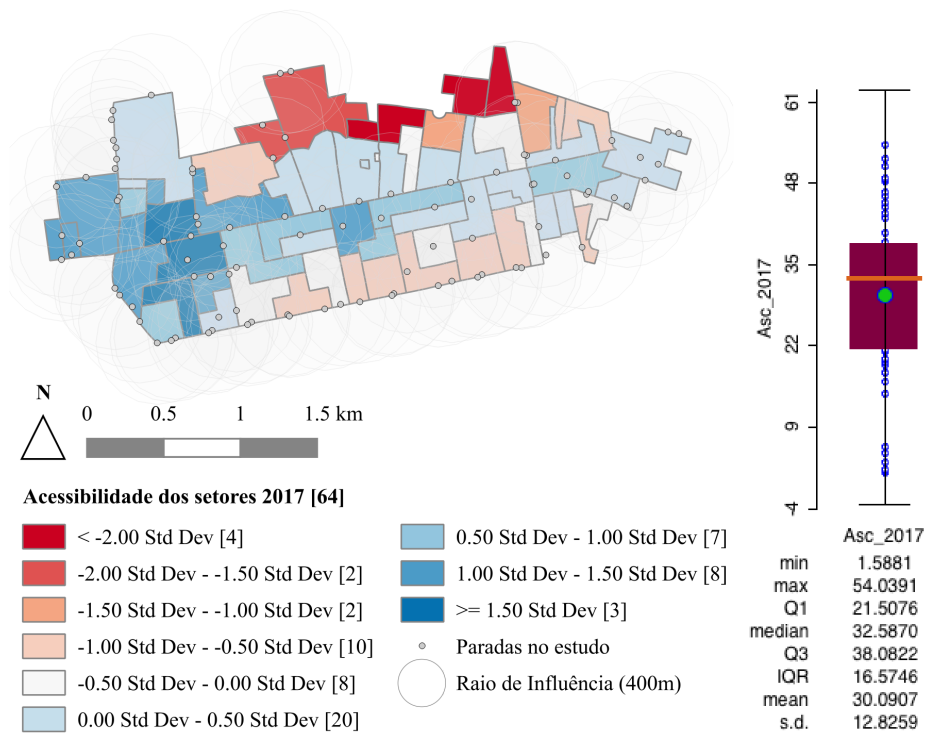


Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos resultados da $A_{j,2017}$ e com a ponderação dessas medidas pela abrangência das paradas (C_j), é calculada a acessibilidade para a escala dos setores censitários

(A_{sc}). Os resultados mais detalhados são apresentados no Apêndice B e estão aqui representados no mapa de cores da Figura 32, no qual os valores são agrupados por intervalos de classes com base no desvio padrão. Percebe-se que 59% dos resultados encontrados estão entre um desvio abaixo da média (17.26) e meio desvio acima da média (36.50), o que representa uma amplitude significativa de valores na distribuição da acessibilidade. Os valores abaixo de -1.5 desvios (< 10.85) estão concentrados em seis setores na região norte do estudo de caso, e compõem os bairros Monte Castelo e Alagadiço. Estes casos não possuem paradas internas ao setor e são pouco cobertos pelos raios de influência das paradas externas, resultando em uma menor cobertura do transporte, e consequentemente, menores índices de acessibilidade.

Figura 32 - Acessibilidade dos Setores Censitários em 2017

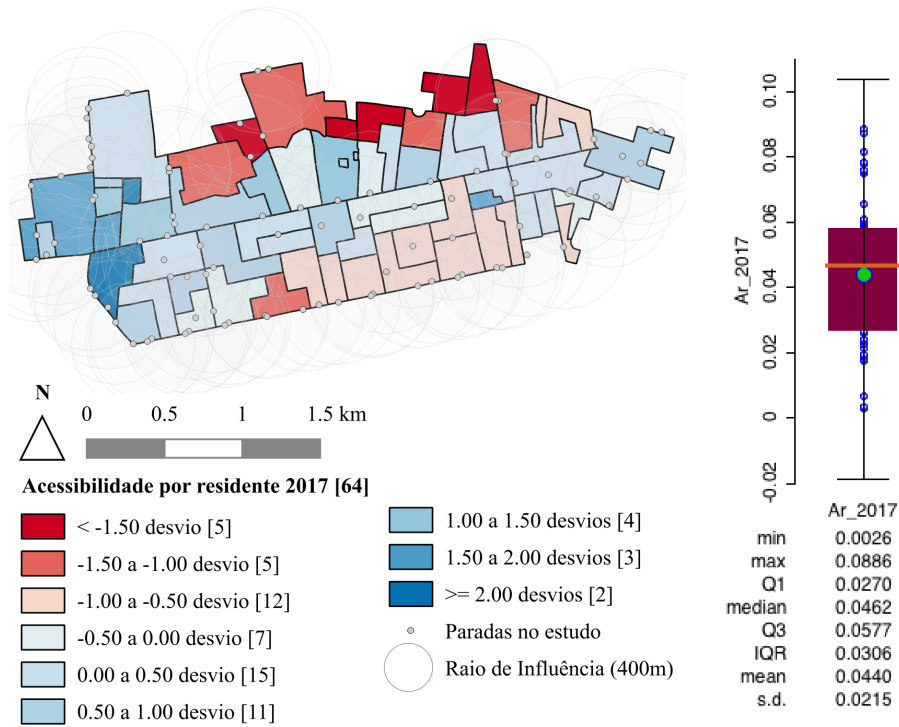


Fonte: Elaborado pela autora.

A variável A_{sc2017} é ponderada pela população do setor censitário gerando uma nova variável de análise, a acessibilidade por residente no setor censitário (A_r), a partir da qual são abordados os critérios de equidade. Calcula-se as medidas de desempenho da estatística descritiva, que consistem na média, mediana, amplitude, variância, desvio padrão e coeficiente de variação da variável acessibilidade por residente, de modo a compreender o comportamento da variável e descrever as características da amostra. A distribuição da

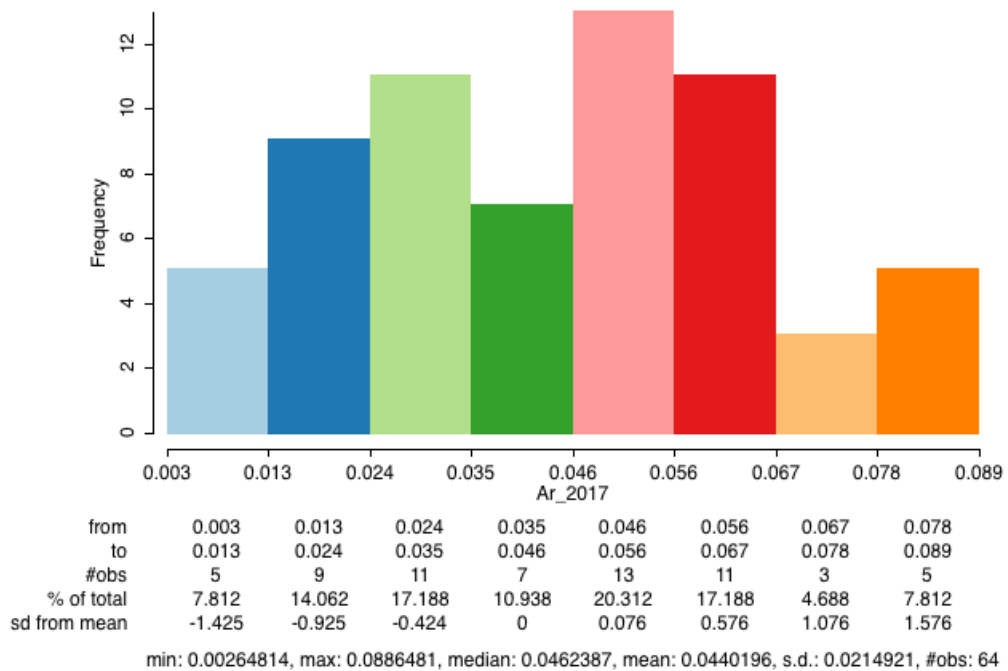
variável A_r e os resultados estatísticos são apresentados nas Figuras 33 e 34, nas quais não são identificados outliers, pois percebe-se que 62% dos resultados encontrados estão numa faixa entre um desvio abaixo da média (0.022) e um desvio acima da média (0.065), o que representa uma relativa concentração dos dados próximos à média. Os valores mais baixos estão concentrados na região norte do estudo de caso (< 0.022), em dez setores que compõem os bairros Farias Brito, Monte Castelo e Alagadiço, em vermelho. Estes casos não possuem paradas internas ao setor e são pouco cobertos pelos raios de influência das paradas externas, resultando em uma menor cobertura do transporte.

