

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

GERMÁN FREIBERG

As desigualdades no planejamento do transporte público: efeitos distributivos dos projetos no acesso a empregos em São Paulo.

São Paulo

2022

GERMÁN FREIBERG

As desigualdades no planejamento do transporte público: efeitos distributivos dos projetos no acesso a empregos em São Paulo.

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Engenharia de Transportes

Subárea: Informações Espaciais

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Abrantes Giannotti

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catlogação na publicação

Freiberg, Germán

As desigualdades no planejamento do transporte público: efeitos distributivos dos projetos no acesso a empregos em São Paulo / G. Freiberg – versão corr. – São Paulo, 2022.

148 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Planejamento de transportes 2.Desigualdades sociais 3.Acessibilidade 4.Mobilidade urbana I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t.

FREIBERG, Germán. **As desigualdades no planejamento do transporte público: efeitos distributivos dos projetos no acesso a empregos em São Paulo**. 2022. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2022.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

¡Andrés, hermano, cómo te vamos a extrañar!

AGRADECIMENTOS

À Professora Mariana Giannotti, pelo acolhimento como orientadora, pelas incontáveis contribuições a este trabalho, pelo acompanhamento e atenção ao longo de todo o mestrado, pela paciência e compreensão em uma pesquisa atravessada por uma pandemia interminável. E também pelo entusiasmo e generosidade com que promove tantas trocas enriquecedoras e colaborações instigantes entre seus orientandos (e ex-orientandos), que para mim foi uma das mais bonitas surpresas neste retorno à Poli após vários anos longe, que revelou possível a existência de espaços de trocas de ideias da maior relevância e interesse social, algo muito mais raro de se ver vinte anos atrás nessa Escola. Obrigado.

Aos Professores Eduardo Marques e Felipe Loureiro pelas ótimas discussões na banca de qualificação e na defesa, que ofereceram contribuições, provocações e indagações que ajudaram a revelar questões centrais para a pesquisa, a clarear perguntas e objetivos, alimentaram com uma boa dose de motivação para chegar até aqui, e no fechamento levantaram novamente ótimas discussões. Ao Eduardo Alcântara de Vasconcellos, pioneiro e referência fundamental nas reflexões sobre os transportes urbanos no Brasil e na América Latina, pelo privilégio de contar com sua participação na defesa da dissertação, pela leitura atenta do trabalho, comentários e perguntas certeiras na discussão.

Às pessoas que ajudaram das mais diferentes maneiras na pesquisa. Obrigado Mauricio, Renato e Mari pelas conversas certeiras que permitiram clarear as ideias, superar barreiras mentais, e concentrar no tema e nas perguntas que tinham que ser. Obrigado Oliver pela revisão do texto do memorial de qualificação. Pelas ajudas para adentrar o mundo do R e dos GTFs, obrigado Matheus, Diego, Bia, Bruna, Haydee, Renato, Aldo e vários outros, e em especial à Tainá, que, além das ótimas discussões conceituais e da leitura atenta da versão final que contribuíram muito, com sua pesquisa possibilitou incluir as análises de raça e classe neste trabalho.

Aos professores, mestres e referências profissionais, de dentro e de fora da universidade, com quem ao longo dos anos fui aprendendo muitas coisas e, às vezes melhor ainda, desaprendendo tantas outras, seja pelo convívio direto ou através dos ensinamentos que nos deixaram por escrito, no mundo dos transportes urbanos e de cada vez mais áreas de conhecimento que se entrelaçam. Obrigado Orlando Strambi, Wagner Colombini, Paulo Custodio, Adriana Lobo, Angélica Castro, Eduardo A. Vasconcellos, Marta Arretche, para nomear algumas entre tantas outras pessoas a quem sou muito grato pelos aprendizados.

Aos colegas do LabGeo e do Geomove, Tainá, Bruna, Matheus, Diego, Pedro, Mateus, Steffano, Luiz Marcelo, Laura, Gilmara, Fernando e Flávio por todas as discussões, provocações, interesse e entusiasmo que fazem desse grupo não só um espaço fantástico de trocas e de generosidade, mas também pelo gosto de ver isso acontecendo bem no meio do mundo da engenharia. Esperança para ajudar a lidar com estes tempos complicados.

Aos amigos e colegas do mundo dos transportes ao longo de todos esses anos, pelas aprendizagens, pelos erros e acertos que cometemos, pelos sucessos e fracassos, alegrias e frustrações, porque tudo faz parte dessa caminhada, na LOGIT, no CTS/WRI México, no Metrô-SP, IST, SUR, REDES, CEPESP, Cidadeapé e pelas pessoas que essa convivência traz a nossas vidas, obrigado David, Jorge, Maurício, Ju, Mari, Bruna, Rodrigo, Adilson, John, Renato, Gláucia, e segue a lista...

À minha companheira Laura por todo o apoio e carinho, à minha família e a todas as pessoas queridas, companheiros e companheiras de caminhada nesta vida, espalhadas por Brasil, Argentina, México e outros cantos deste continente americano.

RESUMO

FREIBERG, Germán. **As desigualdades no planejamento do transporte público: efeitos distributivos dos projetos no acesso a empregos em São Paulo**. 2022. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2022.

O planejamento de transportes baseia-se tradicionalmente em abordagens utilitaristas, que não levam em conta os efeitos distributivos das ações e políticas propostas. Essa característica é problemática não apenas pela função do planejamento como forma de subsidiar tecnicamente as tomadas de decisão, mas também pelo seu papel em legitimar escolhas e perpetuar inequidades existentes. Tendo isso em vista, a incorporação de objetivos e ferramentas para considerar o impacto dos projetos sobre as desigualdades, em especial do nível de acesso a oportunidades, pode contribuir para o desenvolvimento de cidades mais justas e sustentáveis. Na prática, entretanto, constata-se que os planos de mobilidade e transportes, tipicamente, não estão orientados à acessibilidade e à redução de desigualdades. Os instrumentos de planejamento de São Paulo reproduzem esse padrão: a maior parte menciona de maneira genérica a equidade e a acessibilidade nos seus objetivos, mas sem traduzi-las em critérios ou indicadores de avaliação que permitam verificar esses resultados nas suas propostas. A análise dos efeitos distributivos no nível de acesso a empregos decorrente dos projetos previstos para a rede estrutural de transporte público de São Paulo mostra que há bastante disparidade no desempenho das diferentes propostas de ampliação do sistema sobre as desigualdades. Enquanto algumas linhas contribuem sistematicamente para a redução das diferenças em acessibilidade entre ricos e pobres e entre brancos e negros, outras aumentam a média da cidade como um todo às custas de agravamentos das desigualdades. A adoção de abordagens orientadas à redução das desigualdades, como o princípio *maximax*, podem introduzir avanços significativos nesse sentido quando comparado aos critérios utilitaristas predominantes. Assim, busca-se apontar como o uso de indicadores para mensurar esses efeitos nas avaliações *ex-ante* possibilita a incorporação efetiva da dimensão da equidade no processo de planejamento, visando superar as carências dos instrumentos elaborados nas últimas duas décadas e contribuir, em alguma medida, para a gradual redução das desigualdades associadas ao transporte ao invés de continuar perpetuando ou até agravando-as.

Palavras-chave: Planejamento de transportes. Desigualdades sociais. Acessibilidade. Mobilidade urbana.

ABSTRACT

FREIBERG, Germán. **Inequalities in public transport planning: distributional effects of transit projects in job accessibility in São Paulo**. 2022. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2022.

Transport planning is traditionally based on utilitarian approaches that do not account for distributional effects of proposed actions and policies. This is problematic not only because of its role as technical support in decision-making but also in legitimizing political choices and perpetuating existing inequalities. The introduction of goals and tools that consider impacts on inequalities, especially in the level of access to opportunities, has a great potential to make cities more equal and sustainable. In practice, however, urban mobility and transport plans are usually not oriented towards improving accessibility and inequality reduction. Sao Paulo's planning instruments reproduce that pattern: most mention equity and accessibility only in a generic way among their objectives, but without transforming that into evaluation criteria or indicator that could measure proposed actions and policies' expected results. The analysis of distributional effects on job accessibility of Sao Paulo's mass transit network expansion plans shows great disparities among the different proposed projects regarding their impacts on inequality levels. While some lines consistently contribute to reduce the difference of accessibility levels between rich and poor or between whites and blacks, others increase the city's average as a whole, but at the expense of worsening inequalities. The adoption of approaches oriented to reducing inequalities, such as the *maximax* principle, might represent significant progress in that direction compared to the predominant utilitarian criteria. This research, thus, seeks to demonstrate how the use of indicators that can measure such effects in ex-ante evaluations allows for making the equity dimension an effective part of the planning process and overcoming deficiencies of planning instruments produced in the last two decades, contributing, in some level, to the gradual reduction of transport related inequalities instead of perpetuating or even worsening them.

Keywords: Transport planning. Social inequalities. Accessibility. Urban Mobility.

LISTA DE SIGLAS

ACB	Análise Custo-Benefício
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i> (Corredores exclusivos de ônibus de alta capacidade)
CMSP	Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô-SP)
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo
GEE	Gases de Efeito Estufa
GTFS	<i>General Transit Feed Specification</i>
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MSP	Município de São Paulo
OD	Origem-Destino
OTP	OpenTripPlanner
PDE	Plano Diretor Estratégico
PITU	Plano Integrado de Transportes Urbanos
PlanMob	Plano de Mobilidade Urbana
r5r	<i>Rapid Realistic Routing with R5 in R</i> (pacote em r)
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SPTrans	São Paulo Transportes S/A
STM	Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo
TPC	Transporte Público Coletivo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pesquisa na interseção de três campos de estudo: planejamento de transportes, acessibilidade e desigualdades.	18
Figura 2 – Resumo esquemático dos componentes da pesquisa	24
Figura 3 – Cenários hipotéticos de avaliação de acessibilidade.	38
Figura 4 – Cenários hipotéticos de avaliação de acessibilidade.	39
Figura 5 – Resumo esquemático de dados e métodos utilizados na pesquisa.....	49
Figura 6 – Densidade de empregos (esquerda) e porcentagem de população de faixas de renda alta – decil superior (meio) e baixa – 4 decis inferiores (direita) por zona para o MSP.	54
Figura 7 – Distribuição da população com ocupação ou renda no MSP, por classe e raça..	55
Figura 8 – Densidade de empregos (esquerda) e porcentagem de população branca (meio) e negra (direita) por zona no MSP.....	56
Figura 9 – Exemplo esquemático de diferenças entre cenários	59
Figura 10 – Boxplots do tempo de viagem por par OD referentes a 400 rodadas de simulação do cenário base (esquerda) e à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações cada (direita).....	60
Figura 11 – Diagrama esquemático do método de análise das variações residuais e critério de corte para os cenários de avaliação.	61
Figura 12 – Superior: Distribuição do quantil 5% de cada par OD referentes à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações do cenário base, curva de densidade (azul) e do piso (vermelha). Inferior: Histograma de pares OD, acima e abaixo do piso.	62
Figura 13 – Curva de Lorenz e Índice de Gini.....	65
Figura 14 – Instrumentos de planejamento e projetos de expansão analisados na pesquisa.	68
Figura 15 – Rede Aberta e Rede Densa - PITU.....	73
Figura 16 – Rede Metropolitana de Transporte Consolidada do Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP	82
Figura 17 – Meta 45 do Programa de Metas 21/24 para implantação de dois BRTs	83
Figura 18 – Mapa da rede de transporte público do ano base.	84

Figura 19 – Nível de acessibilidade no cenário base para 60, 75, 90 e 120min.	85
Figura 20 – Porcentagem de população de renda baixa (40% inferior) e alta (10% superior) por zona.....	85
Figura 21 – Acessibilidade por renda média familiar da zona no cenário base.	86
Figura 22 – Nível de acessibilidade média por grupo social (renda, raça e classe).	87
Figura 23 – Índice de Gini e Pseudo Palma para Renda, Raça e Classe.....	88
Figura 24 – Acessibilidade por decil de renda (superior) e raça e classe (inferior) no cenário base.....	89
Figura 25 – Acessibilidade por grupo de raça e classe no cenário base.	89
Figura 26 – Curvas de Lorenz para o Cenário Base para 60, 75, 90 e 120min.	89
Figura 27 – Mapa dos traçados completos dos projetos de transporte previstos.	90
Figura 28 – Acessibilidade média e pseudo palma dos novos projetos previstos (60, 75 e 90 minutos).....	91
Figura 29 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada linha em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.	93
Figura 30 – Comparação da acessibilidade média por zona entre os cenários Base e Com Projeto para a L20C (superior) e L15C (inferior), para os limites de 60min (esquerda) e 90min (direita).	94
Figura 31 – Mapa dos traçados das expansões previstas para linhas existentes.	95
Figura 32 – Acessibilidade média e pseudo palma das expansões de linhas existentes (60, 75, 90min).....	97
Figura 33 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada proposta de expansão de linhas existentes em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.....	98
Figura 34 – Mapa dos cenários hipotéticos de implementação parcial das linhas 6, 15, 16 e 20.....	99
Figura 35 – Aumento na acessibilidade para implementação parcial e completa das linhas 6 e 20 (75min).	100
Figura 36 – Acessibilidade média e pseudo palma dos traçados parciais de novos projetos.	101

Figura 37 – Aumento na acessibilidade para cenários M3 (esq.) e U3 (dir.) para 60, 75 e 90min.....	104
Figura 38 – Acessibilidade média e pseudo palma dos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas....	105
Figura 39 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada cenário hipotético em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.....	106
Figura 40 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os 10% mais ricos e para os 40% mais pobres nos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas (60min).	108
Figura 41 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os 50% mais ricos e para os 50% mais pobres nos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas (60min).	108
Figura 42 – Índices de Gini para cenários Base, Utilitarista e <i>Maximax</i> , para 60, 75, 90 e 120 minutos.....	109
Figura 43 – Curvas de Lorenz para os cenários U3 e M3 para acessibilidade em 60, 75, 90 e 120min.....	109
Figura 44 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada grupo social de raça e classe para cada cenário hipotético em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.	111
Figura 45 – Acessibilidade média e pseudo palma de raça dos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas.	112
Figura 46 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os negros e para os brancos nos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas (60min).....	113
Figura 47 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para a classe baixa e para a classe alta pelos grupos ocupacionais nos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas (60min).	113
Figura 48 – Acessibilidade média e pseudo palma de classe dos cenários <i>maximax</i> e utilitaristas.....	114
Figura 49 – Boxplots do tempo de viagem por par OD referentes a 400 rodadas de simulação do cenário base (superior) e à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações cada (inferior).	136
Figura 50 – Diagrama esquemático do método de análise das variações residuais e critério de corte para os cenários de avaliação.....	140
Figura 51 – Intervalo interquantil 5%-95% (absoluto e padronizado pela mediana).....	141
Figura 52 – Intervalo interquantil 10%-90% (absoluto e padronizado pela mediana).....	142

Figura 53 – Beeswarm Q05 Padronizado e Q10 Padronizado (Histograma por número de pares OD).....	143
Figura 54 – Beeswarm Q05 Padronizado e Q10 Padronizado (Histograma número pares OD, ponderado por população na origem).....	144
Figura 55 – Quantil 5% (absoluto e padronizado pela mediana).....	145
Figura 56 – Quantil 10% (absoluto e padronizado pela mediana).....	146
Figura 57 – Distribuição do quantil 5% de cada par OD referentes à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações do cenário base, curva de densidade (azul) e do piso (vermelha).	147
Figura 58 – Distribuição de medianas dos grupos, com classificação acima ou abaixo do piso.	147
Figura 59 – Histograma das medianas dos grupos do cenário base, com classificação acima ou abaixo do piso.	148
Figura 60 – Porcentagem das medianas dos grupos do cenário base abaixo do piso para cada intervalo de 20 minutos.	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sumário de abordagens de justiça social nos transportes	40
Tabela 2 – Estrutura de avaliação do PITU 2020 – critérios, indicadores e pesos relativos. 71	
Tabela 3 – Estrutura de avaliação do PITU 2025 – critérios, indicadores e pesos relativos. 75	
Tabela 4 – Resumo da revisão dos instrumentos de planejamento.	79
Tabela 5 – Cenários combinados.	103
Tabela 6 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Renda para os cenários analisados	128
Tabela 7 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Renda para os cenários analisados (cont.).....	129
Tabela 8 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Raça para os cenários analisados	130
Tabela 9 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Raça para os cenários analisados (cont.).....	131
Tabela 10 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Classe para os cenários analisados	132
Tabela 11 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Classe para os cenários analisados (cont.).....	133
Tabela 12 – Resultados de aplicação “pisso” como critério de corte sobre as medianas de cada grupo de 20 rodadas cada um.	139

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
1.1.	Objetivos.....	21
1.2.	Perguntas de pesquisa, hipóteses e premissas	22
1.3.	Estrutura do documento	25
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1.	Acessibilidade.....	26
2.1.1.	Definições e medidas de acessibilidade.....	27
2.1.2.	Acessibilidade a empregos	28
2.1.3.	O uso da acessibilidade no planejamento de transportes	31
2.2.	Equidade e desigualdades em transportes	32
2.2.1.	Transporte como esfera distributiva.....	33
2.2.2.	Abordagens teóricas sobre justiça social em transportes.....	34
2.2.3.	Aplicando princípios de justiça na avaliação de alternativas de ação	37
2.2.4.	Sumário das abordagens de justiça social nos transportes.....	39
2.3.	Medindo as desigualdades no estudo da acessibilidade	41
2.3.1.	Desigualdades de acessibilidade.....	42
2.3.2.	Desigualdades sociais e a acessibilidade	43
2.4.	Equidade e desigualdades no processo de planejamento de transportes ...	46
2.4.1.	Críticas às técnicas de planejamento e aos critérios de avaliação de projetos de transporte	46
2.4.2.	A incorporação da equidade no processo de planejamento de transporte	48
3.	DADOS E MÉTODOS.....	49
3.1.	Área de estudo	50
3.2.	Revisão dos instrumentos de planejamento.....	51
3.3.	Dados demográficos e socioeconômicos	52
3.3.1.	Empregos	53
3.3.2.	População.....	53
3.4.	Dados da oferta de transporte para análise da distribuição dos efeitos dos projetos previstos.....	56

3.4.1.	Redes de transporte.....	56
3.4.2.	Tempos de viagem.....	58
3.5.	Acessibilidade cumulativa	63
3.6.	Medidas de desigualdade aplicadas a acessibilidade.....	64
3.6.1.	Curvas de Lorenz e Índice de Gini.....	65
3.6.2.	Razão de Palma.....	66
4.	A ACESSIBILIDADE E A EQUIDADE NO PLANEJAMENTO DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SÃO PAULO.	68
4.1.	Critérios de avaliação dos projetos de transporte nos instrumentos de planejamento de São Paulo.....	69
4.1.1.	Plano Integrado de Transportes Urbanos 2020 (PITU 2020)	70
4.1.2.	Plano Integrado de Transportes Urbanos 2025 (PITU 2025)	73
4.1.3.	Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014 (PDE).....	76
4.1.4.	Plano de Mobilidade de São Paulo de 2015 (PlanMob).....	78
4.2.	Resumo da revisão dos instrumentos de planejamento.	79
4.3.	Projetos de expansão da rede estrutural de São Paulo.....	81
4.3.1.	Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP	82
4.3.2.	Programa de Metas 21/24 da Prefeitura de São Paulo.....	83
5.	ANÁLISE DOS EFEITOS DISTRIBUTIVOS DOS PROJETOS DE TRANSPORTE NA ACESSIBILIDADE	84
5.1.	Cenário base	84
5.2.	Projetos novos.....	90
5.3.	Projetos de expansão de linhas existentes	95
5.4.	Implementação parcial	98
5.5.	Trajetória dos efeitos acumulados por sequências de projetos	102
5.6.	Classe e raça.....	110
6.	CONCLUSÕES.....	115
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE 1 – Resultados completos das análises de acessibilidade por cenário	128
	APÊNDICE 2 – Análise da variação residual dos tempos de viagem para determinar faixa de incerteza a ser desconsiderada na avaliação de impacto dos projetos.	134

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho navega na interseção entre os processos de planejamento dos sistemas de transporte, o conceito de acessibilidade a oportunidades e o estudo das desigualdades sociais relacionadas aos transportes. Busca-se, explorando a interrelação entre esses três campos, explicitar as limitações das práticas atuais envolvidas na expansão das redes de transporte para construir cidades mais equitativas.

Figura 1 – Pesquisa na interseção de três campos de estudo: planejamento de transportes, acessibilidade e desigualdades.



Tradicionalmente as análises de apoio à tomada de decisão sobre ampliação da rede de transporte público consideram principalmente os benefícios agregados para a população como um todo. São quantificadas as reduções de tempo de viagem, de custo generalizado, de emissões de gases de efeito estufa e poluentes, de mortos e feridos no trânsito e outras externalidades dos investimentos em transporte, e considera-se a soma desses benefícios versus os custos totais para cada alternativa para avaliar e selecionar as ações que devem ser implementadas (Vasconcellos, 2000; Van Wee, 2012).

Essa abordagem traz implícito um princípio de justiça utilitarista, em que o valor atribuído ao benefício adicional derivado de uma determinada medida é igual para qualquer indivíduo ou grupo populacional. Isso significa que não interessa a distribuição desse benefício, somente o seu valor total, ou o valor médio por pessoa (Sen e Foster, 1997). Desde essa perspectiva, os indivíduos que já possuem uma situação mais vantajosa podem se apropriar de uma parcela maior (ou da totalidade) dos resultados positivos de uma ação em detrimento daqueles mais desprovidos do recurso ou serviço em questão, sem que isso seja levado em conta no processo de planejamento, de decisão ou de avaliação dessa política pública.

Esse princípio tem uma implicação importante que, segundo essa ótica, não é levada em conta: uma decisão pode ser considerada mais conveniente ou desejável que as

alternativas mesmo que provoque aumento nas desigualdades. Um processo de planejamento baseado em abordagens utilitaristas sem avaliar de alguma maneira o impacto das decisões sobre a distribuição dos efeitos das ações analisadas pode, assim, contribuir para a exacerbação das diferenças já existentes entre os mais e os menos favorecidos.

Existem, entretanto, outras abordagens baseadas em princípios de justiça que atribuem diferente valor ao benefício recebido por distintos grupos sociais ou indivíduos em função da distribuição atual desse bem ou serviço (equidade horizontal), ou mesmo em função das características sociais e/ou econômicas ou das necessidades de cada um (equidade vertical) (Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Van Wee e Mouter, 2020). Nessa perspectiva, uma medida que reduza as desigualdades pode ser preferível, mesmo que resulte em um benefício total menor que outra (Martens, 2012). Mesmo que as abordagens alternativas ao utilitarismo não ofereçam soluções consensuais nem definitivas para incorporar a dimensão da equidade, abrem uma discussão pertinente e necessária para uma revisão das técnicas tradicionais e das práticas estabelecidas no planejamento de transportes. De fato, isso atenderia à própria ideia de sustentabilidade, que não se restringe unicamente aos aspectos ambientais, sendo também a equidade e a redução das desigualdades dimensões fundamentais (Holden, Gilpin e Banister, 2019; Leach *et al.*, 2018; Rock, Ahern e Caulfield, 2014; United Nations, 2021).

