



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ  
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR  
VICE-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - VRPG  
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS DA CIDADE**

**SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE ALTA  
CAPACIDADE EM FORTALEZA: UMA ANÁLISE DE  
CENÁRIOS ATUAIS E FUTUROS SOB A ÓTICA DA  
ACESSIBILIDADE E JUSTIÇA SOCIAL.**

Juliana Guerreiro de Carvalho Rocha

Fortaleza - Ce  
Junho, 2021

JULIANA GUERREIRO DE CARVALHO ROCHA

**SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE ALTA  
CAPACIDADE EM FORTALEZA: UMA ANÁLISE DE  
CENÁRIOS ATUAIS E FUTUROS SOB A ÓTICA DA  
ACESSIBILIDADE E JUSTIÇA SOCIAL.**

Tese apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ciências da Cidade da Vice-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade de Fortaleza, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Cidade. Área de concentração: Planejamento e Implantação dos Sistemas de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. André Soares Lopes

Fortaleza - Ce  
2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica da obra elaborada pelo autor através do programa de geração automática da Biblioteca Central da Universidade de Fortaleza

---

Rocha, Juliana Guerreiro de Carvalho.

Sistemas de transporte público de alta capacidade em Fortaleza: : uma análise de cenários atuais e futuros sob a ótica da acessibilidade e justiça social. / Juliana Guerreiro de Carvalho Rocha. - 2021

137 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade de Fortaleza. Programa de Mestrado Profissional Em Ciências Da Cidade, Fortaleza, 2021.

Orientação: André Soares Lopes.

1. Acessibilidade. 2. Teorias de justiça. 3. Sistemas de transporte público de alta capacidade. I. Lopes, André Soares. II. Título.

---

**JULIANA GUERREIRO DE CARVALHO ROCHA**

**SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE ALTA CAPACIDADE EM FORTALEZA:  
UMA ANÁLISE DE CENÁRIOS ATUAIS E FUTUROS SOB A ÓTICA DA  
ACESSIBILIDADE E JUSTIÇA SOCIAL**

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. André Soares Lopes

Universidade de Fortaleza – UNIFOR

---

Prof.a Dra. Cristina Maria Aleme Romcy

Universidade de Fortaleza – UNIFOR

---

Prof. Dr. Francelino Franco Leite de Matos Sousa

Centro Universitário Christus – UNICHRISTUS

Aprovada em: **30/06/2021**.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, ao meu orientador que tanto me instruiu e me motivou para o crescimento deste estudo científico. Agradeço aos professores membros das bancas de qualificação e examinadora, Renata Lúcia Magalhães de Oliveira, Carla Camila Girão Albuquerque, Cristina Maria Aleme Romcy e Francelino Franco Leite de Matos Sousa, que muito contribuíram com suas análises, críticas e sugestões. Agradeço, em especial, ao meu esposo, Mário, por sua dedicação e apoio constante durante essa empreitada. Meus sinceros agradecimentos à minha família e amigos que estiveram ao meu lado, me apoiando, incentivando e auxiliando para que eu pudesse me dedicar ao desenvolvimento deste trabalho.

*“A paramount goal of transport policy is to improve accessibility”*  
(van Wee & Geurs, 2011).

## RESUMO

Na cidade de Fortaleza existem planejamentos de sistemas de transporte público de alta capacidade que concorrem entre si, inclusive espacialmente. Buscando entender se esses sistemas garantem uma condição justa de acessibilidade e qual cenário apresenta uma proposta mais eficaz na promoção de acesso às oportunidades urbanas presentes no eixo de desenvolvimento oeste da cidade, se objetiva identificar se esses projetos propostos para a cidade de Fortaleza garantem uma acessibilidade justa. Para isso foram modelados três cenários para que os dados pudessem ser analisados e comparados à luz das teorias de justiça.

*Palavras chaves: Acessibilidade, teorias de justiça, sistemas de transporte público de alta capacidade.*

## **ABSTRACT**

In the city of Fortaleza, there are plans for high-capacity public transport systems that compete with each other, including spatially. Seeking to understand if these systems guarantee a fair condition of accessibility and which scenario presents a more effective proposal in promoting access to urban opportunities present in the west development axis of the city, the objective is to identify whether these projects proposed for the city of Fortaleza guarantee accessibility fair. For this, three scenarios were modeled so that the data could be analyzed and compared in light of the theories of justice.

*Keywords: Accessibility, theories of justice, high-capacity public transport systems.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem resumo do conceito de planejamento da mobilidade segundo Handy, 2005.	23
Figura 2: Relações entre os componentes de acessibilidade defendidos por Geurs e van Wee.	26
Figura 3: Resumo da relação dos componentes com as medidas/indicadores de acessibilidade.	29
Figura 4: Medidas de impedimento de viagem desde a origem (ponto preto) até vários destinos (A, B e C), usando a distância da rede.	30
Figura 5: Medida de contorno. As oportunidades (pontos roxos) são classificadas por fusos horários de viagem (A = até 15 min, B = 15-30 min, C = mais de 30 min) do ponto de referência (ponto preto).	31
Figura 6: Medida de gravidade. Oportunidades (pontos roxos) são representadas pelo tempo real de viagem em minutos a partir do ponto de referência (ponto preto)	33
Figura 7: Exemplificação do raciocínio das medidas de competição	34
Figura 8: Exemplificação do raciocínio das medidas de espaço-tempo	36
Figura 9: Relações de acessibilidade e mobilidade.	47
Figura 10: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade.	50
Figura 11: Representação da Linha Sul dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	56
Figura 12: Representação da Linha Oeste prevista no segundo estágio dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	57
Figura 13: Representação das propostas dos 3 estágios iniciais dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	58
Figura 14: Representação do VLT Parangaba-Mucuripe dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	59
Figura 15: Representação da Linha Leste completa dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	60
Figura 16: Representação da primeira fase da Linha Leste dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	61

Figura 17: Representação do Ramal Aeroporto (VLT) dentro da malha metroferroviária de Fortaleza	62
Figura 18: Rota licitada do Bonde Elétrico.	63
Figura 19: Representação da Linha Oeste atual dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.	64
Figura 20: Variações de seções no METROFOR Sul com propostas de amenização de impactos.	68
Figura 21: Variações de seções no Transporte Leve sobre Trilho (VLT) com propostas de amenização de impactos.	69
Figura 22: Variações de seções no BRT Oeste com propostas de amenização de impactos.	70
Figura 23: Comparação da viabilidade das duas propostas, Linha Leste x Bondes + BRT, segundo o Plano Fortaleza 2040.	71
Figura 24: Apresentação da viabilidade da proposta segundo o Fortaleza 2040.	72
Figura 25: Nova malha do sistema de BRT proposto pelo plano Fortaleza 2040.	73
Figura 26: Locação dos principais corredores de transporte propostos pelo Fortaleza 2040, com estações de transferência e terminais.	75
Figura 27: Planejamento do Transporte público segundo o PlanMob (Fortaleza 2040).	77
Figura 28: Região urbana servida por sistemas de ônibus e metrô a partir do diagrama de Voronoi.	80
Figura 29: IDH total dos bairros contidos dentro da área de influência dos sistemas a serem analisados.	81
Figura 30: IDH total dos bairros contidos dentro da área de influência dos sistemas a serem analisados.	82
Figura 31: Variações de seções da Linha Oeste segundo PMU.	83
Figura 32: Histórico de passageiros transportados na Linha Oeste de 1997 a 2021.	84
Figura 33: Fluxo de passageiros - Linha Oeste – 2017.	84
Figura 34: Tabela de horários sentido Caucaia - Fortaleza.	85
Figura 35: Tabela de horários sentido Fortaleza - Caucaia.	85

Figura 36: Detalhamento dos cenários a serem comparados neste trabalho.	87
Figura 37: Carregamento Geral do Transporte Coletivo - 2032.	88
Figura 38: Carregamentos das Linhas de Metrô - 2032.	88
Figura 39: Fluxo de passageiros - Linha Oeste - 2032.	89
Figura 40: Perfil de Carregamento - Linha Oeste - Sentido OL.	89
Figura 41: Perfil de Carregamento - Linha Oeste - Sentido LO.	90
Figura 42: Corredores de Mobilidade.	91
Figura 43: Variações de seções no BRT Oeste com propostas de amenização de impactos.	92
Figura 44: Corredores de urbanização e os corredores de transporte.	93
Figura 45: Parte da tabela com o ano e comprimento de implantação dos corredores de transporte do Fortaleza 2040.	93
Figura 46: Sistema geral de mobilidade urbana proposto.	94
Figura 47: Sistema viário básico.	94
Figura 48: Frota do sistema de transporte público de Fortaleza.	95
Figura 49: Demanda máxima por corredor em 2040.	96
Figura 50: Imagem da linha e o distanciamento de 1km.	102
Figura 51: Bairros selecionados a partir da linha e o distanciamento de 1km.	102
Figura 52: Relação entre as estações do cenário 01 (Oeste atual) e os bairros selecionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.	103
Figura 53: Relação entre as estações do cenário 02 (Oeste 2032) e os bairros selecionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.	103
Figura 54: Relação entre as estações do cenário 03 (BRT Oeste) e os bairros selecionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.	104
Figura 55: Usos dos lotes fornecidos pela SEFIN (2018) exceto os residenciais, os fechados e os sem uso.	105
Figura 56: Centroides dos usos dos lotes fornecidos pela SEFIN (2018) exceto os residenciais, os fechados e os sem uso.	105
Figura 57: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade adaptados para o estudo objeto deste trabalho.	112
Figura 58: IDH das zonas do cenário 01 (Oeste atual).	126

Figura 59: IDH das zonas do cenário 02 (Oeste 2032).	126
Figura 60: IDH das zonas do cenário 03 (BRT Oeste).	127

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 01 (Oeste atual).	112
Gráfico 2: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 02 (Metrô 2032).	112
Gráfico 3: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 03 (BRT Oeste).	113
Gráfico 4: Comparação das atratividades das estações dos diferentes cenários analisados.	113
Gráfico 5: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações relativas ao sistema do cenário 01 (Oeste Atual).	118
Gráfico 6: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações relativas ao sistema do cenário 02 (Metrô 2032).	119
Gráfico 7: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações relativas ao sistema do cenário 03 (BRT Oeste).	120
Gráfico 8: Comparação dos resultados da acessibilidade potencial entre as estações relativas aos sistemas dos cenários analisados	121

### **SIGLAS MAIS UTILIZADAS**

PlanMob - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana

BRT – Bus Rapid Transit

VLT – Veículo leve sobre trilhos

F2040 – Fortaleza 2040

PMU – Plano Mestre Urbanístico

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Questões da Pesquisa.....	15
1.2. Justificativa .....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo geral.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Estruturação do trabalho e metodologia proposta .....	17
1.4.1. Conceituação e exposição dos principais conceitos, indicadores, formas de mensuração e critérios avaliativos .....	17
1.4.2. Caracterização da área de estudo.....	18
1.4.3. Apresentação da metodologia de análise de sistemas de transporte	18
1.4.4. Aplicação da metodologia.....	18
2. ACESSIBILIDADE: CONCEITOS ESSENCIAIS, INDICADORES, FORMAS DE MENSURAÇÃO E OUTROS CRITÉRIOS AVALIATIVOS	19
2.1. Planejamento urbano e organização espacial da cidade.....	19
2.2. Mobilidade Urbana.....	20
2.3. Acessibilidade urbana.....	21
2.3.1. Indicadores de acessibilidade e sua classificação .....	22
2.3.2. Levantamento de indicadores.....	36
2.3.3. Quadro resumo.....	43
2.4. Teorias de justiça aplicadas a processos decisórios .....	44
2.4.1. Teoria igualitarista .....	45
2.4.2. Suficientismo .....	46
2.4.3. Utilitarismo .....	47
2.4.4. Teoria de equidade segundo Rawls .....	47

3.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	50
3.1.	Planejamento da mobilidade em Fortaleza.....	51
3.1.1.	Planejamento da mobilidade sobre trilhos - METROFOR .....	52
3.1.2.	Plano Fortaleza 2040 - IPLANFOR.....	63
3.2.	Definição dos cenários de análise .....	76
3.2.1.	Linha Oeste .....	80
3.2.2.	BRT Avenida Tenente Lisboa.....	88
4.	PROPOSTA DE MÉTODO DE ANÁLISE	94
4.1.	Descrição do método.....	94
4.2.	Descrição dos cenários a serem comparados.....	95
4.3.	Justificativa da escolha do indicador .....	95
4.4.	Dados a serem coletados para as análises .....	98
4.4.1.	Zonas.....	98
4.4.2.	Atratividade de cada destino .....	101
4.4.3.	Tempos de caminhada .....	104
4.4.4.	Tempos de espera.....	105
4.4.5.	Tempo de viagem .....	105
4.4.6.	Número de baldeações.....	106
4.4.7.	Parâmetro que transforma o tempo de caminhada em tempo equivalente no veículo (TEV) .....	106
4.4.8.	Parâmetro que transforma o tempo de espera em tempo equivalente no veículo (TEV) .....	106
4.4.9.	Parâmetro de aglomeração .....	107
4.4.10.	Penalidade de transferência .....	108
4.5.	Detalhamento das categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade de acordo com os cenários a serem estudados.....	108

5.	APLICAÇÃO DO INDICADOR, ANÁLISE E RESULTADOS	111
5.1.	Aplicação do indicador.....	111
5.2.	Análise segundo as teorias de justiça.....	121
5.2.1.	Discussão sob a óptica da distribuição desigual de acessibilidade urbana	121
5.2.2.	Análise sob a ótica puramente igualitarista .....	122
5.2.3.	Discussão sob a óptica da distribuição injusta da acessibilidade à luz da equidade de Rawls.....	122
5.2.4.	Análise a partir do utilitarismo.....	125
6.	CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS	127
	BIBLIOGRAFIA	129

## 1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Fortaleza apresentou um célere crescimento durante o século XX por conta do fluxo migratório campo-cidade (Pequeno & Aragão, 2009). Esse êxodo rural foi mais marcante no início dos anos de 1930, e, segundo o Instituto Pólis (2009), ao virem para a capital, as pessoas buscavam melhoria de qualidade de vida, que pode ser exemplificado pela condição de morar próximo ao local de oferta de trabalho. Entretanto, a realidade que encontraram foi bastante diferente da esperada pois essas áreas eram – e ainda são – pouco acessíveis do ponto de vista financeiro, uma vez que são altamente valorizadas pelo mercado imobiliário (Pequeno, 2009). Isso fez com que essa população, que tinha um menor poder aquisitivo, fosse induzida a buscar moradia em áreas mais afastadas desse centro de oportunidades. Segundo Andrade (2016), esse é o entendimento do processo de segregação involuntária que grande parte da população fortalezense sofreu e ainda sofre. Por estarem à margem das oportunidades e distantes fisicamente dos espaços e atividades de desejo, Andrade identificou essa população como sendo parte de um grupo de risco quando considerados os movimentos de deslocamento e o acesso a certas atividades distribuídas no espaço urbano, em especial as ofertas de postos de trabalho.

De forma a tentar driblar os problemas provenientes de um crescimento desordenado, a administração pública sempre buscou fazer um planejamento estratégico para orientar tanto a ocupação do território quanto as ações públicas. Entretanto, nem sempre esse planejamento teve como diretriz a garantia da acessibilidade.

Essa análise é possível a partir do estudo dos planos diretores da capital cearense que sempre focaram no transporte rodoviário individual, modo de transporte menos acessível diante das divergências econômicas de sua população. Ao analisarmos de forma mais detalhada o planejamento urbano da cidade, focando nos planos diretores, é possível perceber uma priorização muito forte do transporte rodoviário como vetor principal de deslocamento urbano. Isto pode ser comprovado pela sua utilização e fomento, além da substituição do sistema ferroviário (carga e



passageiros) em favor do transporte sobre rodas, observado ao longo do século XX. Segundo Cavalcante et al. (2020), o plano de 1963 incentivava o veículo automotor de transporte particular. Isto gerava dois efeitos consecutivos: o crescimento da mancha urbana (tornando as distâncias maiores), e a piora nos níveis de acessibilidade da população que não tinha acesso a veículos motorizados particulares (em sua maioria, famílias de renda mais baixa). No plano de 1972, tentou-se a integração entre as políticas de transporte e uso do solo através da implantação de conjuntos habitacionais periféricos ao longo de rodovias federais, mas foi somente no plano diretor de 2009 que foi incorporado pela primeira vez ao planejamento, uma visão mais contemporânea de planejamento do território e a busca pelo acesso amplo às atividades urbanas, destacados em seus objetivos.

Entretanto, existe um novo paradigma de planejamento de mobilidade, acessibilidade e transporte (Handy, 2005) que preconiza valores e princípios abordados mais profundamente no desenvolvimento deste trabalho. Com isso, a administração da cidade de Fortaleza, num esforço que alega seguir esse novo paradigma, desenvolveu o plano Fortaleza 2040, com estratégias a serem implementadas a curto, médio e longo prazo e tendo como horizonte o ano de 2040. Além disso, ele propõe a elaboração de um Plano Mestre Urbanístico, um Plano de Mobilidade, e um Plano de Desenvolvimento Econômico e Social.

Mesmo assim, presume-se que os projetos de transporte partem de um processo de planejamento viciado, que busca propor soluções focadas na realização de um conjunto de metas predefinidas, quando deveriam se concentrar na identificação das necessidades e problemas enfrentados pelos habitantes e outras partes interessadas (Souza & Loureiro, 2018). Como resultado, questiona-se principalmente se os projetos implantados realmente atendem a este novo paradigma, principalmente quando o assunto é acessibilidade, e sabendo que a maior parte da população está localizada nas áreas periféricas enquanto que a maior parte das oportunidades está na área central da cidade.

Além disso, com base nas últimas grandes intervenções ocorridas na cidade de Fortaleza, percebe-se que elas são focadas em áreas com maiores parâmetros

socioeconômicos, e depois se espalham. Isso leva à necessidade de entender o quão justa são essas intervenções e a quem elas são destinadas.

Sendo assim, acredita-se que o problema é seja que, dentro da lógica do planejamento territorial, e mais especificamente, levando-se em conta a forma de se intervir nas condições de mobilidade da população, as práticas e projetos impostos pelo poder público, em especial aqueles voltados para o transporte coletivo de longa e média distâncias, não garantem níveis justos de acessibilidade às oportunidades.

Neste contexto, verifica-se a importância da criação de estudos voltados ao entendimento desse planejamento e sua eficácia quanto à garantia universal de acesso ao território e atividades urbanas, motivo pelo qual propõem-se, nesta dissertação, identificar quais são os principais modos de transporte em discussão no momento, de forma que seja possível analisá-los e compará-los à luz das teorias de justiça, partem da consideração de que a acessibilidade é um bem social primário (van Wee and Geurs (2011)).

### **1.1. Questões da Pesquisa**

Entender a raiz motivadora para implantação dos projetos de mobilidade urbana possibilitará analisar as questões centrais desta pesquisa, que são:

- Os sistemas de transporte público de passageiros de alta capacidade, propostos no planejamento da cidade de Fortaleza, garantem uma condição justa de acessibilidade?
- No contexto dos instrumentos de planejamento para Fortaleza, qual dos cenários futuros apresenta-se como uma proposta mais eficaz na promoção de acesso às oportunidades urbanas do eixo de desenvolvimento oeste da cidade: o sistema ferroviário ou BRT?

### **1.2. Justificativa**

O trabalho aqui elaborado, ao propor aplicação teórica e conceitual sobre a cidade de Fortaleza, CE/BR, busca discutir sobre planejamento e projetos de transporte e mobilidade resultantes de políticas públicas. Neste sentido, pretende-se contribuir

com discussões sobre o que motiva e norteia as implantações de sistemas de transporte público na cidade em estudo. Parte-se da premissa de que o conceito de acessibilidade (em sua interpretação ampla, tal como proposto por Handy, 2005) ainda não foi amplamente incorporado nas tomadas de decisões e possuem um longo processo para serem concretizados. Neste contexto, justifica-se a criação de uma metodologia de análise desses sistemas de transporte, com foco no transporte público de passageiros de alta capacidade, de forma que seja possível a contribuição no entendimento das políticas públicas de transporte e mobilidade na cidade de Fortaleza. Pretende-se avaliar projetos de mobilidade que utilizam como pensamento norteador a garantia de acesso físico justo às oportunidades (distribuídas no território) a todos os cidadãos.

### **1.3. Objetivos**

Serão apresentados, a seguir, os objetivos gerais e específicos da dissertação em questão, motivados pelas justificativas presentes no item 1.1.

#### *1.3.1. Objetivo geral*

Propõem-se neste trabalho identificar quais projetos de sistemas de transporte público de passageiros de alta capacidade propostos para a cidade de Fortaleza, com foco em acessibilidade, atendem de forma justa à necessidade da população em acessar fisicamente os espaços e as atividades urbanas distribuídas nas suas zonas de influência.

#### *1.3.2. Objetivos específicos*

Adicionalmente ao objetivo geral deste trabalho, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os indicadores e critérios melhor aplicáveis para calcular a acessibilidade dos sistemas de transporte públicos e identificar as teorias de justiça que ajudem a julgar essa garantia de acessibilidade para Fortaleza;
- Caracterizar os esforços de planejamento focados em mobilidade e acessibilidade voltados para Fortaleza, e selecionar os casos a serem estudados;

- Comparar projetos alternativos de mobilidade e acessibilidade de forma a avaliar os seus benefícios sob a visão das teorias de justiça voltadas para a acessibilidade de Fortaleza.

#### **1.4. Estruturação do trabalho e metodologia proposta**

Apresenta-se a estruturação proposta neste trabalho e sua metodologia visando alcançar os objetivos geral e específicos desta dissertação. O corpo é subdividido em cinco etapas principais, a saber: (i) conceituação e exposição dos principais conceitos, indicadores, formas de mensuração e critérios avaliativos, (ii) caracterização da área de estudo; (iii) apresentação da metodologia de análise de sistemas de transporte; e (iv) aplicação desta metodologia, de forma a entender melhor as relações entre os sistemas de transporte analisados e o atendimento justo ao acesso da população.

##### *1.4.1. Conceituação e exposição dos principais conceitos, indicadores, formas de mensuração e critérios avaliativos*

Esta seção é dividida em quatro partes que abordam os pontos postos no primeiro objetivo específico. É nesta área onde serão apresentados os principais conceitos pertinentes ao tema em estudo, desde o planejamento urbano e a organização espacial das cidades, até os conceitos de mobilidade, acessibilidade urbana e teorias de justiça, que serão utilizadas como critérios avaliativos. Durante a exploração da temática da acessibilidade vão ser apresentados os principais conceitos, bem como os indicadores, classificações e critérios de análise relevantes para a mensuração da acessibilidade dos sistemas de transporte públicos.

Para isso, será feita uma revisão na literatura de forma a reunir informações pertinentes ao entendimento do processo de planejamento urbano e dos conceitos mencionados, e, para isso, foi feito um levantamento nas bases de dados das ferramentas de pesquisa Science Direct e Google Acadêmico. Utilizando essa mesma metodologia de levantamento foram levantados os documentos de referência para que fossem encontrados os indicadores de acessibilidade e sua classificação, critérios avaliativos e as formas de mensuração.

#### *1.4.2. Caracterização da área de estudo*

Os atributos necessários para o entendimento do planejamento do transporte na cidade de Fortaleza serão detalhados no terceiro capítulo deste trabalho, com foco no cumprimento do segundo objetivo específico. Ele será dividido em duas subseções que têm por função explanar sobre o planejamento da mobilidade de Fortaleza e definir os cenários de análise específicas. Para a definição dos cenários foram escolhidas duas propostas análogas de sistemas de transporte público de massa, que possuem uma área geográfica em comum.

Para isso, foram realizados levantamentos de documentos oficiais e notícias, além de informações presentes nos sites oficiais dos governos municipais e estaduais. Foram elaboradas e executadas entrevistas com os operadores do METROFOR para a obtenção de alguns conjuntos de dados específicos, em especial os dados relativos a demandas, datas de início e fim de operação, obras, e confirmação de dados levantados.

#### *1.4.3. Apresentação da metodologia de análise de sistemas de transporte*

Esta seção se traduz no início dos procedimentos para o atendimento do terceiro objetivo. Para que seja possível comparar os projetos alternativos de mobilidade e acessibilidade e avaliar os seus benefícios sob a ótica da acessibilidade é necessário detalhar a metodologia a ser empregada na análise, selecionar o indicador a ser utilizado, determinar os cenários a serem estudados e dispor dos dados a serem empregados. Por fim, serão destacadas as teorias de justiça que serão utilizadas como critério avaliativos de comparação desses resultados.

#### *1.4.4. Aplicação da metodologia*

Uma vez definida a metodologia, nesta seção será aplicado o indicador escolhido e os resultados serão comparados usando teorias de justiça de forma a ser possível identificar os níveis de acessibilidade garantida em cada cenário analisado e compará-los.

## **2. ACESSIBILIDADE: CONCEITOS ESSENCIAIS, INDICADORES, FORMAS DE MENSURAÇÃO E OUTROS CRITÉRIOS AVALIATIVOS**

Neste capítulo serão abordados os conceitos necessários para o entendimento da acessibilidade, além de seus atributos, suas formas de mensuração e índices, para posteriormente serem apresentados os estudos que envolvem a implantação de um sistema de transporte. No entanto, serão apresentados, primeiramente, conceitos da organização espacial da cidade, para melhor compreensão dos temas percorridos posteriormente. Ao final, serão apresentadas algumas teorias de justiça para que possam ser utilizadas como critérios avaliativos na análise e comparação dos resultados futuramente encontrados.

### **2.1. Planejamento urbano e organização espacial da cidade**

Segundo Cavalcante et al. (2020), “planejar é uma atividade humana essencialmente teleológica”, que busca entender um determinado fenômeno para que se possa prever seus desdobramentos, de forma a evitar futuras complicações. Dentro da complexidade que é o planejamento urbano, existe um subconjunto que é o planejamento dos transportes, que está expressivamente interligado a todas as outras áreas do planejamento (Lopes et al., 2020).

A cidade é um conjunto de diferentes tipos de uso do solo urbano (Melo, 2020) e seus habitantes necessitam realizar atividades básicas para sobreviver. Segundo Cascetta (2009 apud Souza, 2018, p. 15), a demanda por viagens surge justamente dessa necessidade de deslocamento para acessar funções e serviços localizados em regiões diferentes do local de moradia de um indivíduo. Entretanto, nem sempre essas atividades (destino) estão localizadas próximas ao seu ponto de partida. Com a segregação involuntária e a periferização que vem ocorrendo nas grandes capitais brasileiras, além do aumento populacional e territorial das áreas urbanas, essa distância entre o ponto de origem e o destino final das pessoas vem aumentando. Por isso, essa decisão de deslocamento se atrela à disponibilidade de oferta de transporte, às características do sistema de atividades e ao uso e ocupação do solo (Souza, 2018). Sendo assim, entende-se que há uma complexa relação entre esses usos do solo e o transporte (Kelly, 1994) e apesar de haver uma vasta cobertura na

literatura sobre esta relação, pouco se vê aplicado quando percebemos que o planejamento do uso do solo a curto, médio e longo prazo das cidades, pelo menos no caso específico de Fortaleza, é pensado de forma separada do planejamento do transporte.

Ainda segundo Souza (2018), para se entender essas relações entre esses fatores - disponibilidade de oferta de transporte, às características do sistema de atividades e ao uso e ocupação do solo - e propor soluções para os problemas de deslocamento das pessoas, durante muito tempo o planejamento dos sistemas de transporte se faziam através do planejamento da Mobilidade Urbana. Entretanto, está havendo uma mudança de paradigma (Handy, 2005) passando, agora, a se pensar no conceito de Acessibilidade, que será discutido posteriormente.

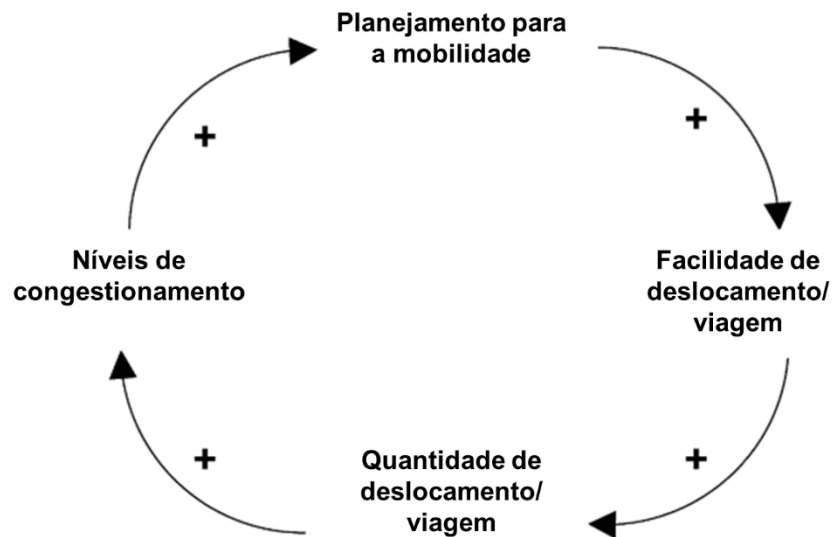
## **2.2. Mobilidade Urbana**

O conceito de mobilidade está atribuído a pessoas e bens e é uma resposta à necessidade de deslocamento, consideradas as atividades desenvolvidas e as dimensões do espaço urbano (Brasil – Ministério das Cidades, 2004). Sendo assim, entende-se que a referida mobilidade está relacionada à necessidade de ir e vir das pessoas no espaço urbano.

Quando estudado através da lente do planejamento, este conceito se define como potencial de movimento, isto é, a habilidade ou até mesmo a capacidade para ir de um lugar para outro (Hansen, 1959; Handy, 1993 apud Handy, 2005, p. 132). Isso significa que “as medidas tradicionais de nível de serviço usadas no planejamento de transporte são medidas de mobilidade” (Handy, 2005) e que, por isso, nem sempre projetos e ações frutos do planejamento da mobilidade garantem o movimento das pessoas e, por sua vez, não cumprem sua função (Figura 1).

Segundo Macário (2016), “a mobilidade está relacionada ao desempenho dos sistemas de transporte de forma independente” o que leva a interpretação de que quando se fala de mobilidade, há uma referência ao transporte em si e que o planejamento da mobilidade pode ser traduzido também em planejamento de transporte. Essas relações estão representadas na figura 1.

Figura 1: Imagem resumo do conceito de planejamento da mobilidade segundo Handy, 2005.



Fonte 1: Retirado de Handy, S. (2005, p.133). Imagem traduzida pela autora.

Se a finalidade do transporte é fazer com que as pessoas alcancem os seus destinos, então o objetivo da mobilidade deveria ser garantir o acesso das pessoas às atividades de desejo. Entretanto, as políticas públicas de transporte locais sempre focaram e priorizaram majoritariamente em quantidades de movimentos e velocidades e, continuamente, se planeja o sistema de transporte com o foco em melhorar a mobilidade, se atentando ao número de pessoas que circulam nas ruas, quantidade de movimentos, e outros indicadores de medição de desempenho.

Todo este esforço leva à percepção de que a mobilidade aponta para o transporte e para a ação do deslocamento em si. Entretanto, as relações entre transporte e uso do solo ganham destaque quando o planejamento da mobilidade é associado ao da acessibilidade urbana (Garcia, 2016).

### 2.3. Acessibilidade urbana

Da mesma forma que o conceito de mobilidade está atribuído a pessoas e bens e é uma resposta à necessidade de deslocamento, o conceito de acessibilidade é atribuído ao meio, como característica do espaço, do território, e das localizações. É considerado um conceito chave nas políticas de transporte em todo o mundo e possui diferentes definições, e a maioria tem em comum a inclusão dos destinos e atividades, bem como a impedância (custos ou dificuldades) à viagem (van Wee, 2016).



Quando Handy aborda o planejamento da acessibilidade urbana, a definição da temática é inicialmente posta como sendo o “potencial para interação” (Hansen, 1959 apud Handy, 2005, p. 132) sendo as escolhas feitas por cada indivíduo elementos importantes para definir seu grau de acessibilidade, no sentido de que quanto mais possibilidades de destinos ou modos de transporte um indivíduo tem, maior acessibilidade ele possui (Handy, 2005). Isso se relaciona ao conceito de mobilidade, mas neste caso a ação vai além do deslocamento em si, apontando para a atividade final desejada e motivadora do deslocamento.

Como forma de complementar o entendimento desse conceito, é válido colocar que Hansen (1959), define acessibilidade como “uma medida de potenciais oportunidades de interação” e que Niemeier (1997 apud Macário, 2016), bem parecido com o que colocam Dalvi & Martin (1976), a aponta como sendo a facilidade com que os destinos desejados podem ser alcançados e que pode ser medida pelas oportunidades disponíveis em função de algum tipo de obstáculo. A acessibilidade também é definida como a “facilidade de alcançar bens, serviços, atividades e destinos que, juntos, são muitas vezes reconhecidos como oportunidades para o desenvolvimento do indivíduo e da sociedade” (Macário, 2016), e quanto mais opções para chegar aos destinos ou para cumprir atividades com menor resistência à viagem<sup>1</sup>, maior o nível de acessibilidade de uma região.

Em resumo, acessibilidade pode ser entendida como a qualidade dos sistemas urbanos que permitem aos usuários superar as dificuldades impostas pela separação espacial entre as suas origens e destinos (Lopes et al., 2020 apud Bertolini et al., 2005).

### *2.3.1. Indicadores de acessibilidade e sua classificação*

Indicadores são “parâmetros quantificados ou qualitativos que servem para detalhar se os objetivos de uma proposta estão sendo bem conduzidos (avaliação de processo) ou foram alcançados (avaliação de resultados)” (Minayo, 2009).

---

<sup>1</sup> Neste caso a resistência à viagem pode ser entendida como tempos longos de deslocamento, custos elevados, e/ou a necessidade de esforço indesejado (Souza & Loureiro, 2018)

Já os indicadores de acessibilidade são instrumentos utilizados por pesquisadores e planejadores para avaliar o mérito de propostas de intervenção na estrutura de um sistema em estudo ou na rede de transportes (Curtis & Scheurer, 2010). Eles podem ser utilizados para avaliar o impacto das decisões adotadas para diferentes zonas urbanas e para os diversos grupos de usuários, podendo, assim, orientar e melhorar a eficácia nas aplicações de recursos, integrando o planejamento dos transportes e a localização dos serviços e atividades. Além disso, esses instrumentos também podem medir o nível de acesso da população às atividades de uma determinada região e, segundo Almeida (1999), podem ser separados em duas linhas de raciocínio. Uma leva em consideração a separação espacial entre a origem e o destino<sup>2</sup> e a outra leva também em consideração fatores relativos às atividades humanas<sup>3</sup>.

Uma abordagem mais recente, difundida por Geurs e van Wee (2004, 2011 e 2013) discorre que a acessibilidade é formada por pelo menos 4 tipos de componentes: uso do solo (a), transporte (b), tempo (c) e o componente individual (d).

- a) O componente uso do solo descreve sobre a distribuição das atividades no território, isto é, as quantidades, qualidade e distribuição destas atividades.
- b) O componente transporte descreve sobre o sistema de transporte e a resistência à viagem. Segundo os autores, ele é expressado pelo próprio sistema de transporte e a desutilidade experimentada por um indivíduo para vencer a distância entre a sua origem e seu destino, incluindo todo o tempo utilizado durante a viagem, incluindo o tempo de deslocamento, espera e estacionamento, os seus custos, sendo eles fixos ou variáveis, e as variáveis relacionadas ao conforto, como a confiabilidade do sistema utilizado, o nível de conforto, o risco de acidente, etc.

---

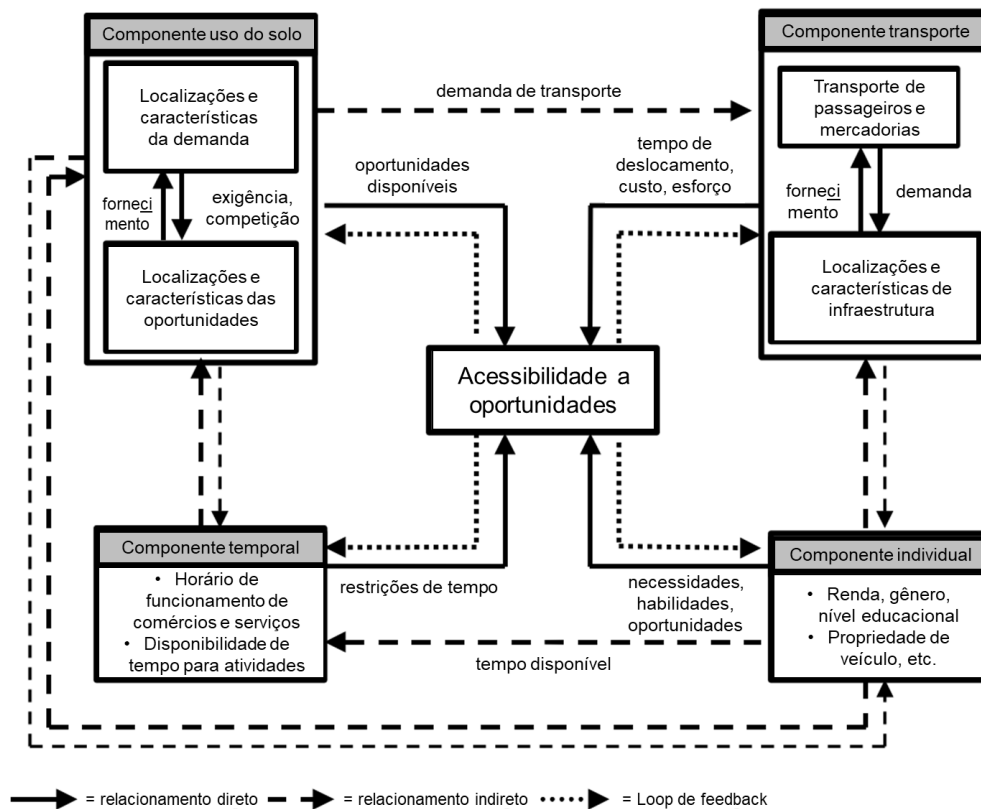
<sup>2</sup> Sugerida por Shimble em 1953 (Pooler, 1995) The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility. Transportation Research A, Vol 29 A, No 6, pp 421-437)

<sup>3</sup> Introduzida por Hansen em 1959 (Hansen, W G (1959) How accessibility shapes land use. Journal of American Institute of Planners, Vol 25, N°22, pp 73-76)

- c) O componente tempo reflete as restrições temporais do indivíduo e a disponibilidade das atividades e dos indivíduos ao longo do dia.
- d) O componente individual reflete as necessidades, que dependem da idade, renda, nível educacional, as habilidades, que dependem da condição física, disponibilidade de modos de transporte, e oportunidades dos indivíduos, que pode variar a partir da renda, orçamento de viagens, nível educacional das pessoas. Essas características influenciam o nível de acesso de uma pessoa aos meios de transporte, por exemplo, ser capaz de dirigir e pegar emprestado / usar um carro, e a oportunidades espacialmente distribuídas, por exemplo, ter as habilidades ou educação para se qualificar para empregos perto de sua área residencial, e podem influenciar fortemente o resultado da acessibilidade total agregada.

A imagem a seguir, figura 2, é um resumo elaborado pelos autores sobre a relação entre os componentes de acessibilidade.

Figura 2: Relações entre os componentes de acessibilidade defendidos por Geurs e van Wee.



Fonte 2: Geurs & van Wee, B. (2004, p. 129). Imagem traduzida pela autora.

Vários estudiosos tentaram classificar os tipos de indicadores de acessibilidade existentes. (Almeida, 1999) identifica diversos grupos dentre os quais se destacam, levando em consideração os interesses desta pesquisa, as medidas que se baseiam em separação espacial (I), medidas que utilizam o custo médio (II), medidas que incorporam a separação espacial e uma medida de atratividade (III), medidas de acessibilidade viária (IV), medidas com fundamentação microeconômica (V), medidas com representação gráfica (VI), e as medidas que tratam a acessibilidade por transporte coletivo (VII).