Figura 33 - Acessibilidade por Residente no Setor Censitário em 2017



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 34 - Histograma da Acessibilidade por Residente

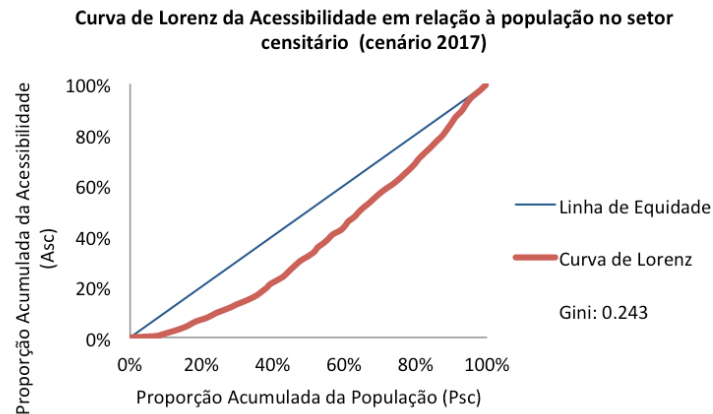


Fonte: Elaborado pela autora.

A representação visual do indicador acessibilidade por residente através do histograma permite identificar uma distribuição assimétrica à direita e com dois picos na região em torno da média (0.04), onde no primeiro pico, abaixo da média, há uma concentração de 17% dos valores e no segundo pico, acima da média, há uma concentração de 20% dos valores.

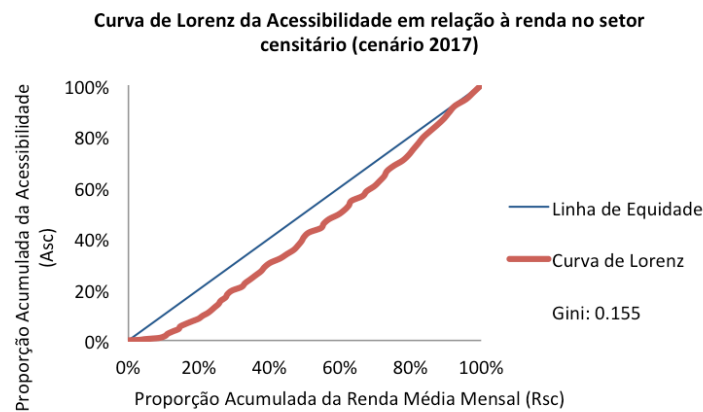
A abordagem da equidade segue com o cálculo da desigualdade de distribuição em relação à população e renda pelo coeficiente de Gini, que é calculado inicialmente para avaliar a distribuição da acessibilidade nos setores censitários em relação à população da área de estudo, e em seguida, é calculado em relação à renda média mensal, configurando-se como uma análise da equidade vertical. Os coeficientes são representados pelo diagrama da curva de Lorenz nas Figuras 35 e 36. A curva de Lorenz do coeficiente de Gini em relação à renda consiste na curva da proporção acumulada da renda média mensal comparada à proporção acumulada da acessibilidade do setor censitário e o critério para análise é que áreas com menor renda tenham mais acessibilidade ao transporte, portanto, espera-se encontrar valores maiores para o coeficiente de Gini.

Figura 35 - Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à população dos setores censitários em 2017



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 36 - Curva de Lorenz e coeficiente de Gini da Acessibilidade em relação à renda dos setores censitários em 2017



Fonte: Elaborado pela autora.

Diante dos resultados obtidos para acessibilidade e equidade, pode-se observar que no cenário 2017 os indicadores de acessibilidade apresentam uma concentração em torno da média com uma distribuição relativamente homogênea da variável na faixa entre um desvio padrão negativo e um desvio padrão positivo. Existem alguns setores mais críticos na região norte na área de estudo, com valores abaixo de -1 desvio da média. Enquanto que os setores na extremidade oeste e na região central, no entorno do corredor de BRT Antônio Bezerra/Papicu, apresentam melhores resultados. Por fim, os coeficientes de Gini e as curvas de Lorenz para a distribuição da acessibilidade em relação à população total e em relação à renda apontam que a distribuição é mais equitativa em relação à população total do que em relação à renda.

5.4 Comparação entre os Cenários

A comparação dos cenários de análise se configura como a primeira subetapa do Diagnóstico da Problemática, e abrange a inferência estatística e o cálculo da mudança relativa dos indicadores de acessibilidade e de equidade, de modo a avaliar a distribuição do transporte, antes e depois da implantação do BRT, em relação à população e à distribuição da renda na área de estudo.

A análise gráfica dos resultados das medidas de desempenho da estatística descritiva nos dois cenários aponta uma mudança na média e no desvio padrão dos indicadores de acessibilidade das paradas, dos setores e dos setores por residente. De modo a confirmar a alteração na média populacional da variável acessibilidade por residente no setor censitário após a implantação do BRT, utiliza-se a inferência estatística através do teste T pareado, que se configura como uma análise da equidade horizontal da distribuição do transporte. O procedimento para testar as médias inicia-se com a definição das hipóteses. A hipótese nula (H_0) considera que não existem mudanças e a hipótese alternativa (H_a) que apontaria o aumento da média da variável acessibilidade por residente no setor censitário do cenário 2015 para o 2017. Este aumento indicaria um efeito positivo do BRT na acessibilidade da área de estudo.

Em seguida, realiza-se o teste T para testar a hipótese nula de que não existe diferença entre as condições antes e depois. Como o desvio padrão populacional não é conhecido, utiliza-se o desvio padrão amostral como estimador e a distribuição t-Student no teste, tendo-se como premissa que a distribuição populacional é aproximadamente normal. A região de rejeição do teste t nesta pesquisa utiliza o valor crítico t da cauda superior $t_{\alpha, n-1}$ na tabela t-Student, logo, como o valor de t calculado com nível de significância α de 0,05 foi maior que o t crítico $t_{\alpha, n-1}$ ($t > t_{\alpha, n-1}$), como é representado na Tabela 8, a hipótese nula é rejeitada, ou seja, a evidência foi muito mais consistente com a hipótese alternativa de que existe diferença significativa na acessibilidade por residente antes e depois da implantação do BRT.

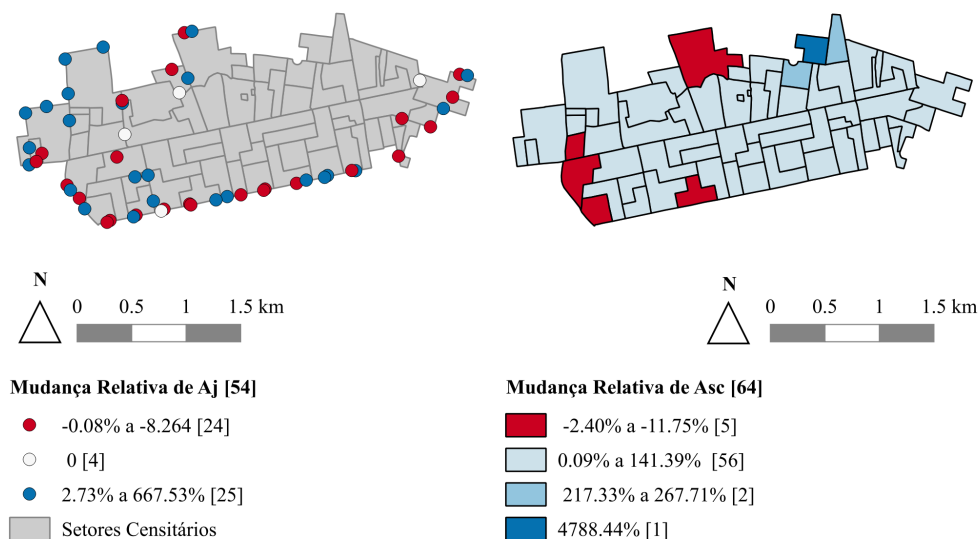
Tabela 7 - Teste T Pareado para a diferença entre as médias do indicador Acessibilidade por residente nos cenários 2015 e 2017.