Juntamente com a necessidade de incorporação da equidade, existe um reconhecimento crescente da importância de evoluir de um planejamento voltado à mobilidade para abordagens orientadas à acessibilidade (Boisjoly e El-Geneidy, 2017a; Handy, 2020; Miller, 2018; Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020). Enquanto que a mobilidade representa a concretização de um desejo de viagem, a acessibilidade abarca de forma mais ampla o potencial de interações, como uma forma mais abrangente de relacionar a distribuição espacial da população, das oportunidades e dos meios disponíveis para conectá-los (Miller, 2018). A acessibilidade, inclusive, em função dessa característica, tem sido um instrumento central nos estudos das desigualdades nos transportes (Lucas, 2012; Lucas, Wee, Van e Maat, 2015; Martens, Bastiaanssen e Lucas, 2019; Pereira, Schwanen e Banister, 2017; Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009). No entanto, apesar da grande atenção que vem recebendo na academia, a adoção dessa abordagem no planejamento e na formulação das políticas de transporte tem sido lenta e pouco sistemática: os planos reconhecem a importância da acessibilidade no plano conceitual e nos princípios, mas não refletem essa ideia nas análises e avaliação das propostas (Boisjoly e El-Geneidy, 2017b; Papa *et al.*, 2015; Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020).

Assim, identifica-se uma omissão séria e de grande relevância social nos processos de planejamento de transportes ao não incluírem de forma consistente e sistemática a dimensão das desigualdades nem a acessibilidade. A escolha dos projetos a implementar, em função dessas deficiências, pode resultar no agravamento das diferenças sociais relacionadas aos transportes ao invés de contribuir com a construção de cidades mais justas e equitativas (conforme os princípios e objetivos de boa parte dos próprios planos afirmam buscar).

Esta pesquisa procura investigar como são levados em conta os efeitos distributivos dos investimentos de transporte em termos de acessibilidade a empregos e a avaliação dos impactos nas desigualdades no processo de planejamento das redes de transporte público, usando a cidade de São Paulo como estudo de caso. Nesse sentido, o cerne deste trabalho não está no diagnóstico das condições atuais da mobilidade urbana da cidade, mas nos aspectos relacionados às análises que dão suporte às tomadas de decisão sobre os investimentos na rede de transportes e nos impactos esperados nas trajetórias das desigualdades. Diferentemente de boa parte da produção acadêmica neste campo, que se concentra majoritariamente em compreender as condições existentes relativas às desigualdades nos transportes e na acessibilidade, o interesse desta pesquisa é contribuir com um campo que tem recebido menos atenção: o estudo das técnicas utilizadas para planejar e priorizar as ações para transformar essa realidade. A partir do caso de São Paulo, procura-se discutir quanto e como a acessibilidade e a equidade são tratadas nos instrumentos de planejamento (entendidos como estudos *ex-ante* para suportar as tomadas de decisão sobre a ampliação da oferta), e os efeitos dos projetos previstos nas desigualdades sociais relacionadas ao transporte.

Cabe aqui fazer uma observação sobre o fato de que os projetos que são efetivamente implementados não seguem necessariamente as propostas definidas nos planos. É possível observar que as linhas que vão sendo escolhidas para implementação (as novas) e ampliação (as existentes) normalmente existem como propostas gerais nos planos, entretanto vão sofrendo mudanças de traçado, às vezes significativas. Os próprios processos de tomada de decisão e o que motiva ou explica as diferenças entre o que é proposto nos instrumentos de planejamento e o que é efetivamente implementado, no entanto, estão fora do escopo deste trabalho e não são objeto da presente pesquisa.

Este trabalho avalia, portanto, sob duas perspectivas a questão dos efeitos distributivos no planejamento de transporte público em São Paulo: a primeira a partir dos instrumentos de planejamento e a segunda através de um estudo empírico *ex-ante* dos projetos propostos. A revisão dos planos – nomeadamente o PITU 2020, o PITU 2025, o PDE e o PlanMob – permite identificar os critérios de avaliação adotados explicitamente para

orientar as tomadas de decisão sobre quais projetos priorizar. Já a análise *ex-ante* dos projetos de expansão da rede estrutural de transporte público efetivamente previstos na agenda dos governos para implementação permite avaliar de forma mais realista os efeitos distributivos esperados como resultado dessas decisões. Assim, busca-se contrapor como são usados os conceitos de acessibilidade e equidade nos planos de transporte com a análise do impacto que efetivamente pode ser esperado dos projetos previstos sobre as desigualdades, revelando dessa maneira as incoerências e limitações das práticas estabelecidas e das técnicas predominantes no planejamento de transportes.

1.1. Objetivos

Como objetivo geral, a pesquisa busca mostrar como o planejamento do transporte público desconsidera o impacto sobre as desigualdades sociais – utilizando técnicas indiferentes à distribuição dos efeitos – e apontar abordagens que permitam introduzir de maneira efetiva e sistemática a equidade na formulação das políticas do setor.

Para tanto, é analisado o acesso a empregos na cidade de São Paulo como estudo de caso, dividindo a pesquisa em dois componentes principais:

Primeiro componente: Revisão dos instrumentos de planejamento do transporte público – entendidos como as bases conceituais que traduzem a visão para a expansão da rede de transporte, e como ferramentas de apoio à tomada de decisão e de legitimação das políticas – com os seguintes objetivos específicos:

- Identificar como são abordados o conceito de acesso a oportunidades e a dimensão de equidade nos objetivos dos planos; e
- Identificar como são tratados a acessibilidade e o impacto nas desigualdades nas avaliações *ex-ante* das políticas e projetos propostos nos planos.

Segundo componente: Análise *ex-ante* da distribuição de efeitos dos projetos de expansão da rede de transporte no acesso a empregos, cujos objetivos específicos são:

- Analisar os efeitos distributivos nos níveis de acessibilidade, explicitando o impacto dos projetos sobre as desigualdades de acesso a empregos; e
- Comparar as trajetórias das desigualdades de acesso a empregos a partir da adoção de princípios de justiça utilitaristas, mostrando como podem levar a aumentos nas desigualdades, e de abordagens orientadas à equidade, que podem levar à progressiva redução das desigualdades.

Dessa maneira, procura-se compreender melhor as limitações das práticas utilizadas no planejamento à luz da necessidade de construção de cidades mais justas, mostrando as incoerências entre as intenções que o planejamento afirma ter de promoção da equidade e os efeitos esperados das políticas e dos projetos propostas para expansão da rede de transporte público. Nesse sentido, os objetivos de pesquisa descritos acima podem ser entendidos como um percurso pelo processo de planejamento – buscando evidenciar essas limitações metodológicas e explorar caminhos para a incorporação da equidade de maneira mais robusta – em quatro grandes passos:

- Verificar de maneira sistemática o que os instrumentos de planejamento de transporte afirmam buscar nos seus objetivos em relação à equidade e, mais especificamente, à redução das desigualdades sociais associadas ao transporte.
- Constatar se os planos mensuram os efeitos distributivos dos projetos para avaliar se as políticas propostas de fato atendem às metas de equidade e desigualdades.
- Estimar a distribuição de efeitos dos projetos de expansão da rede de transporte público para comparar o desempenho das propostas em relação às desigualdades, por meio de métricas simples, de fácil adoção e interpretação para ampla utilização.
- Mostrar como o uso de abordagens orientadas à equidade podem contribuir com uma progressiva redução das desigualdades associadas ao transporte, e como as abordagens utilitaristas predominantes no planejamento podem levar a aumentos nas desigualdades.

1.2. Perguntas de pesquisa, hipóteses e premissas

A partir dos objetivos descritos acima, apresenta-se a seguir as perguntas que este trabalho procura responder, as hipóteses testadas e algumas de suas premissas. A distinção entre os dois componentes principais desta pesquisa – a revisão dos instrumentos de planejamento e a análise dos efeitos dos projetos previstos – é utilizada aqui para definir separadamente as perguntas e as hipóteses específicas para cada uma dessas duas chaves de trabalho complementares.

Perguntas de pesquisa para a revisão crítica dos instrumentos de planejamento:

- Os instrumentos de planejamento de transportes consideram a redução das desigualdades e o acesso a oportunidades entre seus objetivos e princípios?
- Os instrumentos de planejamento de transportes contemplam os efeitos distributivos na avaliação das propostas? Utilizam métodos que permitam avaliar o impacto nas desigualdades sociais relacionadas aos níveis de acessibilidade?

A partir dessas perguntas, busca-se avaliar a seguinte hipótese:

- Os métodos utilizados para a avaliação das propostas de expansão da rede de transportes não contemplam critérios que permitam incorporar o impacto sobre as desigualdades de acessibilidade no processo de planejamento.

Perguntas de pesquisa para o estudo de caso sobre os efeitos distributivos dos projetos de transporte previstos:

- Quais são os efeitos distributivos dos benefícios em acessibilidade a empregos dos projetos de expansão da rede estrutural de transporte público previstos para a cidade de São Paulo? Qual é o impacto esperado dos projetos previstos nas desigualdades sociais associadas à acessibilidade considerando os recortes de renda, classe e raça?
- Qual é a diferença, em termos de avaliação de alternativas relativa às trajetórias das desigualdades, entre a aplicação de princípios de justiça orientados à equidade como o critério *maximax* e de abordagens utilitaristas na análise dos efeitos de projetos de transporte?

Hipótese para a análise de efeitos distributivos dos projetos em São Paulo:

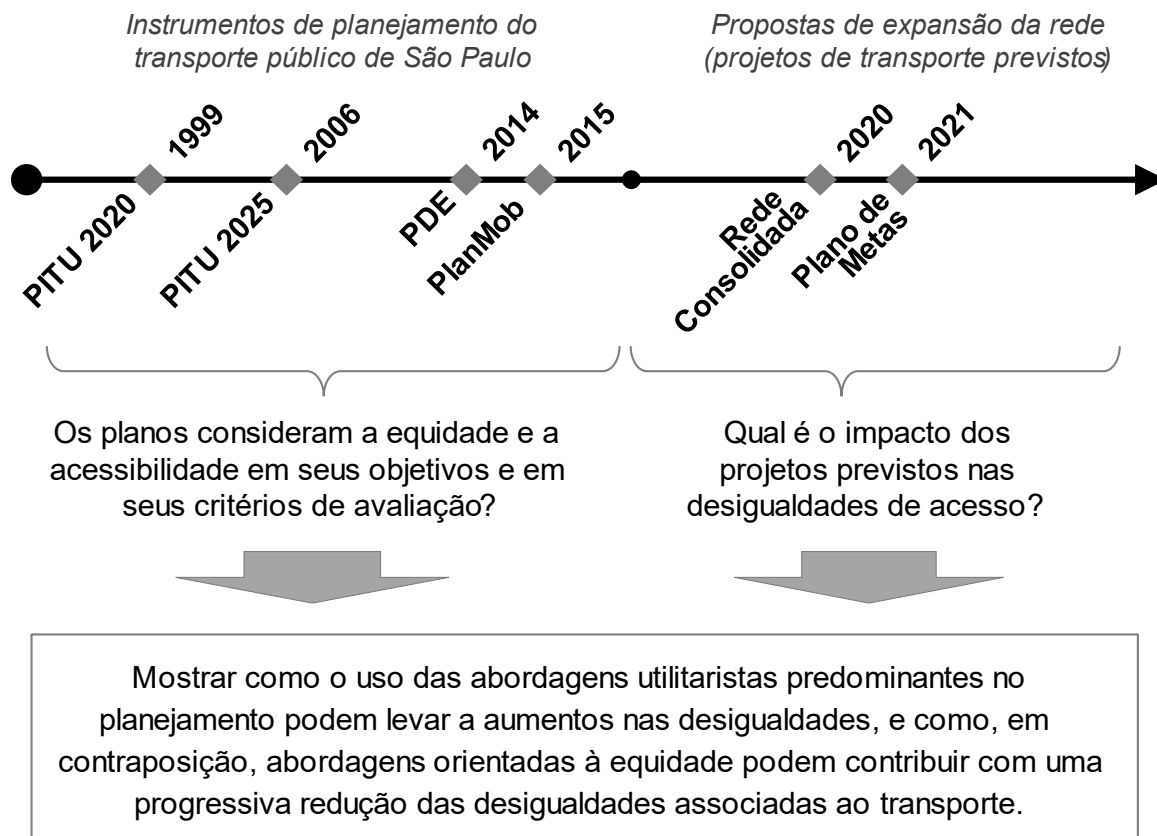
- A aplicação da abordagem utilitarista, que prioriza as alternativas de maior benefício médio na avaliação e priorização de projetos para expansão da rede de transportes, pode levar ao agravamento dos níveis de desigualdade.

A Figura 2 resume esquematicamente em uma linha de tempo os instrumentos abordados em cada um dos dois componentes desta pesquisa apresentados acima.

Adicionalmente, é preciso mencionar alguns aspectos metodológicos sobre a delimitação do escopo da pesquisa e suas premissas.

A pesquisa trabalha em dois componentes complementares – revisão crítica dos instrumentos de planejamento e análise dos efeitos distributivos dos projetos de transporte previstos – cuja interconexão está diretamente relacionada às discrepâncias entre aquilo que é originalmente estipulado nos planos e as propostas que posteriormente são efetivamente levadas adiante para implementação. No entanto, conforme mencionado na primeira parte da introdução, este trabalho não entra no mérito das causas ou dos processos que originam essas disparidades entre as intervenções inicialmente definidas nos planos e os projetos que decide-se implementar. Toma-se esse fenômeno como uma premissa, e exploram-se as questões associadas a isso como parte do trabalho para responder às perguntas de pesquisa.

Figura 2 – Resumo esquemático dos componentes da pesquisa



Fonte: elaboração própria.

Outra ressalva a explicitar é que as análises não buscam tratar sobre o impacto dos projetos de maneira específica sobre cada região atendida. Este trabalho limita-se a avaliar os efeitos sobre o conjunto da população da cidade, considerando a distribuição dos efeitos sob recortes de renda, classe e raça, mas sem entrar nas discussões associadas de forma particular à geografia de cada projeto de transporte estudado. Em função disso, apesar das linhas de metrô, trem e BRT abordados aqui cobrirem um conjunto bastante amplo de bairros e regiões da cidade de São Paulo, a discussão sobre os efeitos dessas intervenções não pretende entrar nas implicações territoriais específicas de cada zona.

Em relação abrangência das análises sobre acessibilidade, este trabalho se restringe a avaliar apenas o impacto do sistema de transporte sobre os níveis de acesso a empregos. Evidentemente, as desigualdades também podem ser reduzidas por meio de políticas habitacionais ou medidas que incidam na distribuição espacial dos postos de trabalho, mas os efeitos de mudanças no uso do solo estão fora do escopo desta pesquisa. Ainda nessa chave, a implementação de sistemas de transporte massivo também provoca transformações na ocupação do entorno das estações no médio e longo prazos, alterando o uso do solo e,

consequentemente, impactando os níveis de acessibilidade. Apesar de ser um fator importante no planejamento e na formulação das políticas e merecedor de atenção no estudo das cidades, entretanto, essa dimensão analítica também foge ao alcance desta pesquisa.

Finalmente, o foco de estudo da pesquisa não é pobreza, mas desigualdades. Isso não significa que o tópico não seja importante, muito pelo contrário: ambos aspectos são de grande relevância nas discussões sobre equidade, e devem fazer parte das preocupações nos processos de planejamento de transportes. De fato, existe uma crescente discussão e produção acadêmica em torno do tópico de pobreza associada ao transporte ou *transport poverty*, mais interessada em uma parte particular da distribuição – aqueles que menos têm ou que não têm –, com questões chave e especificidades que requerem atenção própria, mas que fogem ao escopo principal do presente trabalho, que explora a relação entre os extremos da distribuição. Nesse sentido, esta pesquisa pode ser compreendida como a exploração mais específica das desigualdades como objeto de análise principal – nomeadamente o estudo das *diferenças* entre os que mais têm e os que menos têm acesso às oportunidades de trabalho na cidade de São Paulo – mas entendidas como parte de uma discussão mais ampla, mais complexa e multidimensional de equidade.

1.3. Estrutura do documento

Este documento está organizado em seis capítulos. Na sequência desta introdução, o capítulo 2 contém a revisão bibliográfica, seguido da descrição dos dados e métodos utilizados na pesquisa no capítulo 3. O capítulo 4 representa o primeiro componente analítico da pesquisa, com uma discussão sobre o uso dos conceitos de acessibilidade e de desigualdades nos instrumentos de planejamento da rede de transporte público de São Paulo. O capítulo 5 completa os resultados da pesquisa com o segundo componente, que analisa e discute os efeitos distributivos em acessibilidade dos projetos de transporte previstos. O capítulo 6 finaliza com as conclusões da pesquisa.

O Apêndice 1 apresenta as tabelas completas de resultados do segundo componente, para todos os cenários de análise. E o Apêndice 2 descreve os métodos, critérios e resultados da análise de variação residual dos tempos de viagem utilizados como base para o estudo dos efeitos dos projetos de transporte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de literatura busca explorar os principais aspectos dos três campos de estudo de interesse para esta pesquisa e suas interseções: a acessibilidade (acesso a oportunidades), as desigualdades e os critérios de avaliação de projetos no planejamento de transportes.

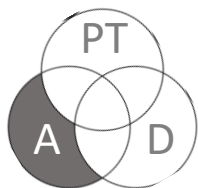
O capítulo está organizado em quatro partes. Primeiro, uma seção abordando conceitos e aplicações sobre acesso a oportunidades. Em seguida, uma discussão sobre teorias de justiça, princípios de equidade e desigualdades no setor de transportes. A terceira seção apresenta uma revisão sobre as formas de estudar e medir desigualdades no âmbito dos transportes e da acessibilidade. A última parte trata das críticas às técnicas tradicionais de planejamento de transporte e a incorporação da dimensão de equidade nos planos e nas avaliações de projetos.

2.1. Acessibilidade

A partir do momento em que, com a introdução do transporte motorizado, as cidades se expandiram a uma escala muito além da possibilidade de realizar boa parte das atividades fundamentais a pé, a mobilidade se tornou uma dimensão estrutural da vida social (Martens, 2012). O acesso às oportunidades de trabalho, estudo, compras, serviços, saúde e às mais variadas atividades que permitem a reprodução da vida urbana, depende da possibilidade de realizar deslocamentos, e, portanto, da existência de redes de transporte (seja ativo ou motorizado, individual ou coletivo) que permitam conectar origens e destinos (Vasconcellos, 2000). Os sistemas de transporte, nessa perspectiva, deixam de ser um fim em si mesmo, mas uma forma de conectar o território e possibilitar a realização de atividades.

Esse campo de estudo tem ganhado crescente atenção na produção acadêmica, e desdobra-se em muitos aspectos, alguns dos quais são de particular interesse para esta pesquisa, tratados nesta seção: as definições e tipos de indicadores de acesso a oportunidades; a aplicação desse conceito voltada a empregos; e o uso dessa ferramenta de análise nos instrumentos de planejamento e avaliação de projetos (interseção entre acessibilidade e planejamento de transportes).

2.1.1. Definições e medidas de acessibilidade



A acessibilidade pode ser definida resumidamente como o potencial de oportunidades para interações (Hansen, 1959). Outra definição que orientou historicamente o desenvolvimento do termo acessibilidade (Ingram, 1971) afirma que pode ser entendida como o grau de conexão entre diferentes pontos, denotando implicitamente uma medida de proximidade entre locais, mas que também pode referir-se, alternativamente, à capacidade de um sistema de transporte em oferecer formas de superar a distância entre dois lugares diferentes, ou, a partir dessa definição, para acessar as oportunidades distribuídas no território. Geurs e Van Wee (2004), adotam como definição de acessibilidade o quanto o uso do solo e os sistemas de transporte permitem que (grupos de) indivíduos alcancem atividades ou destinos por meio de um (ou uma combinação de) meio(s) de transporte. Ao fazer uma recapitulação de diversas definições, esses autores destacam ainda que pode ser operacionalizada de várias formas dependendo do contexto e objetivos de aplicação, podendo combinar componentes de uso do solo, do sistema de transporte, temporais e relativos às características dos indivíduos (Geurs e Van Wee, 2004).

A revisão da literatura deixa claro que há um número crescente e cada vez mais variado de indicadores de acessibilidade, desenvolvidos para diferentes finalidades, contextos e níveis de disponibilidade de informação. Wu e Levinson (2020) propuseram recentemente uma classificação que busca dar um marco conceitual mais geral e integrador à tipologia prevalente até então, que agrupava os tipos de medidas segundo o elemento principal que as definissem (infraestrutura, localização, indivíduo ou utilidade). Em um primeiro nível, a proposta de Wu e Levinson (2020) faz uma distinção entre os indicadores que medem o grau de oportunidades acessíveis em função de uma impedância (chamados de “primários”) e os indicadores que medem a impedância para acessar um determinado nível de oportunidades (chamados de “duais”). O primeiro grupo representa a acessibilidade em termos do número ou porcentagem de oportunidades, enquanto o segundo é medido em termos de tempo, custo ou distância. A partir dessas duas classes, desdobram-se diferentes tipos, que vão desde os indicadores mais simples, como os topológicos (que levam em conta unicamente características da rede), e incrementalmente de maior complexidade, como os que incorporam o número de oportunidades (com funções de impedância binárias, exponenciais negativas ou “gravitacionais”, e ponderadas, entre outras), custos de viagem nos links e preferências individuais (Wu e Levinson, 2020).

Derivado dessa gama de possibilidades de mensuração, uma discussão sobre indicadores de acessibilidade pertinente para este trabalho refere-se à contraposição entre complexidade (considerando maior número de componentes em busca de maior consistência metodológica segundo o objetivo) e simplicidade (em função de disponibilidade de dados, facilidade de interpretação e maior praticidade para promover seu uso). Handy e Niemeier (1997) já levantavam a questão há mais de duas décadas, questionando se, ao momento de escolher uma abordagem, uma medida simples poderia ser tão ou mais efetiva que uma alternativa mais complexa: dependendo da finalidade, uma medida de oportunidades cumulativas básica pode dar uma boa indicação, mesmo que mais aproximada, do nível de acessibilidade, com a vantagem de ser mais fácil de compreender, relativamente às baseadas em utilidade ou gravitacionais. Esse debate continua até a atualidade, e a decisão depende de diversos fatores. Mesmo o avanço no desenvolvimento metodológico e a disponibilidade de ferramentas computacionais mais poderosas para processar com maior rapidez indicadores sofisticados não tirou força do argumento em favor da simplicidade – pela menor demanda de dados, maior facilidade de interpretação e comunicação de resultados e praticidade para uso por parte dos profissionais no planejamento de transporte – a depender do contexto e da finalidade, se isso pode levar a uma maior adoção na formulação de políticas e no planejamento das cidades (Benenson *et al.*, 2011; Boisjoly, Moreno-Monroy e El-Geneidy, 2017; Papa *et al.*, 2015; Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020; Wu e Levinson, 2020). No contexto da presente pesquisa, que se debruça sobre a ainda bastante limitada aplicação da acessibilidade nos instrumentos de planejamento (como apontado nas próximas seções), o argumento em favor da simplicidade ganha força no sentido de reduzir barreiras visando a maior proliferação de sua aplicação.

2.1.2. Acessibilidade a empregos

Esta seção apresenta uma revisão sobre o papel da acessibilidade a empregos como condicionante de entrada e de permanência no mercado de trabalho. Apesar desta pesquisa não ter como objetivo avaliar essa relação, apontar as evidências encontradas nesse sentido permite compreender a relevância social e econômica da acessibilidade a empregos e destacar a importância de considerar essa dimensão no planejamento da mobilidade urbana.

O transporte pode ser uma barreira de acesso ao mercado de trabalho, contribuindo para a exclusão social de vários grupos populacionais de baixa renda pela falta de meios para a busca de emprego, ir a entrevistas e a exames médicos (Wee, Van e Geurs, 2011). O transporte pode ser também um fator significativo para conseguir ou reter empregos. Em uma revisão sistemática explorando evidências da relação entre emprego e diferentes aspectos relacionados aos transportes (Bastiaanssen, Johnson e Lucas, 2020), foram identificadas

evidências, para cidades dos EUA, de que a posse de automóvel aumenta significativamente a probabilidade de um indivíduo estar empregado, principalmente para beneficiários de programas sociais. Encontraram também indicativos da relação com o aumento de acesso aos sistemas de transporte público e maiores níveis de acessibilidade a empregos, porém sem evidências tão inequívocas como para a posse de auto. Os autores apresentam numerosos estudos que apontam para uma associação positiva (o que não significa causalidade) com a probabilidade de estar empregado, de preservar a estabilidade de emprego ou de reduzir o tempo em desemprego, em alguns casos para grupos específicos (beneficiários de programas sociais, baixo grau de instrução, mulheres, jovens, aborígenes). Predominam nessa seleção os casos nos EUA, mas inclui também estudos para cidades de países em desenvolvimento, como Cidade do México, Accra e Taipei (Bastiaanssen, Johnson e Lucas, 2020).