- I. As medidas que se baseiam em separação espacial consideram apenas a separação espacial observada entre as zonas de origem e o destino, omitindo qualquer consideração acerca da atratividade;
- II. As medidas que utilizam o custo médio utilizam o custo generalizado médio das viagens na determinação do nível de acessibilidade de uma região urbana;
- III. As medidas que incorporam a separação espacial e uma medida de atratividade tem como característica fundamental o efeito combinado entre transporte e uso do solo;
- IV. As medidas de acessibilidade viária representam a acessibilidade em zonas por meio de automóveis. Os parâmetros utilizados podem ser o tempo de viagem, o número de rotas disponíveis entre a origem e o destino e a capacidade destas rotas;
- V. As medidas com fundamentação microeconômica a formulação analítico-dedutiva está relacionada com o benefício líquido da viagem percebido pelo indivíduo, que é medido através de curvas de utilidade. As aplicações permitem a utilização de modelos comportamentais e possibilitam uma boa descrição da questão da acessibilidade na área de estudo;
- VI. As medidas com representação gráfica se utilizam de medidas de contorno ou áreas sob curvas para mensurar a acessibilidade. Neste caso são considerados o conjunto de possibilidades disponíveis para o indivíduo quando solicita atividades de ordem econômica, social ou cultural e considera que pessoas, famílias ou regiões diferentes não têm o mesmo

potencial de acesso a estas atividades. Esse tipo de medida define um limite para o custo generalizado de viagem e a acessibilidade é expressa através de número ou do percentual de atividades relevantes que o usuário pode atingir dentro desse limite;

- VII. As medidas que tratam a acessibilidade por transporte coletivo utilizam a oferta como indicador de acessibilidade.

Já Geurs & van Wee (2004) destacam quatro grandes grupos de medidas<sup>4</sup> em sua classificação. Estes grupos são baseados em: medidas de infraestrutura (I), de localização relativa (II), de características limitantes dos indivíduos (III) e em métodos econométricos com base em funções de utilidade (IV).

- I. As medidas baseadas em infraestrutura analisam o desempenho, observado ou simulado, ou nível de serviço da infraestrutura de transporte, como nível de congestionamento e velocidade média de viagem na rede rodoviária. Esse tipo de medida é normalmente empregado no planejamento do transporte.
- II. As medidas de localização relativa analisam a acessibilidade em locais, normalmente em um nível macro. As medidas descrevem o nível de acessibilidade a atividades distribuídas espacialmente, como, por exemplo, o número de empregos dentro de 30 minutos de tempo de viagem dos locais de origem. Medidas mais complexas baseadas em localização incorporam explicitamente restrições de capacidade das características da atividade fornecida para incluir efeitos de concorrência. Medidas baseadas em localização são normalmente usadas em planejamento urbano e estudos geográficos.
- III. As medidas baseadas nas características limitantes dos indivíduos analisam a acessibilidade no nível individual, como as atividades em que um indivíduo pode participar em um determinado momento. Este tipo de

---

<sup>4</sup> Essas medidas são vistas como indicadores para o impacto do desenvolvimento e políticas de planejamento do uso do solo e do transporte no funcionamento da sociedade em geral. (Geurs & van Wee, 2004)

medida baseia-se na geografia do espaço-tempo de Hägerstrand<sup>5</sup> (1970) que mede as limitações à liberdade de ação de um indivíduo no ambiente, ou seja, a localização e duração das atividades obrigatórias, os orçamentos de tempo para atividades flexíveis e velocidade de viagem permitido pelo sistema de transporte.

IV. As medidas baseadas em funções de utilidade analisam os benefícios econômicos que as pessoas obtêm com o acesso às atividades espacialmente distribuídas. Esse tipo de medida tem origem em estudos econômicos.

A imagem a seguir, figura 3, é um recorte do artigo dos autores que mostra uma tabela resumo com as relações dos componentes com as medidas/indicadores de acessibilidade.

Figura 3: Resumo da relação dos componentes com as medidas/indicadores de acessibilidade.

PERSPECTIVA SOBRE A ACESSIBILIDADE E OS COMPONENTES				
Medida	Componente			
	Transporte	Uso do Solo	Tempo	Indivíduo
Medidas baseadas em infraestrutura	Velocidade da viagem; perda de tempo veicular; horas perdidas no congestionamento		Período de pico, período de 24 horas	Estratificação baseada em viagem, por exemplo casa-trabalho, negócios
Medidas baseadas em localização	Tempo de viagem e ou custos entre as localizações das atividades	Quantidade e distribuição espacial da demanda e/ou oferta de oportunidades	O tempo de viagem e os custos podem ser diferentes, por exemplo entre horas do dia, entre dias da semana ou estações	Estratificação da população (por exemplo por renda, nível educacional)
Medidas baseadas nas características limitantes dos indivíduos	Tempo de viagem entre as localizações das atividades	Quantidade e distribuição espacial das oportunidades fornecidas	Restrições temporais para atividades e tempo disponível para atividades	Acessibilidade analisada a nível individual
Medidas baseadas em funções de utilidade	Custos de viagem entre as localizações das atividades	Quantidade e distribuição espacial das oportunidades fornecidas	O tempo de viagem e os custos podem ser diferentes, por exemplo entre horas do dia, entre dias da semana ou estações	A utilidade é derivada no nível individual ou de grupo populacional homogêneo

Fonte 3: Geurs & van Wee, B. (2004, p. 129). Imagem traduzida e editada pela autora.

Outra forma de classificar esses indicadores foi apresentada por Curtis & Scheurer (2010). Esta classificação permite distribuir os indicadores em sete categorias, sendo elas: medidas de separação espacial (I), medidas de contorno (II), medidas gravitacionais (III), medidas de competição (IV), medidas de espaço-tempo (V), medidas de utilidade (VI) e medidas de rede (VII). Essas medidas de acessibilidade são capazes de avaliar, por um lado, os efeitos de retroalimentação entre a

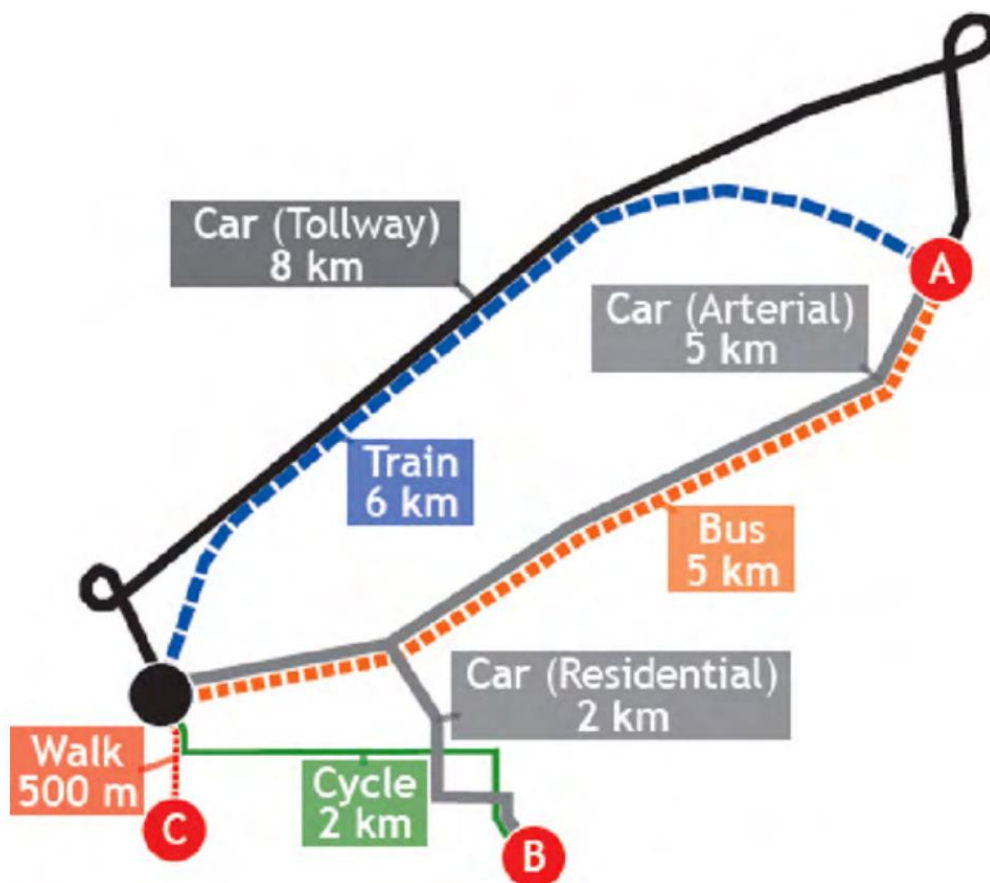
<sup>5</sup> Torsten Hägerstrand foi um geógrafo sueco conhecido por seu trabalho sobre migração, difusão cultural e geografia do tempo.

infraestrutura de transporte e a participação modal e, por outro, a forma urbana e a distribuição espacial das atividades.

#### I. Medidas que se baseiam na separação espacial

Segundo os autores esses tipos de modelo de separação espacial podem ser categorizados como uma medida baseada em infraestrutura, que usa apenas a distância física entre os elementos da infraestrutura como entrada, conforme representado na figura 4, e, portanto, é adequado para a análise de nós e estruturas de rede (Curtis & Scheurer, 2010; Bhat et al., 2000; Geurs' and van Eck's, 2001; Leake & Huzayyin, 1979).

Figura 4: Medidas de impedimento de viagem desde a origem (ponto preto) até vários destinos (A, B e C), usando a distância da rede.



Fonte 4: Curtis & Scheurer. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning, p. 58

Por essa característica, os indicadores baseados nessa medida são fáceis de entender e calcular e requerem uma entrada de dados mínima e fácil de obter. Dentre as medidas de impedimento de viagem podem ser utilizadas as variantes de distância física, distância da rede por modo, tempo de viagem por modo, tempo de viagem por status da rede<sup>6</sup>, custo de viagem, e qualidade do serviço. Esses indicadores não fazem referência a padrões de uso da terra, distribuição espacial de oportunidades ou restrições de rede relacionadas à velocidade de viagem ou outras fontes de resistência, e nem levam em consideração os aspectos comportamentais das escolhas de viagem, particularmente a atração variável de atividades e o valor variável do tempo para diferentes grupos de viajantes. (Curtis & Scheurer, 2010)

## II. Medidas de contorno

Segundo Curtis & Scheurer (2010; Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck's, 2001), as medidas de contorno, ou os modelos de oportunidade cumulativa, usam de forma destacada o elemento tempo de viagem na composição do indicador e define limites de tempos de viagem máximos desejáveis para diferentes tipos de atividades<sup>7</sup>, que são mapeados como contornos para cada nó em consideração (ver figura 5). Em resumo, estas medidas definem áreas de captação desenhando um ou mais contornos de tempo de viagem em torno de um nó e medem o número de oportunidades dentro de cada contorno (empregos, funcionários, clientes, etc.).

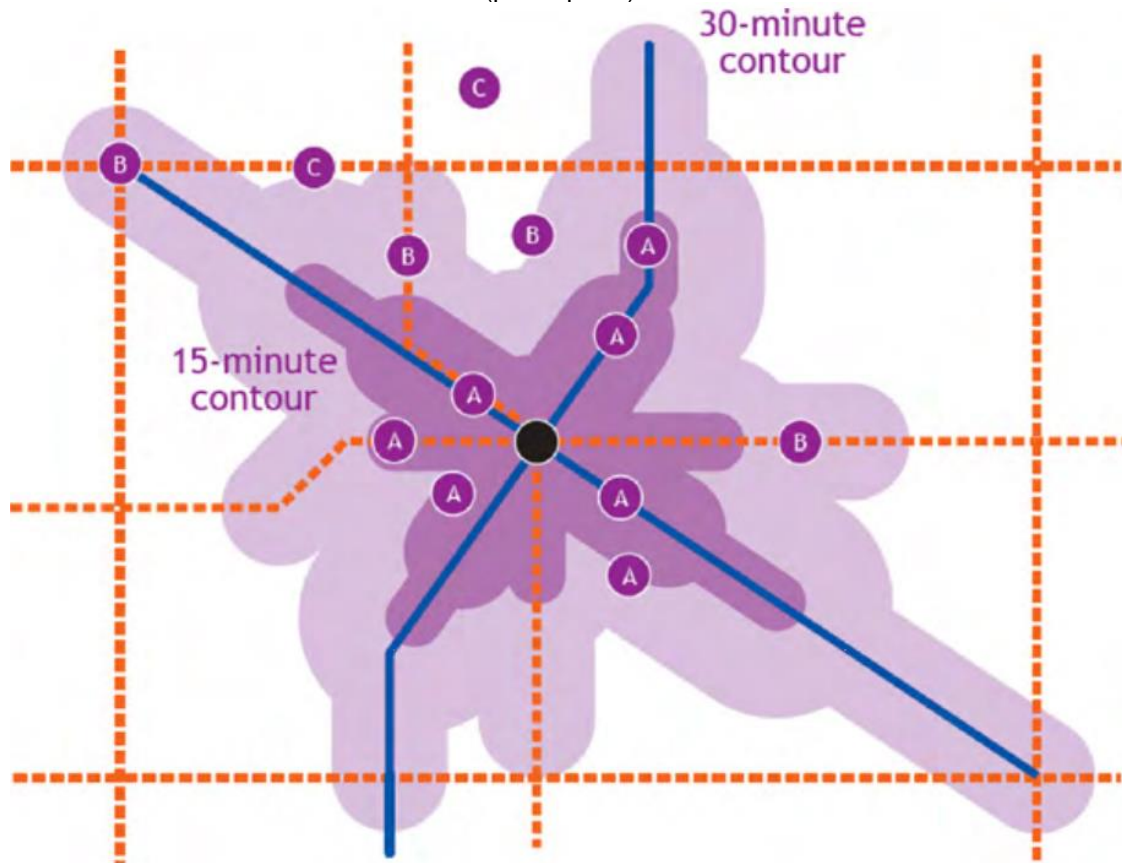
---

<sup>6</sup> Congestionamento, fluxo livre, etc. (Curtis & Scheurer, 2010)

<sup>7</sup> : Áreas de influência de empregos, funcionários, clientes, visitantes e outros membros do público que viaja. (Curtis & Scheurer, 2010)



Figura 5: Medida de contorno. As oportunidades (pontos roxos) são classificadas por fusos horários de viagem (A = até 15 min, B = 15-30 min, C = mais de 30 min) do ponto de referência (ponto preto).



Fonte 5: Curtis & Scheurer. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning, p. 62

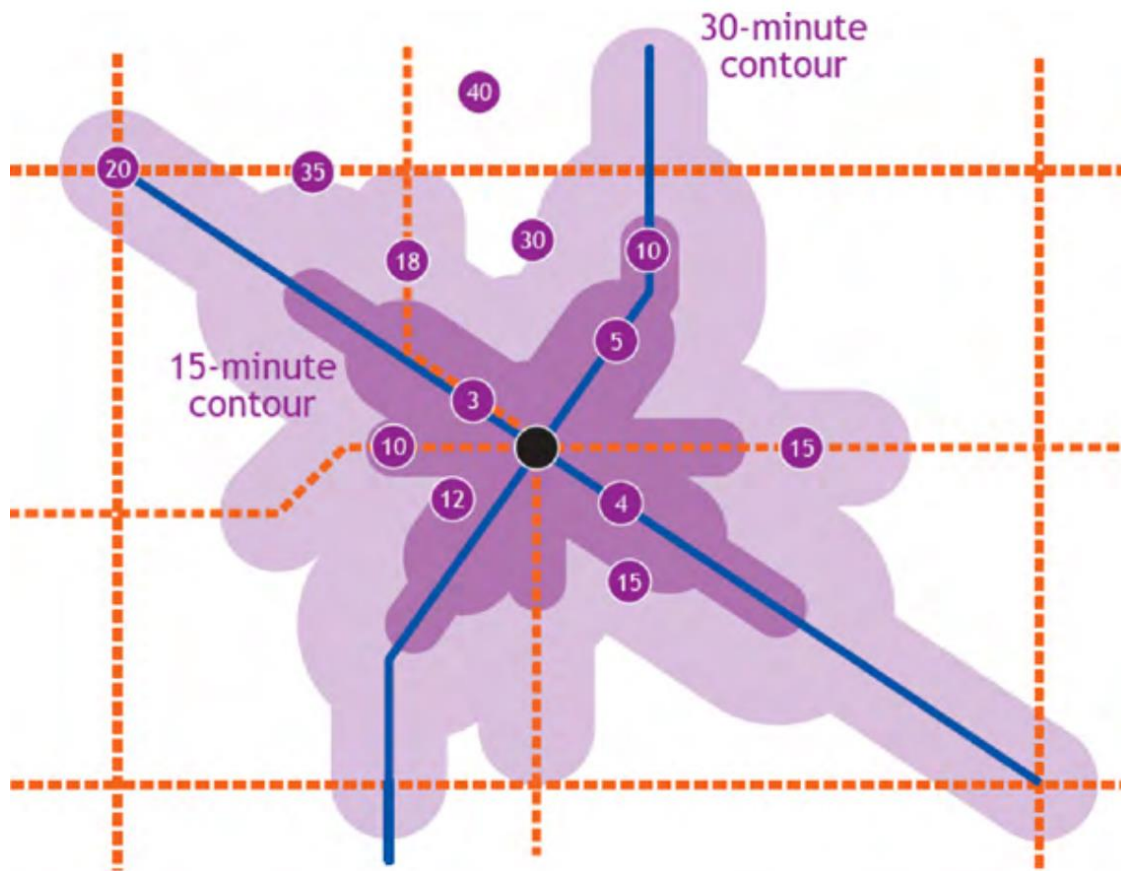
Esta abordagem incorpora tanto os padrões de uso da terra como as restrições de infraestrutura. Entretanto, ao aplicar um limite rígido à área de captação identificada, este indicador não é capaz de diferenciar as oportunidades dentro desta área, apesar do fato de que os tempos reais de viagem obviamente variam entre as atividades dentro do mesmo contorno. O indicador também trata as atividades como iguais, independentemente de seu custo ou conveniência para os usuários.

### III. Medidas gravitacionais

O modelo gravitacional se propõe a superar o déficit de colchetes de contorno rígidos e/ou arbitrários, tratando as oportunidades de forma diferente ao longo de um tempo e distância contínuos. Na maioria dos casos, isso é feito identificando o tempo de viagem real para cada oportunidade (ver figura 6). Neste caso, os destinos

são identificados por tempos de viagem reais em oposição à categoria (medidas de contorno), permitindo que diferentes oportunidades sejam listadas por tempo de viagem e comparação. Em resumo, estas medidas definem áreas de captação medindo o impedimento de viagem em escala contínua (Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck's, 2001; Curtis & Scheurer, 2010).

Figura 6: Medida de gravidade. Oportunidades (pontos roxos) são representadas pelo tempo real de viagem em minutos a partir do ponto de referência (ponto preto)



Fonte 6: Curtis & Scheurer (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning, p. 62

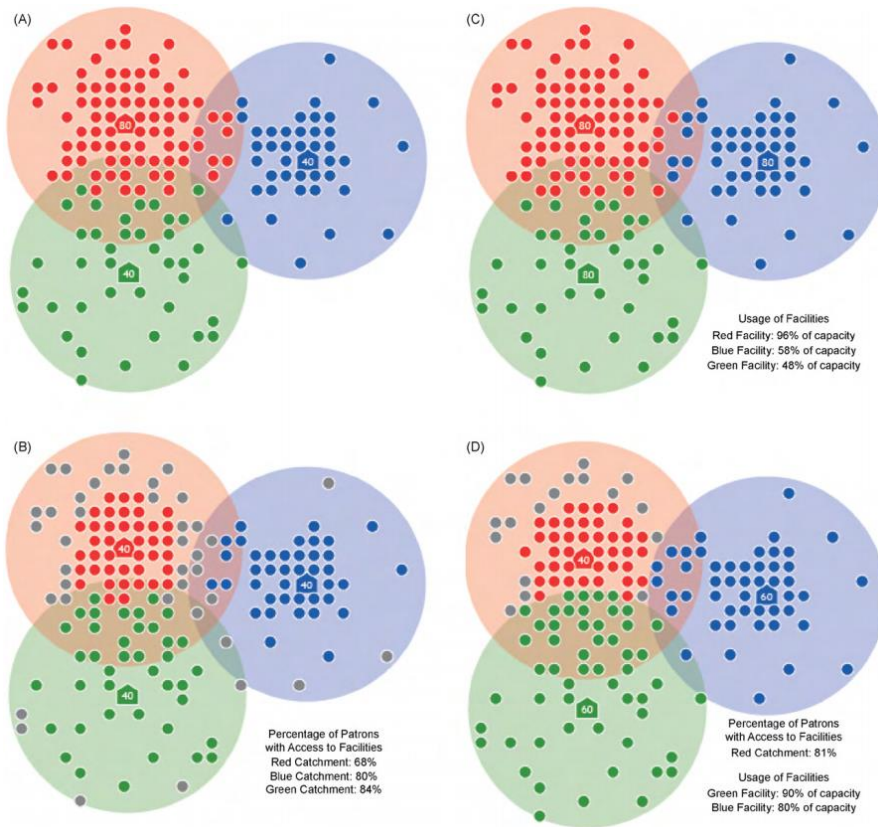
O modelo, no entanto, ainda trata todos os usuários de transporte dentro da área de estudo de forma igual e desconsidera variações nas preferências individuais em relação ao desejo pela realização das atividades (Curtis & Scheurer, 2010).

#### IV. Medidas de competição

As Medidas de contorno e acessibilidade potencial levam a um viés a favor da centralização das atividades, ou seja, os locais com maiores escores de acessibilidade são necessariamente aqueles com maior grau de centralidade na rede de transporte. No entanto, a centralização das atividades nos nós de transporte pode chegar a um ponto além do qual sua acessibilidade em escala regional chega a declinar: por exemplo, uma vez que o número de empregos ali concentrados excede o número de funcionários potenciais dentro de um trajeto razoável.

Na figura 7 é exemplificado o raciocínio das medidas de competição. Os autores expõem quatro cenários (A) – (D). Cenário A: O caso base em que o tamanho da instalação e os usuários são iguais. O diagrama mostra as capacidades das instalações (ex.: escritório) com suas áreas de captação acessíveis (círculos claros) que são proporcionais à distribuição geográfica dos padrões (pequenos pontos). Cenário B: Instalações Restritas. O diagrama abaixo mostra a distribuição de usuários para cada instalação onde existem restrições de capacidade - por exemplo, apenas 68% daqueles que vivem na bacia do vermelho são servidos por qualquer uma das três áreas de captação, enquanto os 32% restantes não recebem nenhum serviço. Cenário C: Instalações sem restrições. O diagrama abaixo mostra a distribuição onde instalações com capacidade generosa competem por um número limitado de padrões. Por exemplo, as bacias de captação azul e verde estão operando abaixo da capacidade total porque a captação de vermelho está capitalizando na restrição de demanda. É assumido nestes diagramas que a acessibilidade das instalações diminui gradualmente do centro ao perímetro de cada área de captação (modelo de gravidade). Cenário D: Instalações com e sem restrições. O diagrama abaixo mostra a situação em que há uma incompatibilidade espacial - uma instalação é restrita (a área de captação vermelha) e duas são irrestritas (ou seja, têm capacidade sobressalente).

Figura 7: Exemplificação do raciocínio das medidas de competição.



Fonte 7: Curtis & Scheurer (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning, p. 64

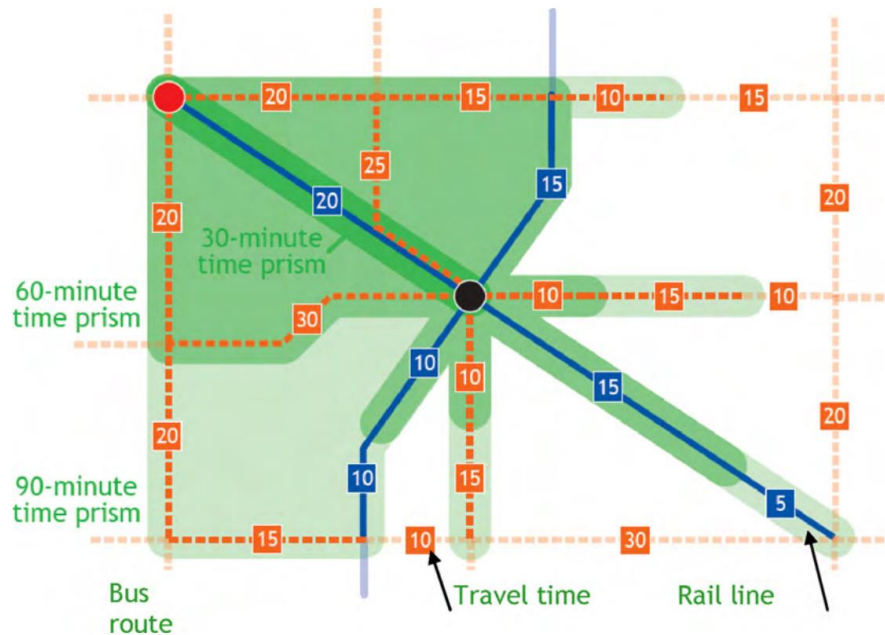
Para incluir efeitos de competição em uma acessibilidade medida, é proposta a introdução de uma dimensão adicional, ou extensão, para o indicador. Não é apenas uma zona de localização avaliada para o número de atividades dentro de um determinado tempo de viagem (ou outro fator de impedimento de viagem): cada uma das zonas de destino é avaliada adicionalmente por sua capacidade de uma determinada atividade e em relação às opções de atividades em zonas adjacentes, e os resultados fatorados na medida da zona original. Este procedimento pode ser repetido para as zonas de destino, adicionando uma extensão adicional e assim por diante, entretanto, o modelo está sujeito a retornos decrescentes com o aumento da distância do local original.

Em resumo, esses indicadores incorporam restrições de capacidade de atividades e usuários na medida de acessibilidade, podendo fazer uso de qualquer um dos três modelos anteriores (van Wee et al., 2001; Curtis & Scheurer, 2010).

#### V. Medidas de espaço-tempo

As medidas de espaço-tempo enfocam especificamente os orçamentos de tempo, ou caminhos espaço-temporais, dos usuários da cidade (ver figura 8).

Figura 8: Exemplificação do raciocínio das medidas de espaço-tempo



Fonte 8: Curtis & Scheurer (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning, p. 65

Na imagem acima, os autores utilizaram as faixas geográficas disponíveis para acessar atividades adicionais em uma viagem entre a origem (ponto vermelho) e o destino (ponto preto) com orçamentos de tempo de viagem variados de 30, 60 e 90 min. Os tempos de viagem dos segmentos da rota em minutos são indicados em quadrados coloridos e as alocações de orçamento de tempo permitem o acesso e os tempos de transferência (5 minutos cada)

Nessa classificação são identificados três tipos de restrições de tempo: restrições de capacidade (limitações ao número de atividades que uma pessoa pode acomodar dentro de um determinado período de tempo); restrições de acoplamento

(a necessidade de estar em lugares específicos em momentos específicos); e restrições de autoridade (os tempos de operação de determinadas atividades, ou de componentes da infraestrutura/ serviço de transporte). Segundo Curtis & Scheurer (2010), esta abordagem é altamente adequada para a avaliação do encadeamento de viagens e dos efeitos de agrupamento espacial das atividades. Entretanto, as informações necessárias para esta abordagem geralmente não estão disponíveis em pesquisas de viagens padronizadas e, portanto, muitas vezes precisam ser coletadas especificamente. Isso limita as oportunidades de agregação de dados em áreas maiores e a compatibilidade dos conjuntos de dados coletados em diferentes pesquisas (Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck, 2001; Curtis & Scheurer, 2010).

Em resumo, esses indicadores medem as oportunidades de viagem dentro de restrições de tempo predefinidas.

#### VI. Medidas de utilidade

Segundo Curtis & Scheurer (2010), as medidas de utilidade são projetadas para capturar o benefício para os usuários da acessibilidade às oportunidades. Isso pode ocorrer de forma monetizada como uma medida de utilidade econômica, ou como um indicador de equidade social. Também pode ser aplicado como um indicador comportamental, medindo o valor que os indivíduos atribuem à acessibilidade de determinadas atividades. Entretanto, esses indicadores não podem prever o surgimento de novas escolhas e seus efeitos no comportamento de viagem. Por essas medidas não considerarem os efeitos da renda nos estudos, isso pode restringir a eficácia do modelo, o que resulta em preocupações com questões relacionadas à equidade. Em resumo, esses indicadores medem os benefícios individuais ou sociais da acessibilidade e podem incluir parâmetros como: Utilidade econômica (para o indivíduo ou para a comunidade), Benefícios sociais ou ambientais (por exemplo, inclusão social), Motivações individuais de viagem (por atividade ou finalidade da viagem), Opção e benefícios para não usuários da infraestrutura de transporte (Bhat et al., 2000; Geurs & van Eck, 2001; Curtis & Scheurer, 2010).

## VII. Medidas de rede

Segundo Curtis & Scheurer (2010), esses tipos de medidas tomam a investigação de acessibilidade ao nível de análise de redes inteiras de movimento. Para isso, foram utilizadas duas abordagens, a abordagem primária e a abordagem dupla. Cada abordagem é baseada na identificação de nós e bordas como os componentes gêmeos de qualquer rede: na abordagem primária, os segmentos de rua são considerados como bordas e as interseções de ruas são consideradas nós. Na abordagem dupla, é o contrário. Os autores descrevem a abordagem primária como uma "representação simples e intuitiva de redes" usada na maioria dos estudos sobre o assunto e é mais adequada para capturar a distância. Essa abordagem faz uso de um formato de dados baseado em eixos rodoviários entre nós (interseções), que rapidamente se tornou um padrão mundial de sistemas de informação geográfica nos últimos anos e, portanto, é facilmente acessível. No entanto, a abordagem primária ainda contém uma medida topológica, pois identifica os comprimentos dos caminhos como o número de arestas percorridas. Já a abordagem dupla, ou abordagem de gráfico duplo, é derivada da metodologia de construção do espaço, e tem por objetivo identificar a continuidade das ruas ao longo de uma multiplicidade de cruzamentos como um atributo-chave da legibilidade e funcionalidade das redes de movimento. Segundo os autores, essas duas abordagens foram testadas em uma série de sistemas de ruas urbanas com caracteres diferentes e foi concluído que a aplicação da abordagem primária leva a uma abordagem mais abrangente, objetiva e resultados analíticos realistas do que a abordagem dupla. Por isso, os autores concluem que as medidas de rede tornam a avaliação de múltiplas centralidades um instrumento político discursivo e interativo, em que a centralidade e os pontos fortes e fracos das intervenções políticas podem ser vistos a partir de uma variedade de perspectivas (Porta et al., 2006a, 2006b; Curtis & Scheurer, 2010).

### *2.3.2. Levantamento de indicadores*

A seguir serão listados os indicadores levantados durante o processo de construção deste referencial teórico.

- Shimble (1953)

Adotando que  $A_i$  é a acessibilidade na zona  $i$ , e  $d_{ij}$  é a menor distância entre a origem  $i$  e o destino  $j$ . Outras medidas de impedância espacial foram aplicadas para a variante  $d$  em variações deste indicador (Almeida, 1999).

$$A_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}$$

- Hansen (1959)

Hansen foi o percussor e é o mais tradicional deste tipo de indicador no qual se dá a partir de:

$$A_i = \sum_{j=1}^n kW_j f(C_{ij})$$

Onde  $A_i$  é a acessibilidade da zona  $i$ ,  $W_j$  é o número de oportunidades/ atratividade da zona  $j$ ,  $C_{ij}$  é a distância entre as zonas  $i$  e  $j$ ,  $k$  é o parâmetro a ser calibrado,  $n$  é o número de zonas da área em estudo, e  $f(C_{ij})$  é uma função de impedância entre as zonas  $i$  e  $j$  e é dada por:

$$f(C_{ij}) = \frac{1}{(C_{ij})^2}$$

- Ingram (1971)

Ingram desenvolveu uma variação da equação de Shimble levando em consideração espaços mais abrangentes, podendo contemplar até mesmo várias regiões. Para isso, ele introduziu os conceitos de acessibilidade relativa, que é a relação ou o grau de conexão entre dois pontos do espaço, e a acessibilidade integral, que é a relação entre um ponto e todos os demais pontos da área em estudo (Almeida, 1999). Segundo o autor, quando mais próximo das centralidades é o ponto estudado, menor o valor encontrado pois este índice mede os efeitos contrários às viagens.



- Acessibilidade relativa

Este tipo de indicador pode ser utilizado para comparar os níveis de acessibilidade de diferentes pares  $(i, j)$  OD. Para medir a acessibilidade relativa  $A_{ij}$  da origem  $i$  em relação ao destino  $j$ , foi utilizada a fórmula matemática a seguir onde  $C_{ij}$  é representado pela distância<sup>8</sup>, tempo ou custos de viagem entre as zonas  $i$  e  $j$ .

$$A_{ij} = C_{ij}$$

- Acessibilidade integral

Diferente da acessibilidade relativa, este indicador pode ser utilizado para comparar o nível de acessibilidade entre zonas diferentes de uma região e foi definida como a média entre as distâncias, entre os tempos ou custos de viagem da origem  $i$  para os  $n$  destinos diferentes. Sendo assim:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n}$$

- Toregas et al (1971)

Os autores difundiram que o custo médio do sistema e o custo médio de cada zona para atingir os destinos são dados através das formas matemáticas a seguir, nas quais  $C_{ij}$  representam o custo generalizado de viagem entre o par  $(i, j)$ , e  $T_{ij}$  são o número de viagens<sup>9</sup> entre o par OD  $(i, j)$ :

- Sistema:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij}}$$

---

<sup>8</sup> Euclidiana, retangular ou efetiva. (Almeida, 1999)

<sup>9</sup> Neste caso, pode-se entender número de viagens como fluxo (Almeida, 1999).

- Zona:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij}}{\sum_{j=1}^n T_{ij}}$$

- Bruton (1979)

Bruton, em seu estudo elaborado em Londres, utilizou o número de linhas de transporte, a frequência do serviço e a área de uma zona como parâmetros para determinar o seu nível de acessibilidade (Almeida, 1999; Cardoso, 2006). Cardoso inclusive aponta que a avaliação feita por Bruton utiliza a frequência do sistema de transporte nos horários de vale<sup>10</sup>, o que desconsidera a maioria das viagens por motivos de trabalho e escola, que são, em sua maioria, realizada nos horários de pico. Na forma matemática proposta por Bruton, disposta a seguir, o  $A_i$  representa o indicador de acessibilidade da região  $i$ ,  $F^{z,m,i}$  é a frequência do sistema de transporte  $m$  que serve a região  $i$  através da rota  $z$  no horário de entre picos, e  $S_i$  é a área da região  $i$  em quilômetros quadrados.

$$A_i = \frac{\sum_i \sqrt{F^{z,m,i}}}{\sqrt{S_i}}$$

- Hansen (1959); Koenig (1980)

Koenig, por sua vez, se utilizou da base do modelo de Hansen (1959) e propôs um indicador para a medida da acessibilidade potencial de forma a permitir calcular a  $PTA_i$  acessibilidade do transporte público de uma zona  $i$ . Sendo assim, na fórmula matemática a seguir,  $\omega$  é o conjunto de todas as zonas nas quais a região foi dividida,  $f(\cdot)$  é uma função de impedância para acessibilidade, que diminui com o tempo, distância ou custo de viagem, e a mais utilizada na literatura é a função exponencial com um parâmetro  $\theta$  negativo (Tiznado-Aitken, 2020). A atratividade de cada destino é representado por  $D_k$ , o que permite esse modelo distinguir

---

<sup>10</sup> “Nos transportes públicos, assim como no tráfego em geral, ocorrem diariamente dois picos de demanda: um, pela manhã, gerado principalmente pelas viagens casa-trabalho; outro, no final da tarde, com as viagens trabalho-casa” (Ferronato, 2002). Os horários de vale são aqueles fora do horário de pico.

destinos com diferentes níveis de oportunidades,  $t_{ik}$  é uma medida do tempo total generalizado de viagem de todas as viagens registradas feitas entre a origem  $i$  e o destino  $k$ , usando serviços de ônibus, linhas de metrô ou uma combinação entre eles.

$$PTA_i = \sum_{k \in \omega} f(\theta, t_{ik}) \cdot D_k \quad \forall i \in \omega$$

O  $t_{ik}$ , descrito na equação acima, é composto pela soma ponderada de 4 atributos: tempo de caminhada  $t_c$ , tempo de espera  $t_w$ , tempo de viagem  $t_t$  e número de baldeações  $n_t$ .

$$t_{ik} = \alpha_c \cdot t_c + \beta_w \cdot t_w + \varepsilon_c \cdot t_t + p_t \cdot n_t$$

Na equação acima ainda temos que  $\alpha_c$  é o parâmetro que transforma o tempo de caminhada em tempo equivalente no veículo (TEV),  $\beta_w$  é o parâmetro que transforma o tempo de espera em TEV,  $\varepsilon_c$  é o parâmetro de aglomeração, que é multiplicado pelo tempo no veículo, e  $p_t$  é a penalidade de transferência expressa em termos de TEV.

- Taket (1989)

Apesar de este indicador ser produto de um estudo que buscava analisar as consequências dos níveis de acessibilidade resultantes de diferentes estratégias na localização de serviços hospitalares, ele permite investigar se a distribuição de atividades atende de forma equitativa à população das diferentes áreas de estudo de forma a direcionar os investimentos para as regiões e proporcionar essa equidade no que se refere ao nível de acessibilidade (Almeida, 1999 apud Almeida e Gonçalves, 1996).

Para isso, é utilizado um modelo gravitacional no qual  $A_i$  representa o índice de acessibilidade dos usuários de cada zona  $i$  e é medido utilizando o custo médio de viagem atribuído aos usuários do sistema e pode ser traduzido na seguinte fórmula matemática:

$$A_i = \frac{C_i}{\underline{C}}$$

A interpretação dos resultados é feita a partir dos valores obtidos dos quais aqueles que são superiores a um indicam que o custo de viagem dos usuários da zona é superior ao custo médio do sistema, da mesma forma que os valores menores que um indicam que esse custo de viagem é menor que os custos médios do sistema.

- Allen et al (1993)

Segundo os autores, o índice de acessibilidade de uma região  $i$  poderia ser medido através da equação onde  $C_{ij}$  representa o tempo de viagem entre  $i$  e  $j$ , e  $n$  é o número de localidades incluídas na área de estudo.

$$A_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n C_{ij}$$

O indicador desenvolvido por Allen et al deriva do indicador de acessibilidade integral desenvolvido por Ingram, e se comporta da mesma forma: as localidades mais centrais apresentam valores menores que os valores atribuídos a localidades mais afastadas. Entretanto, segundo Almeida (1999), a limitação destas medidas está no fato de que elas não consideram as características OD como um aspecto importante, e nem a distribuição espacial das atividades, determinando a acessibilidade apenas como função da separação espacial entre  $i$  e  $j$ . Por conta disso, essa forma matemática é mais eficaz quando utilizada em análises preliminares, de forma a identificar eficiências grosseiras.

- Gutiérrez et al. (1996)

Este indicador consiste no cálculo da média ponderada dos tempos de viagem que separam cada nó em relação aos principais centros de atividade econômica através da rede ferroviária (pela rota mínima). Para o cálculo são levados os pesos o PIB dos referidos centros de atividades. Esse cálculo pode ser feito da seguinte forma:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (T_{ij} * GDP_j)}{\sum_{j=1}^n GDP_j}$$

Na equação  $A_i$  é a acessibilidade do nó em  $i$ ,  $T_{ij}$  é o tempo de percurso na rede entre o nó  $i$  e o centro de atividade econômica  $j$  (em minutos), e  $GDP_j$  é o produto interno bruto do centro de atividade econômica de destino.