Teste T de duas amostras pareadas		
$H_0: \mu_D = 0$; $H_a: \mu_D > 0$; $\alpha = 0.05$		
	<i>depois (Ar_2017)</i>	<i>antes (Ar_2015)</i>
Média	0.0440	0.0311
Variância	0.0005	0.0004
Número de Observações	64	64
Correlação de Pearson	0.8684	
Hipótese nula (H_0) da diferença de média (μ_D)	0	
Graus de liberdade	63	
Estatística t	9.7280	
t crítico uni-caudal ($t_{\alpha;n-1}$)	1.6694	
P-valor uni-caudal	1.81651E-14	

Fonte: Elaborado pela autora.

A etapa seguinte, para o diagnóstico da problemática, é o cálculo da mudança relativa da acessibilidade nas paradas (M_j), indicador que representa um nível de análise mais detalhado da distribuição da acessibilidade, e nos setores censitários (M_{sc}), indicador que representa a distribuição local do transporte na área de estudo. A M_j e M_{sc} são apresentadas no item 4.3.1.4 e os valores encontrados estão representados nos mapas de cores da Figura 37. Nestes mapas, os valores negativos representam a diminuição da acessibilidade (em vermelho), enquanto que os valores positivos representam um incremento na acessibilidade (em azul). A mudança relativa da acessibilidade das paradas foi calculada para 54 paradas existentes nos dois cenários, nas quais se percebe uma relativa homogeneidade da distribuição dos resultados, pois são 24 paradas com diminuição e 26 com aumento da acessibilidade. Existem apenas 4 paradas com valor nulo, ou seja, sem alteração. Por outro lado, a mudança relativa da acessibilidade nos setores censitários teve 92% dos resultados positivos, o que representa um impacto expressivo na rede.

Figura 37 - Mudança Relativa da Acessibilidade nas Paradas e nos Setores Censitários



Fonte: Elaborado pela autora.

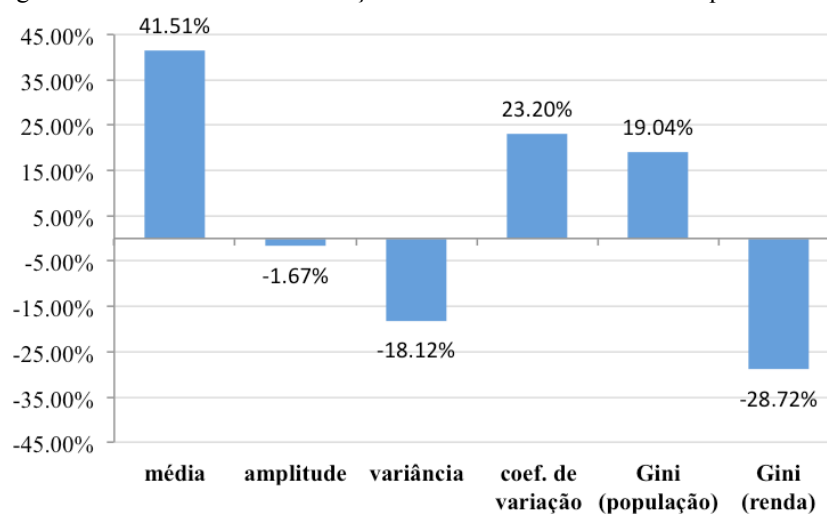
Em seguida, calcula-se a mudança relativa dos indicadores de equidade, que são os estimadores da estatística descritiva para a variável acessibilidade no setor censitário (A_{sc}) e os coeficientes de Gini da distribuição da variável acessibilidade no setor censitário em relação à população e renda. As etapas para o cálculo da mudança relativa foram apresentadas no item 4.3.2, e os resultados são apresentados na Tabela 9 e no gráfico de barras na Figura 38.

Tabela 8 - Mudança Relativa dos indicadores de Equidade

Indicadores de Equidade		Cenário 2015	Cenário 2017	Mudança absoluta	Mudança relativa (%) na equidade
Estatística descritiva	Média da A_{sc}	21.2638	30.0907	8.8269	41.51%
	Amplitude da A_{sc}	54.7149	55.6273	0.9123	-1.67%
	Variância da A_{sc}	139.2675	164.5040	25.2365	-18.12%
	Coefficiente de variação da A_{sc}	0.555	0.4262	-0.1287	23.20%
Coeficiente de Gini	A_{sc} para População total	0.3006	0.2433	-0.0572	19.04%
	A_{sc} para Renda média mensal	0.2181	0.1555	-0.0626	-28.72%

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 38 – Resultados da Mudança Relativa nos indicadores de Equidade



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados da estatística descritiva mostram um aumento na média da variável acessibilidade do setor censitário e uma maior dispersão dos dados. O aumento da média implica em uma melhoria da acessibilidade generalizada no estudo, o que indica uma situação de maior equidade horizontal. Enquanto que para a análise dos estimadores de dispersão à luz da equidade, a mudança absoluta positiva representa uma maior variação dos valores de acessibilidade na área de estudo, desse modo, o aumento absoluto da amplitude e variância, representam uma maior desigualdade na distribuição, configurando um cenário menos equitativo. Portanto, para os estimadores de dispersão inverte-se o sinal dos resultados da mudança absoluta no cálculo da mudança relativa, visto que, quanto maior a dispersão, maior a iniquidade da distribuição da variável. Contudo, verifica-se uma mudança absoluta negativa do coeficiente de variação, contrapondo os resultados dos demais estimadores de dispersão. Neste caso, para o coeficiente de variação, que é uma medida de dispersão relativa calculada através da razão entre desvio padrão e média, constata-se que a diminuição do coeficiente aconteceu, principalmente, em decorrência do aumento expressivo da média.

Para os coeficientes de Gini em relação à população, o decréscimo no cenário posterior corresponde a um sistema mais equitativo, pois representa uma maior proporção acumulada da acessibilidade em áreas com maior proporção acumulada da população, portanto, para representar esta melhoria na equidade horizontal, altera-se o sinal na mudança relativa percentual da equidade. Quanto ao coeficiente de Gini em relação à renda média mensal, avalia-se a equidade vertical, que tem como premissa para a melhoria um cenário no qual há maior acessibilidade em áreas de menor renda, ou seja, a melhoria da equidade está

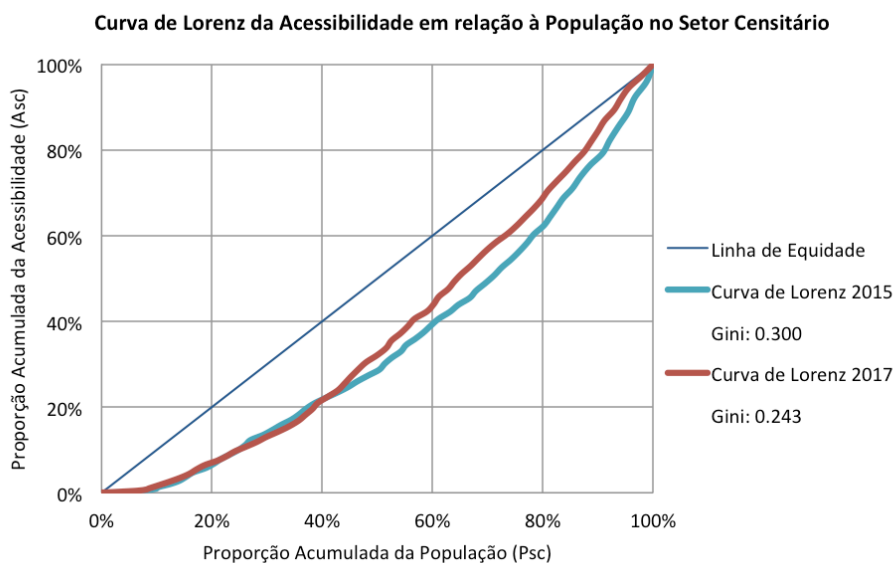
relacionada ao aumento do coeficiente de Gini no cenário posterior, e neste caso, não é alterado o sinal na mudança relativa percentual da equidade.