Para além da substancial produção acadêmica voltada à Europa e à América do Norte, nos últimos anos tem crescido o número de trabalhos relacionados à acessibilidade a empregos em países em desenvolvimento, majoritariamente enfocados no transporte público. A começar por outros continentes, os trabalhos de Avner e Lall (2016) e de Chen et al. (2017) estudam a acessibilidade a empregos em cidades africanas como um fator importante tanto para trabalhadores como para firmas.

Apesar de bastante menos numerosos do que para países desenvolvidos, há vários exemplos de trabalhos sobre cidades da América Latina, inclusive relacionando acessibilidade e equidade. De fato, no continente a maioria dessas publicações nos últimos anos concentra-se principalmente em acessibilidade a empregos e a escolas (Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020). O desequilíbrio entre a distribuição de empregos e de população, principalmente de baixa renda, é uma característica comum a várias destas cidades, incluindo Bogotá (Bocarejo S. e Oviedo H., 2012; Guzman, Oviedo e Rivera, 2017), Cidade do México (Quintanar, 2015; Venter, Mahendra e Hidalgo, 2019) e Buenos Aires (Pucci *et al.*, 2019; Quirós e Mehndiratta, 2015), o que resulta em grandes disparidades no nível de acessibilidade.

No Brasil a acessibilidade a empregos tem sido explorada por meio de diferentes abordagens metodológicas, aplicadas em diversas cidades incluindo Fortaleza (Bittencourt, Giannotti e Marques, 2020; Holanda de Souza e Loureiro, 2018; Rodrigues *et al.*, 2017), Rio de Janeiro (Bittencourt, Giannotti e Marques, 2020; Boisjoly *et al.*, 2020; Pereira, 2018a; b), e Curitiba (Bittencourt, Giannotti e Marques, 2020; Boisjoly *et al.*, 2020), entre outras, além de São Paulo, discutida a seguir.

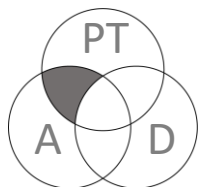
A acessibilidade a empregos por transporte público na cidade de São Paulo por si só revela uma cidade com fortes desigualdades, e, ao combiná-la à distribuição espacial de índices de desenvolvimento humano (IDH), identifica-se uma associação entre baixo acesso a empregos e baixo IDH (Slovic *et al.*, 2019). Essa sobreposição de carências ainda soma-se ao processo histórico de segregação, identificando que esses grupos sociais são predominantemente não brancos, vivem na periferia com infraestrutura precária e têm expectativa de vida significativamente abaixo do que a população com alto IDH (Slovic *et al.*, 2019). Outro aspecto da acessibilidade a empregos em São Paulo associado a condições de precariedade é a sua relação com o nível de informalidade nos vínculos de trabalho. A probabilidade de possuir um emprego formal tem correlação positiva com o nível de acesso a empregos por transporte público (Boisjoly, Moreno-Monroy e El-Geneydy, 2017): quanto maior a acessibilidade, menor a probabilidade de trabalhar no setor informal. Nesse sentido, Moreno-Monroy e Ramos (2015) testaram as mudanças em informalidade em áreas que receberam investimentos em infraestrutura de transporte público e encontraram evidências de que a informalidade nos empregos foi reduzida 16% mais rápido nesses locais entre 2000 e 2010 em comparação com as áreas que sofreram demoras na implantação dos projetos de transporte.

É possível apontar também alguns casos mais raros de comparação entre acessibilidade a empregos por transporte público versus privado em São Paulo. Pritchard *et al.* (2019a) estudaram essas cidades junto a Londres e à região de Randstat na Holanda através da avaliação de distintas formas de medir acessibilidade e desigualdade. Esses mesmos autores também se debruçaram, em outro trabalho (Pritchard *et al.*, 2019b), em estudar o potencial da bicicleta para aumentar a acessibilidade a empregos ao ser combinada com o transporte público, substituindo o walk-and-ride pelo bike-and-ride, e comparando essas duas alternativas com a opção por automóvel. Já Tomasiello *et al.* (2019) exploraram técnicas de modelagem multi-temporal para avaliar acessibilidade a empregos de baixo salário em três favelas de São Paulo, nas horas pico e fora dos picos.

À luz das perguntas de pesquisa deste trabalho, mais especificamente à interseção entre acessibilidade e planejamento de transportes, cabe destacar que a maior parte da literatura analisada se concentra em compreender a situação existente em estudos voltados ao diagnóstico, mas sem aplicar as técnicas de acessibilidade na avaliação de projetos e do impacto de ações e políticas, seja *ex-ante* ou *ex-post*. Existem exceções como as análises de Pereira (2018a; b) sobre os investimentos no Rio de Janeiro por motivo da Copa e das Olimpíadas ou de Tomasiello, Giannotti e Feitosa (2020) sobre diferentes políticas de transporte e habitação para São Paulo, além do artigo citado anteriormente de Moreno-Monroy e Ramos (2015) sobre o efeito das demoras na implantação na rede de transporte

público sobre a informalidade no emprego. Diferentemente desta dissertação de mestrado, esses trabalhos estão enfocados em verificar o impacto de determinadas políticas ou projetos implementados, mas sem entrar na discussão sobre os critérios de avaliação considerados pelo poder público ou os respectivos instrumentos de planejamento em relação aos efeitos das medidas nos níveis de acessibilidade ou nas trajetórias esperadas das desigualdades.

2.1.3. O uso da acessibilidade no planejamento de transportes



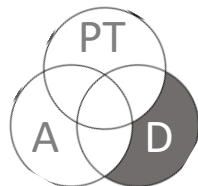
A ideia de usar a acessibilidade como objetivo central do planejamento de transportes é antiga, mas, apesar do amplo desenvolvimento metodológico existente, a sua adoção tem sido lenta e ainda está longe de estar efetivamente presente no setor (Handy, 2020). Levine (2020) aponta uma série de obstáculos relacionados à evolução histórica do uso da acessibilidade no planejamento, como a percepção de ser um instrumento normativo prescrito por urbanistas, fazendo com que a adoção da acessibilidade como conceito central no planejamento de transporte em alguns setores no contexto dos EUA fosse negligenciada ou até rejeitada.

Em uma análise de 32 planos metropolitanos de transporte relativamente recentes da América do Norte, Europa, Ásia e Austrália, Boisjoly e El-Geneidy (2017a) identificam que, apesar do termo acessibilidade estar presente na maioria deles, na prática, o foco principal dos instrumentos ainda é a mobilidade, e os objetivos de acessibilidade raramente são traduzidos em indicadores. Isso revela que existe uma compreensão sobre a relevância de levar em conta o acesso potencial a oportunidades, mas as técnicas de análise e as tomadas de decisão ainda estão fortemente ancoradas nas abordagens baseadas na concepção de mobilidade (Boisjoly e El-Geneidy, 2017b). De fato, na pesquisa conduzida por esses autores com mais de 300 profissionais de planejamento de transporte e uso do solo de países desenvolvidos (Boisjoly e El-Geneidy, 2017a), foi possível observar que apesar da grande maioria ter conhecimento sobre o assunto, o uso de métricas de acessibilidade é muito menos comum: 90% possuem familiaridade conceitual mas somente 55% afirmam usar indicadores no seu trabalho. Curiosamente, entretanto, a falta de conhecimento foi o fator mais mencionado como barreira, seguida de falta de dados. Outro estudo que explorou o uso de indicadores de acessibilidade na Europa (Papa *et al.*, 2015) identificou a falta de dados e a separação institucional entre planejamento urbano e de transportes como as principais barreiras percebidas por profissionais dessas áreas, e destacou a importância de buscar

indicadores mais simples e de fácil compreensão como forma de aumentar a sua adoção mais ampla.

No contexto latino-americano, Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia (2020) também chamam a atenção para o uso incipiente mas ainda limitado de estudos voltados à acessibilidade, motivo pelo qual propõem uma estratégia pragmática de utilização de indicadores menos complexos que facilitem a sua difusão (e concentrar os esforços de refinamento metodológico sobre métricas mais sofisticadas somente em cidades que já possuam suficiente acúmulo de conhecimento ferramental e disponibilidade de dados). Em uma pesquisa feita com 94 profissionais da área de planejamento sobre equidade e mobilidade urbana no Brasil, Guimarães e Lucas (2019) identificaram que os participantes não mencionam a melhoria da acessibilidade como objetivo central de projetos que consideram socialmente sustentáveis. Essa realidade evidencia a necessidade de avanços significativos na introdução efetiva do conceito de acesso a oportunidades e do uso de indicadores de acessibilidade entre planejadores no Brasil, em especial considerando os desafios relacionados a equidade e desigualdades em transporte.

2.2. Equidade e desigualdades em transportes



A equidade é uma dimensão fundamental da ideia de sustentabilidade (Holden, Gilpin e Banister, 2019; Leach *et al.*, 2018; Rock, Ahern e Caulfield, 2014; United Nations, 2021), e não pode ser relegada a um papel secundário ou marginal no planejamento da mobilidade urbana. Mas para estudar os efeitos distributivos e avaliar as implicações de equidade dos projetos de transporte, primeiro é preciso compreender as bases conceituais sobre justiça social e sua aplicação no setor de transportes. Alguns autores têm colocado bastante atenção nesse campo, com contribuições que trouxeram maior clareza sobre essa discussão no campo dos transportes e permitem definir com maior consistência as escolhas metodológicas (Lucas, Wee, Van e Maat, 2015; Martens, 2012; Martens, Ciommo e Papanikolaou, 2014; Pereira, Schwanen e Banister, 2017; Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van e Geurs, 2011). Destaca-se, entretanto, que na América Latina a maior parte dos trabalhos que se propõem analisar a relação entre equidade e transportes tratam de forma bastante superficial as implicações filosóficas, sem definir com clareza as teorias éticas que se supõe fundamentam seus pressupostos e orientam suas escolhas (Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020).

2.2.1. Transporte como esfera distributiva

Antes de entrar especificamente nas abordagens teóricas de justiça social nos transportes, vale e pena relembrar que boa parte da discussão sobre desigualdades sociais concentra-se na renda da população, mas também são tratados aspectos como a oferta de infraestrutura e serviços básicos, mercado de trabalho e educação, gênero e raça, entre tantas outras (Arretche, 2015, 2018; Medeiros, 2012; Sen e Foster, 1997). Há, em efeito, uma crescente produção acadêmica, discutida na próxima seção, que tem explorado a aplicação de diferentes princípios de justiça no âmbito dos transportes e, mais especificamente, na acessibilidade. Martens (2012), no entanto, faz uma contribuição importante que poderia passar despercebida para o pesquisador que, implícita ou explicitamente, já fez a sua escolha metodológica: por que analisar a desigualdade de acesso como um campo específico de intervenção das políticas públicas? Ou, pela negativa, por que analisar a acessibilidade sem incluir outros “bens primários”? Essa pergunta, que em outras situações pode ser passada por alto, cobra maior relevância quando o interesse está em reconsiderar as premissas dos processos de planejamento, avaliação de projetos de transporte e tomada de decisão para projetos de transporte.

Para responder essa questão, Martens recorre à teoria das “Esferas da Justiça” de Michael Walzer (Martens, 2012), segundo a qual cada sociedade atribui um significado social específico a determinados bens, distinguindo-os dos demais bens comuns que podem ser distribuídos através do mercado pelo princípio de livre troca sem implicações centrais sobre equidade e justiça social. Esses bens com significado social particular merecem suas próprias esferas distributivas, tal como os exemplos clássicos de educação e saúde em várias sociedades (Martens, 2012), onde, sem ir mais longe, é possível citar o Brasil, que criou sistemas públicos para prover esses serviços a sua população como parte de suas políticas sociais (Arretche, 2015). Martens defende que o transporte – e, por extensão, a acessibilidade – também deve ser tratado como uma esfera separada, com uma distribuição autônoma em relação a como outros bens são distribuídos. Por quê? Resumidamente, por ter se tornado um recurso indispensável para realizar atividades básicas e poder exercer outros direitos, incluindo o acesso à educação, saúde e outros. As políticas públicas atuais permitem que o transporte fique sujeito à disponibilidade de renda, criando desigualdades de acessibilidade entre grupos sociais (Martens, 2012).

A isso pode somar-se o argumento de que no Brasil o transporte é um direito social assegurado na constituição desde 2015, a partir da promulgação da Emenda Constitucional 90/2015 (Brasil, 2015). Assim como com outros direitos como educação, saúde e habitação, as políticas públicas ainda não oferecem resposta adequada: muitas dessas necessidades

básicas estão longe de ser plenamente atendidas. E dentre essas carências, é possível argumentar que o transporte é talvez um dos mais relegados como direito constitucional. A despeito de suas precariedades e deficiências, a população conta com um Sistema Único de Saúde e com uma rede de ensino público concebidos e estruturados como serviços universais (Arretche, 2018). Mesmo a habitação é objeto recorrente (ainda que intermitente e sem resolver os crescentes déficits) de programas de investimento público de grande escala, não somente no âmbito nacional (a exemplo do Banco Nacional de Habitação entre os anos 1960 e 1980 ou das ações do governo federal incluindo o Programa Minha Casa Minha Vida na última década), mas também com crescente participação de governos locais (Marques, 2015). Já o transporte não foi objeto de ações claras para que seja tratado efetivamente como direito, dando condições para que seja assegurado a toda a população e garantindo acessibilidade (Vasconcellos, 2000, 2018).

De fato, Hernandez (2018) associa a proposição de Martens, do transporte como esfera distributiva separada, à ideia de “decomodificação” de Esping-Andersen: a habilidade dos indivíduos para acessar bem-estar independentemente do seu desempenho no mercado. Assim, o direito à mobilidade torna-se uma “precondição para os outros direitos” (Ascher, 2005, apud Hernandez, 2018).

2.2.2. Abordagens teóricas sobre justiça social em transportes

Uma vez reconhecido o transporte (e a acessibilidade) como uma esfera distributiva separada, passamos às abordagens teóricas sobre princípios de justiça. Os enfoques tradicionais de avaliação de projetos de transporte tipicamente utilizam a estimação de custos e benefícios que as intervenções propostas geram para a sociedade como um todo. Uma das técnicas mais consagradas e amplamente utilizadas para apoio à toma de decisão é a análise custo-benefício (ACB) (Lucas, Wee, Van e Maat, 2015; Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van, 2012), na qual compara-se o conjunto de benefícios em relação aos custos para cada alternativa de ação com o objetivo de selecionar (ou priorizar) a proposta que deve ser escolhida para implementação. Essa abordagem baseia-se no princípio utilitarista, que, apesar de ser a predominante (não apenas no setor de transportes, mas nas mais diversas áreas), possui limitações decisivas em relação a considerações de equidade e desigualdades na análise de impacto de investimentos.

Crítica ao utilitarismo

No utilitarismo, conforme explica Amartya Sen (Sen e Foster, 1997), considerando que as preferências dos indivíduos são refletidas por uma função de utilidade – incluindo custos e benefícios – usada para avaliar o nível de bem-estar em cada situação, a soma das utilidades individuais representa o bem-estar social da população como um todo. Nessa perspectiva,

uma alternativa é preferível quanto maior seja a somatória. O problema com essa abordagem, destaca o autor, é que “a maximização das utilidades individuais é supremamente indiferente à distribuição interpessoal dessa soma” (Sen e Foster, 1997, p.16), tornando-a inapropriada para medir ou avaliar desigualdades.

A produção acadêmica sobre acessibilidade e teorias de justiça em transportes na última década oferece alguns caminhos alternativos a partir dos questionamentos ao utilitarismo. Um dos trabalhos que contribuiu em abrir essa discussão foi a proposta de Thomopoulos, Grant-Muller e Tight (2009) de incorporar princípios de outras perspectivas éticas às ferramentas tradicionais de avaliação de projetos de transportes como ACB e Análises Multi-critério como forma de superar parte das limitações que essas técnicas possuem em relação a considerações de equidade.

Logo depois, Van Wee e Geurs (2011) proporcionaram um aprofundamento teórico, destacando três teorias éticas relevantes para avaliações de acessibilidade e transporte: utilitarismo, igualitarismo e suficientarismo (*utilitarianism, egalitarianism e sufficientarianism*, no original em inglês). Em relação ao utilitarismo, os autores destacam que esse baseia-se no princípio de que um ato é moralmente correto se e somente se maximiza a quantidade de bem, ou seja, se a quantidade total de bem para todos menos a quantidade total de mal para todos é maior do que esse resultado líquido para qualquer outra ação disponível a esse agente. Eis a base ética que fundamenta a ACB.

Alternativas ao utilitarismo

Como contraponto, Van Wee e Geurs (2011) discutem as alternativas mencionadas acima. O igualitarismo, ainda segundo esses autores, tem na Teoria de Justiça de John Rawls um marco ético para contrapor ao utilitarismo, baseando-se no princípio de que é preciso observar a distribuição entre todas as pessoas para garantir um tratamento igualitário. Nessa proposição, a noção de justiça deve ser orientada a garantir o que Rawls chama de “bens primários”, a partir do que Van Wee e Geurs defendem que o acesso a determinados destinos poderia ser classificado como um bem social primário (Wee, Van e Geurs, 2011). Assim, o objetivo não deve ser a maximização para o conjunto da população como no utilitarismo, mas a busca por aumentar o benefício dos mais desprovidos da sociedade.

Finalmente, enquanto o igualitarismo de Rawls busca a redução das diferenças, o suficientarismo propõe que todos devem ter pelo menos um mínimo necessário (Lucas, Wee, Van e Maat, 2015; Martens, Ciommo e Papanikolaou, 2014). Uma vez atingido um determinado patamar que possa ser considerado “suficiente” para aqueles que estavam abaixo desse nível, não importa a distribuição no restante da população. Como base ética para orientar a tomada de decisão, segundo esta perspectiva, uma ação que resulte em mais

benefícios para os que estão em situação mais favorável (aumentando, assim, a desigualdade) é justificável sempre e quando se garanta esse mínimo para os que menos têm: basta assegurar o suficiente. O suficientarismo, portanto, não é necessariamente compatível com o princípio de redução das desigualdades.

Martens, Ciommo e Papanikolaou (2014) também partem da crítica à incapacidade da filosofia de justiça utilitarista de captar em que medida um projeto incrementa a acessibilidade daqueles que mais a necessitam. Coincidem em contrapor-la ao suficientarismo, como um princípio que procura acima de tudo evitar a miséria. Entretanto, além do questionamento às distorções decorrentes de não considerar os efeitos sobre a população acima do “suficiente”, destacam a dificuldade em determinar uma “linha de pobreza de acessibilidade”. Quando os autores indagam “Porque pessoas apenas abaixo do patamar merecem moralmente prioridade sobre aquelas apenas acima [desse patamar]?” (Martens, Ciommo e Papanikolaou, 2014, p.7, tradução nossa), é inescapável questionar o caráter inerentemente arbitrário da escolha dessa linha divisória.

Como alternativa, Martens, Ciommo e Papanikolaou (2014) propõem o prioritarismo, segundo o qual o valor moral de um benefício diminui à medida que melhora a condição do beneficiário. No âmbito dos transportes, isso significa que quanto maior o nível de acessibilidade de um grupo, menor o valor atribuído aos benefícios recebidos por esse grupo. A população ou as regiões com menor nível de acessibilidade devem receber, portanto, maior prioridade na tomada de decisão sobre projetos de transporte.

Mais recentemente, a revisão sistemática de literatura feita por Pereira, Schwanen e Banister (2017) oferece uma visão bastante completa e abrangente sobre as bases teóricas das principais abordagens de justiça distributiva e suas aplicações em políticas de transporte e acessibilidade, ampliando a comparação ao incluir, ao lado do utilitarismo e o igualitarismo Rawlsiano, perspectivas como o libertarismo, o intuicionismo e o “Capability Approach” (CA). Essa última, em particular, oferece uma concepção de acessibilidade que incorpora as características dos indivíduos conjuntamente com as características do território e do ambiente social, político e econômico. Apresenta, entretanto, diversos desafios críticos na sua operacionalização, incluindo a definição de um nível mínimo aceitável de acessibilidade e a complexidade associada à incorporação das várias dimensões (Martens, 2012; Pereira, Schwanen e Banister, 2017).

Existem também proposições que buscam conjugar diferentes perspectivas teóricas na tentativa de criar alternativas aplicáveis para a avaliação de projetos de transporte incorporando a dimensão de equidade e justiça distributiva. Lucas, Van Wee e Maat (2015) propõem um método que combina a ideia do suficientarismo ao igualitarismo por meio da

inclusão de um patamar mínimo de acessibilidade sobreposto à curva de Lorenz usada para calcular o índice de Gini (discutido na seção 2.3). Nessa proposta, a parcela da população abaixo do mínimo é usada para estimar indicadores no nível de severidade da exclusão social. A dificuldade em determinar qual é esse patamar que garante condições mínimas, entretanto, coloca-se novamente como desafio para colocar em prática esse princípio.

2.2.3. Aplicando princípios de justiça na avaliação de alternativas de ação

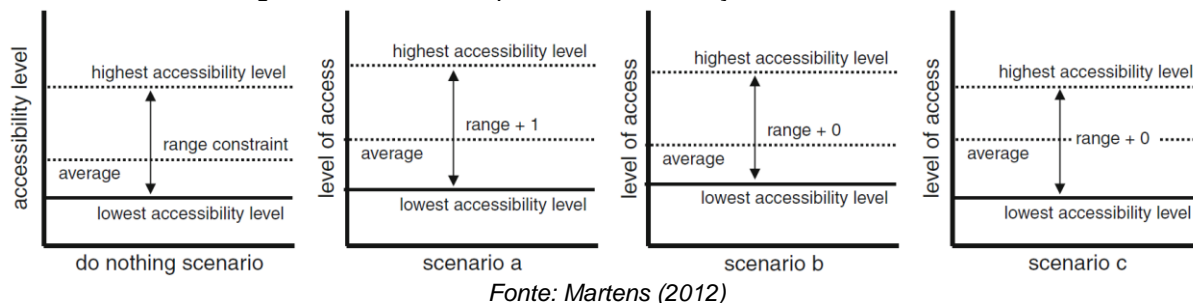
Duas das principais abordagens apontadas como alternativas ao utilitarismo para incorporar a dimensão da equidade impõem desafios de operacionalização. Por um lado, o Capabilities Approach, ao mesmo tempo que providencia uma abordagem conceitualmente mais abrangente, sofre das complicações práticas para sua implementação, incluindo a questão da definição dos mínimos e da incorporação de uma multiplicidade de dimensões (Martens, 2012; Pereira, Schwanen e Banister, 2017). Por outro lado, o suficientarismo, esbarra na arbitrariedade da definição de uma “linha de pobreza de acessibilidade” (Martens, 2012; Martens, Golub e Robinson, 2012). Além de não considerar os efeitos de aumento de desigualdades resultantes de incrementos em acessibilidade para grupos acima do patamar mínimo, esses trabalhos afirmam que essa abordagem enfrenta uma dificuldade, tanto prática quanto moral, de estabelecer o quanto é o “suficiente” para não comprometer o acesso a oportunidades por parte dos grupos mais vulneráveis.