- Souza e Loureiro (2018)

A proposta dos autores é calcular a acessibilidade com base no número de oportunidades/atratividades das zonas. Em contraponto, eles não consideram muito relevante que zonas pouco habitadas tenham acessibilidade a zonas com muitas atividades. Por isso, eles consideram importante nesse indicador a incorporação do número de pessoas associadas a um determinado grupo social. Portanto, eles acreditam que “a acessibilidade também deve ser ponderada pelo número de pessoas de determinado grupo social presentes na origem” (Souza & Loureiro, 2018). Para chegar na fórmula matemática final, eles consideraram *logsum*<sup>11</sup> uma medida de acessibilidade. Sendo assim, o que pode ser dado por:

$$A_o = \frac{\sum_{d=1}^z \left( \frac{1}{\alpha n} \ln \sum i e^{V_{in}} \right) \times EMP_d \times POP_o}{\sum_{d=1}^z EMP_d \times \sum_{o=1}^z POP_o} + C$$

Na qual  $A_o$  é a acessibilidade da zona  $o$ ,  $\ln \sum i e^{V_{in}}$  é o *logsum*/ logaritmo natural do denominador da função de probabilidade de um modelo logit,  $\alpha$  é uma constante,  $EMP_d$  é o número de empregos na zona de destino  $d$ ,  $POP_o$  é o número de pessoas de um determinado grupo social na origem  $o$ ,  $z$  é o total de zonas, e  $C$  é uma “constante desconhecida que representa o fato de que o nível absoluto da utilidade não pode ser mensurado” (Souza & Loureiro, 2018).

- Pinto et. al. (2020)

O indicador de acessibilidade exposto em Pinto et. al. (2020) relaciona o tempo médio de viagem às oportunidades de emprego, no qual se coloca matematicamente como sendo:

---

<sup>11</sup> “ (...) em um contexto de medida de acessibilidade, pode-se entender o *logsum*, segundo Small e Verhoef (2007), como uma medida resumo da conveniência (máxima utilidade esperada) do conjunto de alternativas (Souza & Loureiro, 2018).

$$ACE_1 = \frac{1}{TV_i^k} \quad \forall TV_i^k = \frac{t_{ij}^k * Emp_j^n}{\sum_j Emp_j^n}$$

Na equação, o  $TV_i^k$  é o tempo médio de viagens às oportunidades de emprego com o modo  $k$  a partir da zona  $i$ , o  $t_{ij}^k$  é o tempo de viagem utilizando o modo  $k$  entre uma zona de origem  $i$  e uma zona de destino  $j$ , e o  $Emp_j^n$  são as oportunidades de emprego do tipo  $n$  na zona  $j$ .

### 2.3.3. Quadro resumo

Por ter uma maior precisão e detalhamento, foi adotada para este trabalho a classificação da Curtis & Scheurer (2010). Sendo assim, foi feito o cruzamento das informações e foram classificados os indicadores encontrados no levantamento presente nos subitens anteriores (2.3.1 e 2.3.2) e o resultado é o exposto no quadro a seguir.

CLASSIFICAÇÃO	AUTOR	FORMULAÇÃO
<b>Medidas de separação espacial</b>	Shimble (1953)	$A_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}$
	Ingram (1971)	Acessibilidade Relativa $A_{ij} = C_{ij}$
		Acessibilidade Integral $A_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{n}$
	Allen et al (1993)	$A_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n C_{ij}$
<b>Medidas de contorno</b>	Toregas et al (1971)	Sistema $\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij}}$
		Zona $C_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij}}{\sum_{j=1}^n T_{ij}}$
<b>Medidas gravitacionais</b>	Hansen (1959)	$A_i = \sum_{j=1}^n kW_j f(C_{ij})$
	Bruton (1979)	$A_i = \frac{\sum_i \sqrt{F^z m, i}}{\sqrt{S_i}}$
	Hansen (1959); Koenig (1980)	$PTA_i = \sum_{k \in \omega} f(\theta, t_{ik}) \cdot D_k \quad \forall i \in \omega$
	Taket (1989)	$A_i = \frac{C_i}{\bar{C}}$

	Pinto et. al. (2020)	$ACE_1 = \frac{1}{TV_i^k} \quad \forall TV_i^k = \frac{t_{ij}^k * Emp_j^n}{\sum_j Emp_j^n}$
Medidas de utilidade	Souza e Loureiro (2018)	$A_o = \frac{\sum_{d=1}^z \left( \frac{1}{\alpha n} \ln \sum_i e^{V_{in}} \right) \times EMP_d \times POP_o}{\sum_{d=1}^z EMP_d \times \sum_{o=1}^z POP_o + C}$
Medidas de rede	Gutiérrez et al. (1996)	$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (T_{ij} * GDP_j)}{\sum_{j=1}^n GDP_j}$

É válido ressaltar que não foram encontrados indicadores que se enquadrassem nas classificações de medidas de competição e medidas de espaço tempo. Como essas duas últimas classificações vão ser utilizadas de forma mais aprofundada no desenvolver deste trabalho, não se julgou necessário dar continuidade na exploração por tais indicadores.

Dentre as classificações apresentadas, a medida escolhida para ser utilizada no capítulo de análise apresentado posteriormente, é a gravitacional pelo fato de ser um modelo já consolidado, que tem a distância como elemento de impedância. Esse modelo também usa a atratividade como parâmetro, o que é um dos objetivos da análise. Isso e o acesso a esses dados justificam esta escolha.

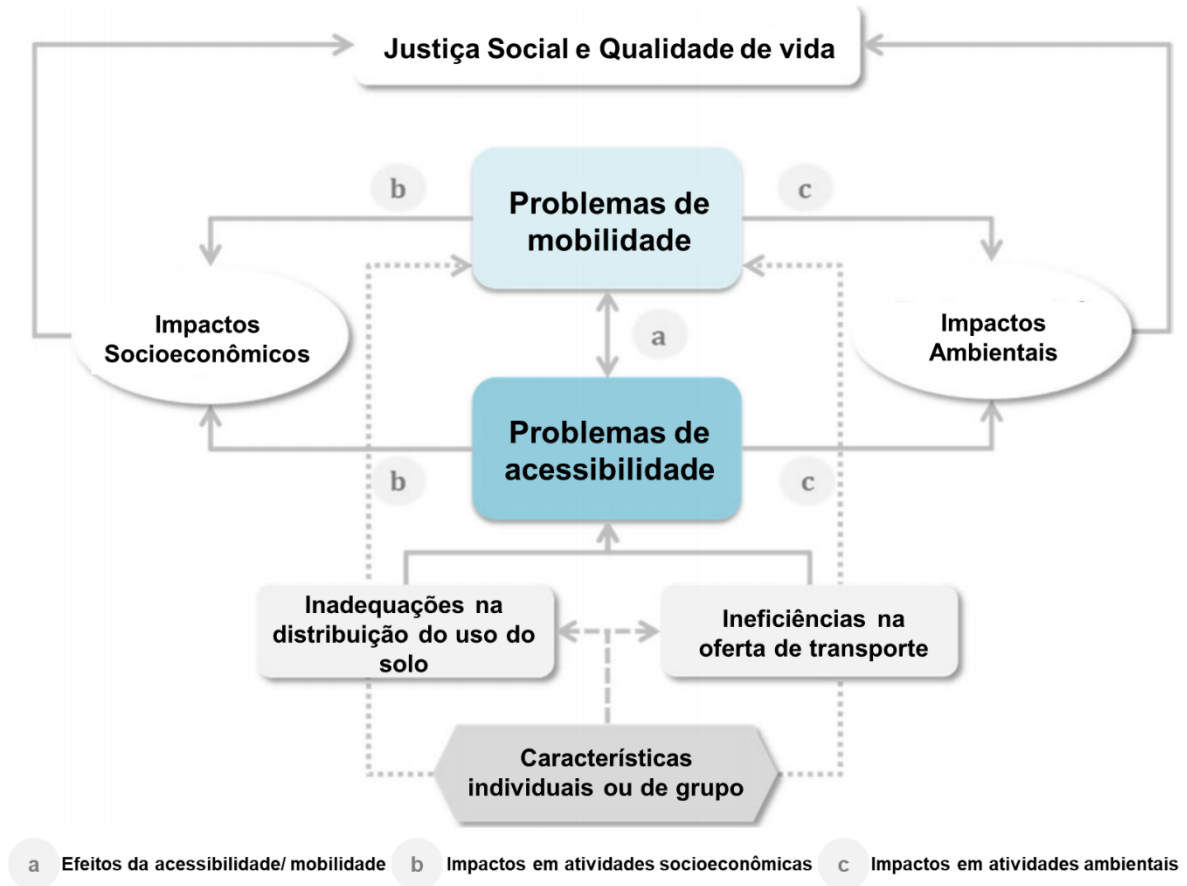
#### 2.4. Teorias de justiça aplicadas a processos decisórios

Esta seção do trabalho tem como propósito introduzir alguns conceitos relacionados à desigualdade e às teorias de justiça que são úteis para viabilizar a avaliação de cenários em processos decisórios. Elas nos permitem ainda a comparação de políticas públicas e seus impactos, apontando para o que pode ser considerado satisfatório do ponto de vista das pessoas dentro do contexto urbano, no que tange questões relativas à equidade de oportunidades e justiça social.

Isso porque avaliar propriamente os problemas relacionados a acessibilidade e mobilidade significa reconhecer e analisar as relações causais existentes, a partir da investigação dos aspectos relacionados às características de uso do solo e transporte referentes ao grupo social em questão que determinam os níveis de acessibilidade fornecidos, bem como os efeitos que esses níveis de acessibilidade podem ter na mobilidade e os efeitos que esses dois podem ter nas dimensões

socioeconômicas e ambientais do sistema urbano. Essas relações estão melhor expressas na figura 9 a seguir (Garcia et al, 2018).

Figura 9: Relações de acessibilidade e mobilidade.



Fonte 9: Garcia et al, 2018, p. 3. Imagem traduzida e adaptada pela autora.

Nesta retrospectiva, serão destacadas quatro teorias de justiça, o utilitarismo, suficientismo, a justiça de Rawls, e a teoria igualitarista. Estas quatro teorias foram escolhidas pela sua maior presença em trabalhos de avaliação de políticas públicas, em especial nas que tratam de políticas de transportes. Elas estão ordenadas de forma a apresentar primeiro as teorias conceitualmente mais simples, deixando por último, aquelas mais elaboradas.

#### 2.4.1. Teoria igualitarista

Segundo Sen (1992), a teoria igualitária sustenta a premissa de que todas as pessoas devem ser tratadas igualmente. Segundo van Wee & Geurs (2011), adotando uma abordagem estatística, o igualitarismo considera que existe uma



distribuição de valores do que é considerado satisfatório e existe um grau de dispersão e, independentemente de onde esteja a média, o objetivo é diminuir esse grau de dispersão entre as pessoas. Sendo assim, não devemos nos esforçar para obter o máximo da soma de algum índice, já que as teorias igualitárias evidenciam as diferenças e não os níveis absolutos de bem-estar.

#### 2.4.2. *Suficientismo*

O “suficientismo” (sufficientarianism), segundo van Wee & Geurs (2011), pressupõe que todos deveriam estar bem. Isso implica que há um grau máximo e um mínimo de algo, como por exemplo, de acessibilidade, e que há um limite que expressa o que é "suficiente". Os autores colocam que existem dois níveis de suficiência:

- Quando adotado o "suficientismo frágil", isto significa que é importante melhorar o bem-estar das pessoas se seu bem-estar estiver abaixo do limite;
- No caso de "suficientismo forte", a prioridade absoluta deve ser dada à melhoria do bem-estar das pessoas cujo nível de bem-estar está abaixo do limiar. Quanto menor o seu bem-estar, mais importante é melhorar o bem-estar das pessoas

Uma questão importante em relação ao suficientismo como teoria aplicável de justiça é a dificuldade de se definir, em muitos casos, qual é este limiar. Para certos fenômenos que afetam as pessoas, esses limites são claros (ex. total de calorias a serem ingeridas por dia, nível de renda para garantir direitos básicos, etc). No entanto, alguns fenômenos não são de simples interpretação, tendo a medida de acessibilidade urbana dos indivíduos ou famílias com um bom exemplo (quanto seria um valor entendido como razoável de atividades ou pessoas a serem acessíveis? Ou mesmo, que grau de utilidade pode ser entendida como um limiar minimamente aceitável?). Em poucas palavras, torna-se tarefa difícil definir o que é suficiente para medidas relativas (tal como a acessibilidade), e mais fáceis para medidas absolutas (tal como as necessidades nutricionais de uma pessoa).

### 2.4.3. Utilitarismo

O utilitarismo é a alegação de que um ato é moralmente correto se este maximiza os benefícios, comparativamente aos malefícios. Isto é, se a quantidade total de benefícios subtraída da quantidade total de malefícios para todos as partes interessadas for maior que zero. Esta lógica se aplica no caso de comparações entre cenários decisórios, desde que estes cenários estejam disponíveis a serem escolhidos pelo agente que toma as decisões (van Wee & Geurs, 2011 apud Zalta, 2011). O utilitarismo está fortemente relacionado à análise de custo-benefício que lista todos os prós e contras tanto quanto possível em termos monetários e compara alternativas usando pelo menos três tipos de indicadores como: (1) benefícios menos custos, (2) benefício a custo proporcional e (3) retorno dos investimentos. Por fim, na perspectiva utilitarista, o valor de cada unidade de benefício para cada pessoa tem o mesmo peso dentro do processo de decisão.

### 2.4.4. Teoria de equidade segundo Rawls

Por último, destacamos o paradigma rawlsiano<sup>12</sup>, que é fundamentado no conceito de justiça como equidade. Para Rawls, a justiça é a primeira virtude das instituições sociais. Isso significa dizer, segundo Nunes Jr (2005), que uma sociedade bem organizada possui a máxima aderência das pessoas que a compõem não por outro critério senão pela justiça, traduzida na construção e na atuação das instituições básicas de uma sociedade. Para Rawls, a sociedade é uma associação de indivíduos que reconhecem regras de relacionamentos e condutas como obrigatórias. Com isso, surgem tanto convergência como conflito de interesses entre as pessoas que a compõem, pois estas podem concordar ou não com as formas de repartição dos direitos e deveres e dos benefícios e ônus gerados no convívio social. Dessa forma, Rawls defende um conceito de justiça que reconhece a existência do conflito de interesses e a necessidade de encontrar um padrão quanto aos princípios que deverão orientar a associação humana. A partir da teoria de Rawls,

---

<sup>12</sup> Teoria desenvolvida pelo filósofo político americano John Rawls em sua obra *A theory of justice*, publicada originalmente em 1971 pela Harvard University Press e no Brasil em 1997 pela Editora Martins Fontes. (Nunes Jr, 2005)

entende-se que em um sistema de benefícios distribuídos, o propósito do sistema é melhorar as condições de quem está na pior situação. Essas ações funcionariam de forma perene de maneira que quem está em uma situação mais desfavorável iria se igualar a quem está na situação mais favorável e eventualmente as ações, quando alcançasse um equilíbrio, elevariam os padrões de forma geral.

A aplicação das teorias de suficiência e igualitarismo na avaliação da acessibilidade, segundo Garcia et al. (2018), foi recentemente defendida e os autores combinaram as teorias éticas com os princípios de equidade e sustentabilidade e consideraram como base para a definição de uma tipologia de problemas de acessibilidade e mobilidade, incluindo quatro categorias principais, conforme descrito na figura 10 a seguir.

Figura 10: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade.



Fonte 10: Garcia et al. (2018), p. 6. Imagem traduzida pela autora.

Nesta representação, a primeira categoria, distribuição desigual de acessibilidade e mobilidade urbana, se baseia na teoria do suficientismo e considera que, independentemente de suas diferenças, todos devem ter um nível mínimo de acesso às oportunidades, bem como de mobilidade para viagens. A segunda categoria, distribuição injusta da acessibilidade e mobilidade urbana, por sua vez, parte de uma abordagem igualitária e pressupõe que, considerando as diferenças

sociais, econômicas, etc., todos devem ter acesso às oportunidades desejadas, vivenciando bons níveis de mobilidade. A terceira e quarta categorias, distribuições inadequadas e insustentáveis da acessibilidade e mobilidade urbana, respectivamente, também são baseadas na teoria do suficientismo, com a terceira considerando que “deve haver um nível mínimo de acessibilidade e mobilidade por meios não motorizados e de transporte público em comparação com o carro particular, adequado para manter baixos níveis de impactos ambientais”, e o quarto considerando que “as gerações futuras não deveriam experimentar menores níveis de acessibilidade e mobilidade do que o mínimo atual”.

Por isso, quando se pensa em níveis de acessibilidade como algo necessário para a população e algo que impacta na qualidade de vida das pessoas e quando se pensa em justiça social, não dá para deixar de pensar que a acessibilidade tem papel importante nesta questão. Entende-se que a sociedade sofre com as desigualdades, que são expressas tanto nos níveis de qualidade de vida, quanto nos níveis de acessibilidade, e que os dois conceitos estão ligados por uma relação de dependência. Portanto, ao se atuar em prol do paradigma do planejamento da acessibilidade, de forma a garantir justiça social, será necessário aplicar alguma destas teorias de justiça na interpretação e nas avaliações de políticas e projetos públicos que envolvam acessibilidade. Portanto, pretende-se, partir dessa categorização de problemas apresentada por Garcia et al, discutir sobre os resultados obtidos neste trabalho de forma a garantir uma interpretação mais aprofundada juntamente com as teorias vistas acima.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO**

No Brasil, o planejamento e as políticas urbanas municipais são regidos pelo Estatuto das Cidades (lei federal 10.257/2001) e para isso o instrumento básico aplicável para orientar políticas de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município é o Plano Diretor. Ele é elaborado e aprovado pelo poder municipal (executivo e legislativo), com participação da sociedade civil, o que o torna participativo, e dispõe, dentre outros assuntos, sobre os “parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo”, além de instruir diretrizes para o “desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico, transporte e, principalmente, a mobilidade urbana, incluindo regras de acessibilidade aos locais de uso público” (Brasil,2001).

Já o planejamento da mobilidade urbana e dos sistemas de transporte, conforme previsto no PDP<sup>13</sup>, é orientado a partir da Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU (lei federal 12.587/2012). Essa lei é um instrumento da Política de Desenvolvimento Urbano e tem por objetivo a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade de pessoas e cargas no território urbano. O instrumento de efetivação dessa política de mobilidade é o Plano de Mobilidade Urbana, que, por sua vez, objetiva integrar o planejamento urbano com o planejamento do transporte e trânsito, observando os princípios de inclusão social e da sustentabilidade ambiental e tem como preceito priorizar o transporte coletivo e não motorizado na matriz de deslocamentos da população.

Segundo a lei 12.587/2012, o Plano de Mobilidade Urbana “deve ser integrado e compatível com os respectivos planos diretores e, quando couber, com os planos de desenvolvimento urbano integrado e com os planos metropolitanos de transporte e mobilidade urbana” (Brasil,2012). Sendo assim, o Plano de Mobilidade Urbana é um subproduto derivado e compatível com o plano diretor de um município.

Este capítulo será dividido em duas subseções que têm por função explicar sobre o planejamento da mobilidade de Fortaleza, com o objetivo de focar e estreitar a

---

<sup>13</sup> PDP: Plano Diretor Participativo.

área de estudo, e definir os cenários de análise específicas. Para a definição dos cenários foram escolhidas duas propostas análogas de sistemas de transporte público de alta capacidade, que possuem uma área geográfica em comum, uma proposta rodoviária proveniente do Plano Fortaleza 2040 elaborado pelo Instituto de Planejamento de Fortaleza - IPLANFOR, e uma do planejamento metroferroviário feito pela Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos – METROFOR. Ambas serão mais bem explicadas e detalhadas no desenvolvimento da seção a seguir e serão apresentadas em ordem cronológica desses planejamentos.

### **3.1. Planejamento da mobilidade em Fortaleza**

No caso da cidade de Fortaleza, objeto de estudo deste trabalho, o Plano Diretor Participativo em vigor<sup>14</sup> data do ano base de 2009. O capítulo VI do referido PDP-Fortaleza trata da política de mobilidade. Segundo o art. 36, o “Município deve elaborar e implementar (...) o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Fortaleza”, considerando, de acordo com o parágrafo 3º, “os projetos e investimentos já implementados e previstos para o Município, bem como o plano de transporte urbano” da cidade (Fortaleza, 2009).

Assim como o PDP-FOR, para os instrumentos nele previstos serem considerados válidos, eles precisam ser regulamentados para terem efetividade. Se isso não for feito, o documento não tem força normativa. Segundo a legislação federal da PNMU, mais especificamente o art. 24, Municípios com mais de 250.000 (duzentos e cinquenta mil) habitantes, caso de Fortaleza, o plano de mobilidade deverá estar elaborado e aprovado até 12 de abril de 2022. O Caderno de Referência para elaboração de plano de mobilidade urbana – PlanMob, do antigo Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional, orienta a “instituição do Plano de Mobilidade Urbana sob a forma de lei, ainda que não obrigatória”, e recomendada que “a Administração Municipal e a Câmara de Vereadores legitimem a sua construção e resultados” (Fortaleza, 2009). Por ele ser chamado no PDP-FOR de Plano Diretor de Mobilidade, isso faz com que obrigatoriamente deva ser feito um trâmite legal que o valide, sendo este em forma lei, como é o aplicável em

---

<sup>14</sup> Referência relativa ao ano de 2021, ano de conclusão deste estudo.

caso de planos diretores, o que dá ao instrumento uma maior força. Sendo assim, deve ser elaborado um documento pelo poder administrativo, respeitando todos os procedimentos e diretrizes previstos pela PNMU e pelo PDP-FOR. Uma vez pronto o documento, este deveria ser submetido ao poder legislativo para que possa ter o processo de regulamentação validado e finalizado.

Todas as pesquisas realizadas relativas ao PDMU-FOR<sup>15</sup> levaram ao documento intitulado de Plano de Mobilidade de Fortaleza – PlanMob, produto do Fortaleza 2040, datado de junho de 2015. Entretanto, nem nas pesquisas feitas nos sites da Câmara Municipal de Fortaleza, nem no site da Procuradoria de Fortaleza e nem no site da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente foi encontrada a lei que validaria este documento como sendo o instrumento previsto pelo PNMU.

Sendo assim, o entendimento é que Fortaleza, até a conclusão desta pesquisa, não possui um plano de mobilidade aprovado, portanto, válido. O que foi identificado de forma mais expressiva foram duas iniciativas, com respaldo de instâncias governamentais (de esferas de poder distintas, sendo uma delas o município de Fortaleza e a outra o governo do estado do Ceará) independentes uma da outra e específicas. Sendo assim, estudaremos de maneira mais aprofundada cada uma destas iniciativas.

### *3.1.1. Planejamento da mobilidade sobre trilhos - METROFOR*

O transporte ferroviário no Brasil era feito pela Rede Ferroviária Federal – RFFSA e depois pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU. Entretanto, no final da década de 1980, o transporte de passageiros no Ceará saiu da responsabilidade federal e passou a ser de gestão do Governo do Estado. Essa decisão foi concretizada através da criação do Consórcio do Trem Metropolitano de Fortaleza, em 25 de setembro de 1987, “através da assinatura do Contrato de Constituição do Consórcio, (...) com interveniência da União, através do Ministério dos Transportes” (Fortaleza, 2012 P. 149). Esse consórcio durou até o ano de 1997, quando foi

---

<sup>15</sup> PDMU-FOR: Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Fortaleza.

extinto<sup>16</sup> e criada<sup>17</sup> a Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos – METROFOR (Fortaleza, 2012 P. 150), empresa de economia mista, com participação majoritária do Governo do Estado do Ceará (Aragão et al., 2019).

As propostas do METROFOR, na época da sua criação, eram consideradas, pelos governos municipal e estadual, de elevada relevância social. Segundo o site do METROFOR/Secretaria de Infraestrutura, a modernização desses serviços possibilitaria a uma série de benefícios desde a redução da poluição ambiental, redução do congestionamento das vias urbanas, e a redução de acidentes de trânsito, bem como a diminuição efetiva nos tempos de viagens, redução dos tempos de espera para os usuários e redução do custo operacional dos ônibus.

O Projeto é de elevada relevância social por beneficiar contingente populacional de baixa renda e oferecer condições de segurança, rapidez e pontualidade na locomoção das pessoas, além de propiciar uma profunda reformulação do sistema urbano, em especial na questão da requalificação do centro de Fortaleza e de possibilitar a implantação de um novo modelo de transporte público de passageiros na RMF transportando, ao final das três etapas de implantação, cerca de 350.000 passageiros por dia. (Fortaleza, 2012 P. 150)

Segundo entrevistas feitas com funcionários do METROFOR, esse projeto seria implantado em 3 estágios: Linha Sul (Vila das Flores/João Felipe), Linhas Oeste e Sul (Vila das Flores/Caucaia), e Linhas Oeste e Sul e Integração com o Município de Maranguape. Segundo o site do METROFOR/Secretaria de Infraestrutura, essas propostas foram embasadas no estudo de demanda por transporte, realizado no período de 1996/97 pelo Governo do Estado<sup>18</sup> (Metrofor, 2011) e previam a integração das linhas Oeste e Sul em um ramal único e complementar.

#### 1. Linha Sul (Vila das Flores/João Felipe)

Este estágio consistia na reforma e construção de estações adicionais, bem como oficinas de manutenção de trens, centro administrativo e operacional. Além disso,

---

<sup>16</sup> Em 30 de maio de 1997 o Consórcio do Trem Metropolitano de Fortaleza foi extinto.

<sup>17</sup> Através da Lei nº 12.682 de 02 de maio de 1997, publicada no Diário Oficial do Estado do Ceará em 08 de maio de 1997, foi criada o METROFOR.

<sup>18</sup> “Os dados de demanda confirmaram os eixos de transporte anteriormente escolhidos e indicaram aberturas para expansão do sistema” (Metrofor, 2011).



propunha a eletrificação, e sinalização da via ferroviária dos 24,1 km, operando em via dupla, sendo 18 km em superfície, 3,9 km subterrâneo e 2,2 km em elevado, e implantação de um sistema de telecomunicações. Por fim, havia também a previsão de aquisição de 10 TUE<sup>19</sup> (ver figura 11).

Figura 11: Representação da Linha Sul dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



Fonte 11: Metrofor

## 2. Linhas Oeste e Sul (Vila das Flores/Caucaia)

Este estágio consistia em reformar e construir estações, além de urbanizar os entornos da Linha Oeste. Em adição, era proposto que a linha passasse por uma remodelação, aos moldes do que tinha sido previsto para a Linha Sul no primeiro estágio (eletrificação, sinalização, telecomunicações, aquisição de 8 TUEs), que a permitia ter 19 km em via de operação dupla, sendo 17 km em superfície e 2 km em

<sup>19</sup> “Os carros ferroviários destinados ao transporte urbano de passageiros, denominados TUE (Trem Unidade Elétrica), são compostos por três a quatro vagões, sendo um carro motor, um ou dois carros-reboque e outro carro-reboque com cabine de condução. Uma composição ferroviária normalmente é constituída por dois TUE 's (Cunha, 2011).

elevado. Além disso estavam previstas obras de arte especiais<sup>20</sup> de transposição da via, complementação do centro administrativo e operacional, construção de novas oficinas para o sistema carga, construção de nova oficina de pequenos reparos para o sistema metroviário, conclusão da segregação da linha de carga, além de obras viárias, sendo um dos vetores de indução à requalificação do Centro de Fortaleza (ver figura 12).

Figura 12: Representação da Linha Oeste prevista no segundo estágio dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



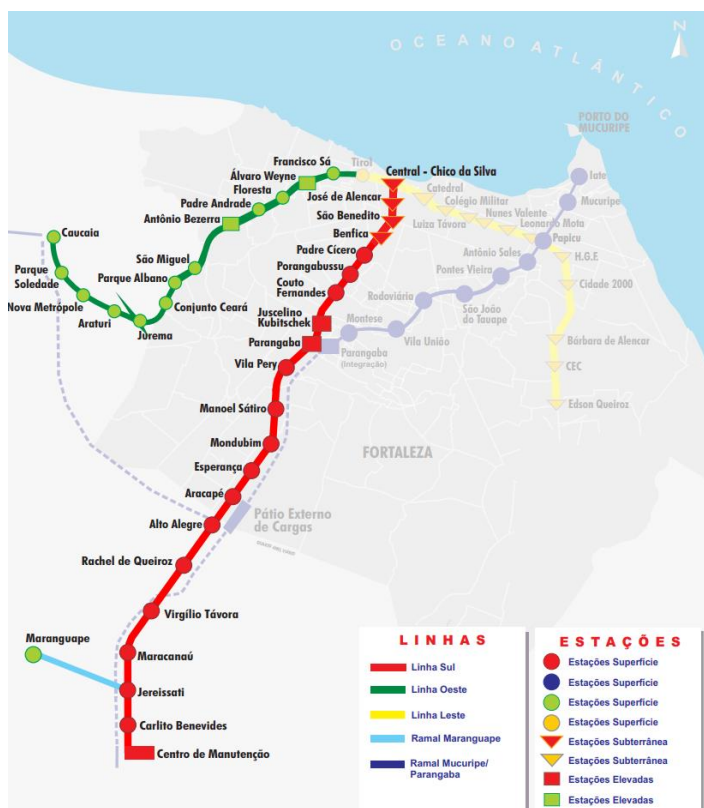
Fonte: 12 Metrofor

### 3. Linhas Oeste e Sul e Integração com o Município de Maranguape

Este último estágio consistia na complementação dos sistemas e construção de estações nas Linhas Oeste e Sul, na integração do município de Maranguape, e melhoria operacional com a aquisição de mais 9 TUEs, o que permitiria reduzir o tempo de espera entre as viagens (ver figura 13).

<sup>20</sup> Obras de arte especiais são construções como passarelas, pontes, viadutos etc.

Figura 13: Representação das propostas dos 3 estágios iniciais dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



Fonte 13: Metrofor

Em esforço posterior, o projeto do VLT Parangaba-Mucuripe teve início no final da primeira década dos anos 2000 e foi considerado uma das grandes obras estruturantes da cidade, sob a responsabilidade do Governo do Estado, para a Copa de 2014 (Ceará, 2010). Suas audiências públicas aconteceram no ano de 2011 e apresentaram o projeto da linha que aproveitaria a faixa de domínio utilizada pelo ramal de carga para o novo transporte de passageiros. Segundo notícia oficial, o trecho do ramal passa por 22 bairros e faz uma conexão ferroviária de 12,7 quilômetros entre a Estação Parangaba e o Porto do Mucuripe, sendo destes 11,3 km em superfície e 1,4 km em elevado. O ramal possui oficialmente 10 estações sendo elas: Parangaba, Montese, Vila União, Borges de Melo<sup>21</sup>, São João do Tauape, Pontes Vieira, Antônio Sales, Papicu, Mucuripe, e late. A previsão inicial de conclusão era de 2013 (Ceará, 2011) (ver figura 14). Entretanto, devido

<sup>21</sup> Antigamente chamada de Estação Rodoviária.

problemas com o consórcio executor original, a obra foi paralisada e só foi retomada no ano de 2015. Segundo entrevista feita com funcionários do METROFOR, a obra ainda não foi 100% concluída, mas todo o trecho já se encontra em operação assistida, que foi iniciada em 2016 com o trecho entre as estações Montese e Borges de Melo (Diário do Nordeste, 2016) e o trecho total começou esta operação completa em 2020 (Ceará, 2020).

Figura 14: Representação do VLT Parangaba-Mucuripe dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



Fonte 14: Metrofor

Um dos projetos mais aguardados e discutidos atualmente, em Fortaleza, é a Linha Leste<sup>22</sup>. Segundo o site do METROFOR, ela teve início na segunda década dos anos 2000, e em fevereiro de 2012 ocorreram as primeiras audiências públicas para a discussão da proposta (Metrofor, 2012). Este ramal seria o responsável pela

<sup>22</sup> A Linha Leste integrava, em 2012/13, o Programa “Mobilidade Grandes Cidades”, do Governo Federal. (CEARÁ, 2013).

ligação subterrânea<sup>23</sup> do Centro de Fortaleza ao bairro Edson Queiroz, uma das áreas de maior crescimento populacional e desenvolvimento econômico da cidade, com traçado de 13,2<sup>24</sup> quilômetros de extensão, e a construção de onze estações, cujos nomes iniciais são Estação da Sé, Luiza Távora, Colégio Militar, Nunes Valente, Leonardo Mota, Papicu, HGF, Cidade 2000, Bárbara de Alencar, CEC<sup>25</sup> e Edson Queiroz. Além dessas, haverá integração com as linhas Oeste e Sul na estação central Chico da Silva<sup>26</sup> (Ceará, 2013) (ver figura 15).

Figura 15: Representação da Linha Leste completa dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



Fonte 15: Metrofor

<sup>23</sup> Segundo o site do METROFOR, “o objetivo da construção de uma linha subterrânea é causar o menor impacto ao já complicado sistema de mobilidade de algumas vias, especialmente da avenida Santos Dumont, a qual o metrô acompanhará boa parte de seu traçado” (Metrofor, 2012).

<sup>24</sup> Extensão atualizada segundo site do METROFOR/Secretaria de Infraestrutura FObjETI).

<sup>25</sup> Centro de Eventos do Ceará – CEC.

<sup>26</sup> A Estação central Chico da Silva, responsável pela integração da Linha Leste com a Linha Sul foi considerada como sendo parte do ramal sul. Com ela, a leste contaria com um total de 12 estações.

Por conta da reformulação do consórcio executor, as obras que foram iniciadas em novembro de 2013, foram paralisadas no início de 2015. Por conta de problemas com o financiamento da obra, a proposta foi dividida em duas fases: a primeira ligando o Centro ao Papicu e a segunda ligando o Papicu ao Edson Queiroz e posterior complementação das estações intermediárias. Em 2018 houve uma nova licitação e contratação para a execução da primeira fase descrita acima e que se encontra, em maio de 2021, em plena execução (ver figura 16).

Figura 16: Representação da primeira fase da Linha Leste dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.

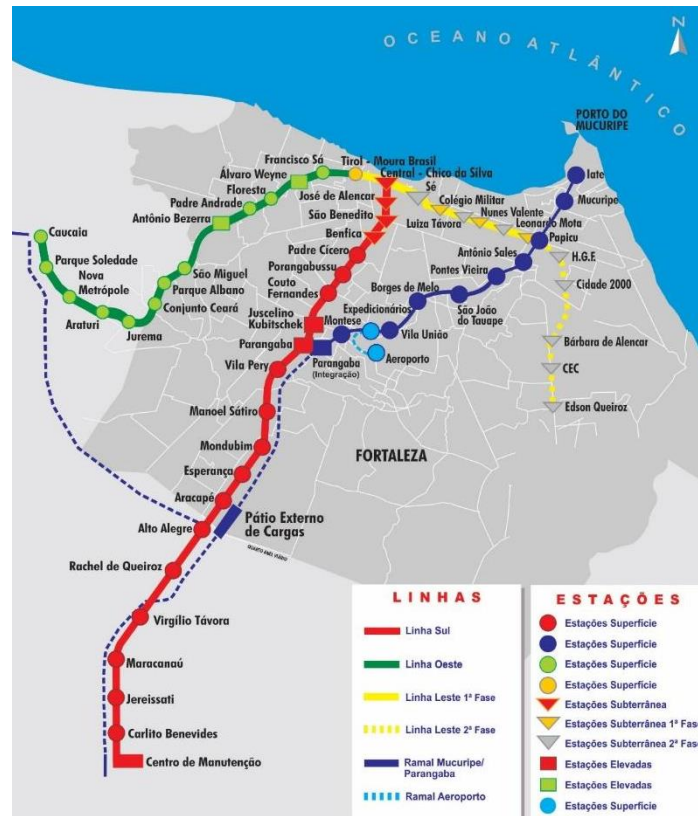


Fonte 16: Metrofor

Em 2019 foi estudada uma proposta para o ramal VLT Parangaba-Mucuripe. Seria a adição de um trecho ligando o referido ramal à frente do aeroporto e à avenida Senador Carlos Jereissati (ver figura 17). Este ramal terá duas estações, uma em frente ao aeroporto de Fortaleza e uma entre as estações Montese e Vila União, localizada no final da Avenida dos Expedicionários (Diário do Nordeste, 2020; O Povo, 2021).



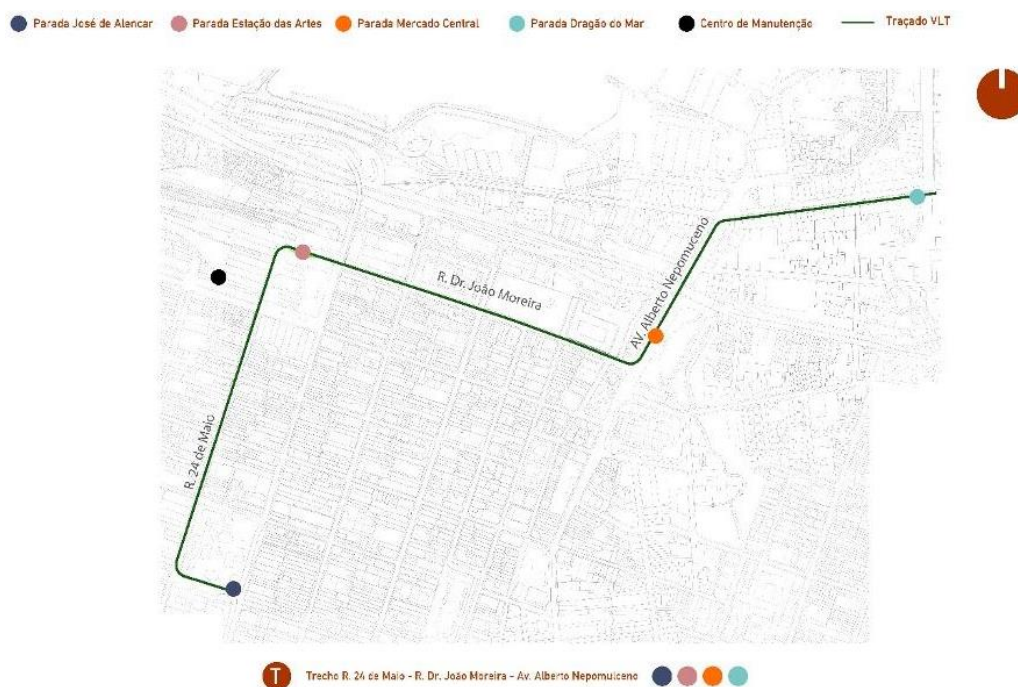
Figura 17: Representação do Ramal Aeroporto (VLT) dentro da malha metroferroviária de Fortaleza



Fonte 17: Metrofor

No ano de 2020 iniciaram os estudos para a implantação de um bonde (VLT) elétrico com uma rota cultural e turística (Ceará, 2021) (ver figura 18). Esse bonde teria uma rota de 4,7 quilômetros, mas em 2021 foram licitados apenas 2,1 quilômetros, com quatro paradas, e seria utilizado na requalificação do centro, ligando equipamentos históricos, culturais e turísticos, dentre os quais o Centro Dragão do Mar de Arte e Cultura, o Mercado Central, a Estação das Artes e o Theatro José de Alencar (Diário do Nordeste, 2021; Ceará, 2021). Esse projeto, entretanto, foi suspenso em março de 2021 (G1, 2021).

Figura 18: Rota licitada do Bonde Elétrico.