É possível comparar os resultados do teste T pareado e da mudança relativa das variáveis de análise, pois a confirmação da alteração na média pelo teste T e o aumento da mudança relativa percentual da média e do coeficiente Gini em relação à população demonstram a melhoria na equidade do acesso em decorrência da implantação da infraestrutura de BRT. Mas apesar da mudança positiva na equidade em relação a média e à população total, houve um decréscimo das variáveis de dispersão, o que implica em um decréscimo da equidade em relação à distribuição da acessibilidade na área de estudo. Além disso, a análise da equidade vertical através da mudança relativa percentual do coeficiente Gini para a renda média mensal no setor censitário também apresenta um decréscimo.

O coeficiente de Gini utilizado neste trabalho consiste em um indicador para quantificar a equidade da acessibilidade do transporte, mas é preciso compreender que o coeficiente de Gini não constitui uma medida para classificar a acessibilidade, visto que este coeficiente deve ser interpretado como uma medida de comparação dos cenários e de suporte para as análises.

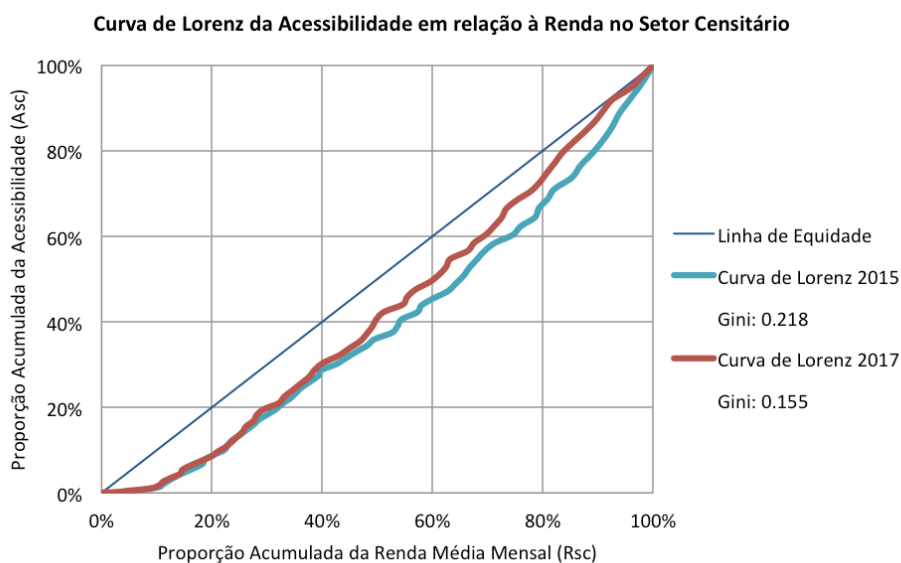
Os resultados do coeficiente de Gini podem ser visualizados através da curva de Lorenz nas Figura 39 e 40, nas quais é possível verificar graficamente a distribuição da acessibilidade em relação à população total e em relação à renda. Através da sobreposição das curvas de Lorenz do cenário anterior e posterior, verifica-se que a acessibilidade do transporte teve pouca alteração para aproximadamente 40% da população e 40% da renda média mensal dos setores, pois as curvas de 2015 e 2017 estão próximas.

Figura 39 - Comparação da Curvas de Lorenz e Coeficientes de Gini em relação à população



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 40 - Comparação da Curvas de Lorenz e Coeficientes de Gini em relação à renda



Fonte: Elaborado pela autora.

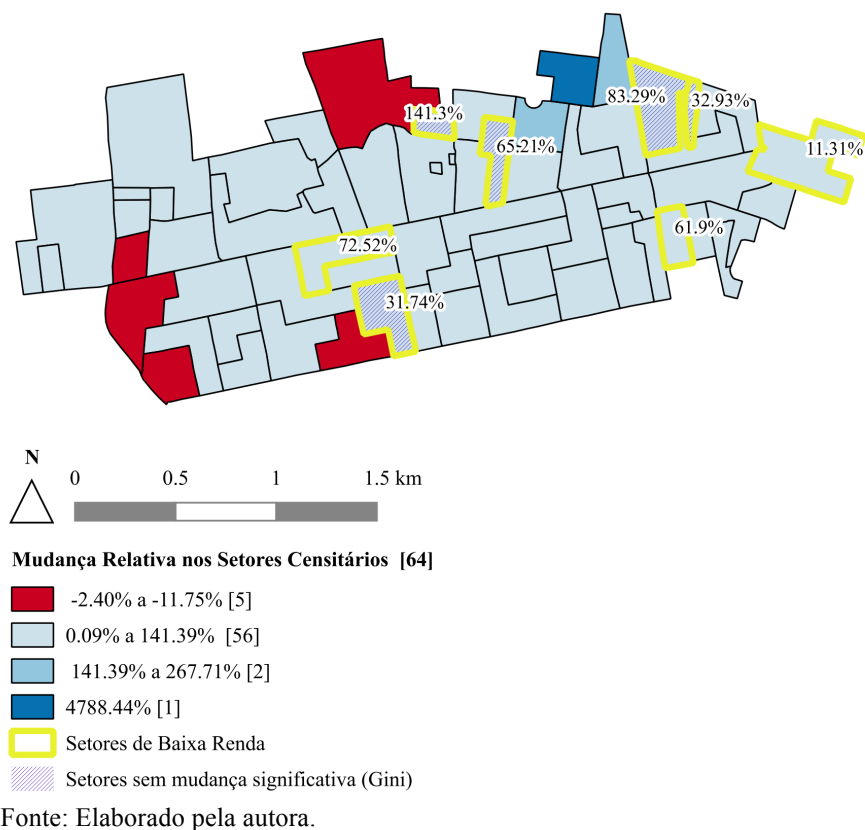
Na curva da acessibilidade em relação à população, observa-se que aproximadamente 20% dos valores mais baixos de acessibilidade estão distribuídos sobre aproximadamente 40% da população, nos cenários 2015 e 2017. Isso significa que uma grande parcela da população (60%) é beneficiada com uma maior acessibilidade no estudo. E no cenário 2017 esta maior parcela da população é beneficiada com um incremento na acessibilidade, pois a curva passa a ficar mais próxima da linha de equidade.

Por outro lado, na curva da acessibilidade em relação à renda média mensal dos setores, constata-se que aproximadamente 30% dos valores mais baixos de acessibilidade estão distribuídos sobre 40% da renda. Isso significa que uma parcela de aproximadamente 60% da renda é beneficiada com uma maior acessibilidade no estudo. Além disso, verifica-se que a curva no cenário 2017 para esta maior parcela da renda apresenta um acréscimo na distribuição da acessibilidade, o que implica em uma maior iniquidade da distribuição em relação à renda, pois se concentra maiores valores de acessibilidade em áreas de maior renda.

Dentre os setores referentes à 40% da renda, para os quais não há uma mudança significativa da distribuição da acessibilidade em relação aos demais setores na área de estudo, verificam-se que cinco são de baixa renda. Como no total tem-se oito setores de baixa renda (renda média mensal menor do que dois salários mínimos) na área de estudo, pode-se afirmar através do coeficiente de Gini e da curva de Lorenz que não é possível observar uma melhoria significativa da acessibilidade do transporte para 63% das áreas de baixa renda no estudo.