O caminho proposto por Martens, Golub e Robinson (Martens, 2012; Martens, Golub e Robinson, 2012) retoma um princípio orientador proposto por Rawls, originalmente formulado para a renda da população, de maximizar a renda média fixando uma restrição de máxima diferença entre a renda mais baixa e a mais alta, chamado de “*maximax*”. Apontam essa proposta como preferível a outro dos princípios Rawlsianos, de maximização da renda média fixando uma restrição de renda mínima (denominado “*maximin*”), o qual, na prática, se depara: i) com problema semelhante ao suficientarismo da arbitrariedade em determinar esse piso; e ii) com a necessidade de permanente atualização desse mínimo cada vez que houver uma mudança substancial na acessibilidade. O critério *maximax*, em contraposição, tem a vantagem de contar automaticamente com um mecanismo de adaptação do nível de acessibilidade mínima ao fixar uma restrição de diferença máxima (Martens, 2012; Martens, Golub e Robinson, 2012) ao invés de um piso arbitrário.

A Figura 3, adaptada de Martens (2012), mostra de forma esquemática exemplos hipotéticos de cenários de avaliação para ilustrar a aplicação do conceito discutido acima. A alternativa A, apesar de produzir aumento nos níveis mínimo e máximo e na acessibilidade média, o que a tornaria a mais desejável na perspectiva utilitarista, deve ser rejeitada pelo princípio *maximax* por aumentar o *gap* para além da diferença máxima adotada como

aceitável. Os grupos mais favorecidos, neste caso, se apropriam de maior parcela dos benefícios, gerando um aumento das desigualdades. Os cenários B e C atendem, ambos, a condição de máxima diferença, e a escolha fica, portanto, por conta da máxima acessibilidade média. Notem que, neste exemplo hipotético, o menor nível de acessibilidade aumentou menos no cenário C do que no B, mas sua escolha justifica-se pelo maior aumento da média (mais benefícios globais para a sociedade).

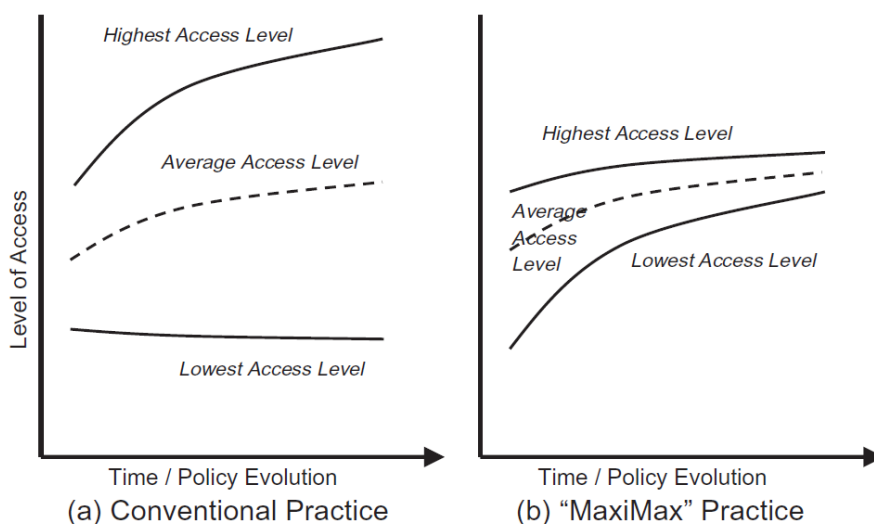
Figura 3 – Cenários hipotéticos de avaliação de acessibilidade.



Essa proposição ainda depende de uma definição de política pública sobre a máxima diferença aceitável para uma determinada situação. Uma primeira aproximação possível para efeitos de operacionalização do princípio *maximax* pode ser o de não aceitar um aumento em relação aos níveis de desigualdade existentes. Em casos como os do Brasil, e particularmente São Paulo, marcados por profundas desigualdades sociais e de acesso (França, 2015, 2010; Requena, Ralize e Saruê, 2015; Torres *et al.*, 2003), não aumentar os *gaps* existentes pode ser insuficiente, mas pelo menos estabelece um critério que evita o agravamento dessas desigualdades. Numa realidade marcada por fortes inequidades e exclusão social, é possível inclusive usar essa premissa como mecanismo para uma redução gradual das desigualdades: uma ação só é aceitável se reduz as diferenças entre os mais favorecidos e os mais carentes, mesmo que a mudança seja pouco significativa.

Martens, Golub e Robinson (2012) ilustram esquematicamente no gráfico da Figura 4 a diferença entre a prática convencional, que ao focar no incremento da acessibilidade média comumente tende a melhorar a mobilidade daqueles mais favorecidos, e a prática seguindo o princípio *maximax*, que também leva a aumento gradual no nível médio porém reduzindo progressivamente a diferença entre as parcelas da população no piso e no teto de acessibilidade. Adotando o critério proposto acima, de fixar os níveis de desigualdade existentes como a diferença máxima aceitável no princípio *maximax*, esse mecanismo poderia ser incorporado como parte dos critérios de avaliação de projetos no planejamento de transportes para contribuir com a redução progressiva das desigualdades de acesso.

Figura 4 – Cenários hipotéticos de avaliação de acessibilidade.



Fonte: Martens, Golub e Robinson (2012)

Equidade horizontal e equidade vertical

Finalmente, há também uma distinção, de interesse para a presente pesquisa, feita na literatura sobre a operacionalização das análises de desigualdades: a diferença entre equidade horizontal e vertical. Equidade horizontal refere-se à abordagem em que todos os indivíduos, grupos ou regiões devem ser tratados de forma comparável ou equivalente, enquanto que para a equidade vertical, indivíduos, grupos ou regiões desfavorecidos devem ser priorizados (Litman, 2020; Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van e Mouter, 2020). Assim, as análises que avaliam a distribuição da acessibilidade independentemente de marcadores de diferenças como renda, raça ou gênero, por exemplo correspondem à primeira categoria. Já a avaliação de diferenças do nível de acessibilidade entre as diferentes faixas de renda, ou mesmo entre as pessoas que possuem automóvel e as que dependem do transporte público, se enquadra na perspectiva de equidade vertical.

2.2.4. Sumário das abordagens de justiça social nos transportes

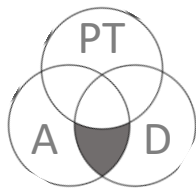
A Tabela 1 apresenta um sumário dos pontos centrais de destaque para as principais abordagens de justiça social nos transportes abordadas neste trabalho, discutindo o utilitarismo e suas alternativas a través dos respectivos critérios de valoração do benefício adicional resultante de uma determinada ação, dificuldades para operacionalização e contribuições para a redução de desigualdades.

Tabela 1 – Sumário de abordagens de justiça social nos transportes

Abordagem		Tratamento da distribuição dos efeitos de uma ação	Critério de valoração do benefício adicional resultante de uma determinada ação	Dificuldades para operacionalização	Contribuição para a redução de desigualdades
Utilitarismo		Desconsidera a distribuição dos efeitos.	Atribui o mesmo valor ao benefício adicional para qualquer indivíduo ou grupo, independentemente da sua posição na distribuição atual.	Já é o status quo, faz parte das técnicas predominantes.	Muito negativa: Perpetua, podendo inclusive aumentar, as desigualdades existentes.
Suficientarismo		Estabelece um mínimo para toda a população.	Somente atribui valor ao benefício adicional para aqueles indivíduos ou grupos que atualmente se encontram abaixo do patamar mínimo entendido como "suficiente". O benefício dos demais indivíduos ou grupos é desconsiderado na valoração da ação.	Exige definição de um valor arbitrário para adotar como mínimo ou "suficiente".	Negativa ou neutra: Pode levar a aumentos nas desigualdades (ao desconsiderar a parcela da distribuição acima do mínimo).
Prioritarismo		Importância inversamente proporcional à situação atual (quanto menos tiver, mais deve receber).	Valora o benefício adicional de cada indivíduo ou grupo inversamente proporcional à sua posição atual na distribuição existente.	Exige definição de uma função arbitrária para ponderar a posição de cada indivíduo ou grupo dentro da distribuição existente.	Positiva: tende a levar à redução das desigualdades.
Igualitarismo	princípio maximin	Adota como princípio geral a busca por aumentar o benefício dos mais desprovidos da sociedade.	Uma ação é considerada preferível às demais quando oferecer maior incremento na utilidade para a população como um todo (maximização do benefício médio), sujeita à condição de garantir um piso a toda a população (benefício mínimo).	Exige definição de um valor arbitrário para adotar como mínimo (semelhante ao suficientarismo).	Negativa ou neutra: Pode levar a aumentos nas desigualdades (ao desconsiderar a parcela da distribuição acima do mínimo).
	princípio <i>maximax</i> , limitado a uma diferença arbitrária		Uma ação é considerada preferível às demais quando oferecer maior incremento na utilidade para a população como um todo (maximização do benefício médio), sujeita à restrição de uma diferença máxima entre a base e o topo da distribuição.	Exige definição de um valor arbitrário (absoluto ou relativo) como diferença máxima aceitável.	Positiva: tende a levar à redução das desigualdades.
	princípio <i>maximax</i> , limitado às desigualdades atuais		Caso específico do princípio <i>maximax</i> , adotando como diferença máxima aceitável os níveis de desigualdade da distribuição atual (ou seja, evitar qualquer aumento nas desigualdades). Particularmente pertinente para situações em que as disparidades sociais do cenário base já são muito elevadas ou inaceitáveis.	Não requer adoção de parâmetros arbitrários relativos à distribuição existente.	Positiva: tende a levar à redução das desigualdades.

Fonte: Elaboração própria

2.3. Medindo as desigualdades no estudo da acessibilidade



Nesta parte da revisão bibliográfica, serão discutidos trabalhos que oferecem alternativas metodológicas para a mensuração das desigualdades no campo dos transportes e, principalmente, do acesso a oportunidades.

Existe na literatura um vasto repertório sobre medidas de desigualdade desenvolvidas principalmente em torno à distribuição da renda, que inclui uma gama de tipos de indicadores. Há medidas mais simples de comparação direta entre decis como a razão de Palma (Cobham e Sumner, 2013), ou uma combinação de diversas outras subdivisões, incluindo o 1% ou o 0,1% mais ricos, como utilizado por Atkinson, Piketty e Saez (Atkinson, Piketty e Saez, 2011; Piketty, 2014) e, no Brasil, por Medeiros e Castro (2015), para destacar os efeitos da concentração no topo da distribuição. E há uma série de indicadores com distintos graus de complexidade que procuram sintetizar em um único valor a magnitude das disparidades na distribuição, começando pelo já consagrado índice de Gini, ao qual é possível somar os índices de Theil, de Dalton e de Atkinson, cada um dos quais com pontos fortes e vulnerabilidades em relação às premissas e às propriedades desejáveis para efeitos de analisar as desigualdades de renda (Medeiros, 2012; Sen e Foster, 1997).

Transferir essas técnicas para o estudo da acessibilidade não é imediato nem trivial. Nos transportes, o índice de Gini é de longe o mais utilizado, não somente para acessibilidade mas para mensurar outros efeitos também (Wee, Van e Mouter, 2020). Apesar das diferenças de interpretação que a sua aplicação à acessibilidade requer, diversos autores o têm encontrado útil para revelar as desigualdades de acesso. Outras medidas também têm sido utilizadas, mas de forma mais incipiente e com menor frequência.

Ao analisar as desigualdades, vários estudos adotam implicitamente uma abordagem baseada na ideia de equidade vertical, mas geralmente não há uma discussão clara sobre a adoção desse enfoque metodológico. Dessa forma, para efeitos de buscar uma compreensão sobre diferentes dimensões de análise das desigualdades, a presente revisão deste assunto está dividida em duas vertentes: i) as desigualdades na distribuição da acessibilidade na população como um todo, sem desagregar por marcadores de diferenças sociais ou outras variáveis (equidade horizontal); e ii) a relação entre a distribuição da acessibilidade e as desigualdades sociais, principalmente de renda (equidade vertical).

2.3.1. Desigualdades de acessibilidade

Em uma perspectiva de equidade horizontal, onde todos os indivíduos ou zonas são tratados sem distinção, como elementos comparáveis (Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van e Mouter, 2020), foram revisadas referências que analisam em diferentes contextos as desigualdades na distribuição do acesso ao transporte e às oportunidades.

Um dos trabalhos pioneiros em utilizar as curvas de Lorenz e o índice de Gini para estudar as desigualdades na mobilidade urbana foi através da sua aplicação sobre a distribuição do nível de acesso à oferta de transporte público na cidade de Melbourne, para avaliar a equidade horizontal (Delbosc e Currie, 2011). Nesse mesmo trabalho, os autores finalizam com uma comparação do nível de acessibilidade ao sistema de transporte por parte de segmentos da população desagregados por alguns marcadores sociais (idade, renda e posse de automóvel) para analisar a equidade vertical por observação simples entre os grupos, sem indicadores sintéticos ou análises estatísticas dessas diferenças. De forma semelhante, Jang et al. (2016) geraram um “índice de acessibilidade espacial ao transporte público” que reflete a densidade de estações de metrô e de rotas de ônibus e estimaram o impacto da ampliação de uma linha de metrô no índice de Gini para a cidade de Seul. Essa análise de equidade horizontal aplicada aos transportes equivale à chamada equidade espacial (Jang *et al.*, 2016). Note-se que esses casos ainda não se referem a acesso a oportunidades, somente à quantidade de oferta disponível em cada zona.

Agora, uma vez que as curvas de Lorenz foram adaptadas para o acesso a oportunidades, o índice de Gini tornou-se a abordagem mais recorrente nesse tipo de estudos (Wee, Van e Mouter, 2020). A maioria desses trabalhos aborda principalmente o transporte público. Alguns exemplos são apresentados de forma resumida a seguir.

Lucas, Van Wee e Maat (2015) utilizam uma variante do índice de Gini (mencionada na seção 2.2.2) combinando elementos da abordagem suficientarista para avaliar o acesso ao que definem como serviços básicos (como lojas, farmácias, médicos e dentistas) em três municipalidades diferentes dos Países Baixos. Nesse mesmo artigo, os autores destacam um aspecto metodológico relevante: a interpretação no âmbito da acessibilidade é significativamente diferente do que para renda: a soma do nível de acesso de cada parcela da população não equivale ao nível de acesso da população como um todo (Lucas, Van Wee e Maat, 2015). Ao contar-se múltiplas vezes a contribuição de cada oportunidade, é preciso recorrer ao artifício de abstrair a ideia da distribuição do recurso total (como no caso da renda ou da riqueza) e, ao invés, aplicar as curvas de Lorenz somando os níveis de acessibilidade.

Na América Latina, as curvas de Lorenz e o índice de Gini já foram utilizados para estudar a desigualdade de acesso a oportunidades nas cidades de São Paulo (Pritchard *et*

al., 2019a; b; Tomasiello, Giannotti e Feitosa, 2020) e de Bogotá (Guzman, Oviedo e Rivera, 2017; Rosas-Satizábal, Guzman e Oviedo, 2020). Um estudo de caso sobre Santiago de Chile de Tiznado-Aitken, Muñoz e Hurtubia (2018) também adota o índice de Gini, mas restrito ao acesso ao sistema de transporte e não às oportunidades.

Como exemplos de outros indicadores, além de alguns casos em que foi usada a razão de Palma (Oviedo e Guzman, 2020; Pritchard *et al.*, 2019a; Rosas-Satizábal, Guzman e Oviedo, 2020), discutido em maior detalhe mais adiante, destacam-se raras exceções onde foi identificado o uso do índice de Theil para avaliar o acesso da população com deficiência aos serviços de bonde de Melbourne (Lope e Dolgun, 2020), e dos índices de Atkinson e de Theil para avaliar a estimativa de impacto do pedágio urbano nas desigualdades de acessibilidade para a cidade de Lyon (Souche, Mercier e Ovtracht, 2016), em ambos casos em combinação também com o Gini.

Do ponto de vista da comparação entre as medidas, no âmbito do estudo das desigualdades de renda a razão de Palma é apontada como um substituto eficiente do Gini. Ao observar que em geral a participação da classe média é relativamente estável e que o que mais varia é a concentração de renda dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres, há estimativas de que a razão de Palma consegue explicar até 99% da variação do Gini (Cobham e Sumner, 2013). Seu uso para análise de equidade horizontal é de fato uma alternativa a ser explorada, mas, como discutido na próxima seção (2.3.2), a aplicação predominante na mobilidade urbana, mesmo que ainda não seja numerosa, é em termos de equidade vertical, comparando a acessibilidade dos mais ricos e dos mais pobres.

2.3.2. Desigualdades sociais e a acessibilidade

Na perspectiva da equidade vertical, como apontado antes, indivíduos ou grupos desfavorecidos são tratados de forma prioritária (Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van e Mouter, 2020). Neste caso, a distribuição da acessibilidade é analisada à luz de diferenças sociais que marcam a população, como renda, classe, raça, gênero ou idade, entre outros. Como visto anteriormente, alguns artigos abordam no mesmo trabalho ambas perspectivas – equidade horizontal e vertical – mas identificam-se diferenças nos tipos de medidas usadas para cada fim. Prevaecem também neste caso as aplicações sobre transporte público.

Hernandez (2018), por exemplo, em um estudo sobre a acessibilidade a empregos e escolas em Montevideo, lança mão de uma simples constatação direta do nível de acessibilidade para cada faixa de renda (baixa, média e alta), sem índices específicos de desigualdade (como Gini, Palma, Theil ou Atkinson), com base em duas medidas de

acessibilidade: cumulativa e tempo mínimo. Outro estudo de caso, desta vez sobre a cidade de Bogotá (Guzman, Oviedo e Rivera, 2017), adota abordagem parecida, apresentando, entre outras análises, a acessibilidade média de três faixas de renda (baixa, média e alta), neste caso desagregando por modo de transporte diferentes: transporte público (ônibus convencional e Transmilenio-BRT) e carro. Pereira (2018a) avaliou o efeito distributivo da implantação de um BRT no Rio de Janeiro, do ponto de vista da equidade horizontal, pelo aumento no nível de acessibilidade média e da parcela de população que ganharia acesso a empregos (dentro de cada patamar de tempo), e em termos de equidade vertical, constatando para cada decil da distribuição de renda a variação na acessibilidade média e mediana. Em outro trabalho, Pereira (2018b) analisa a população com acesso por transporte público a instalações dos Jogos Olímpicos 2016 e a equipamentos de saúde no Rio de Janeiro, incorporando uma desagregação por decis de renda para evidenciar quais grupos tiveram perdas ou ganhos.

Diferentemente do índice de Gini, aplicado fundamentalmente para a equidade horizontal, a razão de Palma tem sido usada com uma adaptação mais compatível com a abordagem da equidade vertical para o estudo da acessibilidade. Enquanto as curvas de Lorenz têm sido construídas ordenando a população de forma crescente com base no nível de acessibilidade (e, portanto, compatível com o enfoque da equidade horizontal), já a razão de Palma em geral compara a acessibilidade dos 10% mais ricos e dos 40% mais pobres da população. Desse modo, essa escolha constitui uma abordagem voltada à análise da equidade vertical, ou seja, das diferenças de distribuição de um recurso (no caso, o acesso a oportunidades) entre os indivíduos ou grupos menos favorecidos e os mais favorecidos (geralmente, segundo a renda).

Há três estudos de caso sobre Bogotá que adotam esse enfoque, sendo um deles (Guzman e Oviedo, 2018) uma avaliação de acessibilidade baseada em custo generalizado¹ (e uma análise de *affordability* ou acessibilidade econômica) na qual a razão de Palma aponta reduções na desigualdade de acessibilidade (entre os 10% mais ricos e os 40% mais pobres) derivadas de políticas de subsídios à população mais pobre quando comparado ao cenário sem subsídios. Nesse artigo os autores destacam como vantagem que esse tipo de medida é mais adequado para planejadores e formuladores de políticas, facilitando o acompanhamento e a interpretação. Os outros dois artigos sobre Bogotá aplicam esse uso da

¹ Ponderação de tempo e tarifa em função do valor do tempo estimado pelos autores para a cidade de Bogotá.

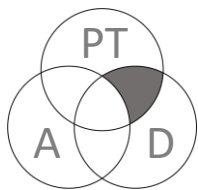
razão de Palma para acessibilidade por bicicleta (Rosas-Satizábal, Guzman e Oviedo, 2020) e para comparar acessibilidade por transporte público e por carro (Oviedo e Guzman, 2020).

O trabalho de Pritchard et al. (2019a) avaliando as cidades de São Paulo, Londres e a região de Randstad (Países Baixos) também adota a adaptação da razão de Palma como a razão da acessibilidade do decil de maior renda com os quatro decis de menor renda, destacando a vantagem deste indicador sobre o Gini pela possibilidade de comparar as condições dos extremos.

Bittencourt, Giannotti e Marques (2020) investigaram a relação entre acessibilidade a empregos, classe e raça para São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Fortaleza para entender como se relacionam as sobreposições de desigualdades e os padrões de segregação social e territorial. Os autores utilizaram uma série de métodos de análise espacial para caracterizar as quatro áreas de estudo em termos de segregação, isolamento e diversidade, e exploraram as desigualdades entre grupos sociais (como combinação de raça e renda) através das diferenças entre as medianas (bem como do primeiro e terceiro quartis) dos níveis de acessibilidade de cada um.

Finalmente, foi identificado um estudo de caso para avaliar a equidade vertical no Rio de Janeiro (Carneiro, Falavigna e Orrico Filho, 2018), que utiliza o conceito de curvas de concentração e do índice de concentração aplicados à distribuição do número de viagens diário, do tempo de viagem diário e da distância de viagem diária comparadas à distribuição de renda e de posse de automóvel da população. Os autores destacam a utilidade das curvas de acumulação, em contraposição às curvas de Lorenz, em função de levarem em conta a distribuição da renda e, assim, refletirem a relação entre a distribuição da variável de análise (como o número de viagens ou o tempo de viagem) e a dos marcadores de diferenças sociais (renda ou posse de automóvel). Esse conceito também é utilizado por Guzman e Oviedo (2018) em estudo de caso sobre Bogotá, porém com menos ênfase, como parte de um conjunto mais amplo de indicadores para análise de acessibilidade e de *affordability* (acessibilidade econômica).

2.4. Equidade e desigualdades no processo de planejamento de transportes



A desigualdade é um elemento marcante da América Latina, e a mobilidade é ao mesmo tempo causa e efeito dessas disparidades (Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020). O estudo da relação entre esses dois aspectos é de relevância não somente acadêmica, mas central para a formulação de políticas públicas que efetivamente contribuam para reverter esse quadro. Há avanços relevantes na pesquisa científica nesse campo, tanto em termos de análises das condições de transporte quanto na proposição de técnicas e métodos para fins de avaliação e planejamento, porém ainda está distante das tomadas de decisão para a formulação das políticas e do planejamento da mobilidade urbana nas cidades (Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020). Esta seção apresenta a revisão de literatura nessa área, procurando identificar estudos sobre as aplicações práticas incluindo a dimensão de equidade e desigualdades na elaboração dos instrumentos de planejamento de transporte, com interesse especial na incorporação da acessibilidade como elemento de análise.

2.4.1. Críticas às técnicas de planejamento e aos critérios de avaliação de projetos de transporte

A ideia motivadora desta pesquisa, de que é necessária uma revisão das abordagens teóricas e das técnicas de planejamento, deve ser entendida dentro do marco das críticas mais gerais aos processos de tomada de decisão sobre os transportes, seguindo o descrito por Vasconcellos (2001, p.204):

“[...] os processos de decisão são realmente concentrados, havendo pouco (ou nenhum) espaço para a participação efetiva de outros agentes externos. [...] O resultado final deste processo é que a produção do espaço de circulação é decidida em arenas fechadas e raramente é submetida a qualquer forma de avaliação técnica ou social. As metodologias tradicionais de planejamento de transporte constituíram o instrumento principal para o exercício deste poder discricionário e a reprodução das desigualdades. A combinação entre a concentração do poder decisório e a utilização de técnicas que menosprezaram os aspectos sociais e políticos viabilizou a produção do espaço adaptado ao automóvel e a propagação (ou ampliação) das iniquidades.”