Fonte 18: Ceará, 2021

Da mesma forma que o projeto do bonde turístico não foi continuado, outras propostas também foram suspensas ou modificadas com o passar dos anos. A proposta do ramal Maranguape foi removida do planejamento geral da Companhia, saindo inclusive dos mapas oficiais. A Linha Sul já possui todas as suas obras civis, incluindo as 20 estações<sup>27</sup>, concluídas e em funcionamento. Por conta de mudanças na época de sua construção, a Linha Sul não pode mais ser integrada de forma contínua, isto é, em um mesmo traçado, com a Linha Oeste que passou, depois, a ser considerada extensão da Linha Oeste, fazendo assim uma futura ligação do centro da cidade de Caucaia com o Bairro Edson Queiroz. Como a integração da Linha Oeste não teve os seus projetos previstos concluídos, das 13 estações previstas, apenas 10 funcionam hoje, que são Moura Brasil<sup>28</sup>, Álvaro Weyne, Padre Andrade, Antônio Bezerra, São Miguel, Parque Albano, Conjunto Ceará, Jurema,

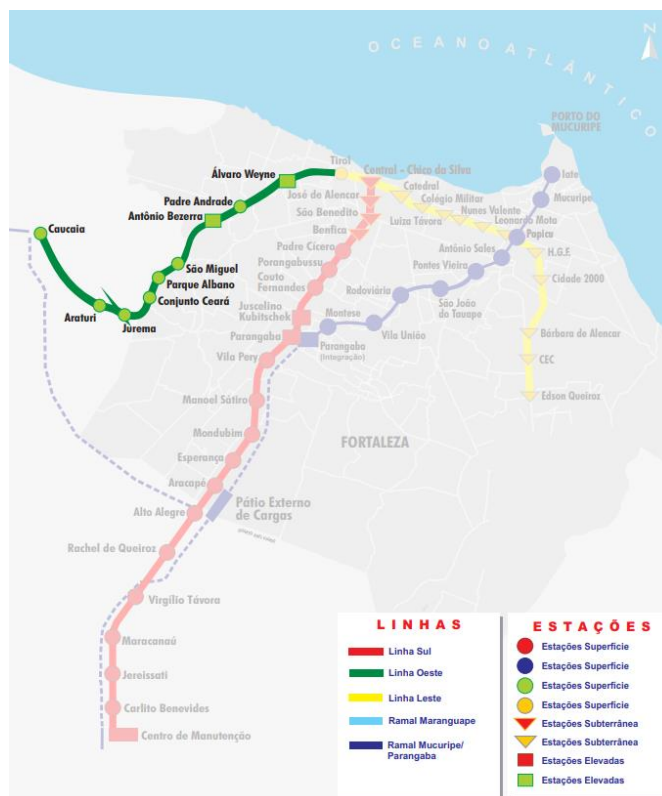
<sup>27</sup> A última estação finalizada e inaugurada da Linha Sul foi, segundo entrevista realizada, a Estação Padre Cícero, inaugurada em dezembro de 2019.

<sup>28</sup> Segundo entrevista realizada, a estação final do centro na Linha Oeste era a antiga Estação João Felipe, localizada na Praça Castro Carreira, também conhecida como Praça da Estação. A estação João Felipe foi desativada em 2014 por conta das obras da Linha Sul nas proximidades.



Araturi e Caucaia (ver figura 19). Segundo o site do METROFOR, o ramal passou por uma reforma, em 2010, que atualizou tanto as estações quanto os trens existentes da época da RFFSA (Metrofor, 2012). Entretanto, o restante das obras ficaria para uma fase futura de obras de uma linha Leste/Oeste.

Figura 19: Representação da Linha Oeste atual dentro da malha metroferroviária de Fortaleza.



Fonte 19: Metrofor

Apesar do esforço do planejamento e propostas da companhia, existem críticas frequentes que não podem ser desconsideradas. Algumas delas, e as mais frequentes, são o efeito barreira que as linhas de superfície causam na paisagem urbana, e o reaproveitamento de ramais antigos, de carga. Isso fez com que o planejamento das rotas tivesse diretrizes mais rígidas, o que fez com que ele ficasse limitado ao atendimento das regiões lindeiras dos ramais existentes, enquanto o planejamento destas rotas deveria ter sido pensado de forma mais livre, de forma a atender melhor os desejos de deslocamento dos usuários.

### 3.1.2. Plano Fortaleza 2040 - IPLANFOR

Segundo o site da Prefeitura Municipal de Fortaleza, Plano Fortaleza 2040<sup>29</sup> é um planejamento urbanístico, econômico e social para a cidade, elaborado pelo Instituto de Planejamento municipal – IPLANFOR, em um nível estratégico, que possui três principais produtos: o desenvolvimento de um Plano Mestre Urbanístico, de um Plano de Mobilidade (PlanMob<sup>30</sup>); e um Plano de Desenvolvimento Econômico e Social.

Segundo o IPLANFOR, o referido plano tem como principal objetivo “a transformação de Fortaleza em uma cidade mais acessível, justa e acolhedora”.

De forma a compreender melhor as propostas e direcionamentos previstos no PlanMob do Fortaleza 2040, é importante fazer uma rápida exposição das propostas de mobilidade previstas no referido plano. Ele é constituído por 33 planos principais, distribuídos em 8 volumes que cobrem diversas áreas do planejamento estratégico da cidade em 07 eixos estratégicos. Os volumes são:

(1) Plano Fortaleza 2040: caderno explicativo da proposta como um todo, uma introdução do que é apresentado nos outros volumes que, por sua vez, possuem um contexto do cenário de base, os objetivos, metas, linhas de ação e diretrizes para cada eixo a ser detalhado (Fortaleza, 2016, vol. 01);

(2) Equidade territorial, social e econômica, que discorre sobre a proposta de uma cidade com equidade social, territorial e econômica através da redução da habitabilidade precária, da pobreza e desigualdade social e dos altos índices de violência (Fortaleza, 2016, vol. 02);

(3) Cidade conectada, acessível e justa, que prega que o acesso a bens, serviços e oportunidades é conseguido através da forma urbana por meio do sistema de transporte, da urbanização do espaço, da diversificação das atividades e mesclas

---

<sup>29</sup> Segundo o site do plano, o nome Fortaleza 2040 remete ao horizonte do planejamento: o ano 2040 (<https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/>).

<sup>30</sup> Este nome pode gerar confusão com o Caderno de Referência para elaboração de plano de mobilidade urbana – PlanMob, de 2015, produto do antigo Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional.

sociais, do fortalecimento de identidades territoriais e da valorização dos espaços públicos (Fortaleza, 2016, vol. 03). Esse volume, dentre todos os outros, é o mais relevante no contexto desta pesquisa e por isso ele será detalhado de forma mais profunda a seguir;

(4) Vida comunitária, acolhimento e bem-estar, que trata da inserção social de uma forma geral, levando em consideração as classes sociais, gêneros, faixas etárias, identidades étnico-raciais e credos, através do aperfeiçoamento dos sistemas de saúde e assistência social, do desenvolvimento de hábitos saudáveis, tanto físicos quanto socioculturais, e o fortalecimento da cultura de acolhimento, respeito e tolerância (Fortaleza, 2016, vol. 04);

(5) Desenvolvimento da cultura e do conhecimento, discorre sobre as propostas para ampliação e melhoria da educação e da qualificação dos trabalhadores, do desenvolvimento científico, tecnológico e cultural, de forma a favorecer o desenvolvimento humano, o aumento e a democratização das oportunidades sociais e a competitividade da economia. Segundo este volume, isso seria feito através da oferta de educação básica de qualidade por meio de escolas de tempo integral e reconfiguração das unidades educacionais, do desenvolvimento do cuidado e apropriação cultural da cidade, e com a consolidação de um sistema local de ciência, tecnologia e inovação (Fortaleza, 2016, vol. 05);

(6) Qualidade do meio ambiente e dos recursos naturais, volume que coloca a proposta de preservação, recuperação e conservação dos componentes naturais e da qualidade do meio ambiente, dando atenção ao saneamento, à qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos e à geração de energia limpa e renovável, por meio da contenção da degradação ambiental, do aproveitamento do potencial energético da cidade e da melhoria da segurança hídrica (Fortaleza, 2016, vol. 06);

(7) Dinamização econômica e inclusão produtiva traz que para ter um crescimento da economia, do emprego e da renda, é necessário o fortalecimento da capacidade competitiva no mercado das atividades já consolidadas, a emergência de novos segmentos econômicos com alta geração de renda e a ampliação da inclusão produtiva, fortalecendo a economia solidária. Para isso as atividades econômicas

devem ser descentralizadas, gerando emprego e renda local através do enfrentamento da baixa competitividade, da potencialização dos segmentos de alto valor agregado, da consolidação das atividades de grande potencial e da promoção da inclusão produtiva (Fortaleza, 2016, vol. 07); e

(8) Governança municipal prega a construção de bons resultados através da governança, a partir de uma estrutura de gestão robusta e com participação e controle social de forma a permitir que os governos e a sociedade interajam para planejar, executar e acompanhar as políticas, programas e projetos de forma eficiente, eficaz e efetiva. Para isso, são propostas três estratégias que são a implantação de um sistema de governança do referido plano, o fortalecimento da articulação metropolitana e a transformação da gestão pública para que ela seja mais eficiente e participativa (Fortaleza, 2016, vol. 08).

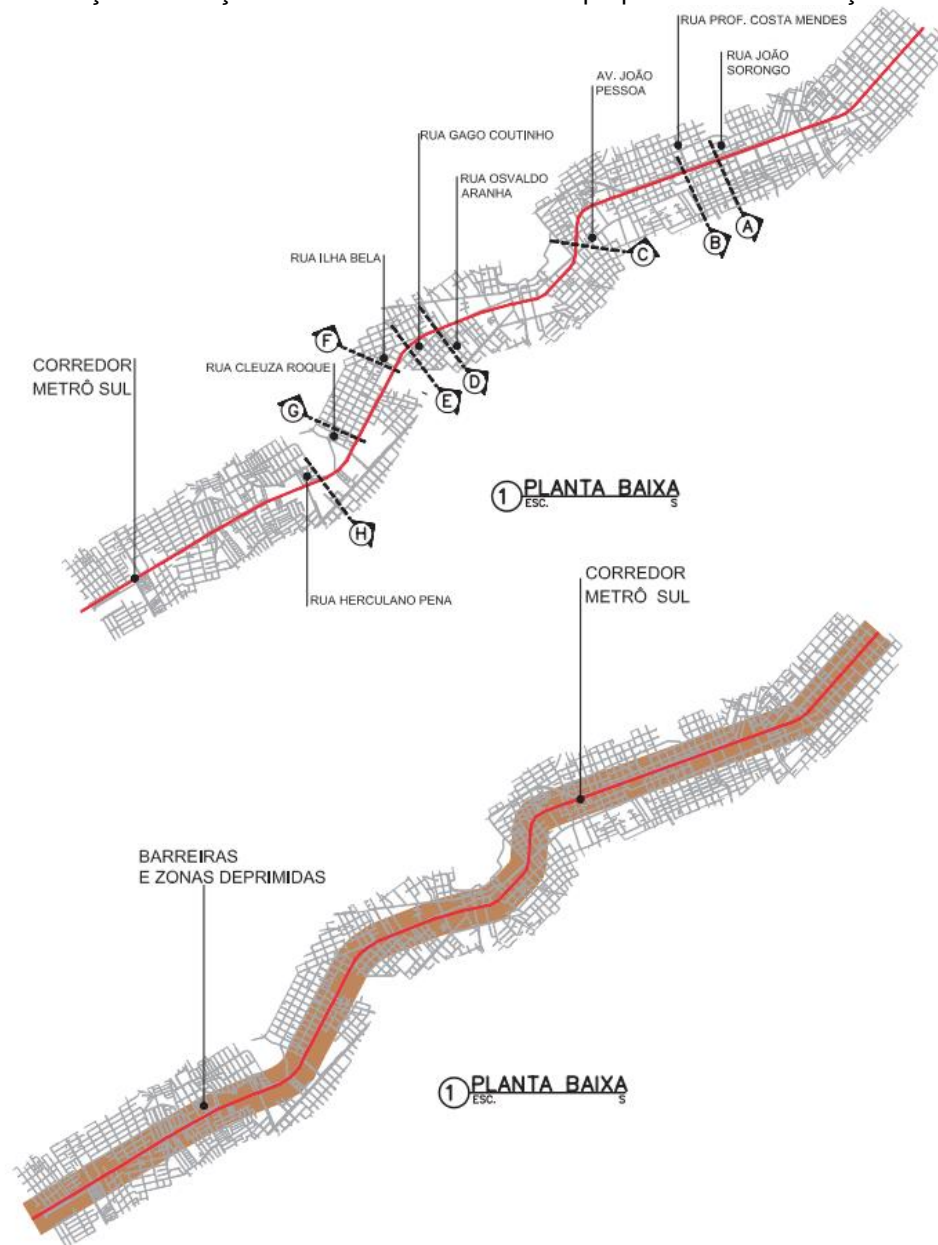
Todos esses volumes foram detalhados e desenvolvidos em documentos anteriores, mas, como apontado antes, só é do interesse deste estudo o desenvolvimento do conteúdo do volume 03 - Cidade Conectada, Acessível e Justa. O material de detalhamento foi desenvolvido e dividido em 03 partes que tratam, em um total de 976 páginas, das propostas para o desenvolvimento urbano, mobilidade e meio ambiente, que resultaram em três produtos: o Plano Mestre Urbanístico – PMU, o Plano de Mobilidade e o Plano de Meio Ambiente.

Como já foi abordado antes neste documento, este é um plano estratégico amplo. Sendo assim, de forma a focar na área deste estudo - sistemas de transporte público de alta capacidade -, dentre as propostas apresentadas ao longo do desenvolvimento do volume 03, vão ser destacadas apenas aquelas consideradas pertinentes a este objeto. Essa decisão foi tomada partindo do pressuposto de que todas as questões relativas ao uso do solo e das demandas de deslocamento foram levadas em consideração durante a elaboração do material final.

Dentro do documento, junto com as propostas, é feita uma breve contextualização histórica, e em seguida, o plano faz diversas críticas às linhas metroferroviárias localizadas na cidade (Fortaleza, 2015 pg. 97 e 98, vol. 2, 1ª edição). Essas críticas se dão pelo fato do reaproveitamento de ramais existentes e pelo efeito barreira que

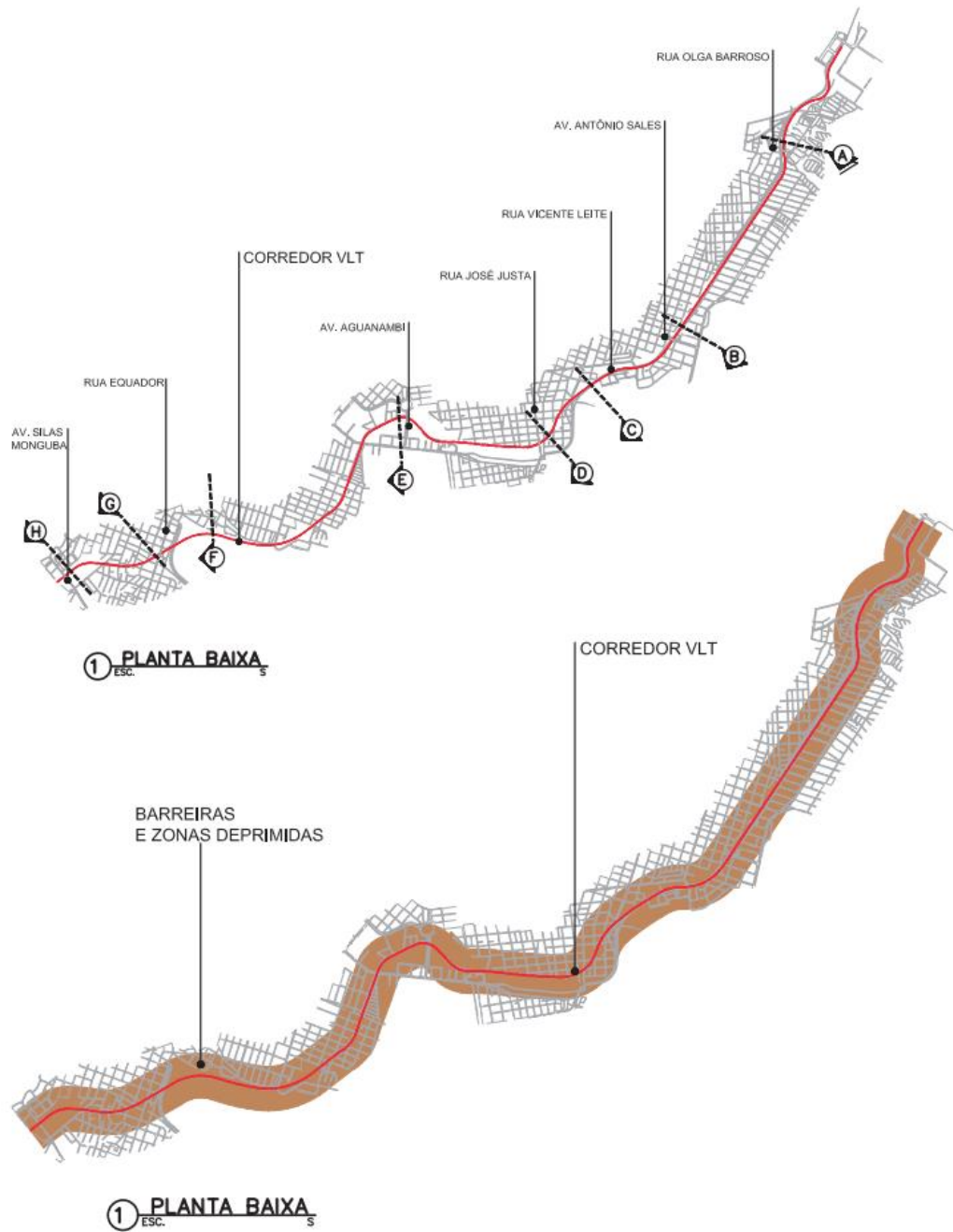
as linhas ferroviárias pré-existentis causam no espaço urbano das zonas em que estão implantados. Com isso, o plano propõe tentar reduzir este impacto, por meio de alterações morfológicas no tecido urbano, de forma a “restaurar a conectividade das comunidades e reconstruir ambientes públicos nas adjacências das referidas linhas”. Entretanto, essa proposta de solução do efeito barreira ficou restrita aos entornos da Linha Sul e do VLT Parangaba-Mucuri (ver figuras 20 e 21) (Fortaleza, 2015 pg. 98, vol. 2, 1ª edição).

Figura 20: Variações de seções no METROFOR Sul com propostas de amenização de impactos.



Fonte 20: Fortaleza (2015), vol. 2, 1ª edição, pg. 99

Figura 21: Variações de seções no Transporte Leve sobre Trilho (VLT) com propostas de amenização de impactos.

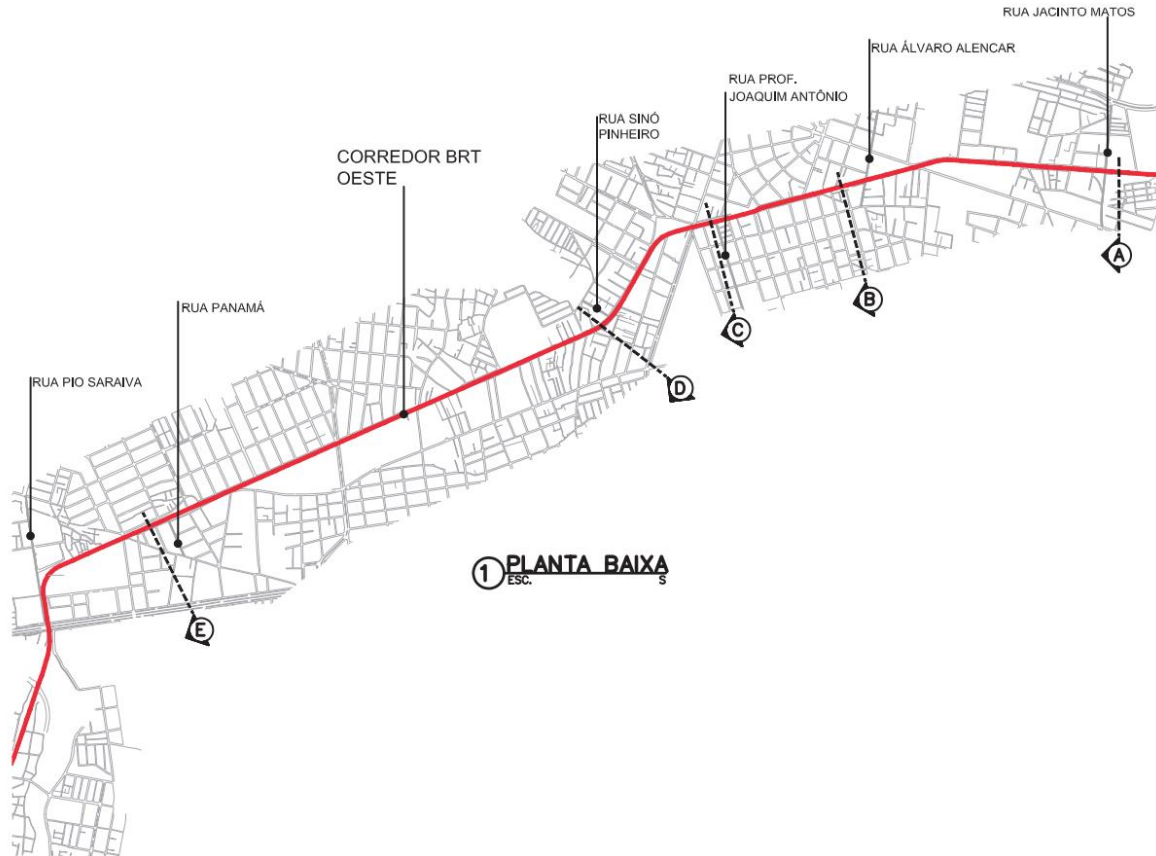


Fonte 21: Fortaleza (2015), vol. 2, 1ª edição, pg. 109

Ainda pensando em melhorar a questão do efeito barreira que o sistema metroferroviário causa, o plano propõe, para a Linha Oeste, em contraposição ao tratamento supracitado, a desativação do ramal e a “instalação de um sistema de BRT com a consequente configuração de um Corredor de Urbanização Orientada

pelo Transporte Público” em substituição (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 98) (ver figura 22).

Figura 22: Variações de seções no BRT Oeste com propostas de amenização de impactos.



Fonte: 22 Fortaleza (2015), vol. 2, 1ª edição, pg. 106

Para isso é utilizado o argumento de que o sistema de BRT é mais econômico, eficiente, acessível e seguro, além de proporcionar uma melhor economia urbana (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 118 e 119). É alegado também que esse tipo de sistema “assegura que as pessoas se movimentam sem mudanças fundamentais de estruturas urbanas”, isto é, que eliminaria o efeito barreira, e que transporte público na rua “diz às pessoas que ali existe uma cidade socialmente equilibrada e legível” e “serve como um indicador para um ambiente amigável entre transportes na cidade”. Por fim, coloca que, “para integrar o transporte público à sociedade humana, é necessário mantê-lo na superfície da rua, ao invés de colocá-lo no céu ou no subsolo” (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 118 e 119).



Ainda fazendo uma crítica ao uso do metrô, o plano reprova a implantação da Linha Leste, hoje em fase de obras. Segundo o documento, Fortaleza não tem porte<sup>31</sup> necessário de cidade que justifique a implantação de “serviços de transporte público com tal magnitude e capacidade de carga” (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 115). Isso faria com que a viabilidade da proposta fosse prejudicada por diversos fatores, desde o longo período de implantação, até a baixa demanda, conforme disposto no documento. Por isso, o plano propões a substituição do sistema metroferroviário por um sistema de bondes<sup>32</sup> elétricos atrelado a um sistema de BRT (figuras 23 e 24).

Figura 23: Comparação da viabilidade das duas propostas, Linha Leste x Bondes + BRT, segundo o Plano Fortaleza 2040.



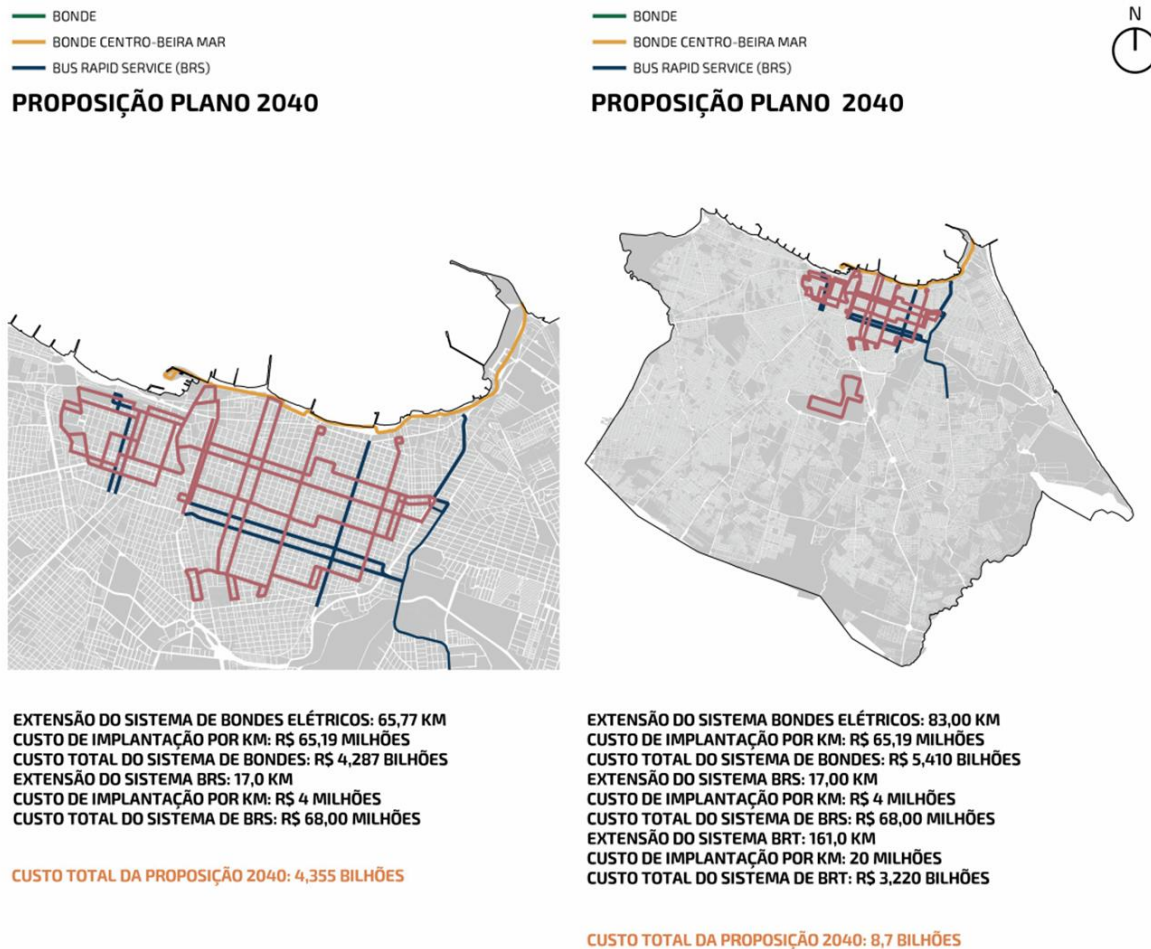
Fonte 23: Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 124 e 125

<sup>31</sup> Segundo o documento, “os metrôs funcionam melhor em cidades grandes e densas” (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 117)

<sup>32</sup> Bonde: “transporte público coletivo sobre trilhos de média a alta capacidade que pode operar em superfície, sempre compartilhando a via com outros modos de transporte, e cuja velocidade operacional é baixa” (Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 243).



Figura 24: Apresentação da viabilidade da proposta segundo o Fortaleza 2040.



Fonte 24: Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 126 e 127

Pela crença de que o sistema de BRT seja o melhor sistema de transporte público de alta capacidade para a cidade, e partindo do conceito do Desenvolvimento Orientado pelo Transporte – DOT<sup>33</sup>, o plano prevê a criação de novos traçados deste sistema conforme ilustrado a seguir (figuras 25 e 26). Com isso, o Plano de Acessibilidade e Mobilidade Urbana de Fortaleza, contido no PMU, apresenta um total de 14 corredores de transporte.

<sup>33</sup> Transit Oriented Development–TOD, traduzido em Desenvolvimento Orientado pelo Transporte – DOT, “é geralmente definido como o desenvolvimento residencial de média a alta densidade em localidades próximas a importantes terminais de transporte público que também ofereçam oportunidades de emprego e comércio a uma distância confortável ao pedestre” (Oliveira, 2014).

Figura 25: Nova malha do sistema de BRT proposto pelo plano Fortaleza 2040.

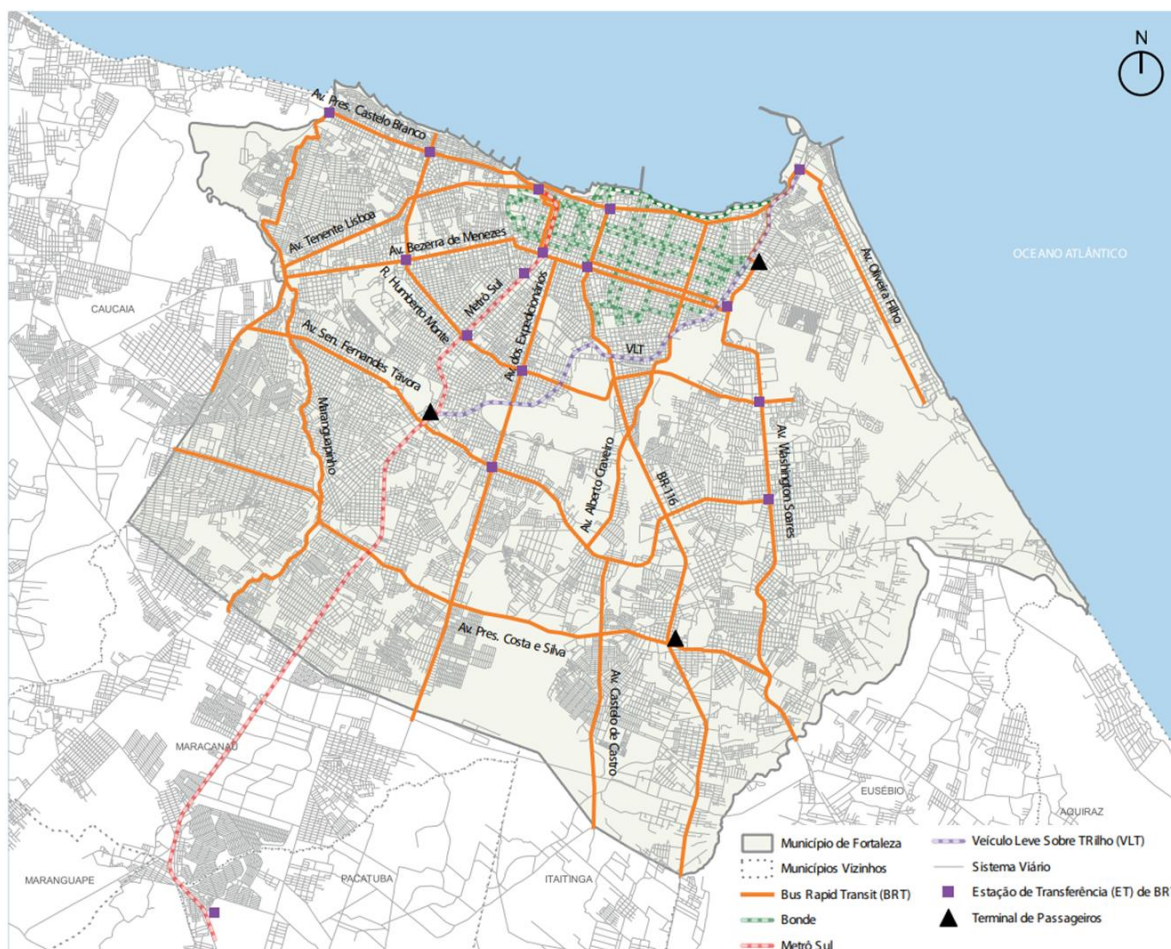


Fonte 25: Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 136 e 137

- Corredor de Transporte 1: Metrô Sul;
- Corredor de Transporte 2: VLT;
- Corredor de Transporte 3: Avenida Tenente Lisboa (em substituição à parte da Linha Oeste do METROFOR);
- Corredor de Transporte 4: Avenida Mister Hull, Avenida Bezerra de Menezes, Rua Justiniano de Serpa, Avenida Domingos Olímpio, Avenida Antônio Sales, Rua Padre Valdevino;
- Corredor de Transporte 5: Via projetada Maranguapinho;
- Corredor de Transporte 6: Rua Senador Pompeu, Avenida dos Expedicionários, Avenida Bernardo Manuel, Avenida João de Araújo Lima;

- Corredor de Transporte 7: Avenida Dom Manuel, Avenida Aguanambi, BR-116;
- Corredor de Transporte 8: Avenida Desembargador Moreira, Avenida Governador Raul Barbosa, Avenida Alberto Craveiro;
- Corredor de Transporte 9: Avenida Pompílio Gomes, Avenida Castelo de Castro;
- Corredor de Transporte 10: Avenida Engenheiro Santana Júnior, Avenida Washington Soares (em substituição à parte da Linha Leste do METROFOR);
- Corredor de Transporte 11: Avenida Doutor Theberge, Avenida Governador Parsifal Barroso, Rua Humberto Monte, Rua Desembargador Praxedes, Rua Domingos Jaguaribe, Via Base Aérea, Rua Capitão Aragão, Avenida General Murilo Borges, Rua Doutor Thompson Bulcão, Avenida Almirante Maximiniano da Fonseca, Avenida Doutor Valmir Ponte;
- Corredor de Transporte 12: Avenida Senador Fernandes Távora, Avenida Doutor Silas Munguba, Avenida Deputado Paulino Rocha, Avenida Oliveira Paiva;
- Corredor de Transporte 13: Rua Oscar Araripe, Avenida Presidente Costa e Silva, Avenida Jornalista Tomaz Coelho, Rua José Hipólito; e
- Corredor de Transporte 14: Avenida Presidente Castelo Branco, Avenida Monsenhor Tabosa, Avenida Abolição, Avenida Vicente de Castro, Avenida José Saboia, Avenida Oliveira Filho.

Figura 26: Localização dos principais corredores de transporte propostos pelo Fortaleza 2040, com estações de transferência e terminais.



Fonte 26: Fortaleza, 2015, vol. 2, 1ª edição, pg. 256 e 257.

Por mais que todos os produtos do Fortaleza 2040 estejam conectados em princípios, o Plano de Mobilidade – PlanMob apresenta uma visão mais generalista destas propostas, conforme descrito a seguir.

- Plano de Mobilidade de Fortaleza – PlanMob

O PlanMob foi um esforço de planejamento para a mobilidade da cidade de forma que as ações futuras ocorram de maneira contínua e integrada. Como disposto antes, ele é um dos produtos do esforço Fortaleza 2040 e possui 116 páginas e se configuram em 5 capítulos principais: considerações iniciais (i), evolução da mobilidade em Fortaleza (ii), interpretação do cenário existente (iii), mobilidade de Fortaleza nos próximos 10 anos (iv), e considerações finais (v).



- i. No capítulo das considerações iniciais são expostos dados gerais do estado e da cidade de forma a tentar entender toda a área de influência do município, observando aspectos determinantes para a geração das viagens diárias, compreendendo como elas interferem na capacidade do sistema viário e do sistema de transporte público e seus impactos.
- ii. No capítulo que trata da evolução da mobilidade é feito um levantamento histórico de forma a compreender a forma urbana atual da cidade e as dificuldades na área. Ele é dividido em duas partes na qual a primeira discorre sobre os primeiros séculos da cidade, o seu crescimento e expansão, e na qual a segunda fala da evolução dos transportes desde o final do século XIX até os dias atuais, contemplando todos os modos de transporte, desde os bondes e trens até o aumento da frota de veículos particulares e ônibus e a implantação da linha de metrô e as consequências e impactos das escolhas modais no deslocamento atual das pessoas e cargas.
- iii. O capítulo que trata da interpretação do cenário existente através de dados socioeconômicos e empregos, uso do solo (problemas existentes, potencialidades e zoneamentos), dados gerais sobre o deslocamento de pessoas e cargas, dados sobre o uso de transporte não motorizado (plano diretor cicloviário, Bicicletar<sup>34</sup>, gestão cicloviária), transporte público, circulação viária, transporte de cargas, segurança viária, e transporte aéreo. Este capítulo é finalizado com uma síntese da mobilidade da época (2015).
- iv. O capítulo 04 trata de um planejamento com um horizonte de 10 anos, e todos os seus objetivos, princípios e diretrizes. Eles têm uma subseção de planos em andamento na qual eles discorrem sobre os planos que eles identificam como Fortaleza 2040, Transporte público e Circulação viária. Neste capítulo eles categorizam as ações para cada tópico analisado durante o capítulo 03 baseadas nas suas previsões (curto, médio e longo prazo).

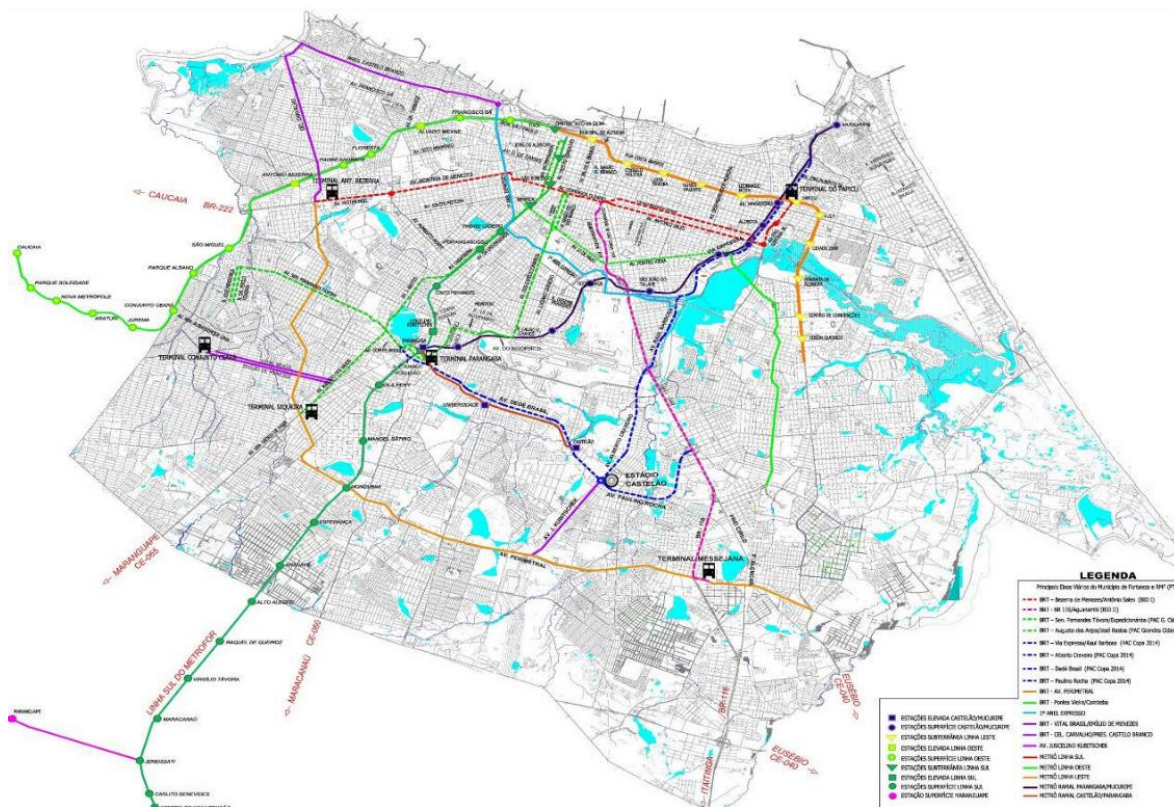
---

<sup>34</sup> Sistema de bicicletas compartilhadas de Fortaleza (Prefeitura de Fortaleza, 2015, p56).

- v. Como o próprio nome do capítulo já indica, nesta parte estão contidas as considerações finais do esforço, juntamente com os mapas resumo dos sistemas de transporte e das propostas elencadas ao longo do material.

Como já foi abordado em outro momento, os produtos do esforço Fortaleza 2040, por mais que estejam conectados em princípios e diretrizes, pouco foi percebido, no PlanMob, sobre as propostas dispostas no Plano de Acessibilidade e Mobilidade Urbana, contido no PMU. O documento ainda apresenta críticas mais veladas ao sistema metroferroviário, principalmente ao interpretarem que este sistema é produto de um esforço isolado, mas ainda assim incorpora todos os traçados ferroviários em sua proposta final para o transporte público (ver figura 27), contrariando o PMU.

Figura 27: Planejamento do Transporte público segundo o PlanMob (Fortaleza 2040).



Fonte 27: Fortaleza, 2015 pg. 115, (Imagem tal qual disposta no Anexo 01).

Em relação aos corredores de BRT, o plano só menciona, de forma específica, os corredores Antônio Bezerra/Centro/Papicu (Corredor de Transporte 4) e Alberto Craveiro (Corredor de Transporte 8).