Como a mobilidade dos usuários cativos do transporte público é influenciada, principalmente, pelas suas condições socioeconômicas e em Fortaleza mais de 80% deste grupo é pertencente às classes D e E (HENRIQUE; LOUREIRO; CAVALCANTE, 2004), é elaborado um mapa de cores da mudança relativa da acessibilidade em cada setor na Figura 41, no qual são apresentados os setores de baixa renda, de modo a melhor visualizar os impactos da implantação do BRT na acessibilidade das áreas mais vulneráveis.

Figura 41 - Mudança Relativa nos setores de Baixa Renda



O mapa apresenta um aumento da acessibilidade em quase todos os setores, inclusive nos setores de baixa renda, que estão com seu perímetro demarcados em linha amarela. Como o cálculo do coeficiente de Gini é baseado na proporção acumulada, as alterações em cinco setores de baixa renda (hachurados no mapa) comparados aos demais setores não foram consideradas expressivas, tendo em vista que a alteração nos valores de acessibilidade por setor censitário não caracteriza se o indicador de acessibilidade é alto ou baixo no setor, mas se há uma mudança significativa em relação aos residentes, especialmente, aos usuários cativos do transporte.

5.5 Interpretação dos Resultados

Os critérios avaliados neste trabalho são se a população total, e também, se áreas com menor renda média têm mais acesso ao transporte após a implantação da infraestrutura de BRT. Diante dos resultados acima apresentados é possível confirmar um aumento da equidade horizontal, com uma melhoria significativa da média da variável acessibilidade do setor censitário para aproximadamente 60% da população total, através do coeficiente de Gini e da curva de Lorenz, e uma piora em apenas 5 setores através da mudança relativa da

acessibilidade. Contudo, não é possível verificar uma melhoria expressiva para 63% das áreas de baixa renda, diante do que foi observado pelo coeficiente de Gini, curvas de Lorenz e espacialização dos indicadores.

Para compreender estes resultados é preciso considerar que a alteração nos valores de acessibilidade por setor censitário não caracteriza um ranking de acessibilidade, mas uma medida comparativa para verificar há uma mudança significativa em relação aos demais setores. Para a análise da equidade vertical, como houve um aumento não somente na média da variável mas também na dispersão, isso significa que apesar dos resultados positivos da mudança relativa da acessibilidade para o total de oito setores de baixa renda no estudo, quando são avaliados os ganhos em relação aos demais setores pelo coeficiente de Gini, os resultados não são expressivos em cinco setores de baixa renda. Portanto, o que se pode inferir é que houve uma melhoria na equidade horizontal, com um aumento da acessibilidade generalizada para a maior parte da população total, porém, essa melhoria não foi constatada para grande parte da população cativa do transporte, o que implicou em uma piora na equidade vertical da área de estudo.

Por fim, através da sobreposição dos resultados dos indicadores de acessibilidade e equidade foi possível identificar o impacto social do BRT Antônio Bezerra/Papicu na área de estudo, destacando especialmente os setores críticos que constituem os setores de baixa renda nos quais não houve uma mudança significativa da acessibilidade. Os setores críticos podem ser definidos, portanto, como regiões que apresentam um processo de exclusão socioespacial na área de estudo.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O entendimento do papel do transporte como elemento estratégico do desenvolvimento urbano, econômico e social consiste em um quadro recente na literatura, o qual vem sendo frequentemente reafirmado. Contudo, quando se trata do Planejamento de Transportes Urbanos no Brasil, existe uma limitação na representação do transporte como um elemento fundamental para a ampliação ou mitigação das situações de desigualdade socioespaciais, sendo pouco abordada nas análises a problemática da iniquidade do acesso aos transportes. Neste trabalho foi proposta uma metodologia, composta de três etapas, que permitiu identificar, caracterizar e diagnosticar esta problemática em uma área de estudo.

O esforço em compreender a problemática, na etapa de identificação, permitiu uma contribuição fenomenológica, ao revisar as metodologias que abordam o acesso equitativo cumprindo, assim, o objetivo específico de discutir as medidas existentes na literatura.

A proposição do método de avaliação do impacto do transporte no acesso equitativo e o processo analítico empreendido, permitiram alcançar o objetivo principal da pesquisa. É possível verificar que a vantagem do método proposto é a relativa simplicidade das medidas utilizadas e a competência do coeficiente de Gini ao apresentar um valor único que represente a equidade da acessibilidade do transporte tanto em relação à população total como em relação à distribuição da renda. Com isto, pode-se realizar comparações entre os cenários anterior e posterior à implantação de uma infraestrutura de transporte. Foram utilizados dados já existentes e de fácil acesso como aqueles do GTFS e do censo demográfico. Os dados foram analisados, também, espacialmente, através do ferramental de georreferenciamento, o que foi de extrema importância para as análises e compatibilização dos resultados.

A análise exploratória dos indicadores nos cenários anterior e posterior, nas etapas de caracterização e diagnóstico, não pretendeu examinar as relações causais dos problemas de acessibilidade na exclusão social, mas, sim, avaliar os níveis de acessibilidade e a distribuição do transporte para o grupo social em questão, que consiste na população de baixa renda. O foco do trabalho consistiu em investigar se existem regiões na área de estudo com restrição dos níveis de acessibilidade após a implantação da infraestrutura de transporte.

Diante dos resultados obtidos, foi possível demonstrar que as atuais estratégias de planejamento não abrangem, satisfatoriamente, as questões sociais e que, apesar de existirem impactos positivos na acessibilidade da área de estudo, os investimentos não alcançaram a

função social do transporte, com impactos negativos na equidade vertical. Isto mostra uma coerência do diagnóstico com as atuais estratégias de planejamento vinculadas aos interesses do mercado.

O método apresenta algumas limitações quanto aos dados sociodemográficos utilizados, visto que é considerada a premissa de que a distribuição populacional e a distribuição da renda permanecem constantes nos setores censitários. O dado populacional constitui um atributo de produção de viagens, mas representa apenas uma parte da demanda, pois a atração de viagens não é incluída nas medidas, visto que são dados, em muitos casos, inexistentes ou de difícil acesso. Os dados de atração ajudam a justificar a distribuição do serviço, o que torna interessante, para trabalhos futuros, a sua inclusão nos indicadores.

Outra questão do método são as medidas de nível de serviço que abrangem diversos atributos do transporte, mas todos com o mesmo peso. Portanto, considera-se interessante, para os trabalhos futuros, a definição de métodos para a ponderação destes atributos, talvez, mediante pesquisas de preferência revelada com o usuário cativo do transporte público. Além disso, estas medidas não incluem o custo monetário do transporte, o que pode prejudicar a identificação de lacunas espaciais do serviço em relação à renda, visto que a exclusão da população de baixa renda pode estar relacionada ao valor da tarifa, situação que independe da localização.

Por fim, verifica-se uma limitação do método em relação à abordagem do conceito justiça na oferta do transporte público, visto que ao utilizar o coeficiente de Gini como indicador de equidade aborda-se um valor numérico como medida de comparação da equidade. O método, portanto, utiliza a análise espacial através da elaboração de mapas que mostram os impactos da acessibilidade pela mudança relativa do indicador, identificando as áreas críticas no estudo, que são os setores de baixa renda onde não houve mudanças significativas em relação aos demais setores. Contudo, não considera medidas de justiça social que podem reduzir as desigualdades, por exemplo, as tarifas sociais no transporte.

O método proposto retrata a situação de uma área de estudo. Em trabalhos futuros, pode-se pensar na aplicação das medidas para as demais áreas da cidade, inclusive, considerando diferentes modos de transporte. Este tipo de abordagem pode proporcionar uma comparação da equidade do acesso ao transporte na cidade, contribuindo para uma análise mais ampla dos impactos do transporte.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, C.; DAVIDSON F. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. 2. ed. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ACCIOLY, V. M. **Planejamento, planos diretores e expansão urbana: Fortaleza 1960-1992**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, 294 p. Salvador, 2008.