Nesse contexto, a crescente adoção do paradigma de sustentabilidade na mobilidade (Brůhová Foltýnová *et al.*, 2020; Holden, Gilpin e Banister, 2019) e, especificamente no Brasil, a promulgação da Lei 12.587/2012 que estabeleceu a Política Nacional de Mobilidade Urbana, a inclusão do transporte como direito social na Constituição Federal (Brasil, 2015) e o aumento

da participação social na formulação das políticas de mobilidade urbana (ANTP, 2017), podem ser apontadas como avanços, mas o planejamento continua negligenciando a dimensão da equidade na elaboração de estudos de transporte (Guimarães e Lucas, 2019; Lucas, 2012).

Vasconcellos (2000) distingue os principais problemas do planejamento de transporte tradicional nos países em desenvolvimento entre questões políticas, ideológicas, estratégicas, técnicas e de avaliação, dentre os quais alguns aspectos são de particular interesse para este trabalho:

- A utilização de uma suposta neutralidade dos modelos e das técnicas de análise como “forma de manipulação ideológica para garantir a oferta de estruturas de transporte que interessam aos grupos dominantes” (Vasconcellos, 2000, p.81).
- A subjetividade na escolha de quais custos e benefícios incluir nas avaliações econômicas, e quais critérios utilizar na quantificação dos impactos e nos critérios para atribuir valores monetários (Vasconcellos, 2000).

Dentro desse marco geral de questionamentos aos processos e técnicas de planejamento, interessa particularmente para esta pesquisa os aspectos relacionados às limitações das abordagens tradicionais em incorporar a equidade na avaliação de políticas e projetos. Essa característica tem importância não somente porque orienta decisões desconsiderando o impacto nas desigualdades. Conforme apontado acima, as análises técnicas também acabam por ter um papel de dar legitimidade e uma suposta neutralidade ideológica a escolhas que reproduzem inequidades sociais e territoriais.

Assim, um aspecto importante para a revisão dos critérios de avaliação é retomar a discussão prévia sobre os princípios de justiça: as técnicas mais consagradas de planejamento de transporte, baseadas fundamentalmente na abordagem utilitarista, conforme discutido nas seções anteriores, não consideram a distribuição dos benefícios, impondo dessa forma limitações consideráveis à inclusão da dimensão de equidade (Thomopoulos, Grant-Muller e Tight, 2009; Wee, Van, 2012). Cabe notar que existem, na produção acadêmica em acessibilidade e transportes, propostas de metodologias que procuram de diferentes formas incorporar elementos de análise de equidade a técnicas tradicionais (Lucas, Wee, Van e Maat, 2015; Martens e Ciommo, Di, 2017; Martens, Ciommo e Papanikolaou, 2014; Niehaus, Galilea e Hurtubia, 2016), geralmente na forma de análises ou indicadores complementares a avaliações tipo ACB ou Multicritério. Entretanto, sua aplicação ainda é limitada, como discutido na próxima seção (2.4.2).

2.4.2. A incorporação da equidade no processo de planejamento de transporte

As recomendações de incorporar de forma mais sistemática a equidade como componente central no planejamento de transporte já resultou em avanços concretos em países desenvolvidos, seja por iniciativa de governos nacionais ou de autoridades locais. Enquanto no Reino Unido os governos locais devem seguir desde 2006 uma série de diretrizes derivadas de um estudo publicado em 2003 pelo governo nacional sobre transportes e exclusão social, governos estaduais da Austrália vem implementando de forma descentralizada diferentes tipos de programas e políticas nesse sentido (Lucas, 2012).

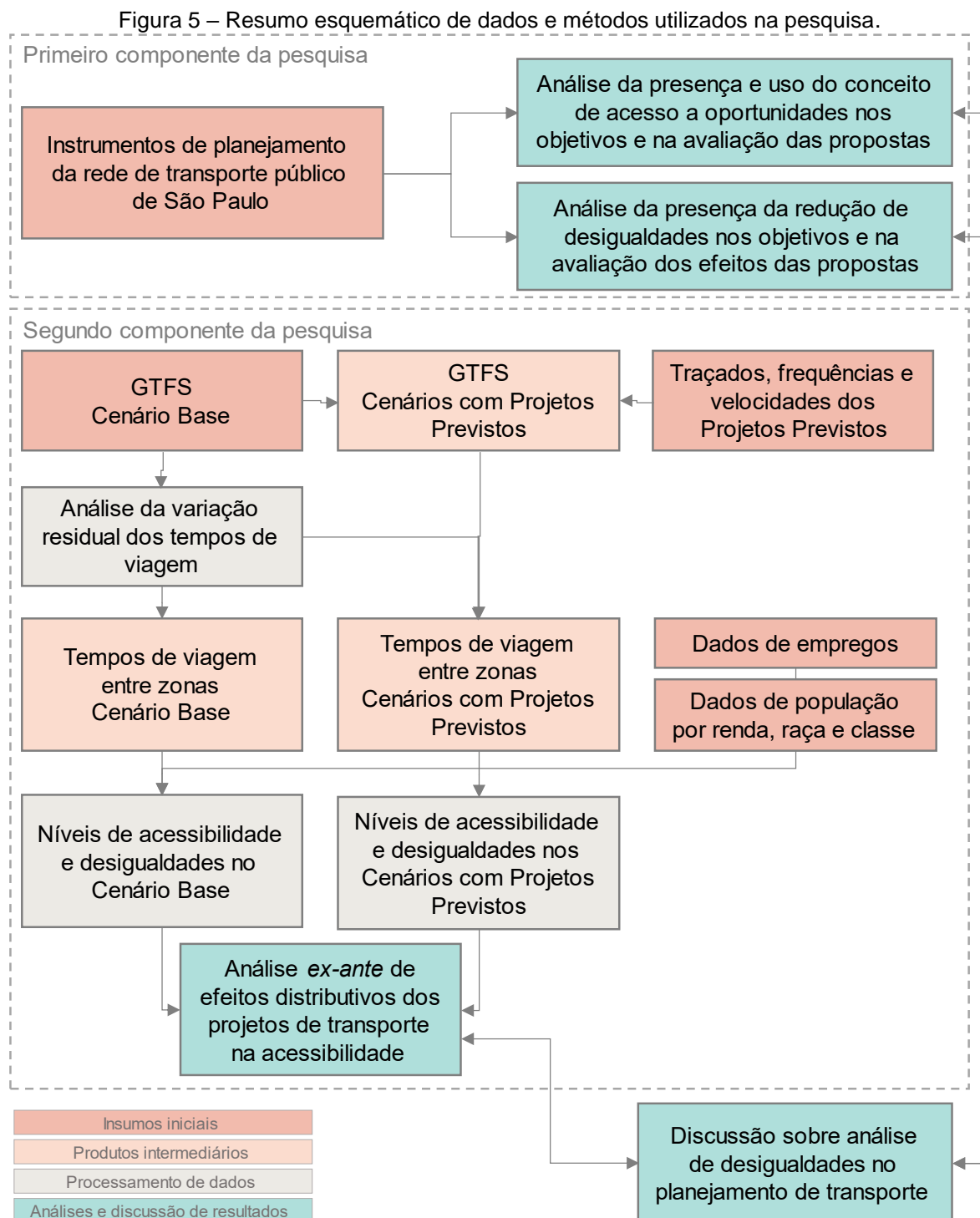
Na América Latina a situação é menos promissora. Há projetos formulados explicitamente com a intenção de melhorar a situação de populações mais pobres ou excluídas, mas na prática mostram resultados contraditórios, a exemplo de casos em Bogotá, Cali, La Paz e no Rio de Janeiro, entre outros (Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia, 2020). Nesse sentido, declarar a intenção de promover a equidade e assumir que isso é suficiente para obter resultados não conduz à efetiva transformação da realidade: afirmar que o objetivo é promover a equidade não leva à redução de desigualdades. Isso evidencia a importância da utilização de técnicas de análise *ex-ante* (bem como avaliações *ex-post*) que permitam avaliar os efeitos distributivos para internalizar de forma efetiva no planejamento e na tomada de decisão as implicações de equidade dos projetos de transporte.

No Brasil, os planejadores de transporte reconhecem a existência de desigualdades e a importância de agir para reduzi-las, mas não necessariamente identificam no processo de planejamento elementos que impactam ou reproduzem as desigualdades, nem consideram a equidade social como parte central do paradigma de mobilidade urbana sustentável (Guimarães e Lucas, 2019). Nesse contexto, conforme apontam Martens e Di Ciommo (2017), apesar das várias críticas que existem à técnica de ACB, esta provavelmente seguirá tendo protagonismo na avaliação de projetos de transporte durante vários anos, e, portanto, o escrutínio de suas implicações em equidade e a proposição de alternativas continuarão sendo de grande importância.

Quando um determinado projeto inicia o processo de implementação, geralmente são feitos estudos de impacto que consideram de maneira mais pormenorizada aspectos sociais e econômicos, com propostas de ações de mitigação. Contudo, isso ocorre em etapas posteriores à escolha de quais linhas e/ou quais traçados executar. O foco do questionamento desta pesquisa, no entanto, se centra na etapa de desenho da rede, que determina a escolha e priorização de quais propostas de linhas avançam para as etapas seguintes de projeto e construção, onde, como discutido acima, a dimensão de equidade no acesso aparece de forma apenas discursiva, marginal ou simplesmente inexistente.

3. DADOS E MÉTODOS

Este capítulo descreve a área de estudo, os dados, e métodos da pesquisa, incluindo os referentes ao primeiro componente – revisão dos instrumentos de planejamento – bem como os insumos, premissas e técnicas utilizados no segundo componente – análise dos efeitos distributivos dos projetos de transporte previstos para a cidade de São Paulo. O fluxograma da Figura 5 mostra um resumo esquemático dos dados e métodos da pesquisa.



Fonte: elaboração própria.

3.1. Área de estudo

A área de estudo da pesquisa é o Município de São Paulo (MSP), uma cidade fortemente marcada por desigualdades sociais e espaciais, com mecanismos de exclusão associados ao território bem como a classe, raça e renda, entre outros fatores (França, 2015, 2010; Requena, Ralize e Saruê, 2015; Torres *et al.*, 2003). Como mostrado nas próximas seções deste capítulo, a distribuição espacial de empregos na cidade de São Paulo é extremamente concentrada nas áreas mais centrais, e a distribuição da população é marcada por uma forte desigualdade socioespacial: ricos predominantemente nas áreas mais centrais e bem providas de serviços e redes de transporte, e periferias com população predominantemente de baixa renda com condições mais precárias de infraestrutura e cobertura limitada de serviços de transporte. Essa combinação resulta em uma enorme desigualdade na acessibilidade a empregos (Boisjoly *et al.*, 2020; Giannotti *et al.*, 2021; Pritchard *et al.*, 2019a; Tomasiello, Giannotti e Feitosa, 2020), o que se torna uma barreira ao acesso ao mercado de trabalho e à mobilidade social para a população mais excluída (Wee, Van e Geurs, 2011).

Adicionalmente, a expansão da rede de metrô de São Paulo historicamente privilegiou a população de mais alta renda em detrimento da maior parte da população com renda mais baixa (Kiyoto e Mori, 2019; Villaça e Zioni, 2007). As desigualdades territoriais e socioeconômicas se somam às marcadas diferenças de nível de acessibilidade a empregos, com sobreposição de carências concentradas em áreas com populações mais pobres e vulneráveis (Slovic *et al.*, 2019).

Essas características constituem parte central da motivação desta pesquisa, com o intuito de contribuir com a discussão sobre a incorporação da dimensão da equidade no planejamento dos transportes e de mecanismos de redução das enormes desigualdades de acessibilidade.

A delimitação geográfica do Município de São Paulo como área de estudo foi definida em função da disponibilidade de dados (discutida nas próximas seções deste capítulo), mas sem deixar de reconhecer sua inserção metropolitana e a pertinência de que pesquisas subsequentes avancem na incorporação dos demais municípios. Os resultados e as conclusões das análises feitas com o recorte espacial do MSP, mesmo sem o restante da RMSP, já oferecem um panorama claro sobre as limitações dos processos de planejamento de transportes à luz das desigualdades sociais e da distribuição da acessibilidade. A expansão do objeto de estudo para toda a região metropolitana, entretanto, fica apontada desde já como uma área para possível aprimoramento futuro da pesquisa.

3.2. Revisão dos instrumentos de planejamento

A primeira parte da pesquisa busca examinar o uso dos conceitos de acessibilidade e de equidade nos instrumentos de planejamento de São Paulo. Mais especificamente, procura-se identificar a adoção do acesso a oportunidades e da redução de desigualdades tanto como objetivos dos planos quanto como critérios de avaliação das propostas.

Para tanto, foi realizada a revisão dos principais instrumentos de planejamento de relevância para a rede de transporte público da cidade de São Paulo. Apesar da área de estudo ser o Município de São Paulo, o âmbito institucional de análise deve considerar o caráter metropolitano da rede estrutural de transporte público. Além dos planos municipais também foram analisados instrumentos que definam as propostas de expansão da rede metroferroviária, de responsabilidade do governo de Estado de São Paulo. Para tanto, foram contemplados os instrumentos elaborados após a criação da Secretaria de Transportes Metropolitanos na década de 1990, considerada como um marco histórico a partir do qual se deu início um verdadeiro processo de planejamento setorial para a mobilidade urbana na escala metropolitana (Cruz, 2020).

A análise busca identificar em que medida os planos incorporam a ideia de acesso a oportunidades e de equidade – com particular interesse na redução de desigualdades especificamente –, fazendo uma distinção entre: i) sua presença nos objetivos e princípios que esses documentos afirmam ter; e ii) sua efetiva aplicação como critério de avaliação, priorização e/ou escolha de propostas. Assim, pretende-se investigar não somente a intenção declarada (nos objetivos) mas também a tradução disso em ferramentas analíticas que consigam verificar, através de avaliações *ex-ante*, se os efeitos esperados dos projetos propostos de fato contribuiriam para esses objetivos.

Conforme apontado no capítulo 2, a ideia de mensurar o nível de acesso a oportunidades é relativamente antiga e tem sido crescentemente objeto de análise na produção acadêmica, porém de aplicação bastante limitada na prática do planejamento de transportes. Em função desse uso ainda incipiente, a revisão dos planos de São Paulo não se restringiu apenas a localizar o emprego do termo *acessibilidade* e a utilização de uma definição rigorosa desse conceito, mas buscou também identificar a presença da ideia mais geral da facilidade de acesso das pessoas à realização das atividades necessárias na vida urbana, mesmo que não tenha sido tratada de forma sistemática ou específica. Deste modo, mais do que esperar respostas binárias – ou seja, está presente ou ausente –, procurou-se reconhecer até que nível foi abordado o conceito, seja nos objetivos ou nos critérios de avaliação de propostas.

Essa abordagem se aplica de forma semelhante à revisão referente às diferenças entre grupos sociais, mas aqui com uma distinção específica entre equidade e desigualdades. A alusão à ideia de equidade, ou mesmo a menção do termo especificamente, como referência geral à preocupação pela busca de justiça social nos objetivos dos planos é de utilidade nesta revisão para identificar a presença desse conceito como parte do que se pretende atingir com as propostas. No entanto, é preciso também examinar de forma mais específica se (e em que medida) os instrumentos abordam a variação das diferenças entre os grupos sociais mais e os menos favorecidos. Nesse sentido, a redução da pobreza ou a melhoria das condições de transporte dos mais pobres reflete uma preocupação com a equidade, mas não necessariamente com a diminuição das disparidades com os mais ricos. Assim, procurou-se nesta revisão distinguir entre o uso mais genérico do princípio de equidade e as referências mais específicas à redução das desigualdades, que é o foco de atenção da presente pesquisa.

Enquanto os objetivos podem ser constatados de forma mais simples e direta, o mesmo não ocorre com a avaliação das propostas. Os instrumentos de planejamento nem sempre apresentam de forma explícita as análises dos efeitos esperados pela implementação das propostas, eventualmente mostrando os resultados, por vezes parcialmente. Dependendo do processo de elaboração, podem inclusive sequer ter contado com uma etapa de análise quantitativa para estimar os impactos das intervenções. Quando presentes, foram revisados os critérios, resultados e indicadores de comparação entre alternativas (ou apenas para as propostas selecionadas) para verificar se os planos contemplam os efeitos distributivos na avaliação das propostas e se utilizam métodos que permitam avaliar o impacto nas desigualdades sociais relacionadas aos níveis de acessibilidade.

A revisão apresentada no capítulo 4, onde são abordadas as questões discutidas acima, incluiu quatro instrumentos de planejamento. Três deles são específicos para o setor de transporte urbano, sendo dois de âmbito metropolitano (PITU 2020 e PITU 2025) e um municipal (Plano de Mobilidade de 2015). Já o quarto, o PDE 2014, é um instrumento de planejamento urbano, mas constitui um marco de grande relevância para o transporte público.

3.3. Dados demográficos e socioeconômicos

A análise do nível de acessibilidade a empregos requer três insumos principais:

- i. a distribuição espacial da população da área de estudo, desagregada nos grupos de interesse para a pesquisa (faixas de renda, classe e raça);
- ii. a distribuição espacial das oportunidades (no caso, os empregos); e
- iii. os tempos de viagem por transporte público coletivo (TPC), usados neste caso como parâmetro de impedância para acessibilidade, entre cada par de zonas.

A análise da distribuição dos benefícios em acessibilidade a empregos derivados dos projetos de transporte, apresentada no capítulo 5, foi feita para a população e os empregos do MSP, agregados nas zonas da Pesquisa Origem-Destino 2017 da Região Metropolitana de São Paulo (Pesquisa OD 2017) (Metrô-SP, 2019). Esta seção descreve os dados da área de estudo para os dois primeiros itens acima utilizados na pesquisa e uma breve caracterização da distribuição dos mesmos no território. O terceiro item – tempos de viagem em TPC entre zonas – é tratado na seção 3.4.

3.3.1. Empregos

Em relação ao componente das oportunidades, as análises foram realizadas utilizando a tabulação de dados da Pesquisa OD 2017 (Metrô-SP, 2019), que disponibiliza o número de empregos por zona para toda a RMSP. Para a presente pesquisa, foi considerada a soma de todos os postos de trabalho, o que inclui empregos de todos os setores de atividade e de todos os tipos de vínculo, tanto formais quanto informais,

A Figura 6 (esquerda) mostra a densidade de empregos por zona de transporte no Município de São Paulo, com grande concentração no perímetro abrangendo o centro histórico e a região da Av. Paulista, e em algumas centralidades secundárias, majoritariamente no quadrante sudoeste do centro expandido.

Foram consideradas somente as oportunidades localizadas dentro do MSP em função de limitações de informações disponíveis, especificamente a falta de dados para estimar os tempos de viagens de, para e dentro dos demais municípios da RMSP. Isso pode significar uma subestimação do nível de acessibilidade em zonas próximas de centralidades secundárias fora do MSP com concentração de empregos, como Guarulhos e a região do ABC por exemplo, sendo, portanto, uma área para possível aprimoramento da pesquisa futuramente.

3.3.2. População

Foram usadas duas fontes diferentes de dados de população na pesquisa. A principal corresponde ao Censo 2010 (IBGE, 2011), utilizada na maior parte dos resultados apresentados no capítulo 5. A variável “Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes”² foi usada para estimar a população total de cada zona, somando todos os setores censitários correspondentes.

² Variável V002, tabela “Básico_SP1.csv” do Censo Demográfico 2010 - Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo - 16/11/11 (IBGE, 2011). Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.

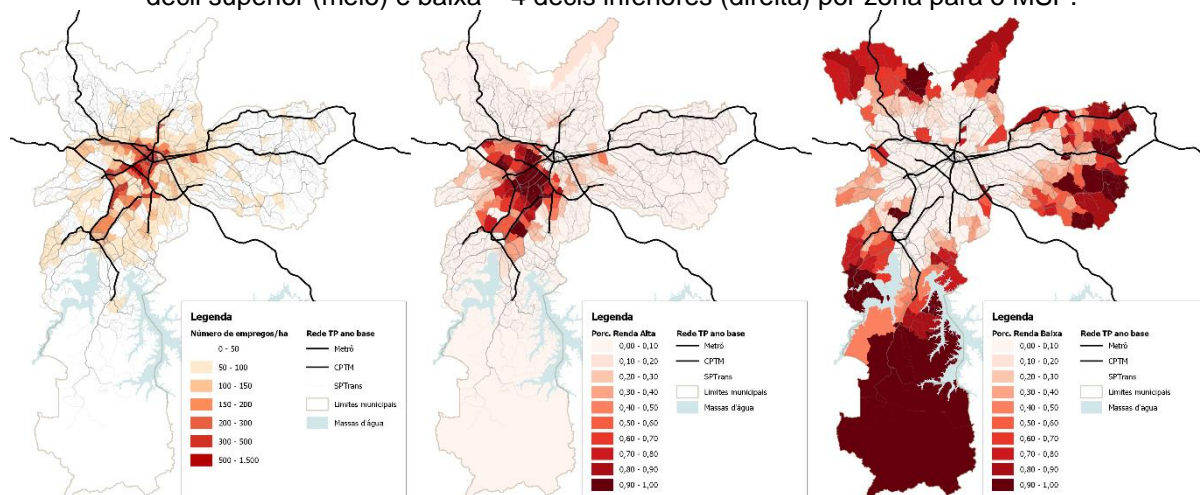
Para as análises por faixas de renda, o número de pessoas de cada decil de renda em cada zona foi estimado da seguinte forma:

- todos os setores censitários foram ordenados de forma crescente segundo o valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade³ e classificados em decis de população;
- para cada setor censitário, com base na localização do respectivo centroide, foi identificada a zona à qual corresponde geograficamente; e
- para cada zona foi somada a população de cada decil de renda de todos os setores censitários contidos nessa zona.

Ao analisar separadamente a distribuição da população segundo faixas de renda, é visível a segregação espacial que marca a cidade de São Paulo. A Figura 6 mostra a porcentagem de renda alta (10% mais ricos) por zona, concentradas majoritariamente em um perímetro bem específico da cidade ao sudoeste do centro, em claro contraste com as rendas mais baixas (40% mais pobres), que dominam os extremos das periferias do MSP.

A comparação da distribuição demográfica com a de empregos deixa clara a forte sobreposição entre a localização das maiores concentrações de oportunidades e da população mais rica da cidade. Essa característica, combinada com a predominância das parcelas mais pobres nas zonas mais distantes dos empregos, constitui parte central das desigualdades de acesso objeto de análise da pesquisa, discutidas no capítulo 5.

Figura 6 – Densidade de empregos (esquerda) e porcentagem de população de faixas de renda alta – decil superior (meio) e baixa – 4 decis inferiores (direita) por zona para o MSP.



Fonte: elaboração própria com dados da Pesquisa OD 2017 e do Censo 2010.