Com essa análise, foi possível perceber diversos conflitos entre os planejamentos expostos. Os mais expressivos, por ocuparem o mesmo espaço físico, já que se trata de substituição de sistemas, são os conflitos entre a proposta da Linha Leste do METROFOR x Sistema de bondes elétricos e BRT do PMU e a proposta da Linha Oeste do METROFOR x sistema de BRT previsto no Corredor de Transporte 3 do PMU, mais especificamente na Avenida Tenente Lisboa.

### **3.2. Definição dos cenários de análise**

Este esforço de análise pretende identificar sistemas equivalentes dentre os esforços de planejamento apresentados na subseção anterior. Para tanto, pretende-se adotar como critérios os benefícios que eles objetivam alcançar, tudo isso sob a luz do novo paradigma da acessibilidade. Essa escolha levou em consideração a parcela da população a ser beneficiada e a infraestrutura urbana existente no local. Como a área onde estão localizadas as propostas da Linha Leste x bondes elétricos/BRT já possui uma infraestrutura que permite uma maior acessibilidade que outras áreas da cidade, ela foi desconsiderada de forma que seja possível estudar áreas menos acessíveis. Como resultado da caracterização prévia dos esforços de planejamento, destacam-se como cenários escolhidos para análise o conflito de sistemas entre Linha Oeste do METROFOR x sistema de BRT previsto no Corredor de Transporte 3 do PMU, que possuem a mesma localização geográfica de implantação da via e das estações, esta última variando apenas na quantidade. Sendo assim, a seguir serão levantados dados específicos de cada projeto de forma a viabilizar a análise prevista nos capítulos seguintes.

Entretanto, antes de partir para a análise destes projetos, é importante entender as características de cada sistema/modo<sup>35</sup> de transporte a ser discutido. O trem/metrô é um sistema que transita por vias específicas e isoladas, com operação

---

<sup>35</sup> Modo é a palavra utilizada para caracterizar a maneira como o transporte é realizado (Garrides et al, 2016, p. 4).

automatizada e com maiores velocidades e capacidade de transportar passageiros (Ferraz & Torres, 2004). Os veículos utilizados são de alta capacidade e podem ter fontes de energia variáveis como aqueles a diesel, elétricos e aqueles movidos a baterias.

Já o BRT<sup>36</sup> é um sistema de transporte urbano com ônibus que opera “com linhas troncais de média capacidade aliadas a linhas alimentadoras, resultando em um sistema mais flexível, rápido e de baixo custo” (Oliveira & Rosa, 2013, p. 2). Apesar de ser comumente utilizado com vias segregadas, este sistema também pode ser planejado para ser utilizado em vias compartilhadas de alta capacidade de carregamento com prioridade em interseções. Quando comparado aos ônibus convencionais, este tipo de sistema apresenta outras evoluções que se destacam na combinação de estações, veículos, serviços, vias de circulação e elementos de sistema de transporte inteligente. Em adição, o próprio veículo conta com design mais confortável, janelas maiores e piso rebaixado, além de maior capacidade (Oliveira & Rosa, 2013; Levinson et al. 2003b apud CAO et al. 2016).

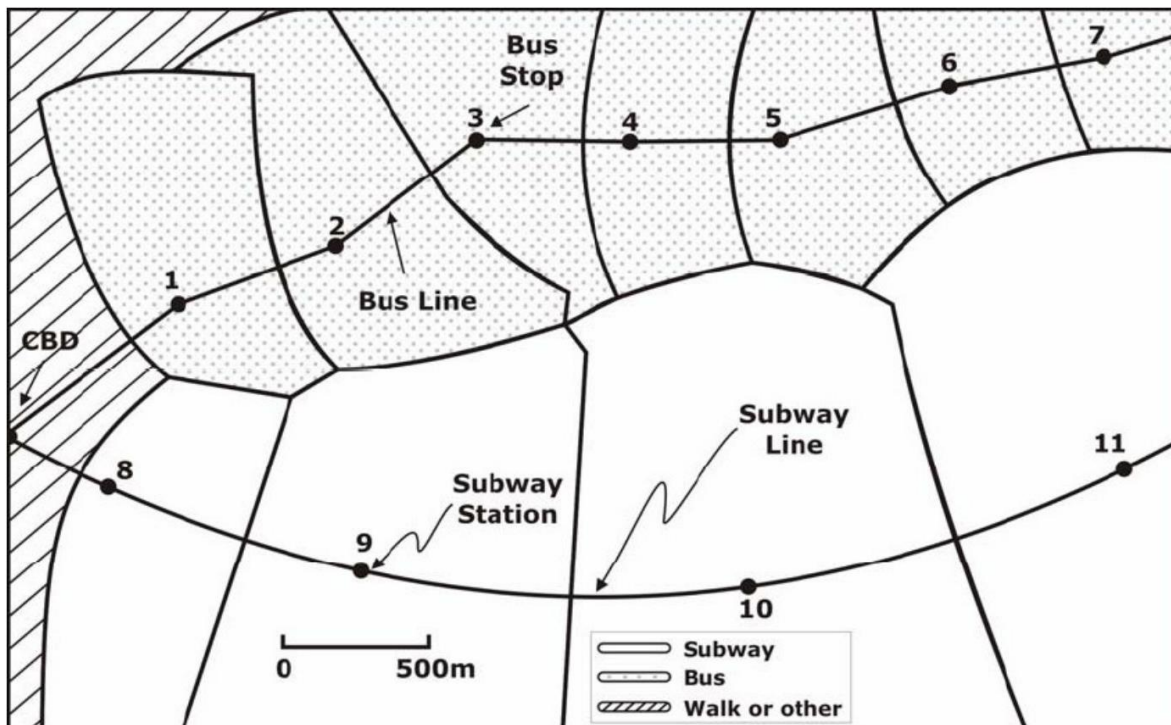
A área de abrangência de cada sistema é estabelecida a partir do espaçamento ótimo entre as paradas da linha de forma a minimizar o tempo médio de viagem dos passageiros até o seu destino. Esse cálculo leva em consideração a velocidade de deslocamento tanto do usuário a pé quanto a velocidade média do modo selecionado, e conseqüentemente os tempos envolvidos, sendo considerados, inclusive, os tempos de espera (Oliveira, 2008). Segundo estudo de caso comparativo entre um sistema de ônibus e um sistema de metrô realizado por Oliveira (2008), é possível perceber que as áreas de abrangência de um sistema de metrô são maiores que as de um sistema servido por ônibus quando o objetivo é minimizar o tempo de viagem de um usuário (ver figura 28).

---

<sup>36</sup> BRT – sigla em inglês para “Bus Rapid Transit” (Oliveira & Rosa, 2013, p. 2).



Figura 28: Região urbana servida por sistemas de ônibus e metrô a partir do diagrama de Voronoi.



Fonte: 28 Novaes et. al. (2009, p. 21) apud Oliveira (2008, p. 38).

Já a “capacidade dos diversos modos é resultado das características técnicas e espaciais de seu sistema” (Isoda, 2013, p. 34). Essa capacidade de cada modo pode ser resumida “em dois aspectos: capacidade do veículo e frequência (headway<sup>37</sup>)”. Isso é, quanto maior a frequência, mais veículos passam por um determinado local em um determinado período de tempo (Isoda, 2013, p. 35). Estas capacidades dos veículos e suas frequências vão ser melhor detalhadas nas subseções a seguir.

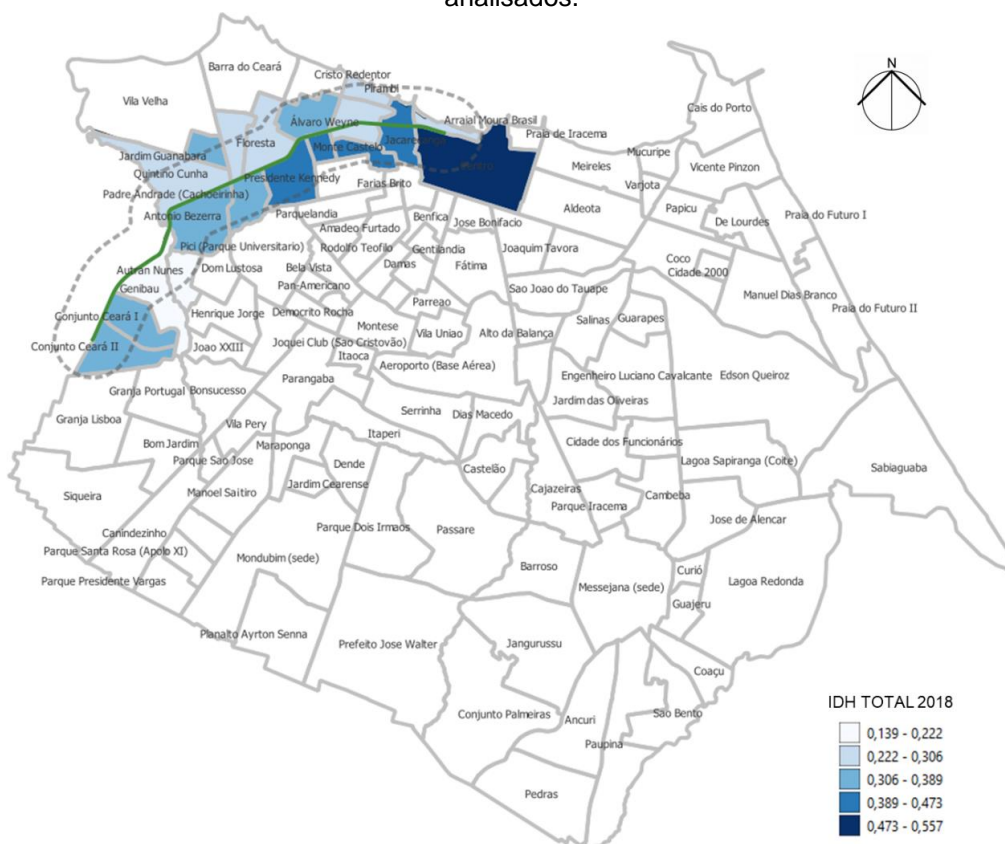
Tão importante como entender as diferenças principais entre os sistemas a serem analisados, é entender a área na qual eles serão inseridos. Por isso, a seguir vão ser dispostos alguns dados relevantes sobre os principais bairros influenciados de forma a entendermos melhor as relações socioeconômicas da região.

<sup>37</sup> O inverso da frequência representa o intervalo de tempo entre veículos sucessivos que é denominado headway (Pereira, 2011). Headway é o intervalo entre veículos de transporte (Zimmermann et al., 2015).

Para a realização da seleção de bairros foi feita uma área de influência do sistema de um quilômetro. Entende-se que essa distância é superior à faixa de valores de caminhabilidade comumente encontrados na literatura, que é de 300 a 500 metros (Transitar, 2016), mas esta definição foi feita entendendo que um sistema de alta capacidade tem uma área de abrangência maior, o que pode servir de um possível incentivo ao pedestre para percorrer esta distância. Entende-se também como essa sendo uma distância máxima.

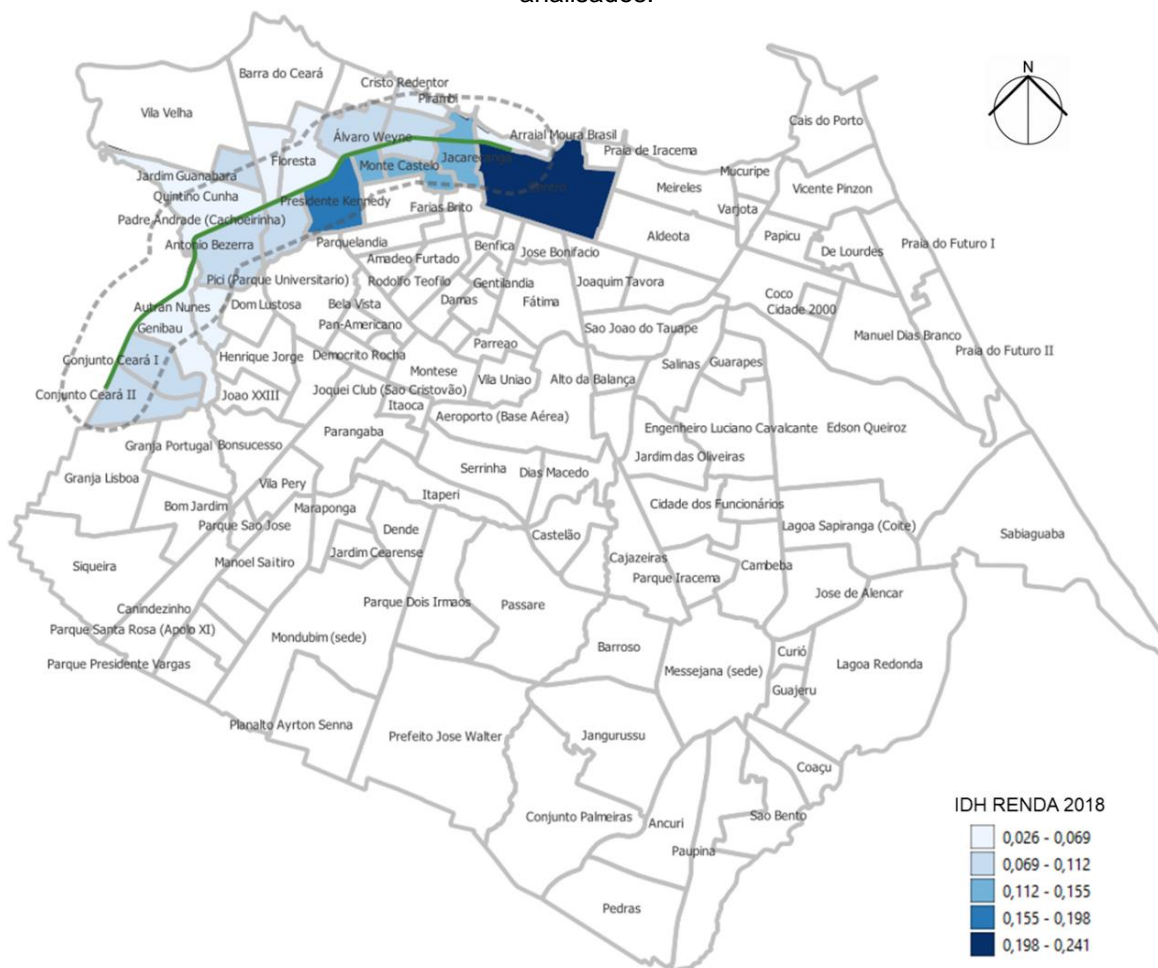
Sendo assim, foram destacados os dados de IDH total e de renda dos bairros que se enquadraram (figuras 29 e 30), pelo menos a maior parte do seu território, dentro desta área de influência estão em destaque nas imagens abaixo. As informações dos Índices de Desenvolvimento Humano mencionados foram retiradas do site Fortaleza em mapas e tem referência aos dados do IBGE do ano de 2010.

Figura 29: IDH total dos bairros contidos dentro da área de influência dos sistemas a serem analisados.



Fonte 29: Imagem produzida pela autora.

Figura 30: IDH total dos bairros contidos dentro da área de influência dos sistemas a serem analisados.



Fonte 30: Imagem produzida pela autora.

Após esta breve exposição, os projetos expostos a seguir vão ser diferenciados por sistema adotado e por período. Por isso, em casos onde o sistema já esteja implantado, será feita, além da análise da proposta, uma análise da condição atual.

### 3.2.1. Linha Oeste

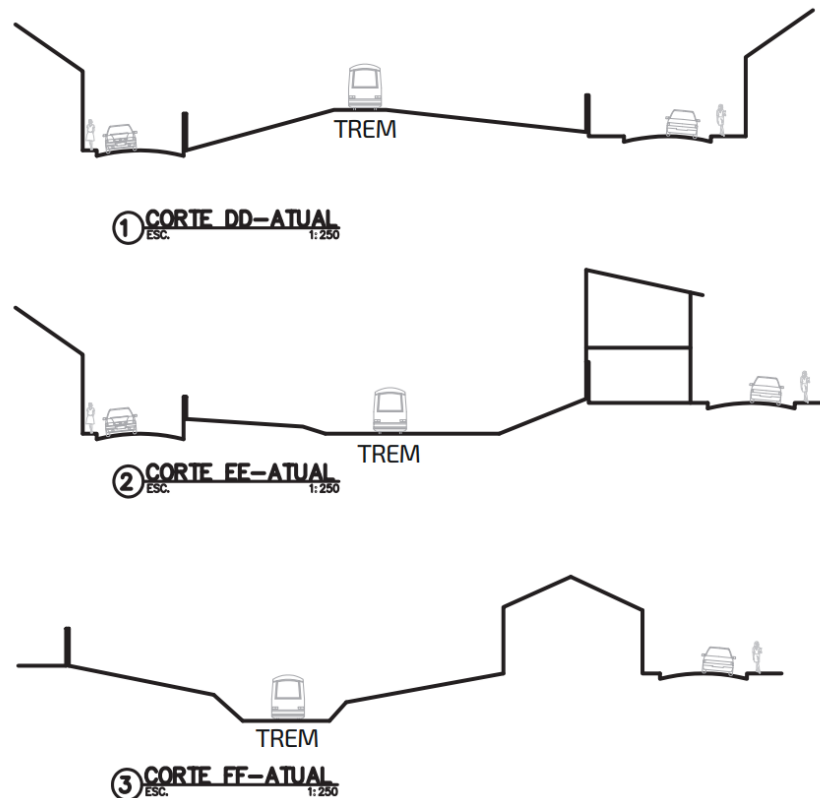
Por ser um ramal existente, esta seção do trabalho se dividirá em duas partes nas quais a primeira vai tratar da condição atual e a segunda vai discorrer sobre uma das situações previstas.

- Situação atual

Segundo dados do METROFOR, atualmente, a Linha Oeste do METROFOR é um ramal do sistema ferroviário de Fortaleza que possui 19,5 quilômetros de extensão,

que liga o centro de Fortaleza ao centro da cidade de Caucaia, em um percurso percorrido por viagens com duração de 38 minutos, a possuir um total de 10 estações e a funcionar com trens movidos a diesel. A imagem a seguir, figura 31, representa as variações de alguns trechos do ramal.

Figura 31: Variações de seções da Linha Oeste segundo PMU.



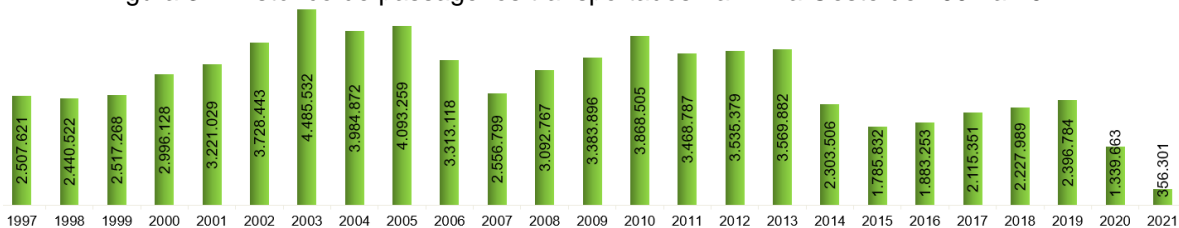
Fonte 31: Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, pg. 107.

O ramal utiliza 6 Trens Unidade Diesel-Hidráulico (TUDH), no modelo Mobile 4, fabricado pela empresa Bom Sinal. Esse trem oferta em sua estrutura física uma capacidade de 766 a 800 passageiros em seus veículos, conforme informações da fabricante<sup>38</sup>. A referida linha já chegou a transportar 4.485.532 passageiros no ano de 2003. Em 2011, a Linha Oeste correspondeu a 92% do transporte de passageiros sobre trilhos no estado. Entretanto, por conta da desativação da Estação João Felipe em função das obras da Linha Sul, do aumento do *headway* e da

<sup>38</sup> Bom Sinal Indústria e Comércio LTDA. Informações disponíveis no manual impresso e também no site <https://www.en.bomsinal.com/produtos/vlt-mobile.html>

desatualização das estações, sua demanda apresentou um declínio considerável, possível de se observar nas figuras 32 e 33.

Figura 32: Histórico de passageiros transportados na Linha Oeste de 1997 a 2021.



Fonte 32: Metrofor

Figura 33: Fluxo de passageiros - Linha Oeste – 2017.

Estação:	Sentido: OL		Sentido: LO		Total por Estação	
	Emb:	Des:	Emb:	Des:	Emb:	Des:
CAUCAIA	196	0	0	22	196	22
ARATURI	116	75	8	13	124	88
JUREMA	70	27	3	8	73	31
C. CEARÁ	39	5	1	4	40	9
PQ. ALBANO	37	10	1	4	38	14
S. MIGUEL	64	13	1	7	65	20
A. BEZERRA	36	25	3	4	39	29
P. ANDRADE	10	7	1	1	11	8
ÁLVARO WEYNE	49	92	10	5	59	97
TIROL / MOURA BRASIL	0	363	40	0	40	363
<b>TOTAL - HPM:</b>		<b>617</b>		<b>69</b>		<b>685</b>
<b>TOTAL - DIA:</b>		<b>6855</b>		<b>761</b>		<b>7616</b>

Fonte: 33 Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 49.

Hoje, segundo dados do METROFOR, ela é responsável pelo transporte de uma média de 6,5 mil passageiros/dia, em um total de 30 viagens, sendo 15 partindo de cada ponta do ramal, com um fator de renovação<sup>39</sup> da linha de 1.52, o que significa que nesta linha a rotatividade de passageiros é baixa, o que também significa que boa parte daqueles que embarcam no início do trecho vão até o final. O intervalo de tempo (*headway*) é de 45 a 90 minutos, a depender da hora de pico (Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 12). O tempo de espera do trem para embarques e desembarques é de 01 minuto na maioria das estações, com exceção das estações terminais, nas quais o trem fica parado por 4 minutos. Para isso, os trens circulam em uma velocidade de 40 km/hora, com um sistema de comunicação via rádio

<sup>39</sup> O fator de renovação é o resultado matemático da divisão entre o volume total de passageiros por viagem e a quantidade de passageiros no trecho mais saturado (Margon et al, 2009).

ATO<sup>40</sup>, com o mesmo conforto ofertado pelo sistema recém implantado do VLT Parangaba-Mucuripe e com a confiabilidade de uma tabela de horários ofertada pelo METROFOR (ver figuras 34 e 35).

Figura 34: Tabela de horários sentido Caucaia - Fortaleza.

<b>Linha Oeste - Sentido Fortaleza</b>									
Caucaia	Araturi	Jurema	Conj. Ceará	Parque Albano	São Miguel	Antônio Bezerra	Padre Andrade	Álvaro Weyne	Moura Brasil
05:30	05:37	05:43	05:46	05:49	05:52	05:58	06:01	06:05	06:11
06:15	06:22	06:28	06:31	06:34	06:37	06:43	06:46	06:50	06:56
07:00	07:07	07:13	07:16	07:19	07:22	07:28	07:31	07:35	07:41
07:45	07:52	07:58	08:01	08:04	08:07	08:13	08:16	08:20	08:26
08:30	08:37	08:43	08:46	08:49	08:52	08:58	09:01	09:05	09:11
09:30	09:37	09:43	09:46	09:49	09:52	09:58	10:01	10:05	10:11
11:00	11:07	11:13	11:16	11:19	11:22	11:28	11:31	11:35	11:41
12:30	12:37	12:43	12:46	12:49	12:52	12:58	13:01	13:05	13:11
14:15	14:22	14:28	14:31	14:34	14:37	14:43	14:46	14:50	14:56
16:00	16:07	16:13	16:16	16:19	16:22	16:28	16:31	16:35	16:41
16:45	16:52	16:58	17:01	17:04	17:07	17:13	17:16	17:20	17:26
17:30	17:37	17:43	17:46	17:49	17:52	17:58	18:01	18:05	18:11
18:15	18:22	18:28	18:31	18:34	18:37	18:43	18:46	18:50	18:56
19:15	19:22	19:28	19:31	19:34	19:37	19:43	19:46	19:50	19:56
20:00	20:07	20:13	20:16	20:19	20:22	20:28	20:31	20:35	20:41

Fonte 34: Site do METROFOR. Disponível em: [https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2020/11/Oeste\\_Sentido\\_Fortaleza1.png](https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2020/11/Oeste_Sentido_Fortaleza1.png)

Figura 35: Tabela de horários sentido Fortaleza - Caucaia.

<b>Linha Oeste - Sentido Caucaia</b>									
Moura Brasil	Álvaro Weyne	Padre Andrade	Antônio Bezerra	São Miguel	Parque Albano	Conj. Ceará	Jurema	Araturi	Caucaia
05:30	05:37	05:41	05:44	05:51	05:54	05:57	06:00	06:04	06:10
06:15	06:22	06:26	06:29	06:36	06:39	06:42	06:45	06:49	06:55
07:00	07:07	07:11	07:14	07:21	07:24	07:27	07:30	07:34	07:40
07:45	07:52	07:56	07:59	08:06	08:09	08:12	08:15	08:19	08:25
08:30	08:37	08:41	08:44	08:51	08:54	08:57	09:00	09:04	09:10
10:15	10:22	10:26	10:29	10:36	10:39	10:42	10:45	10:49	10:55
11:45	11:52	11:56	11:59	12:06	12:09	12:12	12:15	12:19	12:25
13:30	13:37	13:41	13:44	13:51	13:54	13:57	14:00	14:04	14:10
15:00	15:07	15:11	15:14	15:21	15:24	15:27	15:30	15:34	15:40
16:00	16:07	16:11	16:14	16:21	16:24	16:27	16:30	16:34	16:40
16:45	16:52	16:56	16:59	17:06	17:09	17:12	17:15	17:19	17:25
17:30	17:37	17:41	17:44	17:51	17:54	17:57	18:00	18:04	18:10
18:15	18:22	18:26	18:29	18:36	18:39	18:42	18:45	18:49	18:55
19:15	19:22	19:26	19:29	19:36	19:39	19:42	19:45	19:49	19:55
20:00	20:07	20:11	20:14	20:21	20:24	20:27	20:30	20:34	20:40

Fonte 35: Site do METROFOR. Disponível em: [https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2020/11/Oeste\\_Sentido\\_Caucaia1.png](https://www.metrofor.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2020/11/Oeste_Sentido_Caucaia1.png)

<sup>40</sup> ATO - Automatic Train Operation (KIM et al., 2013)



- Situação planejada

De forma bem semelhante ao disposto no segundo estágio de planejamento do METROFOR, o cenário previsto para a Linha Oeste é de um ramal eletrificado e integrado, com as 13 estações concebidas inicialmente e a mesma extensão. Entretanto, sua integração, como apontado antes, está prevista para ocorrer com a Linha Leste além de com outros modos de transporte.

Segundo o plano operacional e o estudo de atualização da demanda, fornecidos pela operadora, o trem previsto para esta fase deverá possuir uma capacidade mínima de 750 passageiros, definida para uma densidade de 6 passageiros em pé por metro quadrado<sup>41</sup>. Por conta de ainda não haver material rodante (trem) definido para a proposta, não é possível determinar o dimensionamento da capacidade de transporte dos carros de forma precisa. O que foi posto no Plano Operacional é que o carregamento máximo nos trens utilizado para calcular a necessidade de trens por hora considerou cada composição com uma capacidade de 890 passageiros - 6 carros, ou 1.335 passageiros – 9 carros (Metrofor, 2011).

O estudo de demanda fornecido previu cinco cenários nos quais são apresentados a previsão de expansão do sistema de transporte coletivo metroferroviário na cidade. Estes cenários foram construídos a partir da previsão de expansão do sistema de transporte coletivo metroferroviário, considerando linhas liberadas, estações em funcionamento e *headways* operacionais. Eles representam as situações dos anos de 2020, 2022, 2027, 2032 e 2042. Nestes cenários, foram elaborados, através da modelagem 4 etapas<sup>42</sup> e pesquisa de preferência declarada<sup>43</sup>, dentre outros produtos, mapas de carregamento das linhas do METROFOR, tabelas de fluxos de passageiros por linha/estação (Setec

---

<sup>41</sup> Nível de conforto de acordo com "Transit Capacity and Quality of Service Manual" - Part 6 – Glossary (KfH Group et al, 2013).

<sup>42</sup> Processo que subdivide as decisões dos usuários em quatro: escolha da quantidade de viagens; escolha dos destinos das viagens; escolha dos modos de transportes; e escolha das rotas para o deslocamento (Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 33)

<sup>43</sup> "O principal método utilizado para obtenção das preferências chama-se Preferência Declarada" e se utiliza da captação de dados e "declarações de indivíduos sobre suas preferências, dado um conjunto de opções, objetivando estimar funções utilidade" (Freitas, 1995; Kroes & Sheldon, 1988).

Hidrobrasileira, 2018, p. 40). Por conta da pandemia e do comportamento atípico dos deslocamentos, as informações referentes ao ano de 2020 não serão incorporadas. Além disso, por questões práticas para comparações futuras, foi selecionado o cenário de 2032 como referência pois é um ano que coincide com os anos bases adotados pelo Fortaleza 2040 no estudo da proposta concorrente (BRT Oeste).

Figura 36: Detalhamento dos cenários a serem comparados neste trabalho.

Cenário	Linha	Headway	Estações Adicionais
Base – 2017	Oeste	45 min	-
	Sul	20 min	
2032	Oeste	3 min	-
	Sul	6 min	-
	VLT	10 min	-
	Leste	3 min	Sé, Luiza Távora, Leonardo Mota, Cidade 2000 e Centro de Eventos.

Fonte 36: Tabela adaptada a partir de Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 40.

A partir do detalhamento da figura 36, é possível observar que há uma mudança considerável de *headway* entre o cenário atual e o previsto para o ano de 2032. Outra constatação importante é que essa mudança é fundamentada pela consideração da junção/integração do ramal em análise com a Linha Leste.

A seguir, vão ser apresentados dados relativos às previsões do carregamento geral do transporte coletivo, do carregamento para as linhas ferroviárias, os fluxos de passageiros e o perfil de carregamento para o ramal oeste.

Os carregamentos tanto geral do transporte coletivo (figura 37) quanto o das linhas de metrô (figura 38) foram obtidos a partir da aplicação de um modelo de alocação<sup>44</sup> sobre as matrizes de origem e destino do transporte coletivo para obtenção dos caminhos multimodais e os respectivos carregamentos de cada trecho, possibilitando a identificação do volume de passageiros em cada sistema de transporte. Sendo assim, tornou-se possível a modelagem da escolha de rotas

<sup>44</sup> Modelagem a partir da escolha de rotas. É com o resultado deste tipo de modelo que é possível estimar as demandas nas linhas do transporte coletivo rodoviário e metroferroviário de uma área de estudo (Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 38).



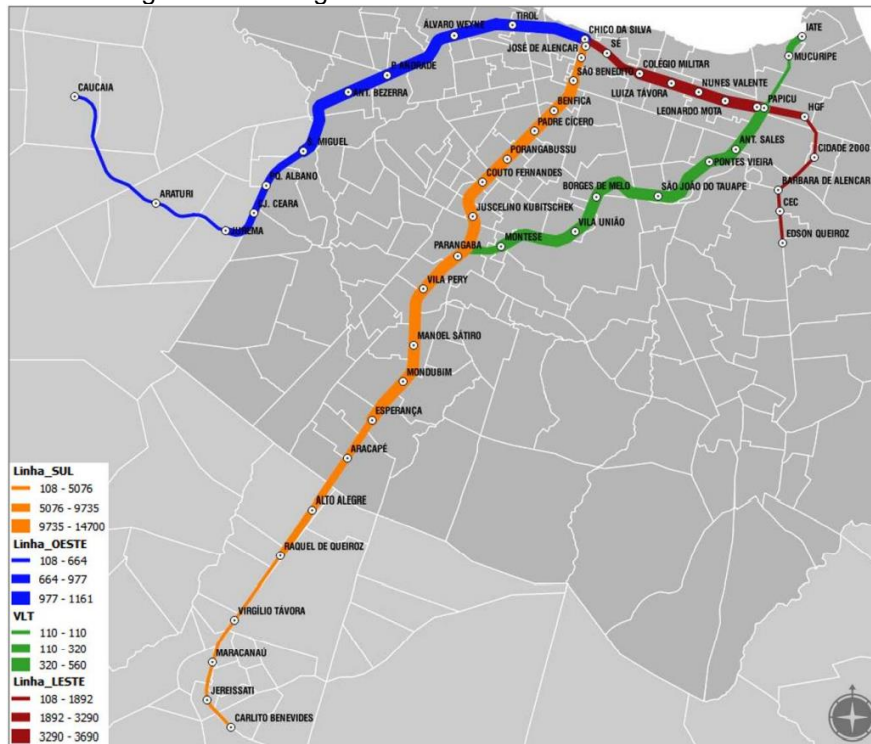
considerando alternativas que englobassem a utilização de mais de um modo de transportes, como percursos que começassem pela utilização a rede de transporte público intermunicipal por ônibus, fazendo uso também da rede de metrô e finalizando com a utilização da rede de transporte público municipal por ônibus de Fortaleza (Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 40).

Figura 37: Carregamento Geral do Transporte Coletivo - 2032.



Fonte 37: Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 70.

Figura 38: Carregamentos das Linhas de Metrô - 2032.



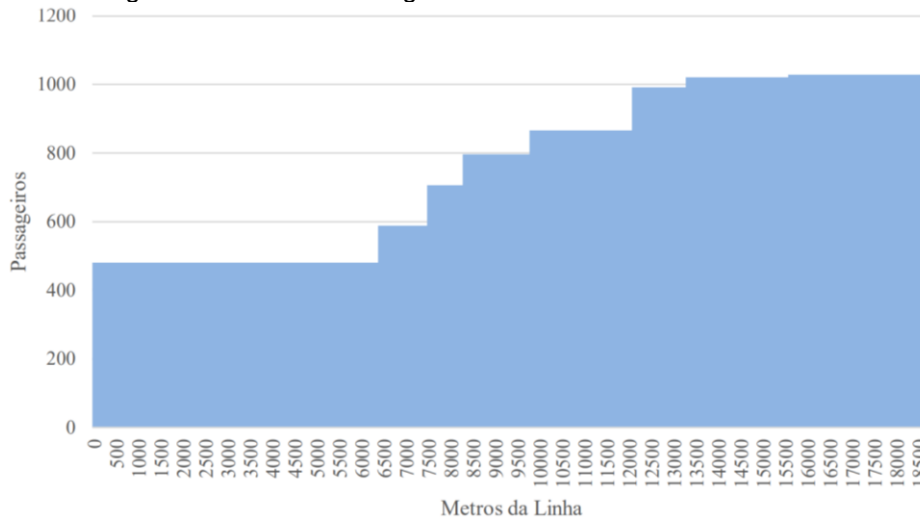
Fonte 38: Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 71.

Figura 39: Fluxo de passageiros - Linha Oeste - 2032.

Estação:	Sentido: OL		Sentido: LO		Total por Estação	
	Emb:	Des:	Emb:	Des:	Emb:	Des:
CAUCAIA	480	0	0	62	480	62
ARATURI	307	198	26	39	332	238
JUREMA	190	72	9	24	199	97
C. CEARÁ	105	14	2	13	107	28
PQ. ALBANO	94	25	3	12	97	37
S. MIGUEL	158	32	4	20	162	52
A. BEZERRA	97	68	9	12	105	80
P. ANDRADE	27	19	2	3	29	23
ÁLVARO WEYNE	121	227	29	16	150	243
TIROL	0	922	119	0	119	922
<b>TOTAL - HPM:</b>	<b>1578</b>		<b>203</b>		<b>1781</b>	
<b>TOTAL - DIA:</b>	<b>17533</b>		<b>2256</b>		<b>19789</b>	

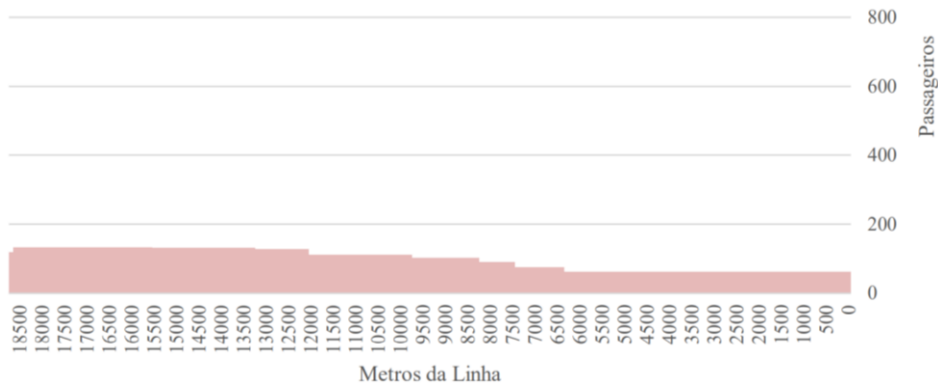
Fonte 39: Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 72.

Figura 40: Perfil de Carregamento - Linha Oeste - Sentido OL.



Fonte 40: Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 74.

Figura 41: Perfil de Carregamento - Linha Oeste - Sentido LO.



Fonte 41: Setec Hidrobrasileira, 2018, p. 75.

A partir da modelagem foi possível prever informações acerca do fluxo de passageiros na linha por estação (figura 39) e o perfil de carregamento (figuras 40 e 41). Segundo dados cedidos pelo METROFOR, o ramal será responsável pelo transporte de uma média de 19.7 mil passageiros/dia, com um *headway* de 3 minutos (Setec Hidrobrasileira, 2018), e com um fator de renovação da linha de aproximadamente 1.53, o que representa uma manutenção deste fator. Esse produto pode ser devido a uma limitação da modelagem. Segundo o Plano Operacional fornecido pela operadora, os trens circularão ainda em uma velocidade de 40 km/hora, podendo chegar a uma velocidade máxima de 80 km/h<sup>45</sup>, com um sistema de comunicação via rádio, com o mesmo conforto ofertado pela Linha Leste e com a vantagem do baixo *headway* previsto.

Por fim, seguem algumas informações adicionais encontradas nos materiais fornecidos pelo Metrofor (2011) que podem ser relevantes para os estudos a seguir. Essas informações foram parâmetros utilizados na modelagem do comportamento da demanda no qual foi necessário adotar valores para o custo generalizado das viagens. Estes parâmetros são os seguintes:

- ✓ Valor do Tempo dentro do veículo: 0,030581 R\$/minuto ou 1,83486 R\$ / h;
- ✓ Peso do Tempo de Espera: 1,39466;
- ✓ Peso do Tempo de Caminhada (Acesso e Difusão): 3,24629;
- ✓ Valor do Transbordo: 0,41933 R\$/transbordo;
- ✓ Peso do Transbordo: 1,39466\*TT (minutos) + 13,7 minutos;

### 3.2.2. BRT Avenida Tenente Lisboa

Por esse sistema se tratar de uma proposta, esta seção abordará apenas as informações coletadas a respeito do objeto em análise. Todas as informações foram coletadas nos documentos disponibilizados pelo site do Fortaleza 2040, tanto a revisão 01, acessada em 2018, como a 02, acessada em 2021.