ANDRADE, B. R. **Compreensão da problemática da periferização por segregação involuntária no planejamento da acessibilidade e mobilidade em Fortaleza**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.

ANSELIN, L. **Exploring spatial data with geodtm: a workbook. Centre for spatially integrated social science**. The University of Chicago. Chicago, Illinois, 2005. Disponível em: <<http://geodacenter.asu.edu/software/downloads>>

AZEVEDO FILHO, M. A. N. de. **Análise do processo de planejamento dos transportes como contribuição para a mobilidade urbana sustentável**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

BANISTER, D. **Transport Planning**. 2. ed. London: Spon Press, 2002.

BARADARAN, S; RAMJERDI, F. Performance of Accessibility Measures in Europe. **Journal of Transportation and Statistics**, v. 4 (2/3), 2002.

BOARETO, R. A mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**. p. 45-56, 2003. Disponível em: <<https://goo.gl/DxrpGB>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

BRASIL. Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências**. Brasília, 2000.

_____. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, 2001.

_____. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. Cadernos MCidades, n. 1. SeMob, Ministério das Cidades, Brasília, DF, 2004.

_____. Ministério das Cidades (MCID). Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana (SeMob), Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM). **A mobilidade urbana no planejamento da cidade**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/MXXE4Y>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

_____. Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, 2012.

_____. Lei n. 13.089, de 12 de janeiro de 2015. **Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.** Brasília, 2015a.

_____. Emenda Constitucional 90, de 16 de setembro de 2015. **D  nova redação ao art. 6  da Constituição Federal, para introduzir o transporte como direito social.** Brasília, 2015b.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R. . **Proposta de Indicadores de Mobilidade Sustentável Relacionando Transporte e Uso do Solo.** In: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. São Carlos: PLURIS, 2005.

CAMPOS, V. B. G. Uma Visão da Mobilidade Sustentável. **Revista dos Transportes Públicos.** v. 2, p. 99-106, 2006.

CARDOSO, L. **Transporte Público, Acessibilidade Urbana e Desigualdades Socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte.** Tese (Doutorado). Programa de Doutorado do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

CERVERO, R. **Transport Infrastructure and the Environment: Sustainable Mobility and Urbanism.** In: 2nd Planocosmo International Conference. Bandung: Institute of Technology, 2013a.

_____. Linking urban transport and land use in developing countries. **The Journal of Transport and Land Use.** v. 6, p. 7-24, 2013b.

CERVERO, R.; DAI, D. BRT TOD: Leveraging transit oriented development with bus rapid transit investments. **The Journal of Transport Police.** v. 36, p. 127-138, 2014.

COSTA, M. S. **Um  ndice de mobilidade urbana sustentável.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

COSTA, M. C. L.; ACCIOLY, V. M.; NOGUEIRA, C. M. L. **A copa de 2014 em Fortaleza: obras de mobilidade urbana e transformações na configuração espacial metropolitana.** In: Maria Clelia Lustosa Costa, Renato Pequeno e Valéria Pinheiro (Orgs.). Fortaleza: os impactos da copa do mundo 2014. Fortaleza: Observatório das Metr poles, Finep, Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2015.

COSTA, M. C. L.; PEQUENO, R. **Fortaleza: transformações na ordem urbana.** 1. ed. 452 p. Rio de Janeiro: Letra Capital, Observatório das Metr poles, 2015.

COWELL, F. **Measuring Inequality.** Oxford University Press, 2009. Disponível em: <<http://darp.lse.ac.uk/MI3>> Acesso em: 20 out. 2017.

CURRIE, G. Gap analysis of public transport needs: measuring spatial distribution of public transport needs and identifying gaps in the quality of public transport provision. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.** v. 1895, p.137–146, 2004.

_____. Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs. **Journal of Transport Geography**. v. 18, p. 31–41, 2010.

CURRIE, G.; DELBOSC, A. Assessing Bus Rapid Transit system performance in Australasia. **Research in Transportation Economics**. v. 48, p. 142-151, 2014.

DEÁK, C.; SCHIFFER, S. R. **O processo de urbanização no Brasil**. 1. ed. São Paulo: EdUSP, 1999.

DEVORE, J. L. **Probability and Statistics for Engineering and the Sciences**. 9. ed. California Polytechnic State University: San Luis Obispo, 2014.

DELBOSC, A.; CURRIE, G. Using Lorenz curves to assess public transport equity. **Journal of Transport Geography**. v. 19, p. 1252-1259, 2011a.

_____. Transport problems that matter: social and psychological links to transport disadvantage. **Journal of Transport Geography**. v. 19, p. 170-178, 2011b.

DfT. **Guidance on the Methodology for Multi-Modal Studies**. v. 1/2. Department for Transport, London, 2000. Disponível em: <www.dft.gov.uk/itwp/mms/vol1/01.htm>. Acesso em: 05 abr. 2017.

DURANTON, G.; GUERRA, E. **Developing a Common Narrative on Urban Accessibility: An Urban Planning Perspective**. Relatório. Brookings's Moving to Access, 2016.

EL-GENEIDY, A. M.; LEVINSON, D. M. **Access to Destinations: Development of Accessibility Measures**. Relatório n. 1 na série: Access to Destinations Studies. University of Minnesota, 2006.

FERRAZ, A. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. 2. ed. 428 p. São Carlos: RiMa, 2004.

FORCKENBROCK, D. J.; WEISBROD, G. E. **Guidebook for assessing the social and economic effects of transportation projects**. National Cooperative Highway Research Program. University of Iowa, Iowa City, 2001.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza. **Banco de Dados do Sistema de Transporte Urbano**. 2017.

FRANSEN, K.; NEUTENS, T.; FARBER, S.; DE MAEYER, P.; DERUYTER, G.; WITLOX, F. Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels. **Journal of Transport Geography**. v. 48, p. 176-187, 2015.

FREITAS, C. S. **Copa do mundo de 2014 em Fortaleza: segregação socioespacial e acentuação da informalidade urbana**. In: Maria Clelia Lustosa Costa, Renato Pequeno e Valéria Pinheiro (Orgs.). Fortaleza: os impactos da copa do mundo 2014. Fortaleza: Observatório das Metrôpoles, Finep, Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2015.

GARCIA, C., MACÁRIO, R., LOUREIRO, C. F. G. **The role of assessment in the urban mobility planning process.** In: 13th WCTR World conference on transport research, Rio de Janeiro, 2013.

GARCIA, C. M.; BERNARDI, J. L. As funções sociais da cidade. In: **Revista Direitos Fundamentais e Democracia.** v. 4, 2008.

GEURS, K. T.; VAN WEE, B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography.** v. 12, p. 127-140, 2004.

_____. **Accessibility: perspectives, measures and applications.** In: Bert van Wee, Jan Anne Annema, David Banister (Eds.). *The Transport System and Transport Policy: An Introduction.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing, p. 207-226, 2009.

GEURS, K. T.; RITSEMA VAN ECK, J.R. **Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact.** Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2001.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e Expansão Urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **Revista São Paulo em Perspectiva,** v. 15, p. 13-19, São Paulo: Funda o SEADE, 2001.

HANDY, S. L.; NIEMEIER, D. A. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A,** v. 29, p. 1175-1194, 1997.

HENRIQUE, C. S. **Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza.** Disserta o (Mestrado). Programa de mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2004.

HENRIQUE, C. S., LOUREIRO, C. F., CAVALCANTE, R. A. **Caracteriza o espacial da mobilidade dos usuários cativos do sistema integrado de transporte de Fortaleza.** In: XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes: ANPET. Florianópolis, 2004.

IACOVINI, V. **Plano sem Projeto (PDP-FOR) e Projeto sem Plano (VLT Parangaba/Mucuripe): Descaminhos da Política Urbana em Fortaleza, CE.** Monografia. Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013.