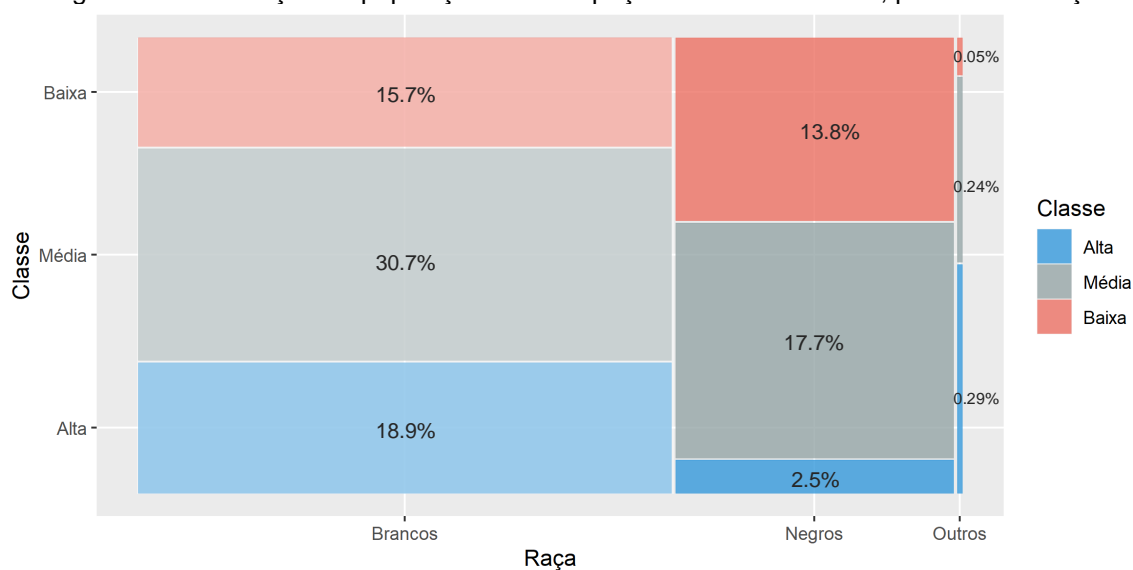
³ Variável V009, tabela "Básico_SP1.csv" do Censo Demográfico 2010 - Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo - 16/11/11 (IBGE, 2011). Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.

Especificamente para as análises de raça e classe foram utilizados os dados da pesquisa de Bittencourt e Giannotti (2021), que estimaram pelo método *iterative proportional fitting* (IPF) o número de pessoas entre 15 e 65 anos com ocupação ou renda em cada setor censitário, desagregados em duas variáveis categóricas:

- Classe: Alta, Média, Baixa (em função da agregação de grupos ocupacionais⁴).
- Raça: Brancos, Negros, Outros (segundo classificação racial do IBGE⁵).

A Figura 7 mostra a distribuição da população com ocupação ou renda no MSP desagregada pelas categorias de classe e raça. Enquanto dentro da classe alta (21,7% do total) os brancos representam 87% e os negros 12%, na classe baixa (29,5% do total) a situação se inverte: brancos são somente 53% (bastante abaixo dos 65% sobre o total na cidade) e negros 47% (bem acima dos 34% sobre o total do MSP).

Figura 7 – Distribuição da população com ocupação ou renda no MSP, por classe e raça.



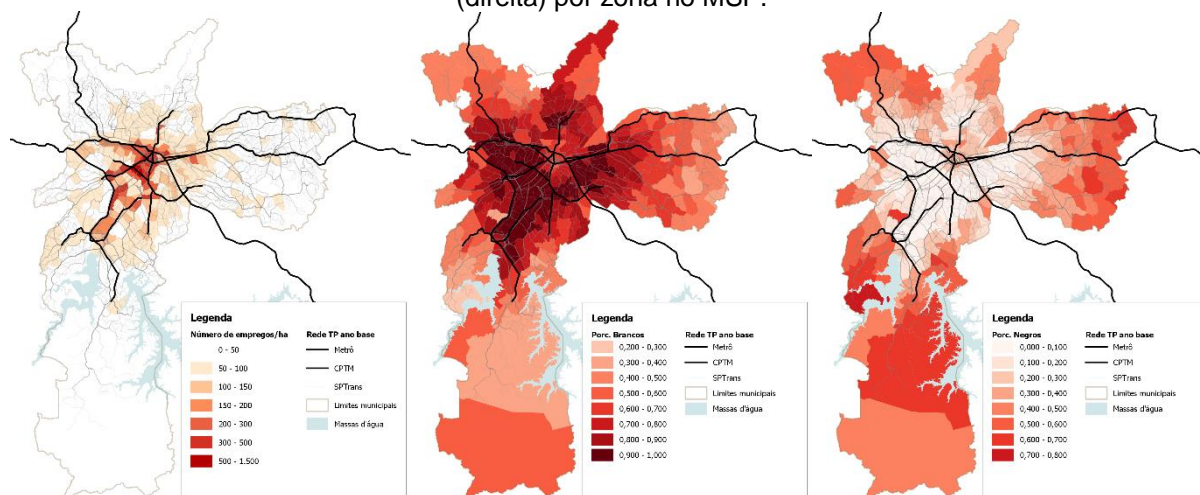
Fonte: elaboração própria.

Essas desigualdades na distribuição geral apresentam, ainda, uma marcada concentração espacial, com predominância de brancos no centro e negros na periferia, como pode ser observado na Figura 8. Essa característica, de forma semelhante à renda, cria condições de partida que reforçam as desigualdades de acesso aos empregos entre esses grupos sociais.

⁴ Nessa classificação, partindo da versão 2020 da "Standard Occupational Classification", Bittencourt e Giannotti (2021) agruparam: (i) pessoas em cargos diretivos, gerenciais e profissionais liberais como classe alta, (ii) pessoas em cargos de técnicos, no setor de serviço e comércio como classe média, e (iii) trabalhadores manuais e demais ocupações básicas como classe baixa.

⁵ Nessa classificação do IBGE, utilizada por Bittencourt e Giannotti (2021), a população negra inclui Pretos e Pardos, e a categoria Outros inclui a população Amarela e Indígena.

Figura 8 – Densidade de empregos (esquerda) e porcentagem de população branca (meio) e negra (direita) por zona no MSP.



Fonte: elaboração própria com dados da Pesquisa OD e de (Bittencourt e Giannotti, 2021)

Cabe destacar que as duas fontes de dados relacionados à população não são diretamente comparáveis, já que os dados do Censo representam o total de pessoas residentes na zona (com um total de 11,2 milhões de habitantes no MSP), enquanto que os dados de Bittencourt e Giannotti (2021) são um subconjunto dessas, correspondentes a pessoas adultas economicamente ativas com algum tipo de ocupação ou renda (5,7 milhões). Embora estes representem praticamente metade da população total do município e permitam realizar análises usando os recortes de classe e raça para essa parcela da população, não são universos equivalentes. Por esse motivo, apesar de que a incorporação dessa segunda fonte permitiu contemplar dimensões muito pertinentes para o estudo das desigualdades, particularmente o recorte de raça, as análises apresentadas no próximo capítulo são feitas separadamente para a base populacional do Censo e a da população com ocupação ou renda.

3.4. Dados da oferta de transporte para análise da distribuição dos efeitos dos projetos previstos.

3.4.1. Redes de transporte

Os tempos de viagem em transporte público coletivo entre zonas foram gerados a partir de arquivos GTFS (*General Transit Feed Specification*) da rede de transporte público do MSP com a ferramenta *r5r* (Pereira *et al.*, 2021), que permite estimar o tempo de viagem entre qualquer par de pontos da área de estudo com base na oferta programada.

O cenário base representa a rede programada da terça-feira dia 16/10/2018, fornecida pela SPTrans por meio do Serviço de Informações ao Cidadão (SPTrans, 2020), que inclui as linhas de ônibus municipal, a rede metroviária da CMSP e a rede ferroviária da CPTM.

Essa data corresponde a um dos estágios mais recente da rede metroviária na qual a Linha 15-Prata contava somente com o trecho inicial das duas primeiras estações (Vila Prudente-Oratório) operando em horário comercial. A partir de dezembro de 2018, o seguinte trecho entre as estações São Lucas e Vila União começou a funcionar em “operação comercial em horário reduzido” (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2018, 2019). Assim, foi escolhida a rede mais compatível com uma avaliação *ex-ante* da Linha 15, previamente à sua operação durante as horas pico da manhã, período utilizado como referência para as análises.

Para os cenários hipotéticos de avaliação, foram gerados arquivos GTFS com a inclusão das novas linhas objeto de análise. Para estudar o impacto de uma determinada linha nova (planejada ou prevista), foram inseridos os respectivos atributos (como modo, itinerário, tempos de deslocamento estimado entre estações e frequências) no GTFS da rede base de outubro de 2018. Dessa forma, os cenários hipotéticos servem para testar o efeito esperado pela inclusão de uma nova linha na rede base de referência se mantido tudo mais constante, ou seja, isolada de outras modificações na oferta.

Os traçados das novas linhas planejadas e as expansões previstas foram elaborados a partir do Relatório Integrado 2020 da CMSP (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2021), que apresenta a “Rede Metropolitana de Transporte Consolidada”. Os projetos de expansão da rede estrutural metroferroviária propostos nesse documento são:

- Novas linhas:
 - Linha 6-Laranja
 - Linha 15-Prata
 - Linha 16-Violeta
 - Linha 17-Ouro
 - Linha 19-Celeste
 - Linha 20-Rosa
- Expansões de linhas existentes:
 - Linha 2-Verde (trecho Vila Prudente – Dutra)
 - Linha 4-Amarela (trecho São Paulo-Morumbi – Taboão da Serra)
 - Linha 5 Lilás (trechos Capão Redondo – Jardim Ângela, ao sul, e AACD-Servidor – Ipiranga, ao nordeste)
 - Linha 9-Esmeralda (trecho Grajaú – Varginha)

A Linha 15-Prata, compatível com o que foi mencionado acima, foi tratada como uma nova linha, pois apesar de ter sido inaugurada em 2014 com serviço unicamente fora dos picos, em outubro de 2018 somente o trecho entre as duas primeiras estações (Vila Prudente – Oratório) estava operando em horário comercial completo (de 4h40 a meia noite). Dessa forma, o efeito desse trecho pode ser considerado insignificante relativamente ao da linha completa até a estação Cidade Tiradentes (total de 24 km de extensão), ou mesmo comparado apenas à primeira etapa até São Matheus (13 km de extensão). Por outro lado, embora faça parte dos projetos de transporte propostos na Rede Consolidada, não foi incluída na pesquisa a ampliação da Linha 13-Jade da CPTM, já que essa expansão encontra-se

totalmente em Guarulhos, fora do MSP, e, portanto, foge à área de estudo. Já as linhas 4-Amarela, 19-Celeste e 20-Rosa possuem trechos em outros municípios, mas a maior parte dos traçados localizam-se dentro do MSP e, assim, são de interesse para a pesquisa.

Também foram considerados os dois projetos de BRT que a Prefeitura estipulou no Programa de Metas 21/24 (Prefeitura de São Paulo, 2021a):

- BRT Aricanduva
- BRT Radial Leste

Para efeitos esta pesquisa, foi considerado nos GTFS dos cenários hipotéticos que os traçados de ambos os corredores contam com rotas diretas desde os terminais (nas periferias) até o centro da cidade, ou seja, linhas que percorrem todo o corredor de início a fim. A velocidade operacional adotada nos trechos entre o terminal e a última estação ao oeste da Radial Leste (no bairro da Mooca) é de 25km/h, mas para manter uma premissa realista mais compatível com as condições de circulação prováveis em áreas de maior complexidade e maior número de interferências, utilizou-se uma velocidade de 20km/h nos trechos após ingressar ao centro (a partir da Rua da Figueira, Av. Mercúrio e o restante da Rótula Central).

3.4.2. Tempos de viagem

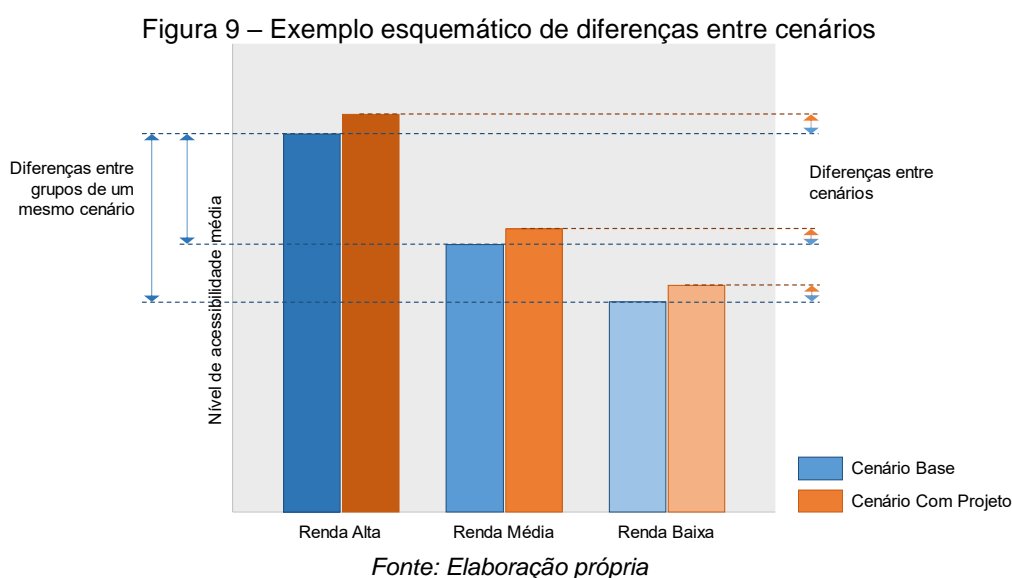
Para obter os tempos de viagem em transporte público entre cada par de zonas origem-destino (par OD) na hora pico da manhã (7:00 a 8:00) foi utilizado o pacote r5r (Pereira *et al.*, 2021). Esse tipo de ferramenta open-source para análises de transporte tem crescido em número de opções, incluindo aplicações em R como o opentripplanner (OTP), o stplanr e o próprio r5r, e tem sido um recurso cada vez mais usado em estudos de acessibilidade (Lovelace, 2021; Lovelace e Ellison, 2019; Morgan *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2021).

As aplicações mais comuns nesse campo, como mencionado no capítulo anterior, consistem principalmente em estudos de caracterização da acessibilidade em uma cidade (analisando diferenças entre grupos sociais ou recortes territoriais, por exemplo) ou para comparação entre cidades. Também existem pesquisas que avaliam impacto de políticas, mas de forma geral comparando situações com mudanças de grande escala nos sistemas de transporte ou no uso do solo, de tal forma que as diferenças entre cenários são notáveis.

A presente pesquisa, contudo, apresenta um desafio metodológico diretamente relacionado com a ferramenta de análise. A introdução de uma nova linha de metrô, trem ou BRT tem impacto significativo para as viagens com origem ou destino próximos das estações, principalmente quando o traçado coincide com boa parte da rota, reduzindo consideravelmente os tempos de viagem desses deslocamentos. Mas a análise das desigualdades de acesso na cidade implica em observar a distribuição de toda a população

(seja no geral ou por grupos de renda, raça ou classe). O efeito de um único projeto, portanto, mesmo que considerável para uma parte específica da área de estudo, torna-se proporcionalmente muito menor ao observar a distribuição de todo o universo de análise. E assim, a “diluição” dos aumentos de acessibilidade torna as diferenças entre o cenário base e o cenário com projeto bem menos perceptíveis.

Diferentemente do diagnóstico de uma determinada situação onde se comparam as condições de acessibilidade entre diferentes grupos sociais ou regiões da cidade, para avaliar a variação nos níveis de desigualdades é preciso analisar as diferenças entre cenários para cada grupo. Considerando a discussão acima, em que um único projeto tem efeito limitado sobre a população de toda a cidade, as diferenças a serem avaliadas são muito menores, como mostrado esquematicamente na Figura 9. Assim, é fundamental verificar a interferência das incertezas das ferramentas de análise relativamente aos níveis de variação resultantes das intervenções que se deseja avaliar nos cenários hipotéticos.

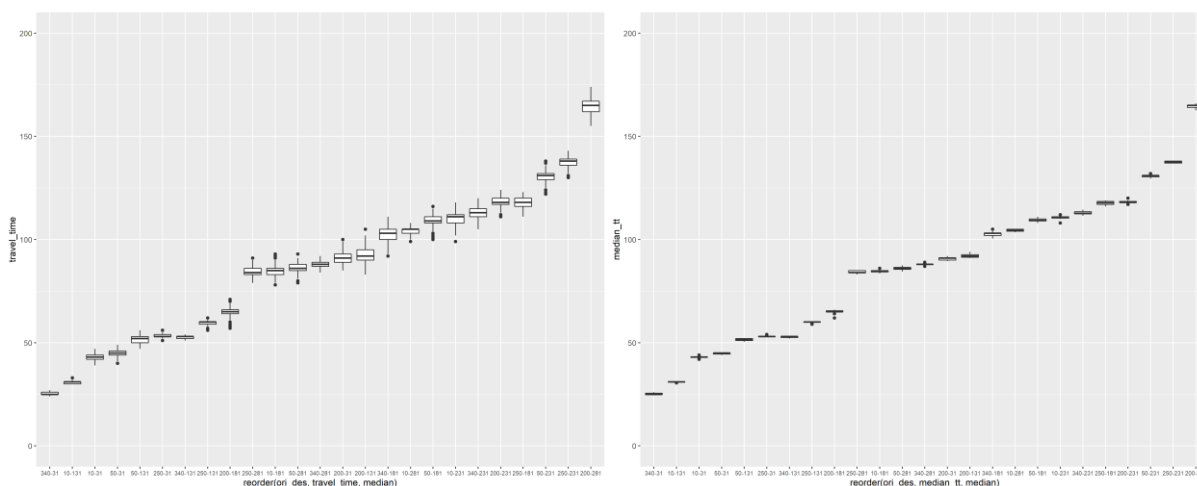


O nível de incerteza dos tempos de viagem gerados pelo algoritmo do r5r varia em função de diferentes fatores (Pereira *et al.*, 2021), gerando resultados diferentes para um mesmo par de zonas em simulações distintas. Essas variações residuais podem resultar em aparentes aumentos ou reduções de tempo de viagem entre cenários para os diferentes pares OD, sem nenhuma relação com as intervenções sendo avaliadas. Para mitigar esse efeito, foram adotadas duas medidas combinadas:

- i. Realizar 20 simulações para cada cenário e adotar, para cada par OD, a mediana do tempo de viagem desses 20 resultados.
- ii. Definir um intervalo que abranja ao menos 95% da variação residual, dentro do qual as diferenças dos cenários com projeto em relação ao base não são contabilizadas.

Com a primeira medida, reduz-se significativamente a variabilidade do tempo de viagem para cada par OD. Para ilustrar esse fenômeno, a Figura 10 mostra os *boxplots* do tempo de viagem, para um conjunto aleatório de origens e destinos, referentes à distribuição de 400 rodadas de simulação do cenário base (imagem superior) e referentes à distribuição das medianas de 20 subconjuntos de 20 simulações cada um (imagem inferior). Nela é possível observar a considerável redução da variabilidade ao adotar as medianas dos grupos de 20 simulações.

Figura 10 – Boxplots do tempo de viagem por par OD referentes a 400 rodadas de simulação do cenário base (esquerda) e à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações cada (direita).



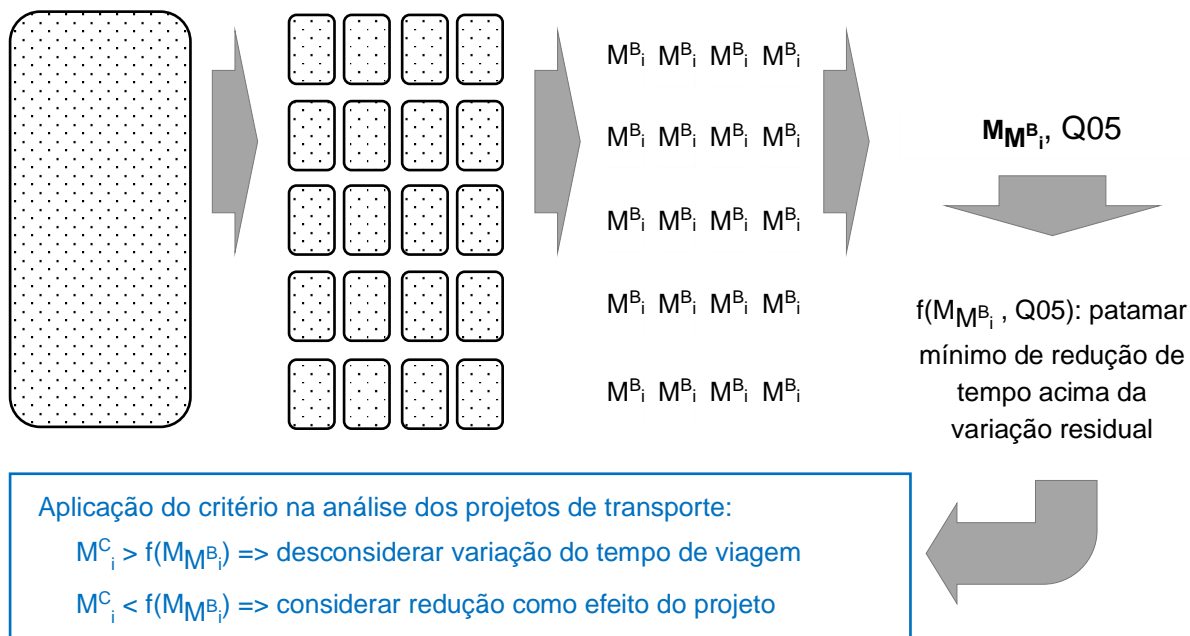
Fonte: Elaboração própria

A segunda medida permite descartar a maior parte das aparentes reduções ou aumentos de tempo entre os cenários, base e com projeto, não relacionadas à intervenção sendo avaliada, mas sim às variações inerentes aos instrumentos de medida dos tempos de viagem. O Apêndice 2 apresenta a descrição completa da metodologia e dos resultados da análise de variação residual e definição dos intervalos de tolerância adotados para esse componente da pesquisa. A seguir, um resumo das principais etapas:

- O primeiro passo foi gerar 20 grupos de 20 rodadas de simulação cada um para o cenário Base.
- Para cada grupo foi calculada a mediana do tempo de viagem para cada par OD.
- Em seguida foram calculados alguns parâmetros básicos da distribuição dessas 20 medianas para cada par OD, incluindo os quantis 5%, 10%, 50%, 90%, 95%.
- O quantil 50% (ou seja, a mediana das 20 medianas) foi adotado como o valor de referência para o tempo de viagem de cada par OD.
- Finalmente, a partir da distribuição do quantil 5% foram identificados os intervalos de variação residual das medianas, definindo assim o “piso” de tempo de viagem de cada par OD acima do qual qualquer diferença entre os cenários com projeto e o base deveria ser desconsiderada (Figura 12).

A Figura 11 ilustra esquematicamente de forma resumida o método utilizado, finalizando com a aplicação do critério de corte das variações residuais para os cenários de análise dos projetos de transporte (caixa em azul).

Figura 11 – Diagrama esquemático do método de análise das variações residuais e critério de corte para os cenários de avaliação.



Fonte: Elaboração própria

O Apêndice 2 apresenta os resultados completos dessa análise, mas como esta atividade não é central para as perguntas de pesquisa, senão uma etapa instrumental para assegurar maior confiabilidade às análises de acessibilidade, mostra-se a seguir um resumo dos principais parâmetros resultantes que foram usados na pesquisa. A Figura 12 mostra a distribuição do quantil 5% da distribuição das medianas de cada um dos 20 grupos, para cada par OD do cenário base. Em azul, a curva de densidade, e em vermelho o “piso” adotado, sendo o mínimo entre:

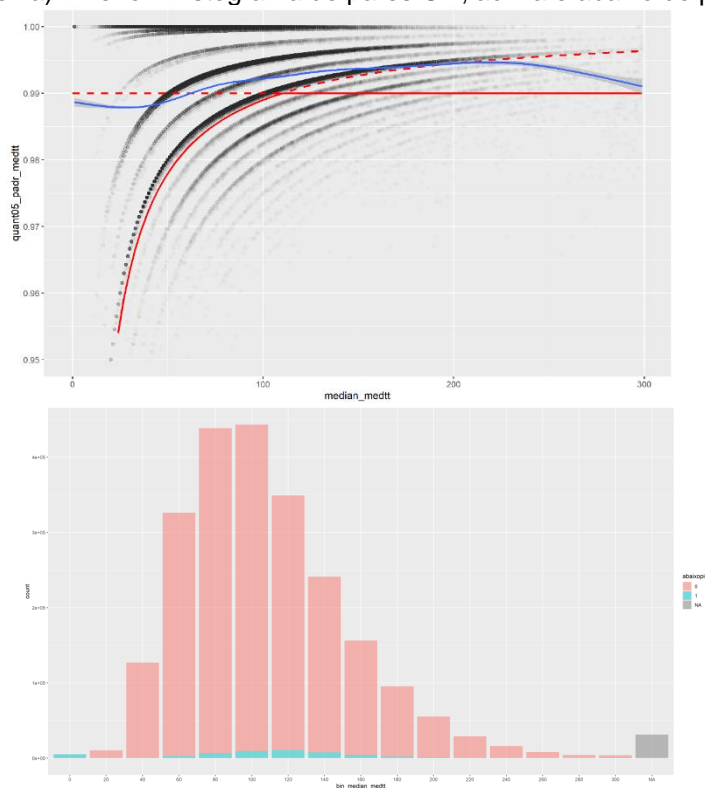
- 1% abaixo da mediana das medianas; ou
- 1.1 minutos abaixo da mediana das medianas.