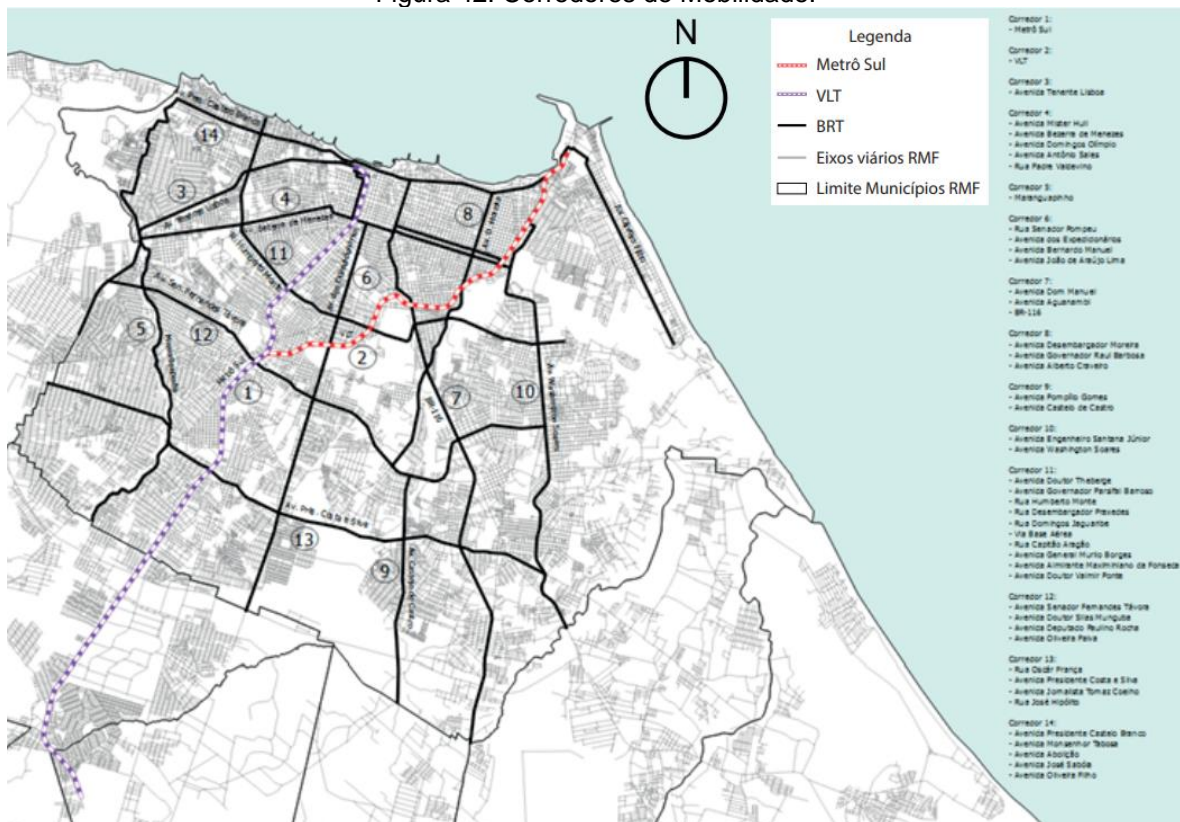
---

<sup>45</sup> Velocidade dada em função da limitação imposta pela geometria das vias das linhas Leste/Oeste e para atender requisitos de conforto e segurança (Metrofor, 2011, p. 36)

- Situação planejada

O cenário projetado pelo Plano Mestre Urbanístico do Fortaleza 2040 coloca o referido sistema como sendo um dos 14 corredores de mobilidade (figura 42). Segundo as informações coletadas, ele seria denominado de Corredor de Mobilidade 3: Avenida Tenente Lisboa, com sua data de implantação prevista para o ano de 2024 e é considerado o plano específico 7.

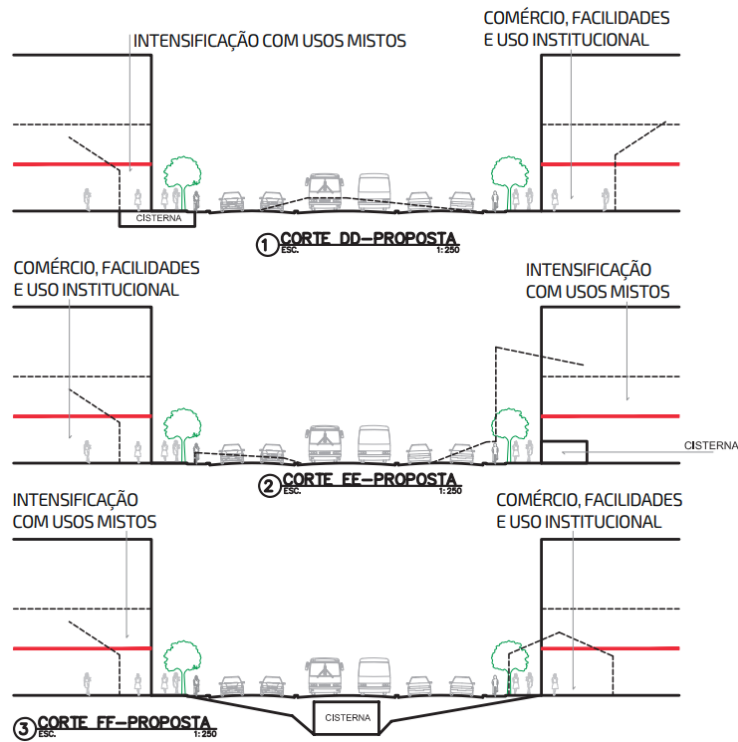
Figura 42: Corredores de Mobilidade.



Fonte 42: Fortaleza, 2019, vol. 03, 2ª edição, p. 291.

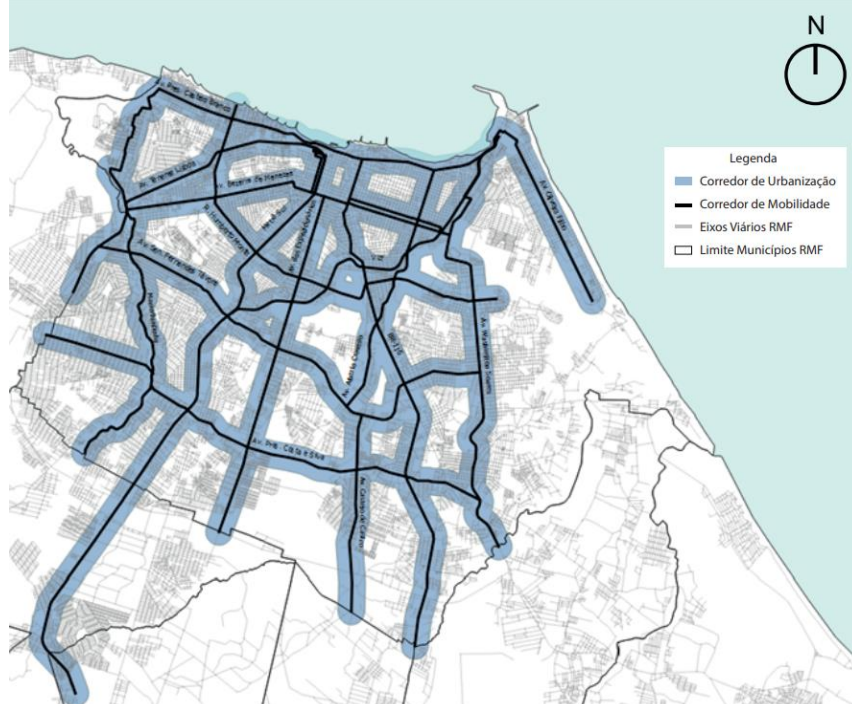
Não foi possível encontrar informações precisas sobre a extensão do traçado, a quantidade de estações, as distâncias entre elas ou a sua área de abrangência. O que foi identificado foram apenas as imagens (figura 43) que demonstram os corredores de urbanização que ficam dentro das áreas de influência dos corredores de transporte (figura 44), um que indica o sistema geral de mobilidade urbana proposto pelo PMU com as indicações das locações das estações, contabilizadas em 12, e uma tabela que indica uma possível extensão de 12 quilômetros (figura 45).

Figura 43: Variações de seções no BRT Oeste com propostas de amenização de impactos.



Fonte 43: Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 165.

Figura 44: Corredores de urbanização e os corredores de transporte.



Fonte: 44 Fortaleza, 2019, vol. 03, 2ª edição, p. 284.



Figura 45: Parte da tabela com o ano e comprimento de implantação dos corredores de transporte do Fortaleza 2040.

CÓD	Nome	Veículo	Período 1	Período 2	Km 1	Km 2
1	Metro linha sul	Metrô	2016	-	16	-
2	VLT	VLT	2020	-	14	-
3	Tenente Lisboa	BRT	2024	-	12	-

Fonte: 45: Fortaleza, 2019, vol. 03, 2ª edição, p. 190. Editado pela autora.

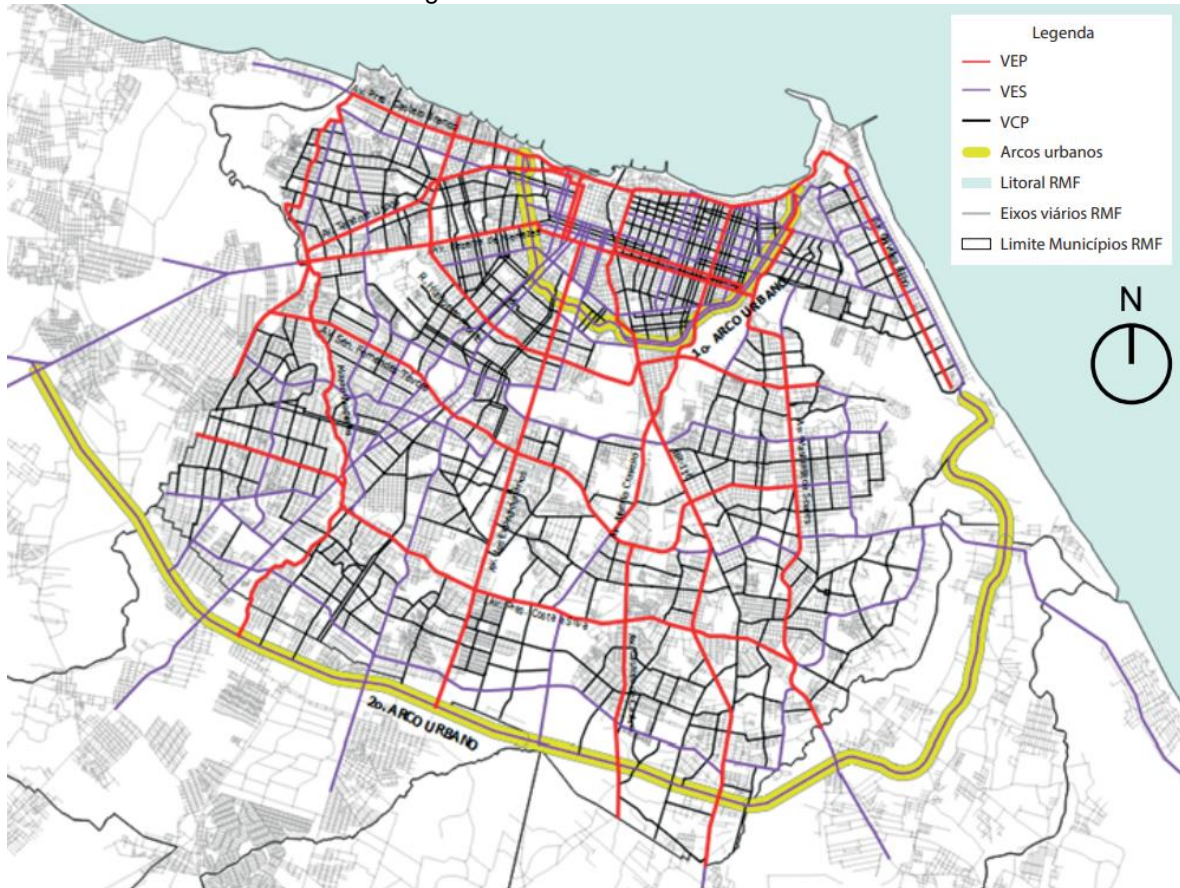
Uma das informações encontradas é em relação ao sistema de mobilidade urbana (figura 46) e viário (figura 47). A proposta é que este corredor seja implantado no eixo do corredor que eles denominaram de Via Estrutural Principal (VEP), com pavimento flexível de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), no qual o tráfego de pedestres, bicicletas e BRT é considerado prioritário e o de automóveis, motos e caminhões é limitado (Fortaleza, 2015, vol. 03, 1ª edição).

Figura 46: Sistema geral de mobilidade urbana proposto.



Fonte 46: Fortaleza, 2019, vol. 01, 2ª edição, p. 78 e 79. Editado pela autora

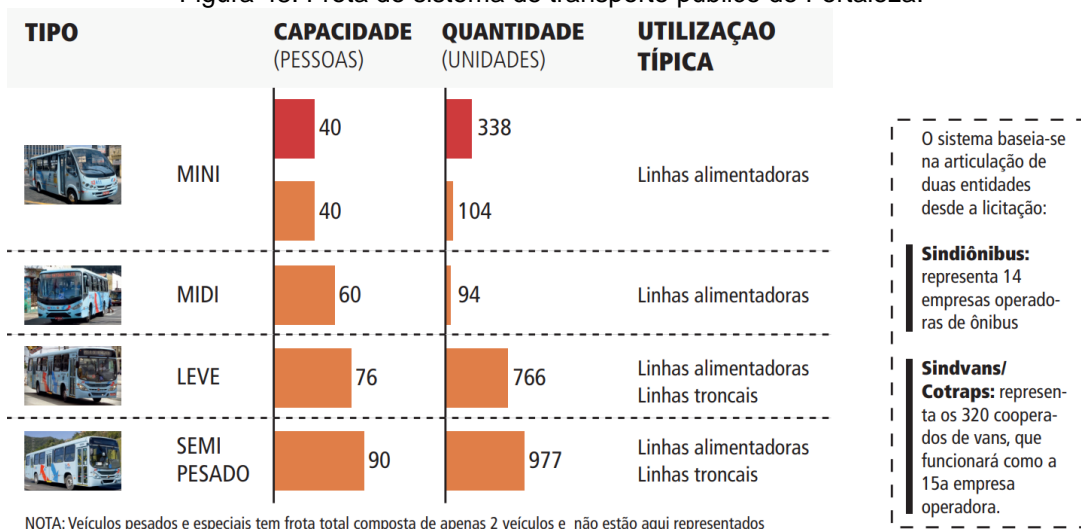
Figura 47: Sistema viário básico.



Fonte 47: Fortaleza, 2019, vol. 03, 2ª edição, p. 288.

Em relação à operação do sistema, as informações disponíveis são de que serão utilizados ônibus elétricos de alta capacidade, que trafegarão em faixas segregadas (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 15, p. 179, e p. 320). Em relação à oferta de assentos, o volume 3 apresenta apenas uma imagem com a capacidade da frota que serve hoje a cidade de Fortaleza (figura 48) e, a partir do exposto para esta operação, assume-se que a capacidade será semelhante à de um veículo semipesado. Não foram encontradas informações relativas ao número de viagens ou taxa de renovação prevista para o sistema.

Figura 48: Frota do sistema de transporte público de Fortaleza.



Fonte 48: Fortaleza, 2015, vol. 03, 2ª edição, p. 66.

Também não foram encontradas informações relativas à velocidade prevista para operação ou especificidades dos veículos. A única informação encontrada em relação a demanda foi que este sistema prevê uma demanda máxima de 6880 (imagem 49). Entretanto, não ficou claro se essa demanda é por hora, se é média ou anual. Isso tendo em vista que ao discorrer sobre o sistema de BRT se coloca uma demanda em torno de 4.000 Passageiros Por Hora Por Direção (PPHPD), atendendo até 45.000 PPHPD (Fortaleza, 2019, vol. 01, 2ª edição, p. 49).

Figura 49: Demanda máxima por corredor em 2040.

CORREDOR	DEMANDA MÁXIMA
1	5291
2	3791
<b>3</b>	<b>6880</b>

Fonte: 49: Fortaleza, 2019, vol. 03, 2ª edição, p. 250.

Infelizmente, não foram encontradas maiores informações sobre esta proposta. Segundo informado pela equipe do IPLANFOR em apresentação das propostas contidas no PMU, nem todos os projetos foram detalhados, e dentre eles, está a proposta do BRT Tenente Lisboa. Até o momento da conclusão desta pesquisa, a proposta não foi desenvolvida/publicizada além do exposto nesse levantamento.



#### **4. PROPOSTA DE MÉTODO DE ANÁLISE**

O propósito deste capítulo é detalhar a metodologia, selecionar o indicador e os dados que serão empregados na análise dos sistemas destacados no estudo de caso. Para isso, será feita uma descrição da metodologia a ser empregada (4.1), em seguida serão apontados como os cenários serão comparados (4.2), depois será detalhado e justificado o indicador a ser utilizado (4.3), e, por fim, serão apresentados os dados a serem empregados na análise (4.4).

##### **4.1. Descrição do método**

A metodologia proposta consiste na realização de uma análise *ex-ante*, que se traduz em uma forma de entender os cenários de maneira que seja possível a tomada de decisão com previsão de desempenhos futuros e avaliação de possíveis impactos, mesmo antes destas propostas serem aplicadas (Cruz & Oliveira, 2014). Sob a lente do que se pretende com este trabalho, existe o planejamento de dois sistemas de transporte, sendo um de metrô e o outro um BRT, com as características previstas nos seus respectivos planejamentos. Além disso, um destes sistemas já está implantado, o que nos permite uma avaliação *on-going* para efeitos de comparação dos resultados obtidos.

Para a construção de um modelo de avaliação, é necessário identificar as relações e variáveis existentes de forma que seja possível estimar parâmetros de comparação para que seja feita a simulação dos cenários (Cruz & Oliveira, 2014). Sendo assim, a partir do que foi posto no capítulo 3, será feita uma descrição desses cenários a serem comparados de forma objetiva, o que está contido na próxima seção. É válido ressaltar que será modelado apenas o sistema a ser analisado de forma a entender o quanto ele contribui nas viagens dos usuários. Depois, será utilizado o modelo de Koenig (1980) e Pinto *et. al.* (2020), encontrados a partir do levantamento existente no capítulo 2, de forma a permitir uma simulação mais real dos cenários. Com os resultados obtidos, serão empregadas as teorias de justiça que serão utilizadas para entender estes resultados. Normalmente, neste tipo de análise se utiliza a lógica utilitarista, de custo-benefício, como pode ser percebido inclusive no planejamento realizado tanto pelo METROFOR quanto pelo Fortaleza

2040. Com base na estrutura geral de análise a partir das categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade desenvolvidas por Garcia et. al. (2018), se propõe um desafio de discussão dos resultados à luz da proposta dos autores. Entretanto, pretende-se, ao final, elaborar uma tabela comparativa dos desempenhos dos cenários, utilizando as teorias de justiça de igualitarismo, utilitarismo e equidade de Rawls.

#### **4.2. Descrição dos cenários a serem comparados**

Nesta análise serão comparados os resultados dos cenários nos quais as propostas do BRT Tenente Lisboa e do metrô Oeste operarão de acordo com o planejado. Segundo o que foi levantado no estudo de caso, essas propostas se sobrepõem espacialmente, compartilhando um mesmo traçado, mesma localização para a maioria das estações, mudando apenas o modo de transporte (Oeste atual: VLT, Oeste 2032: metrô, BRT Oeste: ônibus). Sendo assim, será feita uma análise do cenário atual do ramal Oeste de forma que seja possível fazer uma comparação da melhora na condição de acessibilidade.

Então uma primeira análise vai ser a comparação entre os resultados do metrô oeste atual com os resultados do cenário do metrô em 2032. A segunda análise vai ser a comparação do cenário atual com os resultados da implantação do BRT Tenente Lisboa. A última análise vai ser a comparação dos resultados dos dois cenários futuros. Assim, acredita-se ser possível medir qual das alternativas garante um maior nível de acessibilidade à região servida pelo sistema de transporte público de massa a ser implantado.

#### **4.3. Justificativa da escolha do indicador**

Para a simulação do modelo, foi escolhido o indicador proposto por Koenig (1980) no qual é possível se calcular a acessibilidade potencial do transporte público ( $PTA_i$ ) em uma determinada zona através do tempo e da atratividade. Ele permite distinguir destinos com diferentes níveis de oportunidades, o que se torna ainda mais importante dentro da análise pretendida. Sendo assim, a fórmula matemática a ser aplicada será:

$$PTA_i = \sum_{k \in \omega} f(\theta, t_{ik}) \cdot D_k ; \forall i \in \omega$$

Onde:

$PTA_i$  é a acessibilidade potencial do transporte público;

$i$  é a zona a ser estudada;

$\omega$  é o conjunto de todas as zonas nas quais a região será dividida;

$f(\cdot)$  é uma função de impedância para acessibilidade e que utiliza a função exponencial com um parâmetro  $\theta$  negativo;

$D_k$  é a atratividade de cada destino;

$t_{ik}$  é uma medida do tempo total generalizado de viagem de todas as viagens registradas feitas entre a origem  $i$  e o destino  $k$ . Esta variável é definida através da expressão:

$$t_{ik} = \alpha_c \cdot t_c + \beta_w \cdot t_w + \varepsilon_c \cdot t_t + p_t \cdot n_t$$

Na qual:

$t_c$  é o tempo de caminhada;

$t_w$  é o tempo de espera;

$t_t$  é o tempo de viagem;

$n_t$  é o número de baldeações;

$\alpha_c$  é o parâmetro que transforma o tempo de caminhada em tempo equivalente no veículo (TEV);

$\beta_w$  é o parâmetro que transforma o tempo de espera em TEV;

$\varepsilon_c$  é o parâmetro de aglomeração, que é multiplicado pelo tempo no veículo; e

$p_t$  é a penalidade de transferência expressa em termos de TEV.

É válido destacar que, como  $f(\cdot)$  é uma função de impedância para acessibilidade que utiliza a função exponencial com um parâmetro  $\theta$  negativo, foi feita uma pesquisa mais detalhada sobre o indicador e não foi encontrada a fórmula específica a ser aplicada. Além disso, como a área de estudo é muito pequena, e o teta seria um parâmetro de definição da inclinação para a curva da acessibilidade, achou-se melhor, ao lugar de se atribuir um valor, ignorar o parâmetro.

Partindo do princípio que o indicador de Koenig (1980) faz uma relação de acessibilidade e tempo e que esse tempo é inversamente proporcional à acessibilidade, entende-se que para essa análise específica fica melhor a utilização de uma função de impedância inversa.

Como a metodologia do cálculo dos tempos proposta por Koenig (1980) ficou entendida como sendo interessante ao objeto da pesquisa por possuir uma maior integração de variáveis e alguns parâmetros calibradores, pretende-se utilizar essa metodologia de cálculo de tempo de Koenig, mas com uma adequação da fórmula do indicador final.

Utilizando a lógica do indicador de acessibilidade em que é relacionado o tempo médio de viagem às oportunidades de emprego exposto em Pinto et. al. (2020), no qual se coloca matematicamente como sendo:

$$ACE_1 = \frac{1}{TV_i^k} ; TV_i^k = \frac{t_{ij}^k * Emp_j^n}{\sum_j Emp_j^n}$$

Onde:

$TV_i^k$  é o tempo médio de viagens às oportunidades de emprego com o modo  $k$  a partir da zona  $i$ ;

$t_{ij}^k$  é o tempo de viagem utilizando o modo  $k$  entre uma zona de origem  $i$  e uma zona de destino  $j$ ;

$Emp_j^n$  são as oportunidades de emprego do tipo  $n$  na zona  $j$ .

Entendendo que as oportunidades de emprego podem ser encaradas como uma atratividade e que tanto o indicador de Koenig (1980) quanto o de Pinto *et. al.* (2020) apresentam de forma geral uma mesma relação entre o tempo e a atratividade, decidiu-se fundir os dois indicadores. Por isso, o indicador final se apresenta na fórmula matemática a seguir:

$$PTA_i = \sum_{k \in \omega} \frac{D_k * t_{ik}^{-1}}{\sum D_k} ; \forall i \in \omega$$

Ressalta-se também que o  $t_{ik}$  representa apenas o tempo que um usuário levaria para sair de um dos centróides de das origens no sistemas em análise e vai até o destino dentro do próprio sistema de forma a permitir perceber como o sistema analisado contribui para a viagem de um usuário.

#### **4.4. Dados a serem coletados para as análises**

Para que seja possível aplicar o indicador é necessário que todas as informações pertinentes ao cálculo estejam disponíveis para aplicação. Por isso, serão dispostas na tabela a seguir, aquelas coletadas durante o estudo de caso.

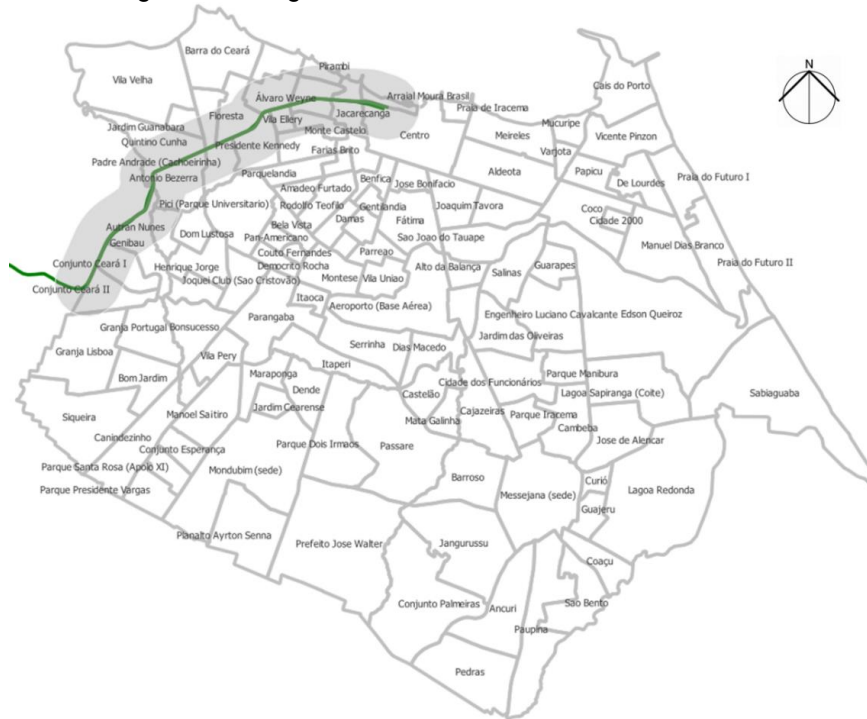
##### *4.4.1. Zonas*

Para efeito de análise, as zonas foram divididas da mesma forma para todos os cenários a serem analisados, e essa divisão foi feita de acordo com as áreas de influência das estações de cada sistema. As estações de cada cenário se tornaram o ponto principal de cada zona que foi determinada a partir dos centroides dos bairros que ficavam a uma distância menor que 1km<sup>46</sup>. Além disso, pelo fato de a proposta do PMU (2040) só compreender um município, as estações e zonas relativas à Caucaia não serão consideradas neste estudo, de forma que serão comparadas apenas as zonas pertencentes às estações localizadas dentro dos limites de Fortaleza. Sendo assim, será possível observar melhor essa divisão e as zonas de cada cenário nas imagens a seguir, figuras 50 a 54.

---

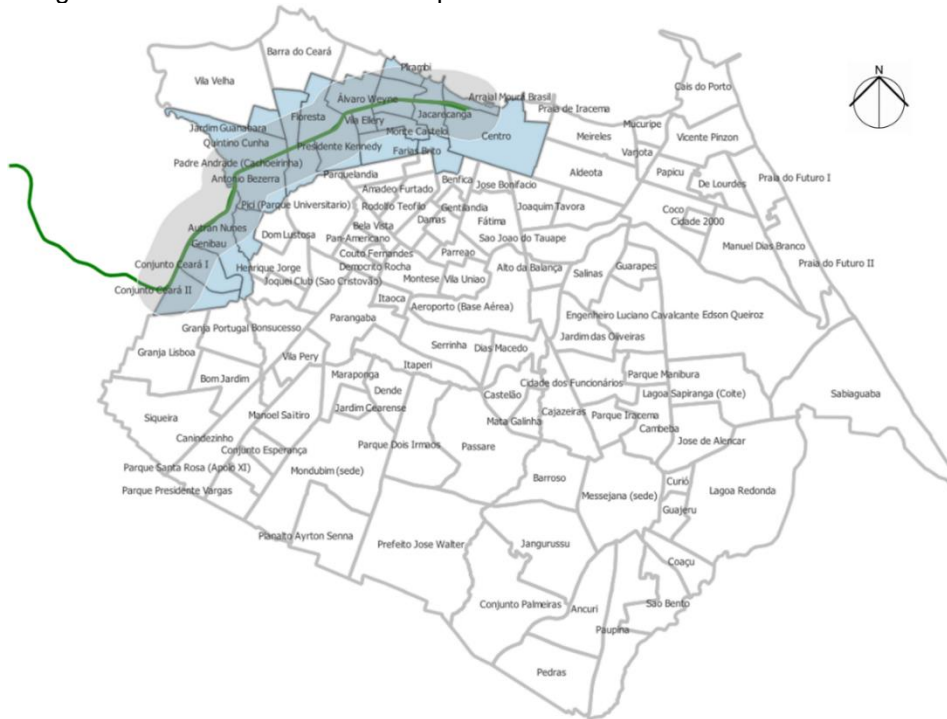
<sup>46</sup> Tal como discutido na seção 3.2.

Figura 50: Imagem da linha e o distanciamento de 1km.



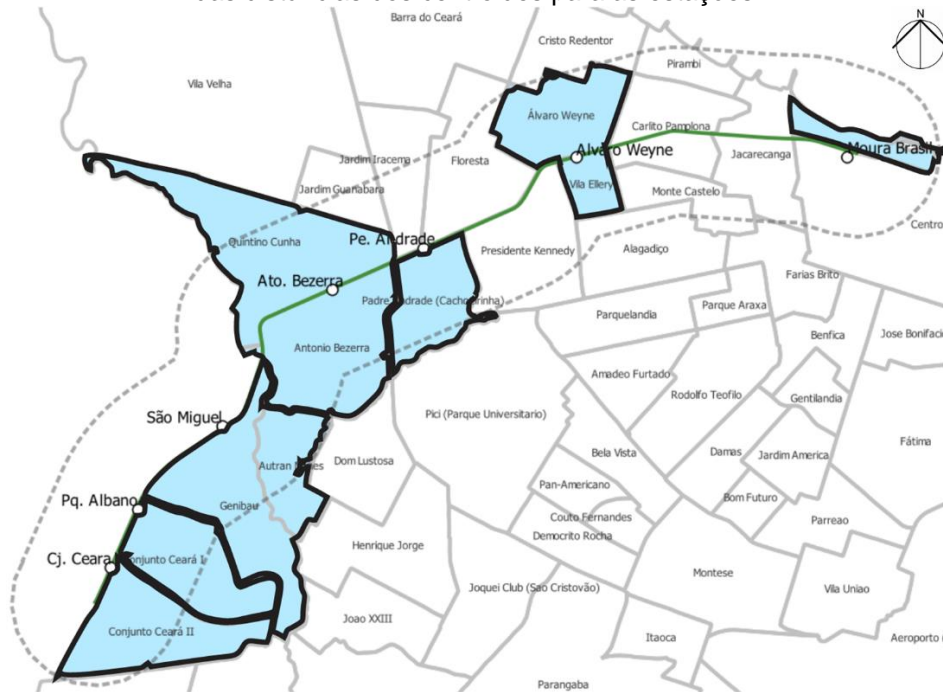
Fonte 50: Imagem produzida pela autora.

Figura 51: Bairros selecionados a partir da linha e o distanciamento de 1km.



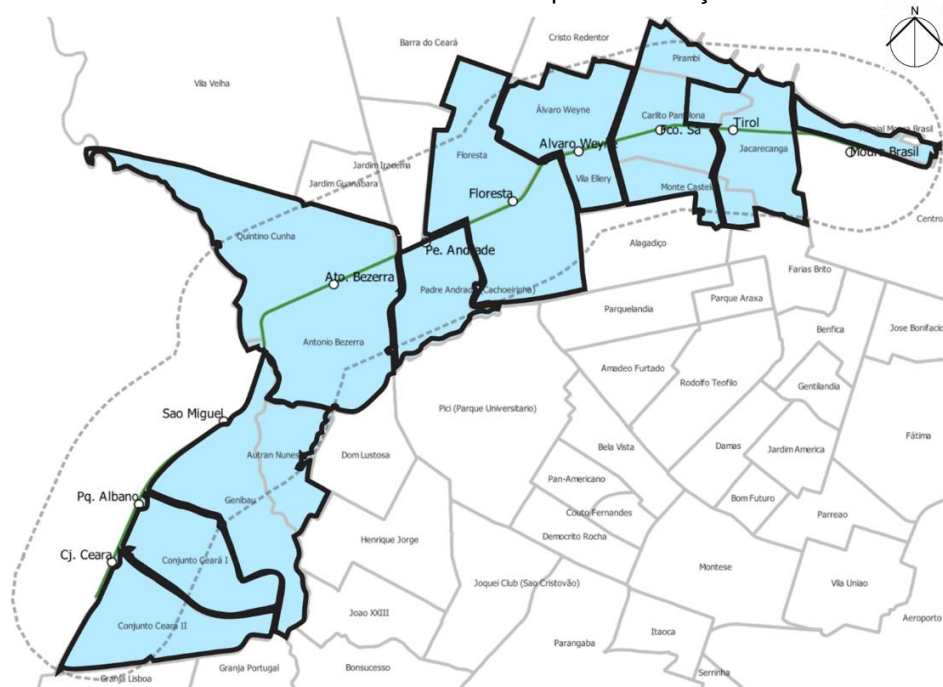
Fonte 51: Imagem produzida pela autora.

Figura 52: Relação entre as estações do cenário 01 (Oeste atual) e os bairros seleccionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.



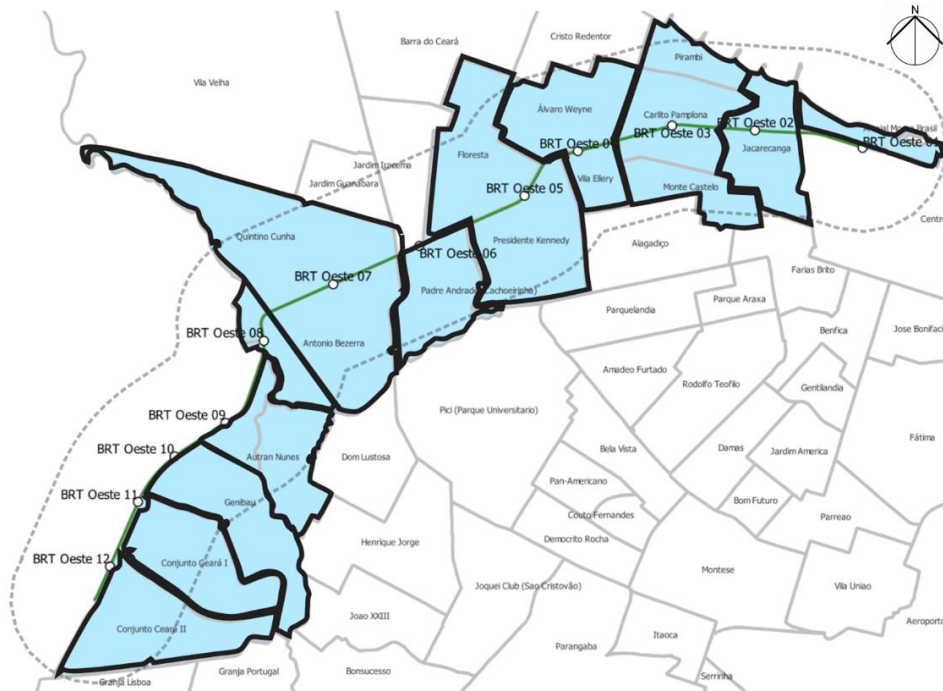
Fonte 52: Imagem produzida pela autora.

Figura 53: Relação entre as estações do cenário 02 (Oeste 2032) e os bairros seleccionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.



Fonte 53: Imagem produzida pela autora.

Figura 54: Relação entre as estações do cenário 03 (BRT Oeste) e os bairros selecionados a partir das distâncias dos centroides para as estações.



Fonte 54: Imagem produzida pela autora.

#### 4.4.2. Atratividade de cada destino

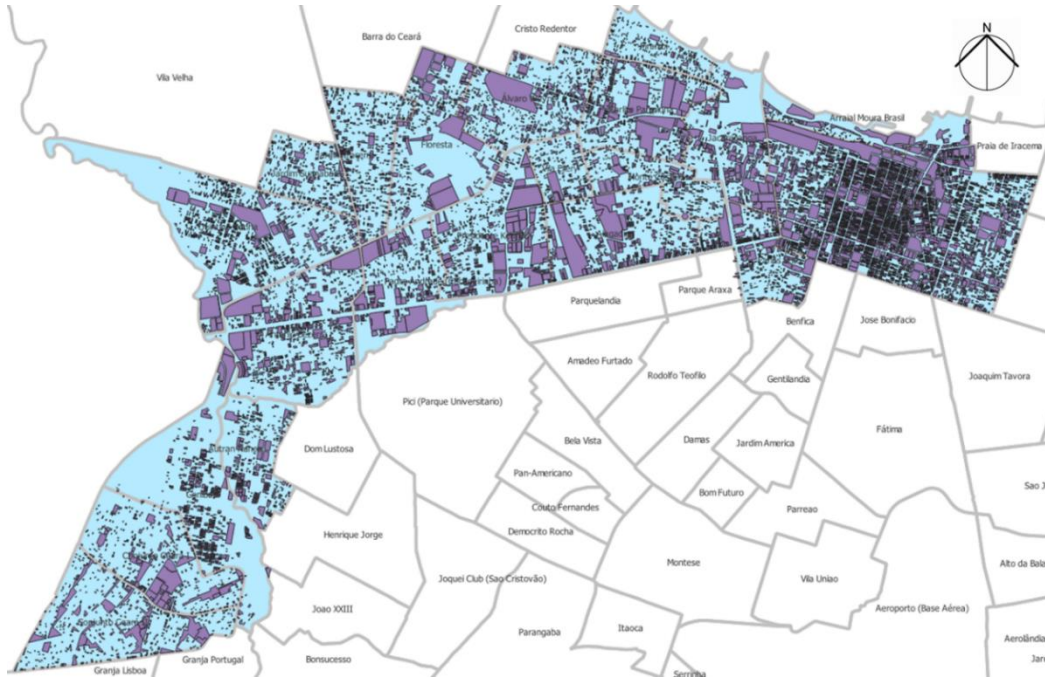
Para a definição da atratividade de cada destino, é necessário entender que a atratividade entre as áreas urbanas é trabalhada a partir do deslocamento de pessoas e mercadorias entre as áreas onde se exercem as atividades (Wingo, 1961 apud Palma, 2011). Por outro lado, pode ser medida também através da concentração de ofertas de oportunidades. A partir disso, para se medir a acessibilidade, é importante entender e expressar na análise a relevância da atratividade das atividades urbanas localizadas nos destinos dos deslocamentos.

Para a definição dos valores da atratividade dos destinos a serem utilizados na análise, foram utilizados como referência os usos dos lotes fornecidos pela SEFIN (2018), e foram descartados aqueles de uso residencial, os que estavam fechados e os que não tinham uso definido (figura 55). O descarte dessas informações foi feito por se acreditar que esses lotes residenciais seriam considerados as origens dos deslocamentos da região. A partir disso, os centroides destes lotes foram contabilizados de forma que fosse possível definir a densidade de possíveis



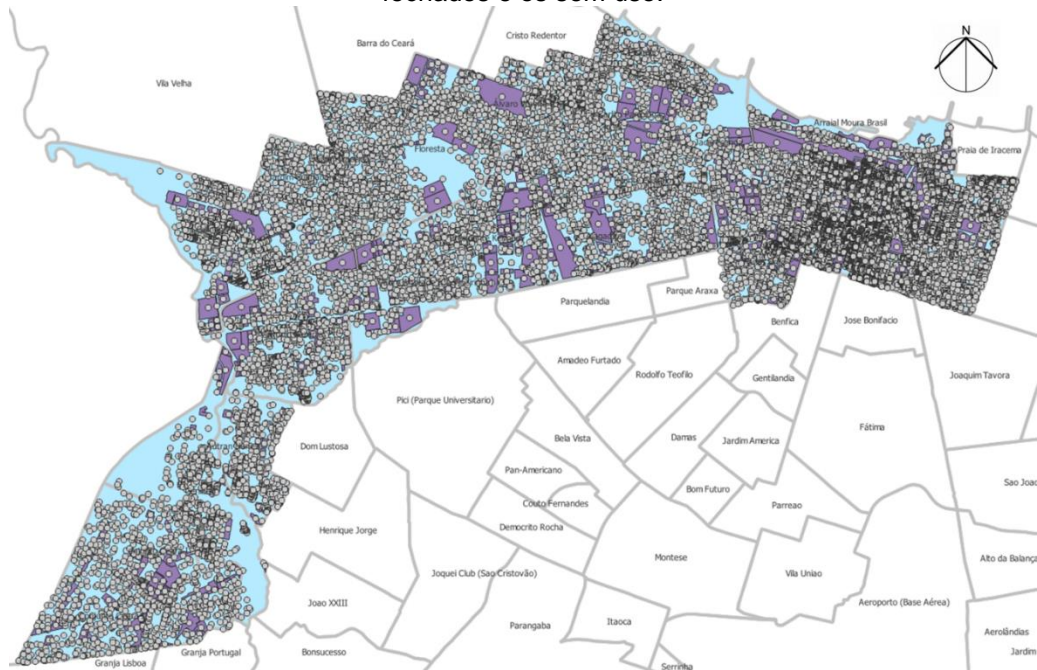
destinos (através de atividades) por bairro. Os bairros foram utilizados como unidades espaciais por conta da facilidade de acesso a dados (figura 56).