_____. **Mobilidade urbana, transportes e VLT Parangaba/mucuripe: histórico, conceitos, conflitos e impactos sócio-espaciais.** In: Maria Clelia Lustosa Costa, Renato Pequeno e Valéria Pinheiro (Orgs.). *Fortaleza: os impactos da copa do mundo 2014.* Fortaleza: Observatório das Metr poles, Finep, Ministério da Ciência, Tecnologia e Informa o, 2015.

IBGE/Ministério de Planejamento Orçamento e Gestão. **Base de informa es do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário.** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/kSdaNf>>.

INCT/Observatório das Metrôpoles. **Metrôpoles em números: crescimento da frota de automóveis e motocicletas nas metrôpoles brasileiras 2001/2011**. Relatório. Rio de Janeiro, 2012.

IPECE. **Entendendo o Índice de Gini**. Governo do Estado do Ceará. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/v13HSX>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

IPLANFOR. **Fortaleza Hoje**. Edições Iplanfor: Série Fortaleza 2040, n. 4, 2015.

ITDP. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Análise das iniciativas municipais de mobilidade urbana em Fortaleza sob a ótica da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Relatório. Brasil, 2015.

_____. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Avaliação BRT Rede Integrada de Transportes - RIT**. Brasil, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/jF4UMX>> Acesso em: 12 set. 2017.

_____. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Avaliação do Potencial de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS): Corredores de Transporte na Sub-região Oeste da Região Metropolitana de São Paulo**. Relatório. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/gRsuFM>> Acesso em: 20 set. 2017.

LEGROUX, J. **A acolhida da copa do Mundo 2014 e das Olimpíadas 2016 e os impactos da “revolução dos transportes” sobre a justiça socioespacial: mudar tudo para que nada mude?** Tese (Doutorado) - Resumo longo em Português. Cotutela entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPUR- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional) e a Universidade de Lyon (LAET – Laboratoire Aménagement et Économie des Transports), 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/BQP7oC>> Acesso em: 09 ago. 2017.

LEI, T.; CHURCH, R. Mapping transit-based access: integrating GIS, routes and schedules. **International Journal of Geographical Information Science**. v. 24, p. 283–304, 2010.

LEMANS, A. C. D. **Assessing the accessibility and equity of the urban public transport services**. Dissertação (Mestrado). Master of Science in Civil Engineering, Delft University of Technology. Delft, 2016.

LIMA, P.; KRÜGER, E. Políticas públicas e desenvolvimento urbano sustentável. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**. v. 9, p. 9-21, Curitiba: Editora UFPR, 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/kJAXkg>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

LITMAN, T. **Evaluating accessibility for transport planning. Measuring people's ability to reach desired goods and activities**. Victoria Transport Policy Institute, 2017a. Disponível em: <<http://vtpi.org/access.pdf>>.

_____. **Evaluating Transportation Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning**. Victoria Transport Policy Institute 2017b. Disponível em: <<http://vtpi.org/equity.pdf>>.

LOPES, A. S. **Transportes, Uso do Solo e Atividades - Modelagem Conceitual para o Planejamento da Acessibilidade Urbana**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015.

LUCAS, K. **Locating transport as a social policy problem**. In: Karen Lucas (Org.). *Running On Empty: Transport, social exclusion and environmental justice*. Great Britain: The Policy Press, 2004.

MACÁRIO, R. Access as a social good and as an economic good: is there a need of paradigm shift? **Journal of Financing Urban Access**. Volvo Research and Educational Foundations (VREF) Seminar. Bellagio, Italy, 2012.

MARTENS, K. **Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems**. 1. ed. New York: Routledge, 2017.

MDT - Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte; FNRU - Fórum Nacional de Reforma Urbana; IBDU - Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico (Orgs). **Mobilidade, Inclusão e Direito à Cidade: novas conquistas**. 2. ed. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/VGkqB9>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

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

MEYER, M. D.; MILLER, E. J. **Urban Transportation Planning**. 2. ed. McGraw-Hill, 2001.

MILLER, B.; RANUM, D. **Como pensar como um Cientista da Computação: Edição Interativa em Python**. 2018. Disponível em: <<https://goo.gl/FDPzV>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

MINOCHA, I.; SRIRAJ, P.S.; METAXATOS, P.; THAKURIAH, V. Analysis of transit quality of service and employment accessibility for the greater Chicago, Illinois, region. **Journal of the Transportation Research Record**. v. 2042, p. 20–29, 2008.

NICOLAISEN, M.; DRISCOLL, P. An International Review of Ex-Post Project Evaluation Schemes in the Transport Sector. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**. v. 18, 2016.

NIEHAUS, M.; GALILEA, P.; HURTUBIA, R. Accessibility and equity: An approach for wider transport project assessment in Chile. **Research in Transportation Economics**. v. 59, p. 412-422, 2016.

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **Faixas Exclusivas de Ônibus Urbanos: experiências de sucesso**. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/u61r5U>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

PEQUENO, L. R. B. **Projetos e obras da Copa 2014 diante da política urbana de Fortaleza**. In: Maria Clelia Lustosa Costa, Renato Pequeno e Valéria Pinheiro (Orgs.).

Fortaleza: os impactos da copa do mundo 2014. Fortaleza: Observatório das Metrôpoles, Finep, Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2015.

PEREIRA, R. H. M.; BANISTER, D.; SCHWANEN, T.; WESSEL, N. Distributional effects of transport policies on inequalities in access to opportunities in Rio de Janeiro. **Journal of the Transportation Research Board**. 2018.

PINHEIRO, M. B. **Mobilidade urbana e qualidade de vida: conceituações**. Anais do VIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, São Paulo, v. 2, p. 405-414, 1993.

PMF - Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Plano Local de Habitação de Interesse Social**. Fortaleza, 2011.

_____. **Faixas Exclusivas de Ônibus**. Disponível em: <<https://goo.gl/ZRCYPk>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

QGIS. **Quantum GIS: User Guide - Release 2.8**. Quantum GIS Development Team, 2016. Disponível em: <<http://www.qgis.org>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

RAMJERDI, F. Equity Measures and Their Performances in Transport. **Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board**. v. 1983, p. 67-74, 2006.

RIBEIRO, L. C. Q.; RIBEIRO, M. G. (Orgs.). **IBEU: Índice de bem-estar urbano**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

RODRÍGUEZ, D. A.; TOVAR, E. V. Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina. **Revista Land Lines**. v. 25, p. 14-20. Boston: Lincoln Institute of Land Policy, 2013.

ROLNIK, R. É possível uma política urbana contra a exclusão? **Revista Serviço Social e Sociedade**. v. 72, p. 53-61. São Paulo: Editora Cortez, 2002.

SAGHAPOUR, T.; MORIDPOUR, S.; THOMPSON, R. Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. **Journal of Transport Geography**. v. 54, p. 273-285, 2016.

SANTOS, M. **Espaço e sociedade**. 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1982.

_____. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 1993.

SÃO PAULO. Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte (MDT) e Fórum Nacional de Reforma Urbana (FNUR). **Mobilidade, inclusão e direito à cidade: novas conquistas**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/VGkqB9>>. Acesso em: 04 dez. 2016.

SILVA, A. Mobilidade urbana e equidade social: possibilidades a partir das recentes políticas de transporte público na Metrópole do Rio de Janeiro. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**. v. 10, p. 293-317, 2016.

SOARES, F. D. P. **Metodologia de Diagnóstico das Relações entre Uso do Solo e Transportes na Problemática do Planejamento Urbano Integrado**. Dissertação

(Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

SOUZA, D. D. M. R.; MENEZES, E. D. A. G. **Programa de Faixas Exclusivas de Ônibus em Fortaleza: Implantação e Avaliação do Projeto**. Relatório. Fortaleza, 2015.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. **Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development**. World Bank: Washington, DC, 2013.

TfL - TRANSPORT for LONDON. **Connectivity Assessment Guide**. Transport for London, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/pNSLSJ>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

_____. **Measuring Public Transport Accessibility Levels**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/uP8Sce>> Acesso em: 18 dez. 2016.