Cabe notar que o critério descrito acima traz implícita a premissa de que todas as ocorrências de tempos de viagem dos cenários com projeto acima do valor de referência do cenário base são descartadas. Para esta avaliação *ex-ante* do impacto esperado dos projetos de transporte, a análise dos cenários hipotéticos de implementação dessas intervenções assume que nada mais muda, ou seja, que o restante da rede de oferta é igual à do cenário base. Nessa situação, é razoável assumir que a implementação de uma nova linha poderá

resultar em redução de tempos de viagem, mas não em aumentos⁶. Assim, apenas é necessário o “piso”, mas não um “teto” de tempo de viagem, já que qualquer aumento invariavelmente representa uma variação residual e não um efeito do projeto.

Ao aplicar esse critério de corte das variações residuais a cada uma das 20 medianas de cada par OD, 97,75% dos casos apresentaram tempos medianos de viagem acima do piso, ou seja, seriam considerados como situações em que não há diferenças significativas com o valor de referência desse par OD (mediana das medianas). Somente 2,25% das observações (das 20 medianas dos grupos de 20 rodadas cada um, para cada par OD) ficam abaixo do piso. A Figura 12 apresenta também o histograma dos pares OD acima e abaixo do piso, no qual, como descrito em maior detalhe no Apêndice 2, para todas as faixas de 20 minutos do tempo de viagem a porcentagem de pares OD abaixo do piso é menor que 3,5%, indicando que o critério simplificado não gerou viés de relevância, pois todas ficaram bem abaixo de 5%.

Figura 12 – Superior: Distribuição do quantil 5% de cada par OD referentes à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações do cenário base, curva de densidade (azul) e do piso (vermelha). Inferior: Histograma de pares OD, acima e abaixo do piso.



Fonte: Elaboração própria

⁶ A rigor, em uma escolha de rota em contextos reais de operação, onde múltiplos fatores entram em jogo, ou em outro tipo de simulação, a adição de uma nova rota ou trecho de rede poderia eventualmente resultar em aumentos de tempo para determinados pares origem-destino em condições específicas, tal como demonstrado pelo paradoxo de Braess, mas na presente análise e pelos métodos utilizados é uma premissa perfeitamente aceitável e que leva a resultados conservadores.

3.5. Acessibilidade cumulativa

O conceito de acessibilidade, conforme apontado na revisão bibliográfica, busca relacionar várias dimensões e resumir em um indicador um conjunto de informações de natureza bastante diferente, podendo incluir desde características espaciais e temporais da ocupação do solo e dos sistemas de transporte, até atributos de indivíduos. Segundo discutido no capítulo 2, diversas propostas procuram capturar um número crescente de fatores na tentativa de oferecer consistência conceitual e metodológica, mas a maior complexidade impõe maiores dificuldades práticas de operacionalização, uso e interpretação.

As medidas de acessibilidade cumulativa a oportunidades se destacam por requerer menos dados e menos pressupostos, pela simplicidade de cálculo, facilidade de compreensão e comunicabilidade. Do ponto de vista metodológico, o estudo desenvolvido por Giannotti *et al.* (2021) para São Paulo e Londres utilizando diferentes tipos de indicadores de acessibilidade chegou em resultados numericamente bastante próximos com relação às medidas de desigualdade, principalmente para a primeira cidade, quando comparadas a abordagem de acessibilidade cumulativa com a de two-step floating catchment área (2SFCA), que introduz variáveis de demanda potencial além da oferta. Assim, a adoção da acessibilidade cumulativa, ainda que seja um indicador mais simples, não representa necessariamente concessões na consistência técnica das análises, considerando o escopo deste trabalho.

Somado a isso, a opção por métricas de mais fácil assimilação e adoção é coerente com a motivação desta pesquisa de buscar uma aproximação das práticas de planejamento com as análises de acessibilidade e equidade. Nesse sentido, a grande distância que ainda há entre a produção acadêmica sobre acessibilidade e a formulação e implementação de políticas públicas de transporte reforçam a pertinência de adotar medidas mais simples e de fácil alcance para planejadores e tomadores de decisão.

A medida usada neste trabalho é o indicador de acessibilidade cumulativa a oportunidades, com a seguinte formulação matemática:

$$A_i = \sum_{j=1}^n O_j f(C_{ij}) \quad f(C_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{se } C_{ij} \leq C_{max} \\ 0 & \text{se } C_{ij} > C_{max} \end{cases}$$

Onde:

A_i : nível de acessibilidade cumulativa por transporte público na zona i às oportunidades de empregos da área de estudo;

O_j : número de oportunidades de emprego na zona j ;

$f(C_{ij})$: função de ponderação, sendo C_{ij} a impedância entre as zonas i e j , neste caso o tempo de viagem por transporte público;

C_{max} : patamar de referência de tempo de viagem máximo.

Uma das limitações do indicador de acessibilidade cumulativa (do mesmo modo que de outros) é que depende de estabelecer um valor arbitrário de tempo máximo de acesso. O resultado da análise pode variar conforme o patamar escolhido, o que na literatura é chamado de *Modifiable Temporal Unit Problem* (Cöltekin *et al.*, 2011). Para lidar com isso, os indicadores foram calculados para diferentes limites de tempo máximo – 60, 75, 90, 105 e 120 minutos – de forma a avaliar a variação nos resultados segundo o recorte temporal.

A opção metodológica de trabalhar com vários limiares de tempo para o indicador de acessibilidade pode resultar, por vezes, em algumas análises por demais extensas. E para frustração de algum eventual leitor ávido por conclusões categóricas, pode ainda levar a considerações menos assertivas do que ocorreria limitando a análise a um único limiar específico de tempo máximo, pois o sentido do resultado pode variar segundo esse patamar. No entanto, reconhecendo o caráter exploratório desta pesquisa e a inerente multidimensionalidade das desigualdades sociais, para evitar falsas generalizações de conclusões pela escolha arbitrária de um único patamar optou-se por incluir diferentes combinações dos tempos de viagem segundo foi considerado relevante em cada tópico.

3.6. Medidas de desigualdade aplicadas a acessibilidade

A seguir, apresenta-se a definição dos métodos para medir desigualdades de acessibilidade utilizados no trabalho e sua formulação matemática, distinguindo entre aqueles voltados às análises de equidade horizontal e vertical.

As Curvas de Lorenz e o Índice de Gini para acessibilidade seguem a abordagem convencionalmente utilizada em estudos recentes, como discutido no capítulo 2, para avaliar níveis de desigualdade na própria distribuição da acessibilidade sem cruzar com outras variáveis, ou seja, para avaliações de equidade horizontal.

Já a Razão de Palma pode ser utilizada para avaliar a distribuição da acessibilidade em relação a outras variáveis, como renda, classe e raça, isto é, estudar as desigualdades na perspectiva da equidade vertical. Essa forma de aplicação será referida nesta pesquisa como Pseudo Palma, seguindo a terminologia adotada por Guzman e Oviedo (2018) e por Pritchard *et al.* (2019a), com a qual compara-se a acessibilidade média de um determinado recorte populacional no numerador (usualmente os grupos que mais concentram recursos ou privilégios na escala social, por exemplo os mais ricos) com a acessibilidade média de outro grupo no denominador (os de menor concentração de recursos, por exemplo os mais pobres).

3.6.1. Curvas de Lorenz e Índice de Gini

Tal como destacado previamente, este tem sido adotado como um dos métodos mais recorrentes nas análises de desigualdades no estudo da acessibilidade (Wee, Van e Mouter, 2020). A partir da Curva de Lorenz (Figura 13), onde ordena-se no eixo horizontal a população acumulada de forma crescente conforme o nível de acessibilidade e no eixo vertical representa-se a acessibilidade acumulada como percentagem do total, o índice de Gini pode ser obtido dividindo a área A (entre a linha de igualdade e a respectiva curva de Lorenz) pelo triângulo conformado por A mais B (Wee, Van e Mouter, 2020). Quanto mais próximo de 0, mais equitativa é a distribuição, e quanto mais próximo de 1, mais desigual.

A formulação matemática para sua estimação geometricamente é simples:

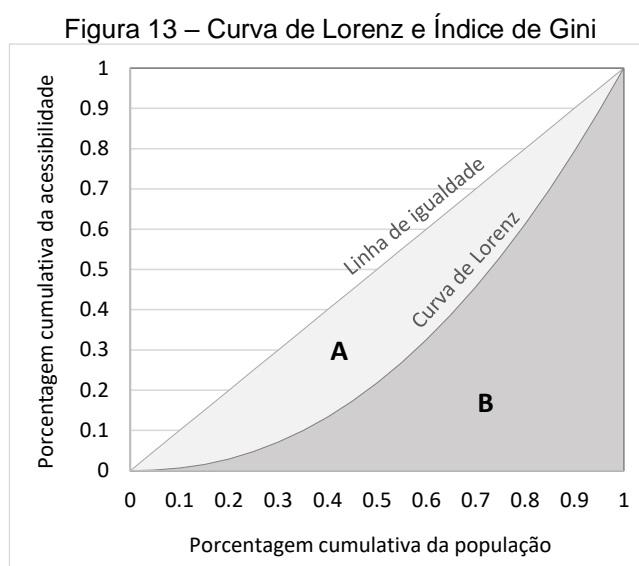
$$G = \frac{A}{A + B}$$

Onde:

G : Índice de Gini;

A : Área do gráfico entre a linha de igualdade e a curva de Lorenz;

B : Área do gráfico abaixo da curva de Lorenz;



Além da vantagem, em termos de comunicação, do índice de Gini ser muito conhecido, a possibilidade de apresentar as distribuições através de uma representação gráfica com a da Curva de Lorenz constitui uma característica bastante útil ao permitir a identificação visual das diferenças nos níveis de desigualdade, diferentemente da razão de Palma, que não está inerentemente associada a uma representação gráfica.

Este método, no entanto, ao ser um instrumento para tratar aspectos de equidade horizontal, apresenta limitações no estudo das desigualdades como fenômeno multidimensional e interseccional. Por exemplo, uma redução no nível de desigualdade da acessibilidade geral, medida pelo índice de Gini, não se traduz necessariamente em redução da desigualdade vertical, medida pelas diferenças na distribuição da acessibilidade entre os diferentes grupos sociais, como entre os mais ricos e os mais pobres. Isso não significa que não seja útil como ferramenta, mas sim insuficiente para dar conta de análises que se proponham a estudar as desigualdades como a sobreposição de mais de uma dimensão de interesse.

3.6.2. Razão de Palma

A Razão de Palma, originalmente formulada para avaliar desigualdades de renda, pode ser aplicada para outras finalidades como a exposição a poluentes e a ruídos, ou, como é do interesse neste caso, à acessibilidade (Wee, Van e Mouter, 2020). Conforme destacam Guzman e Oviedo (2018) e Pritchard et al. (2019a), este indicador possui a vantagem de melhor captar mudanças no topo e na base da distribuição.

Para fins de avaliar a própria distribuição da acessibilidade sem distinção por grupos sociais, como alternativa ao índice de Gini, a aplicação direta da razão de Palma pode ser definida como razão entre os 10% mais favorecidos sobre os 40% menos favorecidos. Assim, quanto mais alto o valor, maior a desigualdade entre o topo e a base da distribuição da acessibilidade. Pode ser definido pela seguinte equação:

$$P = \frac{\bar{A}_{10\% superior}}{\bar{A}_{40\% inferior}}$$

Onde:

P: Razão de Palma;

$\bar{A}_{10\% superior}$: Acessibilidade média dos 10% da população com os maiores níveis de acessibilidade;

$\bar{A}_{40\% inferior}$: Acessibilidade média dos 40% da população com os menores níveis de acessibilidade;

Nesta pesquisa interessa utilizar a variante desta métrica voltada para avaliar a equidade vertical, chamada aqui de Pseudo Palma. A formulação adotada por Oviedo e Guzman (Guzman e Oviedo, 2018; Oviedo e Guzman, 2020) e por Pritchard et al. (2019a) é definida como a razão do nível médio de acessibilidade da parcela mais rica da população

sobre o da parcela mais pobre, seguindo os percentis 10% mais favorecidos e 40% menos favorecidos da formulação original da sua aplicação para desigualdade de renda:

$$PP = \frac{\bar{A}_{10\% \text{ mais ricos}}}{\bar{A}_{40\% \text{ mais pobres}}}$$

Onde:

PP: Pseudo Palma aplicado à distribuição de renda;

$\bar{A}_{10\% \text{ mais ricos}}$: Acessibilidade média dos 10% mais ricos da população;

$\bar{A}_{40\% \text{ mais pobres}}$: Acessibilidade média dos 40% mais pobres da população;

Como mencionado no capítulo 2, a ideia da Razão de Palma parte da observação sobre a estabilidade da participação da renda da parcela média da população (decis 5 a 9) sobre o total, podendo sintetizar em uma métrica mais simples os dois fatores mais determinantes para as desigualdades de renda: as concentrações no topo e no piso (Cobham e Sumner, 2013). Essa premissa, entretanto, pode não ser necessariamente a mais conveniente para analisar a distribuição da acessibilidade. Nesse sentido, pode ser de interesse explorar outras parcelas da população como numerador e denominador em um indicador de natureza mais simples como a Razão de Palma, porém adaptado para a sua finalidade segundo o contexto de aplicação. Assim, também foi usado como instrumento para avaliar as desigualdades de acessibilidade entre classes sociais (definidos a partir do conceito de grupos ocupacionais, como descrito na seção 3.3.2) e entre brancos e negros, para a população adulta do MSP com ocupação ou renda (em função dos dados disponíveis descritos na seção 3.3). A formulação genérica dessa aplicação do Pseudo Palma é dada por:

$$PP = \frac{\bar{A}_{\text{grupo mais favorecido}}}{\bar{A}_{\text{grupo menos favorecido}}}$$

Onde:

PP: Pseudo Palma aplicado à distribuição por outros grupos sociais (classe ou raça);

$\bar{A}_{\text{grupo mais favorecido}}$: Acessibilidade média do grupo com maior concentração de recursos ou mais favorecido no recorte social de interesse (classe ou raça);

$\bar{A}_{\text{grupo menos favorecido}}$: Acessibilidade média do grupo com menor concentração de recursos ou menos favorecido no recorte social de interesse (classe ou raça);

4. A ACESSIBILIDADE E A EQUIDADE NO PLANEJAMENTO DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SÃO PAULO.

Este capítulo contém o primeiro componente da pesquisa: uma discussão sobre a presença do acesso a oportunidades e das desigualdades sociais nos objetivos e critérios de avaliação dos instrumentos de planejamento de transporte de São Paulo. Essa análise ajuda a revelar a lógica que orienta o processo de planejamento e os subsídios técnicos para a tomada de decisão que justificam formalmente a escolha de projetos e políticas. A seção 4.1 apresenta a discussão pormenorizada e a seção 4.2, um resumo sistematizado dos achados.

Adicionalmente, apresentam-se as propostas mais recentes para a expansão da rede estrutural de transporte público coletivo de São Paulo, reconhecendo assim um aspecto não trivial da formulação e implementação das políticas públicas: que as decisões não seguem necessariamente os planos, nem são resultado direto das conclusões de uma análise técnica, pois estão sujeitas a um conjunto de fatores mais amplo (Cruz e Fonseca, 2018). A implementação, assim, segue uma dinâmica própria baseada em projetos específicos que avançam no ciclo de planejamento-projeto-implementação, fruto da interação entre aspectos políticos, econômicos, sociais e institucionais, não necessariamente aderente aos planos. Esses projetos de expansão identificados na seção 4.3 são utilizados no segundo componente de pesquisa apresentado no capítulo 5.

Figura 14 – Instrumentos de planejamento e projetos de expansão analisados na pesquisa.



Fonte: Elaboração própria com capas dos documentos PITU 2020 (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999), PITU 2025 (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006), PDE (Prefeitura de São Paulo, 2014), PlanMob (Prefeitura de São Paulo, 2015), Relatório Integrado 2020 (Companhia do Metropolitanano de São Paulo, 2021) e Programa de Metas 21/24 (Prefeitura de São Paulo, 2021a).

Esse descasamento entre as propostas dos planos e os projetos efetivamente implementados, entretanto, não deve ser percebido como uma razão para depreciar ou subestimar a relevância dos instrumentos de planejamento, já que cumprem tanto a função de suportar tecnicamente quanto a de legitimar os processos de escolha e as tomadas de decisão. E em qualquer desses papéis, a incorporação de objetivos e ferramentas de análise que apontem para a redução de desigualdades é um aspecto desejável, seja para contribuir em alguma medida para a priorização de projetos com essas características ou para evidenciar a relevância dessa dimensão nos processos de avaliação e de decisão.

4.1. Critérios de avaliação dos projetos de transporte nos instrumentos de planejamento de São Paulo

Esta seção discute a abordagem técnica dos instrumentos de planejamento de São Paulo relativamente a acessibilidade a oportunidades, equidade, efeitos distributivos e potencial de redução de desigualdades de suas propostas e estratégias.

Segundo Cruz (2020), a criação da Secretaria de Transportes Metropolitanos (STM) no Estado de São Paulo em 1991 representou um marco institucional não somente em termos de articular funções de planejamento, execução, fiscalização e operação da política de transportes urbanos de passageiros (incluindo os modos metroviário, ferroviário, de ônibus e trólebus), mas também permitindo assim instituir verdadeiramente processos de planejamento setorial para a mobilidade urbana na escala metropolitana. A partir desse contexto a STM iniciou o trabalho para a formulação de um instrumento que articulasse as políticas públicas urbanas e de transportes nessa escala, com a participação de uma gama ampla de instancias de governo, tanto de ordem estadual como o Metrô-SP, a CPTM, e Emplasa, a EMTU quanto municipais, incluindo a SPTrans, a CET-SP e o Consórcio Intermunicipal do Grande ABC. Essa iniciativa derivou no PITU (Plano Integrado de Transportes Urbanos) 2020 de 1999, e as subsequentes revisões de 2006 bem como a atualmente em elaboração (2021-2022).

Além dos planos conduzidos pela STM, de caráter metropolitano e que definem o planejamento da rede metroferroviária (sob responsabilidade do Governo do Estado), há instrumentos relevantes elaborados na esfera do Município de São Paulo que também devem ser analisados: o Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2014, que define a Política de Desenvolvimento Urbano, e o Plano de Mobilidade de 2015, que estabelece a política de transporte urbano de pessoas e de bens no município.

4.1.1. Plano Integrado de Transportes Urbanos 2020 (PITU 2020)

O PITU constitui o principal instrumento de planejamento da rede de transporte público estrutural metroferroviária da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), cuja primeira versão como plano setorial, elaborado em 1999, corresponde ao PITU 2020 (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999). Apesar de ser uma versão prévia desse plano, mais recentemente atualizado no PITU 2025, possui aspectos conceituais e metodológicos pertinentes para a discussão proposta nesta pesquisa.

A acessibilidade é mencionada em vários dos objetivos da política de transporte estabelecidos no PITU 2020, e, mesmo que não se cite explicitamente o acesso a oportunidades (terminologia que possivelmente não estava associada a esse conceito de forma tão específica fora da academia 20 anos atrás), o documento a associa a algumas metas que refletem de alguma forma a mesma ideia, como por exemplo: acessibilidade como “condição necessária para a superação dos obstáculos à circulação e garantia do desempenho econômico da região”; “aumentar a acessibilidade aos centros comerciais, de serviço e polos de emprego”; ou “potencializar o caráter indutor e estruturador da rede de transporte, fomentando a distribuição das atividades no espaço urbano”.

A equidade aparece nos objetivos principalmente como metas específicas de atender a população de baixa renda, ou seja, como intenção de melhoria das condições dos mais pobres, mas não necessariamente como redução de desigualdades. Destaca-se em particular um dos objetivos que, esse sim, menciona de maneira mais explícita (ao menos como intenção) ambos os conceitos de interesse nesta pesquisa: “aumentar a acessibilidade para os segmentos populacionais de baixa renda, como forma de reduzir as diferenças sociais verificadas na região”.

Como observação geral, para além dos aspectos de interesse mais específicos desta pesquisa, o PITU 2020 possui alguns pontos positivos que vale a pena ressaltar. A metodologia para a avaliação das propostas, por exemplo, destaca-se pela ampla gama de dimensões consideradas na comparação de alternativas e pela abordagem, que reconhece as incertezas e lida com elas de forma simples, mas inteligente, incorporando cenários de pleno desenvolvimento, de crescimento moderado e de estagnação econômica, sem cair em práticas comuns de projeção determinista das variáveis nos horizontes futuros.

Sobre a presença da acessibilidade na avaliação de alternativas, dentre o conjunto de indicadores utilizados no PITU 2020 (Tabela 2), há quatro relacionados diretamente com o acesso a oportunidades.

Tabela 2 – Estrutura de avaliação do PITU 2020 – critérios, indicadores e pesos relativos.

Indicadores		Peso Grupo	Peso Indicador	Peso Global
Competitiva	Índice de mobilidade geral	2	0.190	3.81%
	Acessibilidade estrutural geral		0.238	4.76%
	Acessibilidade social do coletivo		0.190	3.81%
	Alcance médio do total das viagens		0.143	2.86%
	Velocidade média do total das viagens		0.095	1.90%
	Velocidade do trânsito (centro expandido no pico)		0.143	2.86%
Saudável	Índice de mobilidade (baixa renda)	2	0.143	2.86%
	Acessibilidade estrutural (baixa renda)		0.143	2.86%
	Acessibilidade social do coletivo (baixa renda)		0.114	2.29%
	Alcance médio das viagens		0.086	1.71%
	Velocidade média das viagens (baixa renda)		0.086	1.71%
	Custo monetário médio de viagem (baixa renda)		0.057	1.14%
	Emissão de monóxido de carbono (centro expandido)		0.086	1.71%
	Emissão de óxido de nitrogênio (centro expandido)		0.086	1.71%
	Emissão de particulados (centro expandido)		0.086	1.71%
Nível de ruído (centro expandido)	0.114	2.29%		
Equilibrada	Acessibilidade estrutural aos polos	1.5	0.238	3.57%
	Acessibilidade social do coletivo aos polos		0.143	2.14%
	Velocidade média de acesso aos polos		0.190	2.86%
	Acessibilidade estrutural ao centro histórico		0.190	2.86%
	Acessibilidade social do coletivo ao centro histórico		0.095	1.43%
	Velocidade média de acesso ao centro histórico		0.143	2.14%
Responsável	Retorno económico do investimento (VPL)	3	0.556	16.67%
	Retorno financeiro do investimento (VPF)		0.333	10.00%
	Índice de ociosidade		0.111	3.33%
Cidadã	Parcela das viagens de coletivo na divisão modal	1.5	0.250	3.75%
	Parcela das viagens com integração auto-coletivo		0.050	0.75%
	Velocidade média das viagens coletivas		0.100	1.50%
	Alcance das viagens de transporte público		0.250	3.75%
	Custo monetário médio das viagens modo coletivo		0.100	1.50%
	Parcela de viagens multimodais		0.050	0.75%
	Tempo médio de espera das viagens coletivas		0.100	1.50%
	Índice de superlotação do sistema coletivo		0.100	1.50%
TOTAL		10	1.000	100.00%

Fonte: adaptado de (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999)

Os dois primeiros estão no grupo *metrópole competitiva*. A chamada “acessibilidade estrutural geral” foi formulada matematicamente para cada zona de origem como a somatória (para todas as zonas de destino) da razão entre o número de empregos na zona de destino no numerador e o tempo médio das viagens motorizadas de origem a destino elevado à potência 2,55 no numerador. Essa formulação representa basicamente um indicador de acessibilidade gravitacional, usando o tempo de viagem em uma função exponencial negativa

como fator de impedância para o acesso às oportunidades (Wu e Levinson, 2020). Nesse sentido, o PITU 2020 incorpora de forma clara e direta esse conceito na sua matriz de avaliação de alternativas. Para calcular a “nota” nesse atributo para cada alternativa de rede agregada para a cidade como um todo, calcula-se uma média ponderada pela população total de cada zona de origem. No mesmo grupo *metrópole competitiva* está o segundo indicador denominado de “acessibilidade social do coletivo”, com formulação semelhante ao anterior, porém utilizando como impedância o tempo generalizado médio em transporte coletivo entre zonas. Esse indicador, assim, incorpora a acessibilidade a empregos por transporte público, a principal variável de análise desta pesquisa, com uma formulação diferente, mas representando basicamente o mesmo atributo de interesse.