Figura 55: Usos dos lotes fornecidos pela SEFIN (2018) exceto os residenciais, os fechados e os sem uso.



Fonte 55: Imagem produzida pela autora.

Figura 56: Centroides dos usos dos lotes fornecidos pela SEFIN (2018) exceto os residenciais, os fechados e os sem uso.



Fonte 56: Imagem produzida pela autora.

Sendo assim, foi feita a divisão da área de cada bairro, em hectares, pelo número de centroides encontrados<sup>47</sup>. Os valores encontrados estão dispostos na tabela 01, a seguir. É válido ressaltar que a escolha de se utilizar a densidade dos usos para se definir a atratividade ao invés de se utilizar a quantidade foi por conta de as unidades espaciais escolhidas, os bairros, possuírem áreas distintas e esta foi a forma encontrada para se tentar manter uma homogeneidade.

Tabela 01. Contagem de centroides por bairro

BAIRROS	REGIONAL	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CENTRÓIDES ATRATIVIDADES	DENSIDADE ATRATIVIDADE
Álvaro Weyne	SER I	1418271	643	4,53
Vila Ellery	SER I	467237	220	4,71
Pirambu	SER I	567143	298	5,25
Monte Castelo	SER I	783925	359	4,58
Jardim Iracema	SER I	1098839	605	5,51
Jardim Guanabara	SER I	733710	368	5,02
Jacarecanga	SER I	1304254	333	2,55
Floresta	SER I	1698194	396	2,33
Farias Brito	SER I	941180	523	5,56
Carlito Pamplona	SER I	1351669	599	4,43
Arraial Moura Brasil	SER I	471967	135	2,86
Alagadiço	SER I	1475102	459	3,11
Quintino Cunha	SER III	2801494	1166	4,16
Presidente Kennedy	SER III	1723260	536	3,11
Padre Andrade (Cachoeirinha)	SER III	1254973	337	2,69
Autran Nunes	SER III	988090	358	3,62
Antônio Bezerra	SER III	2194329	772	3,52
Genibau	SER V	2148274	495	2,3
Conjunto Ceará II	SER V	1826790	489	2,68
Conjunto Ceará I	SER V	1559304	396	2,54
Centro	SERCEFOR	4890152	5562	11,37

<sup>47</sup> Os dados coletados são baseados em bairros. Além disso, a base territorial coletada da SEFIN não é precisa e não há como confiar na geometria. Para simplificar, se adotou o centroide para a realização de uma contagem simples.

#### 4.4.3. Tempos de caminhada

As velocidades médias de homens e mulheres obtidas através de pesquisas é de respectivamente 1,37 m/s e 1,29 m/s (Fruin, 1971 apud Aguiar, 2010). Como conclusão, Aguiar adotou uma faixa aceitável de velocidades de caminhada entre 0,73 e 2,38 m/s. Em seu estudo, ele concluiu que a velocidade média de um pedestre em trecho plano horizontal foi de cerca de 1,38 m/s (Aguiar, 2010), levando em consideração todos os grupos de pessoas.

Como já abordado antes, será modelado para análise apenas o sistema relativo a cada cenário de forma a entender o quanto ele contribui nas viagens dos usuários. Por isso, os tempos a serem empregados serão a partir dos centroides das origens dentro da área de influência das estações pertencentes ao sistema em análise, até a estação mais próxima. Sendo assim, foi utilizada, para a definição do tempo de caminhada, a distância de cada estação para o centroide localizado dentro do raio de 1km<sup>48</sup>, em cada cenário, e a velocidade média de 1.38 m/s tirada do estudo Aguiar (2010). No caso das estações que tiveram mais de um centroide dentro de sua área de influência, foi feita uma média dessas distâncias. Essa solução foi utilizada como sendo a pior situação de caminhada para o usuário em cada cenário. Abaixo, seguem a tabela 02, com os tempos de caminhada calculados.

Tabela 02. Apresentação dos tempos em cada cenário

CENÁRIO 01 (Oeste Atual)		CENÁRIO 02 (Oeste 2032)		CENÁRIO 03 (BRT Oeste)	
Estações	$t_c$ (min)	Estações	$t_c$ (min)	Estações	$t_c$ (min)
Moura Brasil	2,91	Moura Brasil	2,92	BRT Oeste 01	2,02
-	-	Tirol	8,35	BRT Oeste 02	7,29
-	-	Fco. Sa	8,80	BRT Oeste 03	7,00
Álvaro Weyne	5,45	Álvaro Weyne	5,46	BRT Oeste 04	5,49
-	-	Floresta	7,85	BRT Oeste 05	9,04
Pe. Andrade	7,67	Pe. Andrade	7,69	BRT Oeste 06	7,53
Ato. Bezerra	10,16	Ato. Bezerra	10,18	BRT Oeste 07	10,17
-	-	-	-	BRT Oeste 08	10,13
São Miguel	11,57	São Miguel	11,60	BRT Oeste 09	11,41
-	-	-	-	BRT Oeste 10	11,53
Pq. Albano	11,47	Pq. Albano	11,50	BRT Oeste 11	11,91
Cj. Ceará	11,43	Cj. Ceará	11,47	BRT Oeste 12	10,77

<sup>48</sup> Tal como discutido na seção 3.2.

#### 4.4.4. *Tempos de espera*

Vuchic (2007) disse que o controle da regularidade do *headway* permite uma maior confiabilidade nos sistemas de transporte coletivo. O aumento da frequência do serviço ofertado resulta na redução do *headway* e, por consequência, em um menor tempo médio de espera pelo veículo. Por isso, entende-se que o tempo máximo de espera para um sistema de transporte é o seu *headway*, isso considerando que esse é a pior situação, e por isso será assumido, para efeitos de cálculo, os valores de 67,5 minutos para o primeiro cenário (valor obtido através da média dos tempos nos horários de pico e vale do sistema)<sup>49</sup>, um tempo de 3 minutos para o segundo cenário e para o terceiro um tempo de 5 minutos, estimados a partir do valor adotado por Mikan Pizano (2012, pg. 56).

#### 4.4.5. *Tempo de viagem*

Como a velocidade para a Linha Oeste está sendo mantida, entende-se que o tempo de viagem dentro do veículo permanece o mesmo tanto no cenário atual quanto no previsto para 2032. Por isso, para o primeiro cenário foi adotado um valor de 27 minutos, valor estimado a partir da tabela de horários disponibilizada pelo METROFOR. Para o segundo cenário, foi levado em consideração que, por ter mais estações no trecho, o tempo dentro do veículo aumentaria por conta do tempo de embarque nas novas estações. Por isso, foi adotado um tempo de foi adotado para os dois cenários o valor de 30 minutos<sup>50</sup>. Já para o cenário do BRT, foi adotado o tempo de 28,8 minutos, tendo em vista o que o percurso total é de 12 km, conforme informação tirada do Fortaleza 2040, e a velocidade média adotada foi de 25 km/h, conforme indicado nos estudos de Pereira (2011, pg. 43) e Mikan Pizano (2012, pg. 56).

---

<sup>49</sup> Por mais que o *headway* leve em consideração todo o trecho da Linha Oeste e esta análise só leve em consideração as estações localizadas no município de Fortaleza, mesmo assim o usuário ainda teria que esperar o tempo total, assumindo o pior tempo de espera.

<sup>50</sup> Valor obtido através dos 27 minutos do cenário atual com a adição de um minuto de embarque nas novas estações, conforme média de tempo disponibilizada pelo METROFOR.

#### *4.4.6. Número de baldeações*

De acordo com o estudo de Barra (2011), “os transbordos são um transtorno imposto aos usuários dos sistemas integrados de transporte” e a realização de uma segunda baldeação afeta significativamente a decisão sobre o sistema a ser escolhido. Além disso, a autora coloca que a “realização de dois transbordos em um mesmo deslocamento gera uma situação bastante desconfortável para os usuários do transporte coletivo”. Por fim, o estudo conclui que para os usuários que não têm que realizar dois transbordos em um mesmo deslocamento, os benefícios do sistema integrado se sobressaem às desvantagens.

Por isso, caso esse parâmetro fosse adotado, seria considerado o pior caso, e por isso, utilizado o valor de duas baldeações. Entretanto, será adotado que o parâmetro será o mesmo para os três cenários pois não é objeto deste estudo modelar a integração dos cenários com os outros sistemas de transporte. Essa decisão foi tomada por não ter sido levantado dado o suficiente que permita uma estimativa com segurança deste valor. Esse valor, ao ser associado com a penalidade de transferência, deverá ser igual a zero já que as baldeações não entrarão nesta modelagem.

#### *4.4.7. Parâmetro que transforma o tempo de caminhada em tempo equivalente no veículo (TEV)*

Para a definição do parâmetro que transforma o tempo de caminhada em TEV, foi utilizado o valor do peso do tempo de caminhada fornecido pelo Metrofor (2011) para os cenários 01 e 02, equivalente a 3,24629, tendo em vista que a velocidade operacional foi mantida (40 km/h). Já para o terceiro cenário, foi feito um cálculo de equivalência inversa utilizando a velocidade média adotada (25 km/h) pois entende-se que o tempo de caminhada para um sistema mais lento deve ser menos atrativo, e foi encontrado o valor de 5,19480.

#### *4.4.8. Parâmetro que transforma o tempo de espera em tempo equivalente no veículo (TEV)*

Para a definição do parâmetro que transforma o tempo de espera em TEV, foi utilizado o valor do peso do tempo de espera fornecido pelo Metrofor (2011) para

os cenários 01 e 02, equivalente a 1,39466, tendo em vista que a velocidade operacional foi mantida (40 km/h). Já para o terceiro cenário, foi feito um cálculo de equivalência utilizando a velocidade média adotada (25 km/h) e foi encontrado o valor de 0,87166.

#### *4.4.9. Parâmetro de aglomeração*

Para o parâmetro de aglomeração foi inicialmente pensado em se utilizar como referência a capacidade dos veículos de cada sistema. Para o primeiro cenário a capacidade proposta era de 766 a 800 passageiros. Como se pretende, neste estudo, utilizar o pior cenário então, para o cenário 01, seria utilizada a referência de 800 passageiros. Para o cenário 02 o dado passava para a referência de 890 passageiros (relativa a 06 carros). E para a definição do valor do cenário 03, este estudo iria utilizar como base os veículos articulados com capacidade para 170 passageiros, pois, segundo Pereira (2011, pg. 43), a literatura indica esta configuração como a mais recorrente em sistemas de BRT. Entretanto, Bovy (1974, apud Reck, 2010) relacionou, em seu estudo, a densidade de ocupação nos veículos com o tempo de permanência. Quando paramos para analisar o indicador que se pretende aplicar, esse raciocínio se torna bem mais pertinente. O autor coloca o fator de ocupação depende do modo considerado e do tempo de viagem e, por isso, coloca que é aceitável uma ocupação de 6 pax/m<sup>2</sup> para trens e metrô, por conta do tempo de viagem ser normalmente menor, e uma ocupação de 4 pax/m<sup>2</sup> para um sistema de BRT pois, segundo o autor, ônibus urbanos não deveriam operar com uma densidade de pessoas superior a essa. Entendendo ainda que estes valores se relacionam com o tempo de viagem e que não tem como desconsiderar que as velocidades são diferentes, se esses valores forem diretamente aplicados, poderá gerar uma inconsistência nos resultados e a proporção ficará equivocada. Diante disso, optou-se por utilizar como parâmetro de aglomeração o inverso do fator de ocupação. Dessa forma, entende-se que esse total de tempo dividido pelo total de pessoas utilizando o modo, traduzido em  $\varepsilon_c \cdot t_t$  se traduz em algo semelhante a como se estivesse sendo dado o tempo per capita dos usuários.

#### 4.4.10. Penalidade de transferência

A formulação exige uma penalidade por transferência, mas será adotado que a penalidade será a mesma para os três cenários pois não é objeto deste estudo modelar a integração dos cenários com os outros sistemas de transporte. Essa decisão foi tomada por não termos dados o suficiente que permitam uma estimativa com segurança deste valor. Por isso, foi adotado para a penalidade o valor zero pois entende-se que esse parâmetro, dentro deste estudo, não terá efeito sobre o resultado final.

Segue abaixo (tabela 03), com os dados coletados neste capítulo e que serão aplicados durante a análise dos cenários.

Tabela 03. Resumos das variáveis de cada cenário estudado

VARIÁVEIS	LINHA OESTE 2017 (CENÁRIO 01)	LINHA OESTE 2032 (CENÁRIO 02)	BRT TENENTE LISBOA 2032 (CENÁRIO 03)
$\omega$	7	10	12
$D_k$	VARIÁVEL	VARIÁVEL	VARIÁVEL
$t_c$	VARIÁVEL	VARIÁVEL	VARIÁVEL
$t_w$	67,5	3	5
$t_t$	27	30	28,8
$n_t$	2	2	2
$\alpha_c$	3,24629	3,24629	5,19480
$\beta_w$	1,39466	1,39466	0,87166
$\varepsilon_c$	1/6	1/6	1/4
$p_t$	0	0	0

#### 4.5. Detalhamento das categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade de acordo com os cenários a serem estudados

Baseado nas categorias de problemas definidas por Garcia et al (2018), pretende-se analisar os resultados obtidos após o cálculo do indicador. Entretanto, é importante relacionar essas categorias e perceber quais problemáticas são aplicáveis.

Na primeira categoria, identificada como a distribuição desigual de acessibilidade urbana, será realizada uma análise a partir dos resultados diretos do indicador de acessibilidade. Na segunda categoria, distribuição injusta da acessibilidade urbana, por sua vez, pretende-se realizar um cruzamento dos dados de acessibilidade



obtidos e as informações de renda das zonas de forma a perceber as relações da acessibilidade em relação aos dados socioeconômicos. A terceira categoria, distribuição inadequada da acessibilidade urbana, fica mais difícil de ser empregada neste esforço pelo fato de não estarem sendo modelados os outros sistemas de transporte. Assim, não há como se realizar uma análise que contemple de forma adequada essa categoria e, por isso, decidiu-se por não realizar a análise deste problema. Por fim, a quarta categoria, relativa à distribuição insustentável da acessibilidade urbana, pretende-se realizar um paralelo entre o sistema atual, cenário 01, e os sistemas previstos, cenários 02 e 03, de forma a entender se os níveis de acessibilidade são mantidos ou não em relação às futuras gerações. Entretanto, por não termos as projeções populacionais para os cenários futuros, uma avaliação precisa fica prejudicada, o que faz com que essa categoria também não se torne um foco neste esforço. Desta forma, a estrutura final ficará dividida em apenas 2 quadrantes, como demonstrado na figura 57.

Figura 57: Categorias de problemas de acessibilidade e mobilidade adaptados para o estudo objeto deste trabalho.



Fonte 57: Garcia et al. (2018), p. 6. Imagem traduzida e adaptada pela autora.

Entendendo que apenas essas duas categorias podem deixar a análise muito superficial, vão ser utilizadas as teorias relacionadas ao igualitarismo, suficientismo e equidade de Rawls para reforçar a interpretação dos resultados.



A análise a partir do igualitarismo vai ser feita a partir do desvio padrão dos resultados de acessibilidade gerados para cada cenário. Já para o utilitarismo será feito um somatório dos resultados de acessibilidade de cada cenário e depois esse valor será dividido por uma proporção de custo de implantação do sistema. Por fim, a análise a partir da equidade de Rawls vai ser bem semelhante a segunda categoria de Garcia pois vai atrelar os resultados de acessibilidade a um fator socioeconômico, que no caso, será utilizado o IDH Total das zonas, já que ele já tem contemplado diversos valores como renda, educação e saúde. No caso será feita uma correlação entre os resultados de acessibilidade dos cenários e os valores de IDH Total. Caso uma zona possua mais de um valor de IDH, será feita uma média desses valores. Ao final, os resultados serão compilados em uma tabela para visualização rápida de qual cenário se destaca perante essas teorias.

## 5. APLICAÇÃO DO INDICADOR, ANÁLISE E RESULTADOS

Esta sessão se dividirá em duas partes principais. Na primeira serão aplicadas as fórmulas para obtenção da acessibilidade potencial para cada cenário em estudo. Será feita uma análise objetiva dos resultados para que na segunda parte possam ser feitas as análises destes resultados à luz das teorias de justiça estudadas nos capítulos anteriores.

### 5.1. Aplicação do indicador

A primeira etapa da aplicação do indicador consistiu na determinação da atratividade de todas as estações dos três sistemas. Isso foi feito a partir das atratividades dos bairros, coletadas no capítulo anterior. Sendo assim, cada bairro contempla o somatório das atratividades dos bairros cujos centroides estão contidos dentro do raio de influência de 1km determinado anteriormente. E, como abordado antes, a medida dessas atratividades foi feita a partir da soma das atratividades dos destes bairros selecionados. Os resultados obtidos estão representados na tabela 04, a seguir. Nesse momento do estudo também foi feita uma análise espacial para entender a correlação das estações de cada sistema e ver se haveria sobreposição. Foi percebido que há uma correlação entre as estações atuais e as propostas nos outros dois projetos de forma que essa relação também foi incorporada abaixo.

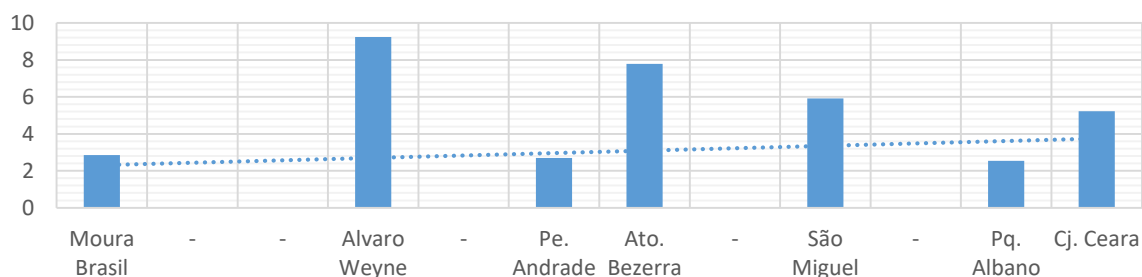
Tabela 04. Medidas de atratividade para cada parada de cada cenário

CENÁRIO 01 (Oeste Atual)		CENÁRIO 02 (Oeste 2032)		CENÁRIO 03 (BRT Oeste)	
Estações	Atratividade e	Estações	Atratividade e	Estações	Atratividade e
Moura Brasil	2,86	Moura Brasil	2,86	BRT Oeste 01	2,86
-	-	Tirol	11,56	BRT Oeste 02	6,98
-	-	Fco. Sa	18,97	BRT Oeste 03	14,26
Álvaro Weyne	9,24	Álvaro Weyne	9,24	BRT Oeste 04	9,24
-	-	Floresta	5,44	BRT Oeste 05	7,04
Pe. Andrade	2,69	Pe. Andrade	2,69	BRT Oeste 06	2,69
Ato. Bezerra	7,78	Ato. Bezerra	7,68	BRT Oeste 07	7,68
-	-	-	-	BRT Oeste 08	3,52
São Miguel	5,92	São Miguel	5,92	BRT Oeste 09	5,92
-	-	-	-	BRT Oeste 10	2,3
Pq. Albano	2,54	Pq. Albano	2,54	BRT Oeste 11	2,54
Cj. Ceara	5,22	Cj. Ceara	5,22	BRT Oeste 12	2,68

A partir destes resultados, foi possível gerar alguns gráficos para uma melhor interpretação do que se foi obtido. Nesses gráficos foram geradas projeções lineares de forma a servir de referência de comparação.

Sendo assim, foi possível observar que no primeiro cenário as estações possuem atratividades bem divergentes. A projeção linear referente aos dados obtidos apresentou uma inclinação bem suave. Mesmo assim, foi possível perceber que mais da metade destas estações apresentaram uma atratividade maior que o eixo da projeção destacada. As estações que apresentaram uma maior atratividade foram Álvaro Weyne e Antônio Bezerra e as que apresentaram as menores foram Parque Albano, Padre Andrade e Moura Brasil, que apresentaram valores similares (gráfico 1). Entende-se que esta atratividade foi afetada por estas estações só possuírem o centroide de um bairro dentro da sua zona de influência de 1km.

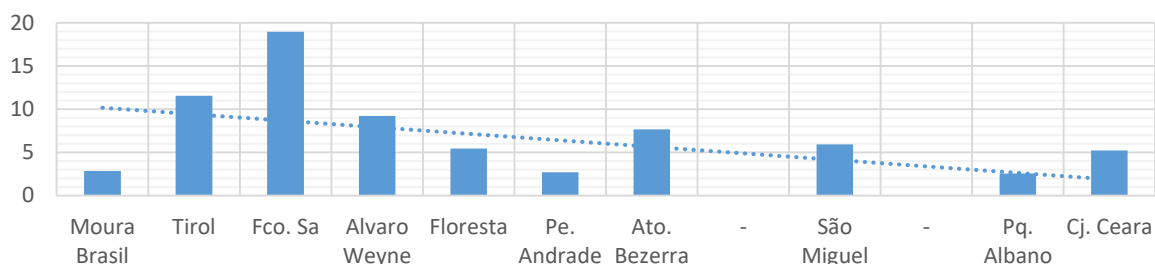
Gráfico 1: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 01 (Oeste atual).



Fonte 58: Elaborado pela autora.

Já no segundo cenário, essas atratividades apontaram divergências mais significativas, o que fez com que a inclinação da projeção linear se apresentasse de forma mais expressiva e com indicação de crescimento. Neste cenário, seis estações ficaram acima da referida projeção e as estações Tirol e Francisco Sá apresentaram um destaque positivo em relação às demais. Já a Moura Brasil, apesar de não ser a que apresenta a menor atratividade, é a que possui uma maior discrepância com as estações vizinhas e em relação à projeção linear (gráfico 2).

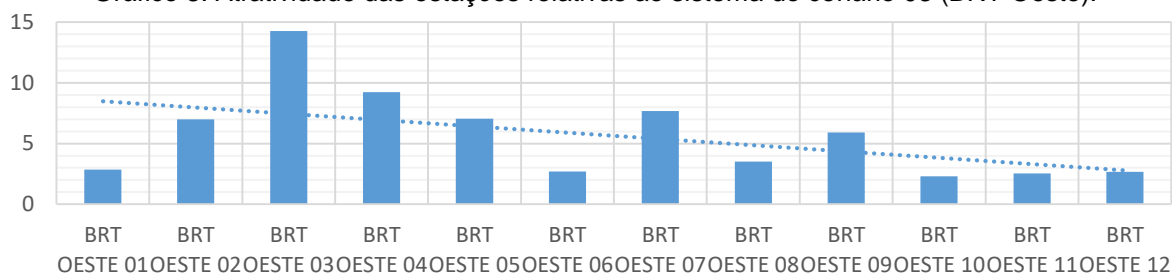
Gráfico 2: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 02 (Metrô 2032).



Fonte: 59: Elaborado pela autora.

Semelhante ao observado no segundo cenário, as atratividades do cenário 03 também apontaram divergências significativas, o que fez com que a inclinação da projeção linear também se apresentasse de forma semelhante. Entretanto, neste cenário, apenas cinco estações ficaram acima da referida projeção, o que demonstra que mais da metade ficou abaixo, o que torna a atratividade das estações desse sistema diferente do que foi observado antes. A estação 03 foi a única que apresentou um destaque positivo em relação às demais. Já a estação 01, foi a que apresentou uma maior divergência negativa em relação à projeção linear e à estação vizinha, se considerada a distância média de valores entre as estações 05, 06 e 07 (gráfico 03).

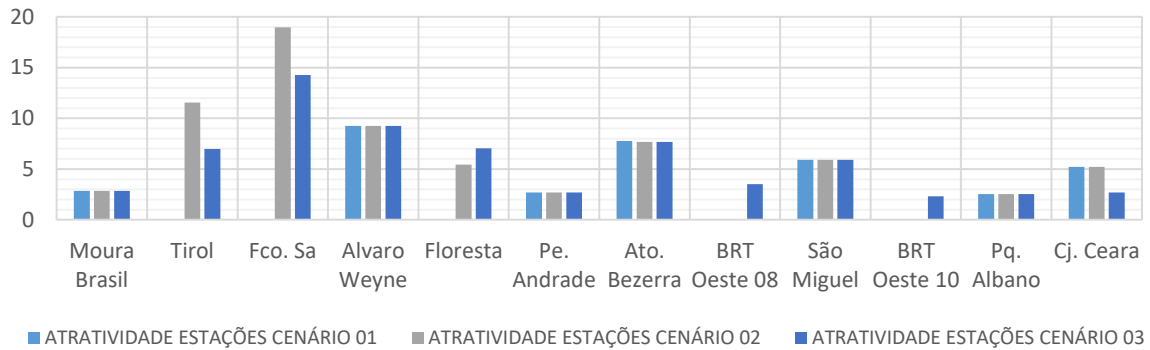
Gráfico 3: Atratividade das estações relativas ao sistema do cenário 03 (BRT Oeste).



Fonte 60: Elaborado pela autora.

O gráfico 4 abaixo mostra um comparativo dos resultados obtidos nos três cenários. Das estações que são comuns aos três cenários analisados, aquela que apresenta uma maior divergência de valores é a estação Francisco Sá, referente à estação 03 do BRT Oeste.

Gráfico 4: Comparação das atratividades das estações dos diferentes cenários analisados.



Fonte 61: Elaborado pela autora.

A segunda etapa foi marcada pela utilização dos dados coletados na fórmula do  $t_{ik}$  para que fosse possível analisarmos as matrizes dos tempos de viagem para cada cenário. É válido lembrar que esse tempo é um somatório que leva em consideração não apenas o tempo dentro do veículo, mas os tempos de espera e caminhada. Essa fórmula também busca ter uma calibração a partir dos parâmetros apresentados no último capítulo. Os resultados foram os somatórios de todos os tempos de viagem dentro do sistema em estudo, assumindo que o usuário partiria de algum local de dentro dos bairros que possuem influência com as áreas das estações, que haveria um deslocamento até a estação do sistema em análise mais próxima e que o destino seria a última estação relevante dentro do deslocamento, seja por ser próximo ao destino final, seja por ser um ponto de conexão com outro modo de transporte. É importante salientar também que para o cálculo das matrizes abaixo, o tempo de viagem foi dividido pelo número de intervalos entre estações de forma que fosse possível ter um referencial de tempo de viagem entre as mesmas. Esses valores estão representados nas matrizes simétricas abaixo (tabelas 05, 06 e 07).<sup>51</sup>

<sup>51</sup> As matrizes simétricas resultantes das análises só terão valores dispostos em metade dela.

Tabela 05. Tempo de viagem entre estações, cenários 1

CENÁRIO 01 $t_t$ (min)	Moura Brasil	Álvaro Weyne	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
Moura Brasil	-	4,50	9,00	13,50	18,00	22,50	27,00
Álvaro Weyne	-	-	4,50	9,00	13,50	18,00	22,50
Pe. Andrade	-	-	-	4,50	9,00	13,50	18,00
Ato. Bezerra	-	-	-	-	4,50	9,00	13,50
São Miguel	-	-	-	-	-	4,50	9,00
Pq. Albano	-	-	-	-	-	-	4,50
Cj. Ceará	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 06. Tempo de viagem entre estações, cenários 2

CENÁRIO 02 $t_t$ (min)	Moura Brasil	Tirol	Fco. Sa	Álvaro Weyne	Floresta	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
Moura Brasil	-	3,33	6,66	9,99	13,32	16,65	19,98	23,31	26,64	29,97
Tirol	-	-	3,33	6,66	9,99	13,32	16,65	19,98	23,31	26,64
Fco. Sa	-	-	-	3,33	6,66	9,99	13,32	16,65	19,98	23,31
Álvaro Weyne	-	-	-	-	3,33	6,66	9,99	13,32	16,65	19,98
Floresta	-	-	-	-	-	3,33	6,66	9,99	13,32	16,65
Pe. Andrade	-	-	-	-	-	-	3,33	6,66	9,99	13,32
Ato. Bezerra	-	-	-	-	-	-	-	3,33	6,66	9,99
São Miguel	-	-	-	-	-	-	-	-	3,33	6,66
Pq. Albano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,33
Cj. Ceara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 07. Tempo de viagem entre estações, cenários 3

CENÁRIO 03 $t_t$ (min)	BRT.O 1	BRT.O 2	BRT.O 3	BRT.O 4	BRT.O 5	BRT.O 6	BRT.O 7	BRT.O 8	BRT.O 9	BRT.O 10	BRT.O 11	BRT.O 12
BRT.O 01	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34	20,96	23,58	26,20	28,82
BRT.O 02	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34	20,96	23,58	26,20
BRT.O 03	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34	20,96	23,58
BRT.O 04	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34	20,96
BRT.O 05	-	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34
BRT.O 06	-	-	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72
BRT.O 07	-	-	-	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10
BRT.O 08	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86	10,48
BRT.O 09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	5,24	7,86
BRT.O 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	5,24
BRT.O 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62
BRT.O 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A partir disso, foram obtidos os seguintes resultados nas matrizes  $t_{ik}$  dos cenários em estudo. É relevante observar que os tempos deveriam seguir uma tendência

crescente à medida que os destinos fossem se distanciando da origem. Entretanto, por conta da média dos tempos de caminhada dos centroides dos bairros de influência até a estação mais próxima, essa tendência foi alterada nos cenários 02 e 03. Além disso, não estão sendo considerados os valores decimais, pois esse tipo de precisão não é necessário na análise geral a que se objetiva esse esforço.

Em relação às análises do somatório dos tempos empregados no deslocamento, foi possível observar que o cenário 01 (tabela 08) foi o que apresentou o pior resultado, 108 minutos na menor viagem e 133 minutos na maior. Isso faz com que a atratividade, e por consequência, a demanda deste sistema seja baixa tendo em vista o entendimento de que para o usuário há uma relação inversa entre o tempo de viagem e a vantagem do sistema utilizado.

Tabela 08. Medidas dos tempos totais ( $t_{ik}$ ) por estação. Cenário 01

CENÁRIO 01 $t_{ik}$ (min)	Moura Brasil	Álvaro Weyne	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
<b>Moura Brasil</b>	-	108	113	118	121	121	122
<b>Álvaro Weyne</b>	-	-	116	121	124	125	125
<b>Pe. Andrade</b>	-	-	-	124	127	127	128
<b>Ato. Bezerra</b>	-	-	-	-	130	131	131
<b>São Miguel</b>	-	-	-	-	-	132	133
<b>Pq. Albano</b>	-	-	-	-	-	-	132
<b>Cj. Ceará</b>	-	-	-	-	-	-	-

A partir do segundo cenário (tabela 09), há uma melhora significativa nesses tempos totais, tendo em vista que eles apresentam uma queda significativa. Neste caso, o menor tempo de deslocamento encontrado foi de 19 minutos, o que representa uma diminuição de 82,4% no tempo, e o maior foi de 43 minutos, o que reflete em um valor 67,6% menor.

Tabela 09. Medidas dos tempos totais ( $t_{ik}$ ) por estação. Cenário 02

CENÁRIO 02 $t_{ik}$ (min)	Moura Brasil	Tirol	Fco. Sa	Álvaro Weyne	Floresta	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
Moura Brasil	-	23	24	19	24	24	29	32	32	33
Tirol	-	-	33	28	32	32	37	40	40	41
Fco. Sa	-	-	-	28	32	33	37	40	40	41
Álvaro Weyne	-	-	-	-	26	27	31	34	35	35
Floresta	-	-	-	-	-	30	35	37	38	38
Pe. Andrade	-	-	-	-	-	-	34	37	37	38
Ato. Bezerra	-	-	-	-	-	-	-	40	40	41
São Miguel	-	-	-	-	-	-	-	-	42	43
Pq. Albano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
Cj. Ceará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

O terceiro cenário apresenta um intermediário em relação aos anteriores, com tempos totais menores que a situação atual, mas maiores que o cenário 02. Para o BRT Oeste, o menor tempo encontrado foi de 26 minutos e o maior tempo foi de 66 minutos.

Tabela 10. Medidas dos tempos totais ( $t_{ik}$ ) por estação. Cenário 03

CENÁRIO 03 $t_{ik}$ (min)	BRT 1	BRT 2	BRT 3	BRT 4	BRT 5	BRT 6	BRT 7	BRT 8	BRT 9	BRT 10	BRT 11	BRT 12
BRT.O 01	-	29	29	26	36	32	40	41	44	45	47	45
BRT.O 02	-	-	42	39	49	45	53	54	58	58	60	58
BRT.O 03	-	-	-	37	47	44	52	52	56	57	59	56
BRT.O 04	-	-	-	-	43	39	47	48	52	52	54	52
BRT.O 05	-	-	-	-	-	48	56	56	60	61	63	60
BRT.O 06	-	-	-	-	-	-	51	52	56	56	58	56
BRT.O 07	-	-	-	-	-	-	-	58	62	63	64	62
BRT.O 08	-	-	-	-	-	-	-	-	61	62	64	61
BRT.O 09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	66	64
BRT.O 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	64
BRT.O 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64
BRT.O 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Já para a terceira etapa, a partir dos resultados de tempo obtidos, foi aplicada, para os três cenários, a fórmula referente ao indicador potencial de acessibilidade de Koenig (1980) mesclada com a fórmula de Pinto et. al. (2020). Os resultados obtidos para a acessibilidade potencial foram bem interessantes já que a maioria das estações apresentaram, em todos os cenários, valores muito próximos de zero. Da mesma forma como foi feito com a atratividade, neste caso, para facilitar a análise, também foram geradas projeções lineares nos gráficos de forma a servir de referência para comparação dos somatórios obtidos.

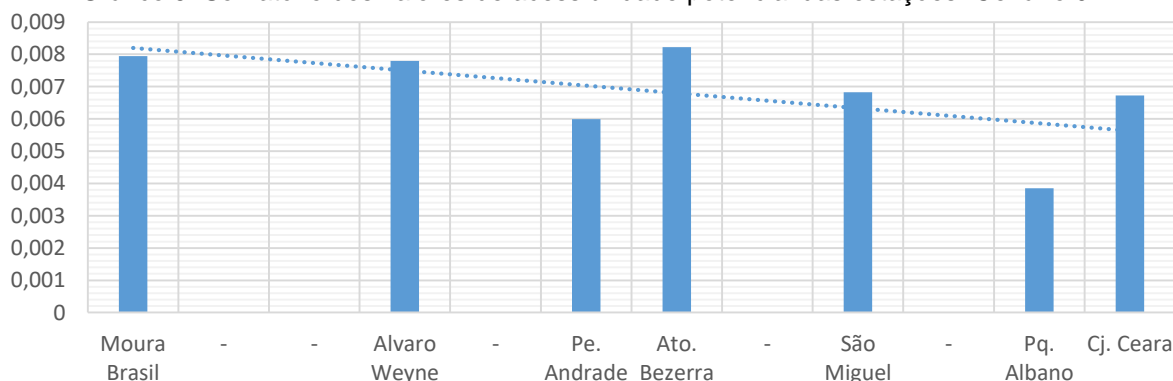


No caso do cenário 01 (tabela 11), a projeção linear referente aos dados obtidos de acessibilidade potencial apresentou uma inclinação inversa à da atratividade, apontando para um decréscimo nos valores. Neste cenário, mais da metade apresentaram valores acima da linha de tendência, apresentando apenas três casos abaixo, sendo eles as estações Moura Brasil, Padre Andrade e Parque Albano (gráfico 5).

Tabela 11. Medidas de acessibilidade potencial para o cenário 01

$PTA_i$	Moura Brasil	Álvaro Weyne	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
<b>Moura Brasil</b>	-	0,00235	0,00066	0,00182	0,00135	0,00058	0,00118
<b>Álvaro Weyne</b>	-	-	0,00064	0,00177	0,00132	0,00056	0,00115
<b>Pe. Andrade</b>	-	-	-	0,00173	0,00129	0,00055	0,00112
<b>Ato. Bezerra</b>	-	-	-	-	0,00125	0,00054	0,00110
<b>São Miguel</b>	-	-	-	-	-	0,00053	0,00108
<b>Pq. Albano</b>	-	-	-	-	-	-	0,00109
<b>Cj. Ceará</b>	-	-	-	-	-	-	-

Gráfico 5: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações. Cenário 01.



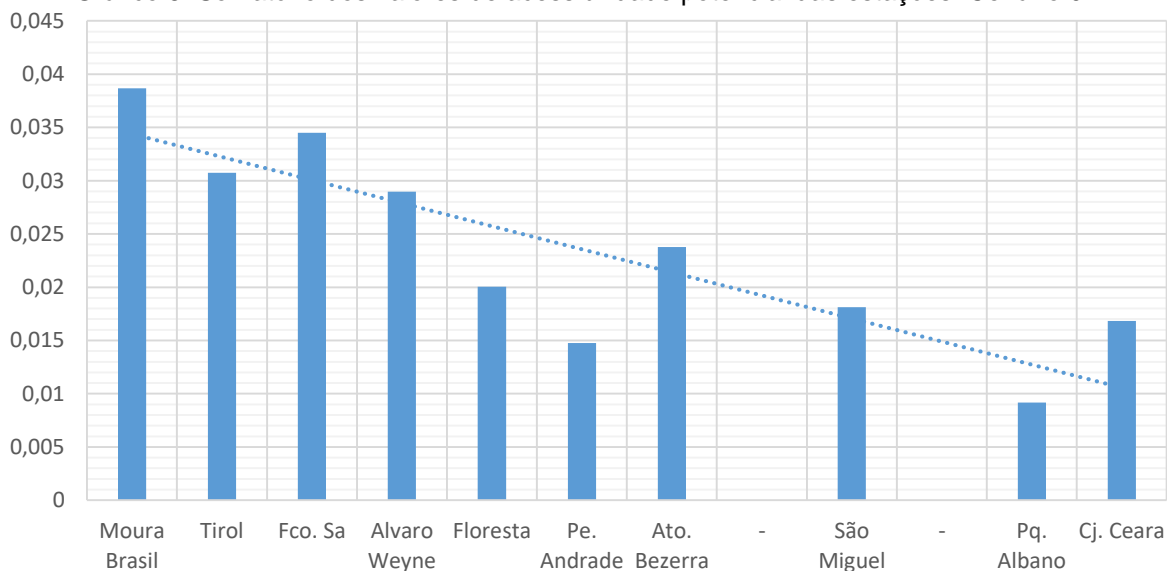
Fonte 62: Elaborado pela autora.

O cenário 02 (tabela 12), ainda manteve menos da metade das estações acima da linha de tendência, mas aumentou para quatro o número daquelas que ficaram abaixo, sendo elas Tirol, Floresta, Padre Andrade e Parque Albano. Apesar do que foi dito sobre estas últimas quatro estações, todas apresentaram um aumento significativo quando em comparação com o cenário anterior (gráfico 6). Moura Brasil, que tinha apresentado uma acessibilidade por volta de 0,008, neste cenário apresenta um valor de aproximadamente 0,04, o que representa um aumento de quase 400%.

Tabela 12. Medidas de acessibilidade potencial para o cenário 02

$PTA_i$	Moura Brasil	Tirol	Fco. Sa	Álvaro Weyne	Floresta	Pe. Andrade	Ato. Bezerra	São Miguel	Pq. Albano	Cj. Ceara
<b>Moura Brasil</b>	-	0,00696	0,01082	0,00658	0,00316	0,00154	0,00370	0,00259	0,00110	0,00223
<b>Tirol</b>	-	-	0,00808	0,00462	0,00235	0,00115	0,00288	0,00206	0,00087	0,00177
<b>Fco. Sa</b>	-	-	-	0,00459	0,00233	0,00114	0,00286	0,00205	0,00087	0,00177
<b>Álvaro Weyne</b>	-	-	-	-	0,00286	0,00140	0,00341	0,00241	0,00102	0,00207
<b>Floresta</b>	-	-	-	-	-	0,00124	0,00308	0,00219	0,00093	0,00189
<b>Pe. Andrade</b>	-	-	-	-	-	-	0,00315	0,00224	0,00095	0,00193
<b>Ato. Bezerra</b>	-	-	-	-	-	-	-	0,00205	0,00087	0,00177
<b>São Miguel</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00083	0,00169
<b>Pq. Albano</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00172
<b>Cj. Ceara</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gráfico 6: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações. Cenário 02.