UN. United Nations. **Report of the Special Rapporteur Raquel Rolnik on adequate housing as a component of the right to an adequate standard of living, and on the right to non-discrimination in this context**. Relatório. 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/7QkH6b>> Acesso em: 17 mai. 2017.

VAN WEE, B.; GEURS, K. Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**. v. 11, p. 350-367. 2011.

VASCONCELOS, P. de A. **Dois séculos de Pensamento sobre a cidade**. 2. ed. 618 p. Salvador: Edufba; Ilhéus: Editus, 2012.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. 3. ed. 284 p. São Paulo: Annablume, 2000.

_____. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. 2. ed. 218 p. São Paulo: Annablume, 2001.

_____. **Mobilidade Urbana e Cidadania**. 1. ed. 216 p. São Paulo: Senac, 2012.

VASCONCELLOS, E. A. de; CARVALHO, C. H. R. de; PEREIRA, R. H. M. **Transporte e mobilidade urbana**. Textos para Discussão CEPAL-IPEA, v. 34, 74 p. Brasília, DF: CEPAL-IPEA, 2011.

VENTER, C. **Developing a Common Narrative on Urban Accessibility: A Transportation Perspective**. Relatório. Brookings's Moving to Access, 2016.

VILLAÇA, F. J. M. **Uma contribuição para a historia do planejamento urbano no Brasil**. In: Csaba Deák e Sueli Ramos Schiffer (Org). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: EdUSP, p. 169-243, 1999.

_____. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, FAPESP, Lincoln Institute, 2001.

_____. **A problemática do transporte urbano no Brasil.** In: Márcio Rogério Silveira (Org.). *Circulação, transporte e logística: diferentes perspectivas.* São Paulo: Outras Expressões, 2011.

VUCHIC, V. R. **Urban transit: Operations, planning and economics.** 1 ed. 644 p. New Jersey: *John Wiley and Sons, Inc.*, 2005.

WCED. **Our Common Future (The Brundtland Report).** New York: World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987.

WEGENER, M.; FÜRST, F. **Land-use transport interaction: state of the art.** Universität Dortmund. Dortmund, 1999.

WELCH, T. F. MISHRA, S. A measure of equity for public transport connectivity. **Journal of Transport Geography.** v. 33, p. 29-41, 2013.

APÊNDICE A - ACESSIBILIDADE DAS PARADAS NOS CENÁRIOS DE ANÁLISE

Tabela 1 - Acessibilidade das Paradas (continua)

2015		2017	
stop_id	Aj	stop_id	Aj
936	2.994	937	5.965
937	2.000	950	2.977
950	3.331	951	3.157
951	2.994	1509	8.189
1508	2.994	1514	7.161
1514	3.966	1515	3.837
1516	1.990	1516	2.815
1517	1.000	1517	1.000
1521	1.000	1521	1.000
1522	1.000	1522	1.000
1523	3.765	1526	1.000
1527	1.988	1527	2.814
1528	4.836	1593	4.619
1529	5.077	1597	1.755
1530	1.984	1598	14.286
1534	1.983	1600	7.541
1537	1.953	1601	7.012
1538	5.073	1602	1.000
1539	14.119	1996	16.632
1542	4.069	1999	5.103
1589	5.069	2003	15.858
1590	1.000	2008	7.675
1591	1.962	2009	1.000
1592	1.000	2011	1.000
1593	4.826	2013	1.000
1597	2.991	2014	2.781
1598	10.989	2015	5.020
1600	5.288	2016	4.804
1601	7.631	2017	2.789
1602	2.433	2018	2.884
1996	16.909	2022	4.799
1998	1.000	2023	5.014
1999	2.062	2032	5.017
2000	5.906	2038	2.885
2003	16.124	2039	2.799
2008	6.005	2040	2.884
2009	1.000	2041	2.886
2011	1.000	2042	2.808

Tabela 1 - Acessibilidade das Paradas (continuação)

2015		2017	
stop_id	Aj	stop_id	Aj
2013	1.000	2043	2.885
2014	2.744	2044	2.819
2015	4.870	2045	2.886
2016	5.349	2046	2.815
2017	2.759	2051	2.887
2018	2.909	2052	2.822
2022	5.382	3872	1.000
2023	4.868	4654	1.000
2032	4.869	4766	7.008
2038	2.911	4770	5.788
2039	2.777	4771	8.183
2040	2.910	5037	1.000
2041	2.914	5194	2.911
2042	2.791	5316	5.786
2043	2.912	5319	1.000
2044	3.502	5550	2.548
2045	2.915	5551	2.546
2046	3.489	5552	3.716
2051	3.906	5554	2.882
2052	3.515	6165	1.000
3872	1.000	6166	1.000
4771	3.964	6207	6.907
5009	1.000	6249	2.255
5037	1.000	6261	1.000
5187	2.977	6262	4.306
5194	2.001	6263	6.267
5319	1.000	6264	14.049
5550	1.000	6265	12.634
5551	1.000	6266	14.119
5552	1.934	6267	12.636
5554	2.598	6269	14.175
5602	4.840	6270	12.637
5603	1.984	6271	14.273
5604	1.957	6272	12.639
5605	2.439	6273	14.659
5607	4.832	6287	1.000
5608	2.404	6294	1.000
5609	3.694	6298	1.000
5611	1.990	6299	1.000
5612	1.000	6300	1.000
6122	2.397	6301	1.000

Tabela 1 - Acessibilidade das Paradas (conclusão)

2015		2017	
stop_id	Aj	stop_id	Aj
6165	1.000	6302	1.000
6166	1.000	6303	1.000
6190	1.937	6304	1.000
6207	3.509	6306	1.000
6220	3.031	6310	1.000
6221	7.469	6346	2.153
6222	4.655	6353	1.000
6224	1.000	6354	1.000
6249	2.186	6355	1.000
6250	1.000	6356	1.000
6252	2.094	6357	1.000
		6358	1.000
		6359	1.000
		6360	1.000
		6374	2.126

APÊNDICE B - ACESSIBILIDADE DOS SETORES CENSITÁRIOS NOS CENÁRIOS DE ANÁLISE

Tabela 2 - Acessibilidade dos Setores Censitários (continua)

ID	Asc_2015	Asc_2017
39453	24.580	37.874
39454	25.082	32.755
39455	16.284	28.274
39457	10.437	21.902
39459	16.835	31.705
39460	21.780	35.263
39461	13.467	31.079
39462	12.992	26.634
39463	8.914	16.339
39464	14.218	18.901
39465	14.152	19.521
39485	0.658	1.588
39486	6.078	5.931
39488	1.988	2.211
39489	4.494	14.261
39490	16.910	31.398
39491	22.124	32.378
39492	22.300	33.834
39493	15.364	32.521
39494	4.385	4.805
39495	14.050	19.828
39509	0.905	3.328
39510	0.039	1.920
39575	16.226	34.563
39576	19.103	33.951
39577	36.635	50.622
39761	20.913	31.495
39767	15.415	25.468
39768	27.032	33.186
39769	19.070	27.235
39770	20.076	32.653
39771	25.239	43.230
39789	29.912	48.756
39790	27.872	40.131
39791	47.842	46.695
39793	40.485	45.903
39794	44.286	44.838
39901	29.560	32.903
40023	16.046	32.954

Tabela 2 - Acessibilidade dos Setores Censitários (conclusão)

ID	Asc_2015	Asc_2017
40024	16.215	36.333
40025	15.416	33.663
40026	17.617	24.135
40027	17.242	21.324
40028	19.859	19.876
40029	17.834	21.692
40030	20.120	25.409
40031	26.453	38.670
40032	37.060	48.464
40033	51.250	54.039
40034	43.748	42.407
40035	54.676	48.251
40036	38.604	51.867
40037	22.210	38.316
40038	24.581	44.194
40039	22.286	37.755
40040	18.066	33.815
40041	26.333	38.290
40042	14.390	17.840
40043	16.980	21.128
40044	18.625	24.538
40045	18.570	17.797
40172	27.700	28.334
40173	30.732	32.653
40174	20.568	36.180