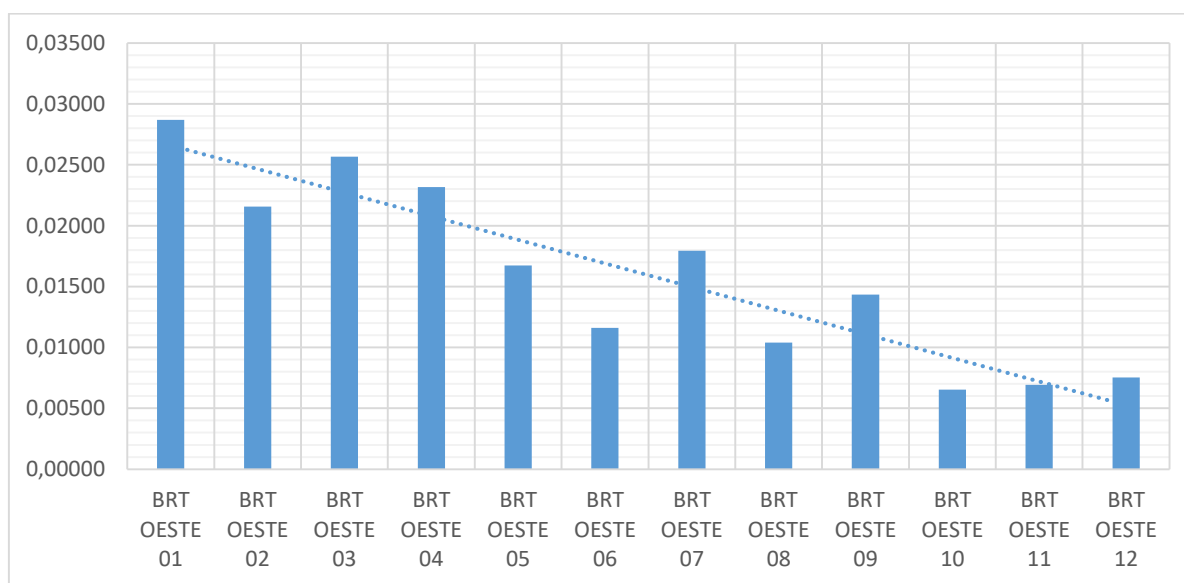
Fonte 63: Elaborado pela autora.

O cenário 03 (tabela 13) já apresentou valores menores de acessibilidade como reflexo dos resultados dos tempos. Apesar de os resultados terem apresentado aumento em todas as estações em relação ao cenário 01, menos da metade ficou acima da linha de tendência e todas as estações passíveis de comparação com o cenário 02 apresentaram resultados inferiores (gráfico 7).

Tabela 13. Medidas de acessibilidade potencial para o cenário 03.

$PTA_i$	BRT O 1	BRT O 2	BRT O 3	BRT O 4	BRT O 5	BRT O 6	BRT O 7	BRT O 8	BRT O 9	BRT O 10	BRT O 11	BRT O 12
<b>BRT.O 1</b>	-	0,00353	0,00724	0,00528	0,00291	0,00122	0,00284	0,00128	0,00196	0,00075	0,00080	0,00088
<b>BRT.O 2</b>	-	-	0,00500	0,00351	0,00213	0,00087	0,00214	0,00097	0,00152	0,00058	0,00062	0,00068
<b>BRT.O 3</b>	-	-	-	0,00364	0,00220	0,00090	0,00220	0,00100	0,00156	0,00060	0,00064	0,00070
<b>BRT.O 4</b>	-	-	-	-	0,00243	0,00101	0,00241	0,00109	0,00170	0,00065	0,00069	0,00076
<b>BRT.O 5</b>	-	-	-	-	-	0,00083	0,00204	0,00093	0,00145	0,00056	0,00060	0,00066
<b>BRT.O 6</b>	-	-	-	-	-	-	0,00222	0,00101	0,00157	0,00060	0,00065	0,00071
<b>BRT.O 7</b>	-	-	-	-	-	-	-	0,00090	0,00142	0,00054	0,00058	0,00064
<b>BRT.O 8</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00143	0,00055	0,00059	0,00065
<b>BRT.O 9</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00053	0,00057	0,00062
<b>BRT.O 10</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00057	0,00062
<b>BRT.O 11</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00062
<b>BRT.O 12</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

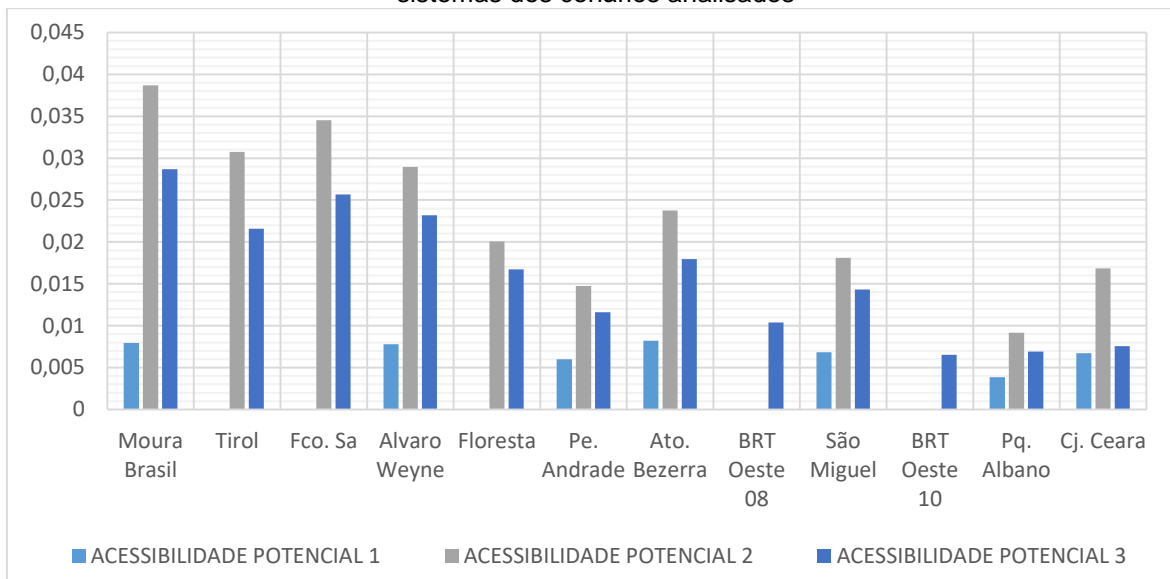
Gráfico 7: Somatório dos valores de acessibilidade potencial das estações. Cenário 03.



Fonte 64: Elaborado pela autora.

O gráfico 8 abaixo contém uma comparação dos valores obtidos nas simulações dos três cenários. O que se observa é que ao se colocarem esses resultados em uma mesma escala, os aumentos de acessibilidade apresentados nas variações dos cenários ficam mais claros.

Gráfico 8: Comparação dos resultados da acessibilidade potencial entre as estações relativas aos sistemas dos cenários analisados



Fonte 65: Elaborado pela autora.

## 5.2. Análise segundo as teorias de justiça

Entendendo que os planejamentos abordados na caracterização do estudo de caso fizeram análises utilitaristas das suas propostas, acredita-se ser importante realizar uma análise levando em consideração outras teorias de justiça de forma a entender se os resultados são compatíveis ou divergentes entre si. Por isso, as próximas subseções buscarão entender, não só a partir do utilitarismo, mas também sob as óticas do igualitarismo e equidade de Rawls, como os resultados de acessibilidade e a mobilidade servem à população usuária dos sistemas analisados.

### 5.2.1. Discussão sob a óptica da distribuição desigual de acessibilidade urbana

Ao se analisar os níveis de acessibilidade para os cenários avaliados, é possível perceber que o cenário atual (01), apesar de apresentar os menores resultados, é o que apresenta os níveis mais homogêneos. Isso demonstra que entre uma zona e outra, a variação da acessibilidade é mínima em comparação com as variações apresentadas nos outros cenários. O cenário relativo ao metrô em 2032 (02) apresentou um padrão de variação de acessibilidade semelhante ao apresentado durante a análise do BRT Oeste (cenário 03), entretanto com valores bastante superiores. Se fazemos uma análise somente dos valores obtidos nas simulações,

entendemos que o cenário 02 seria o melhor por apresentar maiores números, entretanto, a acessibilidade vai além da matemática. Se considerarmos que um sistema deve, em uma realidade utópica, garantir os mesmos níveis de acessibilidade em todo o seu trajeto, então percebe-se, a partir dos gráficos gerados, que o cenário que manteve uma menor desigualdade de acessibilidade foi o cenário 01.

### 5.2.2. Análise sob a ótica puramente igualitarista

Tendo em vista que a discussão feita a partir da teoria de Garcia *et al* ainda é muito primitiva, percebeu-se que era importante fazer uma validação desse entendimento. Para isso, foi calculado o desvio padrão das acessibilidades dos três cenários (tabela 14) de forma a perceber se eles se comportavam matematicamente da mesma maneira que eram percebidos visualmente.

Tabela 14. Comparativo entre cenários do desvio padrão de valores de acessibilidade por estação.

	CENÁRIO 01 (Oeste Atual)	CENÁRIO 02 (Oeste 2032)	CENÁRIO 03 (BRT Oeste)
<b>Igualitarismo (desvio padrão)</b>	0,00350	0,01199	0,00729

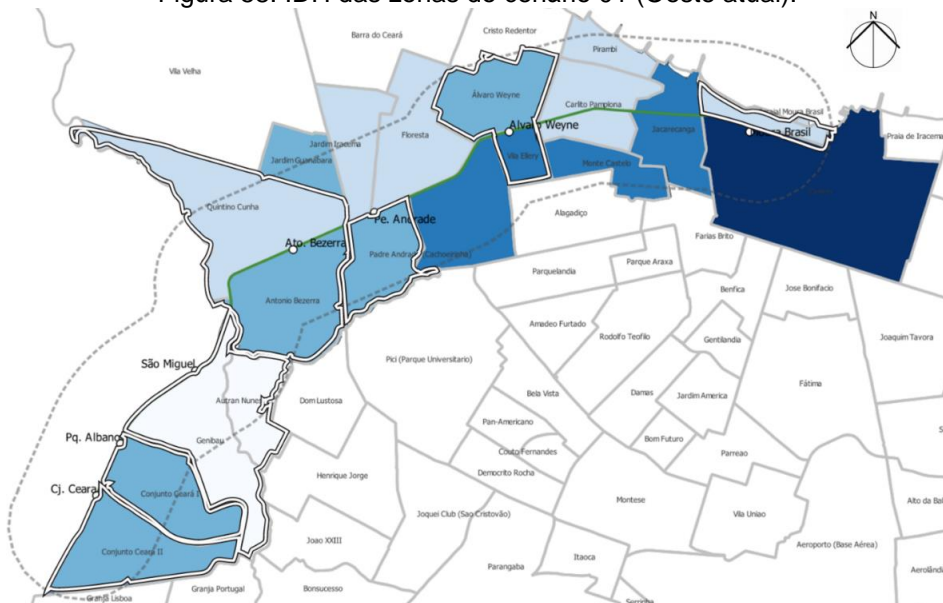
A partir dos valores obtidos, o cenário 01 realmente é o que se aproxima mais de uma realidade igualitarista, pois foi aquele que apresentou um desvio mais próximo de zero. Em seguida, seria o cenário 03 e, por fim, o cenário 02.

### 5.2.3. Discussão sob a ótica da distribuição injusta da acessibilidade à luz da equidade de Rawls

Um conceito que se enquadra bem quando é necessário realizar a comparação dos resultados de acessibilidade obtidos pela aplicação de indicadores com os dados socioeconômicos, é a equidade de Rawls. Para se entender melhor os resultados e perceber de forma mais clara as diferenças entre os cenários, foram elaborados mapas que demonstram os IDH Totais dos bairros contidos em cada zona. Esses mapas estão sendo apresentados para que fique mais clara a metodologia utilizada nesta análise. Entendendo que uma zona pode apresentar mais de um bairro e, por

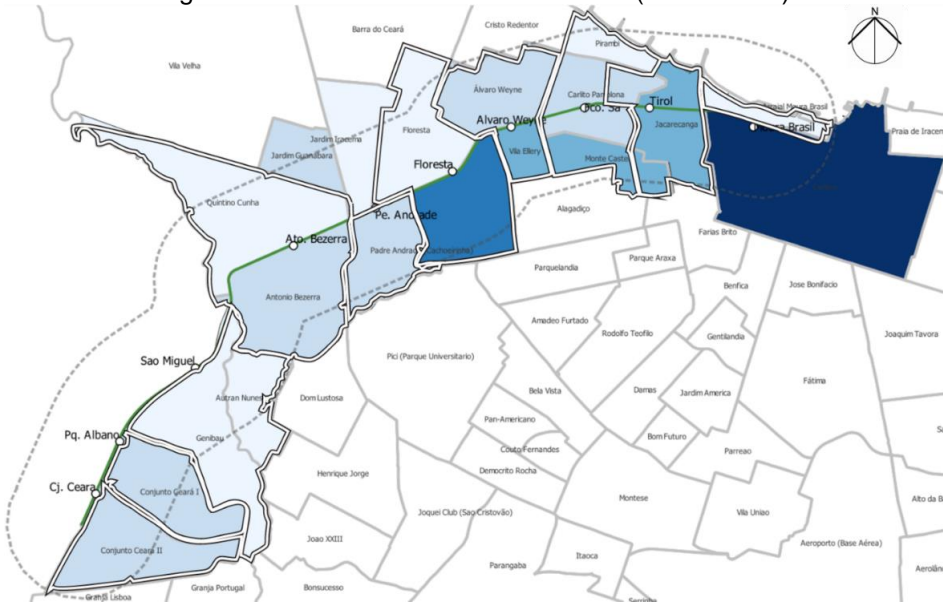
consequência, mais de um IDH, as figuras abaixo (58 a 60) demonstram, de forma mais clara, as divergências socioeconômicas existentes.

Figura 58: IDH das zonas do cenário 01 (Oeste atual).



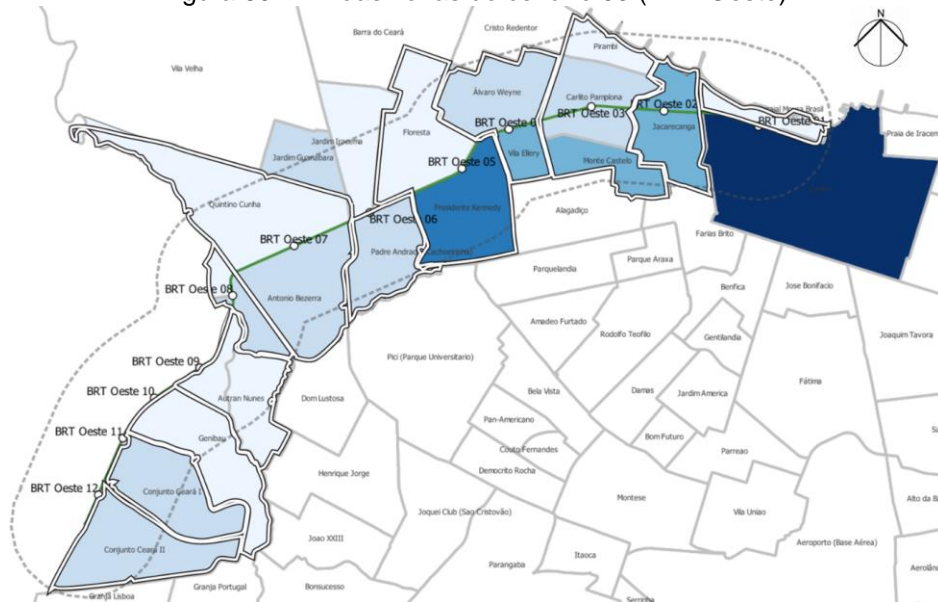
Fonte: 66: Imagem produzida pela autora.

Figura 59: IDH das zonas do cenário 02 (Oeste 2032).



Fonte: 67: Imagem produzida pela autora.

Figura 60: IDH das zonas do cenário 03 (BRT Oeste).



Fonte: 68: Imagem produzida pela autora.

A partir desse entendimento, para se calcular o IDH de cada zona, foi feita uma média dos valores de cada bairro, resultando na tabela 15.

Tabela 15. Resumo dos valores de IDH por bairro adotados.

CENÁRIO 01 (Oeste Atual)		CENÁRIO 02 (Oeste 2032)		CENÁRIO 03 (BRT Oeste)	
Estações	IDH TOTAL	Estações	IDH TOTAL	Estações	IDH TOTAL
<b>Moura Brasil</b>	0,2847	<b>Moura Brasil</b>	0,2847	<b>BRT Oeste 01</b>	0,28470
-	-	<b>Tirol</b>	0,3941	<b>BRT Oeste 02</b>	0,37395
-	-	<b>Fco. Sa</b>	0,3449	<b>BRT Oeste 03</b>	0,32133
<b>Álvaro Weyne</b>	0,3902	<b>Álvaro Weyne</b>	0,3902	<b>BRT Oeste 04</b>	0,39020
-	-	<b>Floresta</b>	0,3264	<b>BRT Oeste 05</b>	0,35617
<b>Pe. Andrade</b>	0,3612	<b>Pe. Andrade</b>	0,3612	<b>BRT Oeste 06</b>	0,36120
<b>Ato. Bezerra</b>	0,2854	<b>Ato. Bezerra</b>	0,2854	<b>BRT Oeste 07</b>	0,28540
-	-	-	-	<b>BRT Oeste 08</b>	0,34830
<b>São Miguel</b>	0,1604	<b>São Miguel</b>	0,1604	<b>BRT Oeste 09</b>	0,16035
-	-	-	-	<b>BRT Oeste 10</b>	0,13860
<b>Pq. Albano</b>	0,3600	<b>Pq. Albano</b>	0,3600	<b>BRT Oeste 11</b>	0,36000
<b>Cj. Ceará</b>	0,3609	<b>Cj. Ceará</b>	0,3609	<b>BRT Oeste 12</b>	0,36170

A partir desses valores, foi feita uma correlação entre eles e os resultados de acessibilidade dos cenários estudados. O produto está disposto na tabela 16.

Tabela 16. Correlação entre os valores de IDH e acessibilidade, por cenário.

	CENÁRIO 01 (Oeste Atual)	CENÁRIO 02 (Oeste 2032)	CENÁRIO 03 (BRT Oeste)
<b>Equidade de Rawls (correlação)</b>	-0,25077	0,04705	0,18040

Nesta análise de correlação, a situação ideal é aquela que apresenta um resultado igual a -1. O cenário que mais se aproxima desse valor é a Oeste atual (01), seguida pelo cenário 02 e 03 respectivamente. Essa foi a única análise que mostrou essa sequência.

#### *5.2.4. Análise a partir do utilitarismo*

Ao se realizar uma análise de cenários de intervenção, a análise utilitarista não poderia deixar de ser realizada. Apesar de cada planejamento já ter realizado essa análise para as propostas individuais em busca de uma validação e justificativa de implantação destas propostas, acredita-se que seja válido realizar uma análise de comparação desses cenários. Para isso, foi feito um somatório dos valores de acessibilidade de cada cenário e, depois, dividido por uma ordem de grandeza que representasse o custo do investimento em cada sistema.

Essas proporções de custo foram retiradas do próprio Fortaleza 2040, de forma a tentar validar se esses valores coincidem com os resultados apresentados no material. Entende-se que essa análise é limitada já que os dados utilizados são limitados e o sistema foi modelado de forma isolada. Entretanto, acredita-se que mesmo assim, essa análise permite uma comparação das propostas.

Então, considerando o somatório dos valores de acessibilidade dispostos no início deste capítulo para cada cenário e que o custo por quilômetro construído de um metrô, cenário 02, é nove vezes maior que o valor dos custos de implantação de um sistema VLT, cenário 01, (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 173) e 20<sup>52</sup> vezes o de um BRT, cenário 03 (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 176), temos os resultados expostos na tabela 17, a seguir.

---

<sup>52</sup> Na referência do Fortaleza 2040 está posto de 20 a 30 quilômetros, entretanto, para efeito de cálculo, será considerado o pior cenário, que é o mais caro, no qual se constrói apenas 20 km.



Tabela 17. Cálculo do balanço entre benefícios e custos para cada cenário.

	CENÁRIO 01 (Oeste Atual)	CENÁRIO 02 (Oeste 2032)	CENÁRIO 03 (BRT Oeste)
<b>Utilitarismo (<math>\Sigma/\\$</math>)</b>	0,00526	0,23557	0,00956

Com base nestes resultados, percebe-se que os cenários seguem uma ordem semelhante à percebida na análise igualitarista. O cenário 01, apesar de ter um custo de implantação maior que o cenário 03, apresentou um resultado menor, se destacando como o melhor sistema dentre os estudados, seguido pelo cenário 03 e 02 respectivamente.

A seguir, está a tabela 18 com as análises realizadas compiladas para uma visão geral dos resultados. Na tabela, os cenários serão classificados por resultados obtidos e estarão listados de melhor para pior resultado.

Tabela 18. Resumo do ranqueamento dos cenários para cada abordagem de justiça.

TEORIAS DE JUSTIÇA	RESULTADOS CLASSIFICADOS
<b>Discussão sobre a distribuição desigual de acessibilidade</b>	<b>1º: Cenário 01 (Oeste Atual)</b>
	2º: Cenário 03 (BRT Oeste)
	3º: Cenário 02 (Oeste 2032)
<b>Análise Igualitarista</b>	<b>1º: Cenário 01 (Oeste Atual)</b>
	2º: Cenário 03 (BRT Oeste)
	3º: Cenário 02 (Oeste 2032)
<b>Análise Equitativa (Rawls)</b>	<b>1º: Cenário 01 (Oeste Atual)</b>
	2º: Cenário 02 (Oeste 2032)
	3º: Cenário 03 (BRT Oeste)
<b>Utilitarismo</b>	<b>1º: Cenário 01 (Oeste Atual)</b>
	2º: Cenário 03 (BRT Oeste)
	3º: Cenário 02 (Oeste 2032)

A partir do exposto, percebe-se que o cenário 01 se destaca em todas as análises feitas, o que Adhikari et al (2006) chama de cenário “*do nothing*”. Nesse caso específico, nenhum dos planejamentos propostos supera os benefícios de acessibilidade que o que se tem implantado hoje proporciona quando focado em outros aspectos que não os econômicos.

## **6. CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS**

Os sistemas de transporte são, conforme possível observar, apenas um dos meios de se garantir a acessibilidade de uma determinada região. As peculiaridades desses sistemas também são de grande relevância, principalmente se representam qualquer tipo de impedimento no deslocamento das pessoas. De forma a entender melhor o impacto dos sistemas públicos de transporte de passageiros de alta capacidade, foram realizados estudos e análises e foi possível observar alguns pontos importantes sobre a comparação dos sistemas analisados.

A substituição do metrô por BRT, conforme proposto pelo Fortaleza 2040, não minimiza o efeito barreira. Isso porque, apesar de ter sido considerado no PMU que o nível e a qualificação do serviço de transporte público a ser oferecido por um sistema de Transporte Rápido por Ônibus (BRT), em substituição à Linha Oeste atualmente operante, traria inúmeras vantagens como o funcionamento com menor custo, menor custo quanto ao material rodante, remoção do muro e estabelecimento de conectividade entre as zonas mantidas (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 40), o próprio material coloca que o sistema de BRT a ser implantado é em via segregada (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 15), o que gera um efeito barreira semelhante ao que existe hoje nas avenidas Bezerra de Menezes e Aguanambi.

Além disso, o PMU coloca que “o sistema de BRT oferece tempo de viagem menor que o do metrô se a distância a viajar for menor que seis quilômetros” e que o “metrô somente será eficiente se as distâncias forem maiores que 12 quilômetros” (Fortaleza, 2019, vol. 02, 2ª edição, p. 176). Entretanto, mesmo assim foi sugerida a implantação de um sistema de BRT em trecho de operação superior a 6 km, caso do BRT Oeste (Tenente Lisboa), e os tempos observados nas simulações se mostraram diferentes dessa afirmação. De fato, eles foram inferiores aos tempos do sistema atual, mas superiores aos tempos do ramal proposto (Oeste 2032).

Acredita-se que a proposta do corredor 3 do F2040 (BRT Oeste) se prova cada dia mais distante do cenário proposto por atraso dos projetos diante dos prazos propostos, o que vai se tornando crítico dentro do horizonte do planejamento. Além disso, ainda não houve justificativas publicizadas que validassem a real

necessidade de se retirar um sistema de VLT em operação para implantar esse sistema de BRT.

Esse pensamento é fundamentado pelos resultados obtidos nas análises do capítulo anterior. Não houve nenhuma situação em que o cenário do sistema de BRT superou os outros dois analisados. O que realmente surpreendeu foram os resultados obtidos para o cenário 01 (Oeste atual). Embora ele apresentasse valores brutos menores que os outros, tanto de atratividade quanto de acessibilidade - muito influenciado pelos elevados tempos calculados, ainda assim se mostrou a melhor opção em todas as análises realizadas com base nas teorias de justiça.

Entende-se que a falta de alguns dados prejudica a análise ideal dos cenários e que a metodologia utilizada para as análises das teorias de justiça pode variar, o que poderia, inclusive, levar a resultados diferentes, especialmente na análise utilitarista. Apesar disso, o diferencial deste esforço está na comparação dos cenários estudados, fazendo uma relação entre os resultados obtidos e comparando-as segundo as teorias de justiça (*fairness*), o que diverge das análises com foco nos aspectos econômicos.

Isso é importante pois reforça que a metodologia de análise possui um peso enorme já que é a ferramenta que permite aos planejadores ter uma melhor compreensão dos problemas de acessibilidade urbana numa perspectiva estratégica, e que o planejamento de sistemas de transporte, quando pensado sob o novo paradigma da acessibilidade, não se resume a relações de custo x benefício isoladas, mas deve-se levar em consideração a zona a ser implantada e as características socioeconômicas do público alvo.

## **BIBLIOGRAFIA**

ADHIKARI, K. B.; BARRINGT, S.; MARTINEZ, J. Predicted growth of world food waste and methane production. *Waste Management and Research*, v. 24, n. 5, p. 421-433, 2006.

AGUIAR, F. O. Acessibilidade relativa dos espaços urbanos para pedestres com restrições de mobilidade. São Carlos: USP, 2010. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/151701/mod\\_resource/content/3/tese-acessibilidade%20em%20espa%C3%A7os%20urbanos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/151701/mod_resource/content/3/tese-acessibilidade%20em%20espa%C3%A7os%20urbanos.pdf).

ALMEIDA, L. M. W. (1999). Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise Locacional de Sistemas Educacionais usando Modelos de Interação Espacial e Indicadores de Acessibilidade. 181.

ARAGÃO, F. E. P., LOPES, A. S., ROCHA, J. G. C., PARENTE, R. G., & MAIA, E. S. (2019). O custo do transporte público de passageiros sobre trilhos, em Fortaleza - Prejuízo ou subsídios? Francisco. 8–14.

BARRA, R. A. O impacto do transbordo em sistemas integrados de transporte coletivo por ônibus: Uma análise quantitativa e qualitativa no município de Belo Horizonte. 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8NVJBN>.

BHAT, C., HANDY, S., KOCKELMAN, K., MAHMASSANI, H., CHEN, Q., & WESTON, L. (2000). Development of an urban accessibility index: Literature review. Research project conducted for the Texas department of transportation. University of Texas, Austin, TX: Center for Transportation Research.

BOM SINAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA (Brasil) (ed.). VLT - Veículo Leve Sobre Trilhos. Brasil: Bom Sinal. 15 p. v. 1. Informação também disponível em: <https://www.en.bomsinal.com/produtos/vlt-mobile.html>.

BRASIL. PlanMob –Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, 2015. Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2016.

CAO, Jason et al. The gaps in satisfaction with transit services among BRT, metro, and bus riders: Evidence from Guangzhou. *Journal of Transport and Land Use*, v. 9, n. 3, p. 97-109, 2016.

CARDOSO, C. E. P. (2006). Acessibilidade - alguns conceitos e indicadores. *Revista Dos Transportes Públicos*, 29, 77–86.

CAVALCANTE, C. B., LOPES, A. S., CAPASSO, M. M., LOUREIRO, C. F. G., (2020). Análise dos planos diretores de Fortaleza sob o paradigma do planejamento da acessibilidade e mobilidade da Urbe Sustentável. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190271>.

CHRISTINO, M. Mobilidade na cidade do Rio de Janeiro: uma pesquisa para identificar os motivos para usar ou não o sistema de ônibus, com ênfase no BRT. 2017. Tese de Doutorado. PUC-Rio. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/32924/32924.PDF>.

CRUZ, Bruno de Oliveira; OLIVEIRA, Carlos Wagner de Albuquerque. Modelos estruturais de avaliação ex-ante: comparação de alguns modelos para a União Europeia e possíveis soluções para o Brasil. 2014.

CUNHA, P. G. (2011). Análise Dinâmica De Pontes Ferroviárias: Uma Metodologia Simplificada. 88.

CURTIS, C., & SCHEURER, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, 74(2), 53–106. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2010.05.001>

DALVI, M. Q., & MARTIN, K. M. (1976). The measurement of accessibility: Some preliminary results. *Transportation*, 5(1), 17–42. <https://doi.org/10.1007/BF00165245>

FERRAZ, A; TORRES I. Transporte Público Urbano. São Carlos, SP: RiMa, 2004.

FERRONATTO, L. G. (2002). Potencial de medidas de gerenciamento da demanda no transporte público urbano por ônibus, 2002.

FREITAS, Ana Augusta Ferreira de et al. Modelagem comportamental dos decisores através de técnicas de preferência declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis-SC. 1995.

FRUIN, J. J. (1971) Pedestrian Planning and Design. New York, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc. 206 p.

GARCIA, Camila Soares Henrique Fontenele et al. Strategic assessment of Lisbon's accessibility and mobility problems from an equity perspective. *Networks and Spatial Economics*, v. 18, n. 2, p. 415-439, 2018.

GARRIDES, Marianna Gabriella Mansur; SOUZA, Paulo César; NETO, Lúcio de Souza Campos. Transporte público em Belo Horizonte: um estudo comparativo entre Metrô e Monotrilho. *Revista Petra*, v. 2, n. 1, 2016.

GEURS, K. T., & VAN ECK, J. R. (2001). Accessibility measures: Review and applications. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment, RIVM) and Urban Research Centre. Bilthoven/Utrecht, Netherlands: Utrecht University.

GEURS, K. T., & VAN WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>

GUTIÉRREZ, J., GONZÁLEZ, R., & GÓMEZ, G. (1996). The European high-speed train network: Predicted effects on accessibility patterns. *Journal of Transport Geography*, 4(4), 227–238. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(96\)00033-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(96)00033-6)

HANDY, S. (2005). Planning for Accessibility: In Theory and in Practice. *Access to Destinations*, 131–147. <https://doi.org/10.1108/9780080460550-007>

HANSEN, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Planning Association*, 25(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>

HIGGINS, Christopher D. Accessibility toolbox for R and ArcGIS. **Findings**, p. 8416, 2019. Disponível em: [8416-accessibility-toolbox-for-r-and-arccgis.pdf](#).

ISODA, Marcos Kiyoto de Tani. Transporte sobre trilhos na Região Metropolitana de São Paulo: estudo sobre a concepção e inserção das redes de transporte de alta capacidade. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

KELLY, E. D. (1994). The Transportation Land-Use Link. *Journal of Planning Literature*, 9(2), 128–145. <https://doi.org/10.1177/088541229400900202>

KFH GROUP et al. Transit capacity and quality of service manual. 2013.

KIM, Min-soo et al. Study on automatic train supervision of the Korean radio-based train control system. In: Proceedings of the 12th International Conference on CIRCUITS, SYSTEMS, ELECTRONICS, CONTROL & SIGNAL PROCESSING. 2013.

KROES, E.P.; SHELDON, R.. Stated Preference Methods - An Introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, v.XXII, n.1, janeiro 1988.

LEAKE, G. R., & HUZAYYIN, A. S. (1979). Accessibility measures and their suitability for use in trip generation models. *Traffic Engineering and Control*, 20(12), 566–572

LERNER, J. (2009). Avaliação comparativa das modalidades de transporte urbano. Belo Horizonte: NTU. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/337>

LEVINSON, H., S. ZIMMERMAN, J. CLINGER, S. RUTHERFORD, R. SMITH, J. RACKNELL, and R. SOBERMAN. 2003b. *Bus Rapid Transit*. Washington, DC: Transit Cooperative Research Program.

LOPES, A. S., CAVALCANTE, C. B., VALE, D. S., & LOUREIRO, C. F. G. (2020). Convergence of planning practices towards LUT integration: Seeking evidences in a developing country. *Land Use Policy*, 99(June), 104842. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104842>

MACARIO, M. do R. M. R. (2016). A acessibilidade como um bem social e um bem econômico: existe necessidade de uma mudança de paradigma? *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, 14, 177–200.

MARGON, Patrícia Vilela et al. Quantificação da demanda e cálculo da taxa de renovação de passageiros da região metropolitana de transporte coletivo de Goiânia. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. 2009.

MEDEIROS, Heloísa. Engenharia Subterrânea. Técnica, edição 107, 2006.

MELO, C. P. (2020). Análise da caminhabilidade de idosos a partir de suas rotas preferenciais: Um estudo de caso no bairro Floresta partir de suas rotas preferenciais, 2020

METROFOR (Ceará). Governo do Estado do Ceará. **Linha Sul**: Histórico. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 21 nov. 2011. Disponível em: <https://www.metrofor.ce.gov.br/2011/11/21/historico-2/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

METROFOR (Ceará). Governo do Estado do Ceará. Audiência pública discute projeto da Linha Leste do Metrô de Fortaleza. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 28 fev. 2012. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2012/02/28/audiencia-publica-discute-projeto-da-linha-leste-do-metro-de-fortaleza/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

METROFOR (Ceará). Governo do Estado do Ceará. MWH Brasil Engenharia e Projetos LTDA. PLANO OPERACIONAL – CONCEPÇÃO DO SISTEMA. Fortaleza: [s. n.], 2011. 238 p. Rev. 0.

METROFOR (Ceará). Governo do Estado do Ceará. Conheça a Linha Oeste do Metrô de Fortaleza. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 09 mar. 2012. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2012/03/09/conheca-a-linha-oeste-do-metro-de-fortaleza/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

MIKAN PIZANO, J. P. Impacto dos atributos básicos velocidade média e headway de um corredor de BRT no desempenho (passageiros por quilômetro) de uma rede de transporte público por ônibus. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/11366>.

MINAYO, M. C. S. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 33, p. 83-91, 2009



NUNES Jr, A. T. (2005). A Teoria Rawlsiana da Justiça. *Revista de Informação Legislativa*, 42, 215–226.

OLIVEIRA, Homero Fernandes et al. Desenvolvimento de um sistema informatizado para determinar o espaçamento ótimo entre pontos de parada de transporte coletivo. 2008.

OLIVEIRA, G. T.; ROSA, O. B. Comparativo de desempenho de sistemas de transporte público de média capacidade via AHP–Estudo BRT x VLT no Rio de Janeiro. In: XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte–ANPET. 2013.

OLIVEIRA, G. et al. Quando TOD vira DOT: uma contextualização do modelo de desenvolvimento orientado ao transporte para o Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO Y URBANO. 2014.

PALMA, N. C. Dinâmica espacial urbana e potencial de atratividade. 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/35396>.

PEREIRA, B. M. Avaliação do desempenho de configurações físicas e operacionais de sistemas BRT. 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28932>.

PINTO, D. G. L.; LOUREIRO, C. F. G.; SOUSA, F. F. L. M. As desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza sob distintas métricas. 2020.

PORTA, S., CRUCITTI, P., & LATORA, V. (2006a). The network analysis of urban streets: A dual approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 369,2

PORTA, S., CRUCITTI, P., & LATORA, V. (2006b). The network analysis of urban streets: A primal approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33, 705–725

PREFEITURA DE FORTALEZA (Fortaleza). Fortaleza em mapas. Disponível em: <https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/#/>.

PREFEITURA DE FORTALEZA. (2015). Plano de Mobilidade de Fortaleza PlanMob. 116.  
[http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/publications/fortaleza2040\\_plano\\_de\\_mobilidade\\_urbana\\_17-08-2015.pdf](http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/files/publications/fortaleza2040_plano_de_mobilidade_urbana_17-08-2015.pdf)

PREFEITURA DE FORTALEZA. Plano Fortaleza 2040. Volumes 1 a 8. Fortaleza: IPLANFOR, 2016. Disponível em: <https://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/fortaleza-2040/publicacoes-do-projeto>. Acesso em: 21 abr. 2021.

PREFEITURA DE FORTALEZA. Plano Fortaleza 2040. Cidade conectada, acessível e justa: Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade Urbana. Vol. 3. Parte I, II e III. Fortaleza: IPLANFOR, 2015, 1ª edição.

PREFEITURA DE FORTALEZA. Plano Fortaleza 2040. Cidade conectada, acessível e justa: Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade Urbana. Vol. 3. Parte I, II e III. Fortaleza: IPLANFOR, 2019, 2ª edição. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1i3UHSypRmmWfbVys7pKiyh-6edRI34NI>

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA. Audiência discute edital do Ramal Parangaba-Mucuripe nesta segunda-feira (27). Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 24 jun. 2011. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2011/06/24/sobral-ganha-moderno-parque-de-exposicoes-neste-domingo-26/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA. Mobilidade urbana: Governo investe na implantação de modais em Fortaleza e RMF. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 03 jun. 2013. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2013/06/03/mobilidade-urbana-governo-investe-na-implantacao-de-modais-em-fortaleza-e-rmf/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA. Continua fase de habilitação para obras civis da Linha Leste. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 18 jun. 2013. Disponível em: <https://www.seinfra.ce.gov.br/2013/06/18/habilitacao-linha-leste/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SECRETARIA DO ESPORTE DO ESTADO DO CEARÁ. Tesouro Nacional garante financiamento às obras do Castelão, VLT e Metrô-Linha Sul. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 17 set. 2010. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2010/09/17/tesouro-nacional-garante-financiamento-as-obras-do-castelao-vlt-e-metro-linha-sul/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SETEC HIDROBRASILEIRA (Brasil). Transitar. ESTUDO DE ATUALIZAÇÃO DA DEMANDA: METRÔ DE FORTALEZA. Fortaleza: [s. n.], 2018. 93 p. Rev. 02.

SOUZA, Hélio Henrique Holanda de. (2018). Caracterização da problemática da acessibilidade urbana com base no valor do tempo percebido pelos usuários [Universidade Federal do Ceará]. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/36334>

SOUZA, H. H. H, & LOUREIRO, C. F. G. (2018). Proposta de construção de indicador de caracterização da acessibilidade na região metropolitana de Fortaleza. *Transportes*, 26(4), 129–143. <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i4.1546>

TIZNADO-AITKEN, I. (2020). Accessibility and Affordability Impacts on Transport-Related Inequalities and Poverty: the Case of Santiago, Chile. July.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (ETATS-UNIS); LEVINSON, Herbert S. Bus rapid transit. Transit Cooperative Research Program, 2003.

TRANSITAR. Análise das interações do projeto do VLT com a malha viária urbana da cidade de Fortaleza - TOMO II. Fortaleza: [s. n.], 2016. 85 p. Rev. 02.

VAN WEE, B., HAGOORT, M., & ANNEMA, J. A. (2001). Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography*, 9, 199–208

VAN WEE, B., & GEURS, K. (2011). Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11(4), 350–367. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2011.11.4.2940>

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

WINGO, L., (1961). "Transportation and Urban Land". Baltimore: Jonh Hopkins for resources for the future

ZIMMERMANN, L.; KRAUS, W.; KOEHLER, L. A. Análise de estratégias realimentadas para controle por retenção do intervalo entre ônibus. In: XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet. 2015.