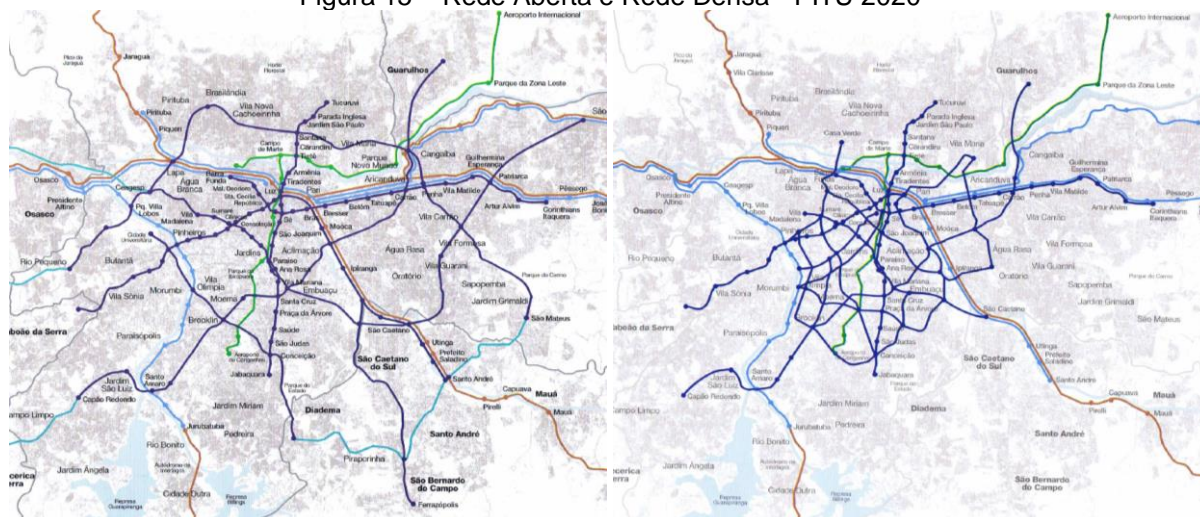
No grupo *metrópole saudável* foram considerados os outros dois indicadores, formulados de maneira análoga aos dois anteriores, porém utilizando somente a população de baixa renda como ponderador ao calcular o valor agregado para a cidade inteira, denominando-os de “acessibilidade estrutural (baixa renda)” e “acessibilidade social do coletivo (baixa renda)”. Essas duas medidas incorporam claramente a preocupação com a equidade. Se por um lado não introduzem parâmetros que quantifiquem a variação nas desigualdades, que é um dos aspectos centrais de interesse nesta pesquisa, revelam entretanto o reconhecimento da importância de levar em conta a população de baixa renda como parte dos critérios de avaliação das políticas e dos projetos de transporte examinados como alternativas de ação no plano.

Adicionalmente, há no grupo *metrópole saudável* outros três indicadores enfocados à população de baixa renda, incluindo o de “Custo monetário médio de viagem (baixa renda)”, o que reforça a conclusão de que há no PITU 2020 uma clara preocupação com a equidade.

Finalmente, relativo aos cenários de oferta analisados, outro ponto de destaque do PITU 2020 foi a avaliação de três alternativas de rede que representavam não somente opções de combinações de projetos, mas verdadeiras concepções de desenho de rede de natureza diferente. Tendo a chamada *Rede Central* como o ponto de partida, com a consolidação de propostas oriundas principalmente dos órgãos vinculados à STM, as outras duas alternativas representaram desenhos de rede que refletiam premissas diametralmente opostas entre si. A *Rede Aberta* tinha como principal premissa “o atendimento aos importantes subcentros metropolitanos e sua interligação com o município de São Paulo”, e inclui entre seus princípios “estender a rede de alta capacidade além dos limites do município de São Paulo” e “propiciar novos vetores de ocupação urbana” (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999). Em contraposição, a *Rede Densa* buscava “o atendimento restrito ao centro expandido” de São Paulo, “através da concentração nessa área, de praticamente todo

o sistema de alta capacidade” (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999). Os princípios que embasavam essa alternativa incluíam a ideia de aumentar o número de conexões, melhorar a acessibilidade a polos de atração já consolidados e “atender a população da área mais adensada, com o objetivo de reduzir a participação do automóvel (...) e assim melhorar o desempenho no trânsito nessa região já comprometida” (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999, p.80).

Figura 15 – Rede Aberta e Rede Densa - PITU 2020



Fonte: (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 1999)

A avaliação dessas alternativas pelas métricas de acessibilidade social por coletivo citadas acima mostra um resultado interessante à luz das perguntas de pesquisa deste trabalho (Tabela 2). Nos dois primeiros indicadores no grupo de *metrópole competitiva*, ponderados pela população total de cada zona, a *Rede Densa* tem um desempenho muito acima da *Rede Aberta* (3,34 e 2,11 respectivamente). Já nos indicadores *metrópole saudável* ponderados unicamente pela população de baixa renda, esta supera aquela, por margem bem mais reduzida, mas apontando que uma rede orientada a conectar regiões periféricas com as oportunidades de emprego apresenta desempenho melhor que um desenho de linhas concentradas quase que exclusivamente nas áreas consolidadas. Apesar desses parâmetros não revelarem a variação nas desigualdades, é possível constatar que há uma enorme diferença na apropriação dos benefícios em acessibilidade entre a população de baixa e o restante da população, suscitando a pergunta: qual seria a distribuição dos efeitos de cada alternativa entre os diferentes grupos sociais e seu impacto nos níveis de desigualdade de cada uma dessas políticas avaliadas no Plano?

4.1.2. Plano Integrado de Transportes Urbanos 2025 (PITU 2025)

Atualmente (2021), está sendo elaborada uma nova revisão e atualização deste instrumento de planejamento da RMSP, o PITU 2040, mas a última versão publicada

corresponde ao PITU 2025 (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006). Nele, foram avaliadas alternativas de rede, chamadas de “estratégias”, que consideram diversas novas linhas estruturais de metrô e trem e ampliação de linhas existentes, bem como corredores de ônibus, terminais e algumas ações complementares de infraestrutura, operação e gestão.

Comparado com a primeira versão de 1999 discutida na seção anterior, à luz dos conceitos de interesse desta pesquisa, apesar de mais extenso o PITU 2025 se mostra um instrumento mais incompleto nas dimensões que abrange, menos robusto no uso das métricas, além de menos ousado em relação às hipóteses de concepção de rede que se propõe avaliar comparativamente.

O primeiro aspecto a destacar é a ausência do conceito de acesso a oportunidades. O termo acessibilidade é utilizado para denominar outro conceito, associando-o ao custo generalizado médio das viagens realizadas ao invés de à facilidade ou às impedâncias para acessar oportunidades potencialmente. E a ideia de estudar o nível de acesso a oportunidades de emprego, estudo, serviços ou outros sequer aparece de forma clara ou explícita no PITU 2025, mesmo que não utilizando esse termo.

A preocupação relativa às diferenças entre grupos sociais ou segmentos da população também está completamente ausente. As palavras “equidade” ou “desigualdade” nem mesmo aparecem no documento.

Nesse sentido, relativamente às perguntas de pesquisa não há sequer a possibilidade de considerar o acesso a oportunidades nem a redução de desigualdades relacionadas ao transporte – muito menos os efeitos distributivos de acessibilidade – dentre os objetivos ou princípios orientadores desse instrumento de planejamento.

Em relação à avaliação de alternativas, alguns indicadores de desempenho são utilizados recorrentemente ao longo do documento para comparar os cenários de oferta ou “estratégias”: custo generalizado médio (referido como medida de “melhoria da acessibilidade”), velocidade média por modo de transporte, número de viagens por dia por habitante (usada como medida de “mobilidade”), distância média das viagens, divisão modal e desembolso por viagem. O custo generalizado e o desembolso por vezes são apresentados desagregados em 5 faixas de renda, mas não na perspectiva de avaliar a variação entre esses grupos. Assim, de forma geral, o PITU 2025 utiliza parâmetros de avaliação com valores médios para todo o sistema, adotando implicitamente uma abordagem utilitarista: a melhoria em um indicador que represente uma média da população como um todo é entendida como uma escolha desejável. Os efeitos distributivos desse benefício não são considerados nessa decisão, ficando ausente qualquer atenção ao impacto sobre as desigualdades.

A estrutura de avaliação apresentada no final da Parte D do PITU inclui 17 critérios com seus respectivos pesos relativos (Tabela 3). A maioria corresponde a valores totais ou médias do sistema como um todo, mas há duas métricas que fazem referência a um recorte populacional específico de baixa renda – “Aumento da Acessibilidade (baixa renda)” e “Aumento da velocidade média (TC – baixa renda)” – porém sem descrição mais específica sobre os mesmos. Somados, representam um peso de apenas 7,5% na ponderação junto aos demais critérios de avaliação. Mas o mais relevante é que, ainda assim, pelo que se depreende dos nomes desses indicadores, não são medidas que permitam avaliar o efeito distributivo: um projeto que resulte em maiores benefícios nesses itens do que outro projeto pode, apesar disso, agravar a desigualdade.

Tabela 3 – Estrutura de avaliação do PITU 2025 – critérios, indicadores e pesos relativos.

Indicadores		Peso Grupo	Peso Indicador	Peso Global
Políticas de Transporte				
Competitividade econômica	Aumento global da acessibilidade na RM	10	0.5894	5.9%
	Redução nos níveis de congestionamento		0.1315	1.3%
	Apoio às plataformas logísticas da RM		0.2792	2.8%
Saudável	Aumento da Acessibilidade (baixa renda)	10	0.3567	3.6%
	Aumento da velocidade média (TC – baixa renda)		0.3882	3.9%
	Redução da emissão de poluentes		0.2551	2.6%
Equilibrada	Melhoria da acessibilidade às centralidades	7.5	0.578	4.3%
	Garantia de capacidade de suporte às centralidades		0.422	3.2%
Responsável	Retorno econômico satisfatório	15	0.3068	4.6%
	Retorno financeiro satisfatório		0.2685	4.0%
	Integração das políticas de transporte		0.4247	6.4%
Cidadã	Aumento da oferta em transporte coletivo	7.5	0.5961	4.5%
	Conforto no TC		0.2167	1.6%
	Redução de acidentes		0.1873	1.4%
Política de Uso do Solo				
Políticas de uso do solo	Redução da extensão de viagens	50	0.3279	16.4%
	Aumento da densidade populacional nas centralidades		0.2384	11.9%
	Aumento da taxa de emprego nas centralidades		0.4337	21.7%
TOTAL		100	1.0000	100.0%

Fonte: adaptado de (Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006)

Observa-se uma intenção, voluntária ou involuntária, de incorporar pontualmente métricas que diferenciem o efeito sobre os mais pobres, mas na prática não rompem com a lógica do utilitarismo como princípio quase hegemônico nessa estrutura de critérios. Em todo caso, seria possível argumentar que há vestígios de um suficientarismo, mas ao não propor critérios para assegurar um nível mínimo desses atributos fragiliza até mesmo essa hipótese.

Os lugares onde são apresentados indicadores de custo generalizado e/ou desembolso desagregados por faixa de renda até ofereceriam insumos para incorporar algum tipo de análise sobre a variação na distribuição de benefícios e o impacto na redução ou aumento das desigualdades no âmbito da mobilidade, ainda que não de forma sistemática ou como componente estrutural da metodologia de avaliação global do PITU 2025. De fato, há estratégias em que é possível constatar uma diminuição relativa no valor do desembolso médio da faixa de renda mais baixa sobre o da faixa de renda mais alta, o que poderia ser apontado como uma característica favorável. Entretanto, apesar disso, o documento não aborda esse aspecto. Em resumo, o PITU 2025 não avalia a distribuição dos efeitos abordados nas análises (custo generalizado e tempo de viagem) pela implementação ações, reproduzindo a abordagem tradicional utilitarista.

4.1.3. Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014 (PDE)

O Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2014) trouxe notáveis avanços na integração do planejamento urbano e de transportes, incluindo, entre outras medidas, o estabelecimento dos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana (EETU) no entorno dos sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, a transformação dos requisitos de estacionamento estipulando quantidade máxima de vagas nos EETU e diretrizes para o alargamento de calçadas.

Os princípios relacionados ao conceito de acessibilidade às oportunidades, mesmo sem se referir especificamente a esse termo, aparecem refletidos tanto no componente do uso do solo, com a promoção do adensamento habitacional e de atividades urbanas ao longo dos sistemas de transporte, bem como no componente de transporte, com a proposição de uma ampla malha de corredores de ônibus. A ideia de uma cidade que garanta acesso da sua população aos serviços e às possibilidades que ali se oferecem, está presente ao longo de todo o PDE, embasando várias das suas diretrizes e ações propostas.

A ideia de reduzir as desigualdades está incluída de forma explícita e direta nos objetivos estratégicos gerais, inclusive associada ao acesso a serviços e equipamentos:

Art. 7º A Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico se orientam pelos seguintes objetivos estratégicos: (...)

XIII - **reduzir as desigualdades socioterritoriais** para garantir, em todos os distritos da cidade, o acesso a equipamentos sociais, a infraestrutura e serviços urbanos; (...)

No Capítulo V, que trata especificamente da política e do sistema de mobilidade, o princípio de equidade aparece principalmente na forma de observações voltadas a atender prioritariamente usuários em “condição de vulnerabilidade social” (Art. 225) ou os “extratos populacionais mais vulneráveis” (Art. 228), mas não em termos de compreender os níveis de desigualdade existentes ou de propor de forma mais clara e assertiva mecanismos de redução dessas desigualdades. Ou seja, nessa parte do plano, o assunto é tratado mais como combate às carências do que como redução de desigualdades. Destaca-se, isso sim, a ênfase colocada sistematicamente na priorização dos modos coletivos e ativos sobre os modos individuais motorizados, o que reforça a coerência do instrumento em promover alternativas que fazem um uso mais equitativo e sustentável do espaço urbano, como é possível constatar, por exemplo, nos dois artigos do Capítulo V referidos acima:

Art. 225. O Sistema de Mobilidade é definido como o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, serviços, equipamentos, infraestruturas e instalações operacionais necessários à ampla mobilidade de pessoas e deslocamento de cargas pelo território municipal, visando garantir a qualidade dos serviços, a segurança e a proteção à saúde **de todos os usuários, principalmente aqueles em condição de vulnerabilidade social**, além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

(...)

Art. 228. Os programas, ações e investimentos, públicos e privados, no Sistema de Mobilidade devem ser orientados segundo as seguintes diretrizes:

I - priorizar o transporte público coletivo, os modos não motorizados e os modos compartilhados, em relação aos meios individuais motorizados;

II - diminuir o desequilíbrio existente na apropriação do espaço utilizado para a mobilidade urbana, favorecendo os modos coletivos **que atendam a maioria da população, sobretudo os extratos populacionais mais vulneráveis**; (...)

XIV - promover o maior aproveitamento em áreas com boa oferta de transporte público coletivo por meio da sua articulação com a regulação do uso e ocupação do solo; (...)

4.1.4. Plano de Mobilidade de São Paulo de 2015 (PlanMob)

O Plano de Mobilidade de São Paulo de 2015 (Prefeitura de São Paulo, 2015) foi um avanço significativo em termos de estruturar e institucionalizar uma política integral para a mobilidade urbana da cidade. Além de definir uma estratégia abrangente que articula os mais diversos componentes da mobilidade urbana (transporte público coletivo, sistema cicloviário, sistema de circulação de pedestres, transporte coletivo privado, transporte escolar, transporte de carga, gestão do sistema viário, segurança no trânsito, gerenciamento dos estacionamentos, gestão ambiental, transporte individual motorizado e compartilhamento de automóveis), esse instrumento tem o mérito de, apesar de seu âmbito municipal, buscar uma perspectiva metropolitana ao incluir um capítulo sobre o transporte metropolitano com componentes de responsabilidade do governo estadual (como o Metrô, a CPTM e a EMTU).

A estrutura do documento não segue a organização clássica dos planos de transporte. É um instrumento bem estruturado, com um diagnóstico, uma definição clara e consistente de princípios, diretrizes e objetivos e a enunciação de uma Política de Mobilidade Urbana no Município de São Paulo que determina as linhas estratégicas que devem orientar as ações. A partir disso, o PlanMob procede à descrição de um conjunto amplo e ambicioso de medidas que contemplam as mais diversas áreas, mencionadas acima. Não há, entretanto, uma etapa de análise dos efeitos previstos das ações consideradas, tampouco um processo de avaliação de alternativas e justificativa técnica das decisões sobre as soluções propostas. Isso não representa necessariamente um problema nem significa que as propostas sejam inadequadas, mas para efeitos de planejamento não é possível cotejar os efeitos esperados à luz dos objetivos estabelecidos. E também não possibilita avaliar o objeto de interesse desta pesquisa: mensurar o impacto esperado dos projetos de transporte sobre as desigualdades.

Um ponto que vale ressaltar é a preocupação mostrada desde a Introdução do documento em diferenciar entre mobilidade, definido como um atributo do indivíduo, e acessibilidade, como um atributo do espaço. A definição é bastante genérica: inclui referências a “diversas escalas” da cidade, desde acessibilidade universal nos passeios e prioridade em corredores, até a diferenciação entre regiões. No entanto, apesar dessa falta de especificidade, cabe destacar, dentre esses vários significados, a afirmação de que a acessibilidade é um “instrumento de equiparação de oportunidades”. Ao longo do plano, mesmo que pontualmente, o acesso às oportunidades é apontado como um aspecto importante. O capítulo de conclusões inicia com um exemplo claro disso, ao afirmar que o PlanMob “prevê a construção de uma cidade com acessibilidade universal, igualdade no acesso e à qualidade do sistema de mobilidade urbana, a fim de garantir a todos o direito de

usufruir das oportunidades e facilidades que a cidade oferece” (Prefeitura do Município de São Paulo, 2015, p.175).

Assim, o Plano de Mobilidade, em suas intenções e diretrizes, assegura um lugar de destaque à ideia de equidade no acesso às oportunidades. Mas, para além disso, não se identificam análises específicas sobre o nível de acessibilidade a oportunidades, nem no diagnóstico da situação atual, nem sobre os efeitos estimados resultantes das ações propostas. Tampouco há, portanto, análises sobre a distribuição desse impacto. Essa característica ecoa a avaliação de Vecchio, Tiznado-Aitken e Hurtubia (2020) e de Guimarães e Lucas (2019) sobre políticas, instrumentos e projetos que afirmam ter uma preocupação com a equidade no acesso a oportunidades, mas sem se ver refletido na formulação, avaliação e/ou seleção das propostas.

4.2. Resumo da revisão dos instrumentos de planejamento.

A Tabela 4 apresenta um resumo sistematizado da revisão dos instrumentos de planejamento relativo ao uso dos conceitos de acesso a oportunidades e de redução de desigualdades nos objetivos e na avaliação de propostas.

Tabela 4 – Resumo da revisão dos instrumentos de planejamento.

	Acesso a oportunidades		Redução de desigualdades	
	Objetivo	Avaliação de propostas	Objetivo	Avaliação de propostas
PITU 2020	<p>✔ Presente de forma consistente.</p>	<p>✔ Presente de forma consistente.</p>	<p>ⓘ Metas voltadas à população de baixa renda, mas sem objetivos claros de redução de desigualdades associados ao transporte. Menção pontual a "reduzir as diferenças sociais verificadas na região".</p>	<p>ⓘ Critérios orientados à população de baixa renda, mas sem indicadores nem análises para avaliar efeitos distributivos ou redução de desigualdades.</p>
PITU 2025	<p>✘ Ausente (uso do termo acessibilidade associado ao conceito de custo generalizado médio das viagens).</p>	<p>✘ Ausente (uso do termo acessibilidade associado ao conceito de custo generalizado médio das viagens).</p>	<p>✘ Ausente.</p>	<p>ⓘ Critérios orientados à população de baixa renda, mas sem indicadores nem análises para avaliar efeitos distributivos ou redução de desigualdades.</p>
PDE	<p>✔ Presente de forma sistemática, apesar de não usar o termo acessibilidade.</p>	<p>✘ Instrumento não possui avaliação quantitativa dos efeitos esperados das propostas.</p>	<p>ⓘ Priorização de pessoas em "condição de vulnerabilidade social" em diversos objetivos, mas nenhum associado mais claramente à redução de desigualdades.</p>	<p>✘ Instrumento não possui avaliação quantitativa dos efeitos esperados das propostas.</p>
PlanMob	<p>✔ Presente de maneira bastante consistente em todo o documento, em alguns casos de forma clara e direta, e em outros com meções mais genéricas.</p>	<p>✘ Instrumento não possui avaliação quantitativa dos efeitos esperados das propostas.</p>	<p>✔ Presente de forma consistente, inclusive com menção à acessibilidade como "instrumento de equiparação de oportunidades".</p>	<p>✘ Instrumento não possui avaliação quantitativa dos efeitos esperados das propostas.</p>

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que as duas dimensões de análise são tratadas de forma variada nos diversos instrumentos, em alguns praticamente ausente e em outros de maneira mais consistente, mas nunca completa e de forma sistemática, principalmente na avaliação de propostas.

O acesso a oportunidades está presente em alguns dos instrumentos, mas de maneira geral não é tratado de forma sistemática nem assume ainda um lugar relevante entre os critérios de avaliação. O único plano que analisa quantitativamente o acesso a oportunidades de forma que pode ser considerada consistente é o PITU 2020.

Essas conclusões estão em linha com os achados de Boisjoly e El-Geneidy (2017a) referidos no capítulo 2 de que, apesar da utilização do termo acessibilidade em muitos planos, na prática o foco principal ainda é a mobilidade, e que os objetivos de acessibilidade raramente são traduzidos em indicadores. Da mesma forma, reforça o entendimento de que apesar da compreensão sobre a relevância do conceito de acesso potencial a oportunidades, as técnicas de análise e as tomadas de decisão continuam muito ancoradas nas abordagens baseadas na concepção de mobilidade (Boisjoly e El-Geneidy, 2017b).

A equidade aparece, com variados graus de importância, como dimensão pertinente em alguns instrumentos, mas limitando-se a considerar o impacto sobre a população de baixa renda. Nenhum dos instrumentos utiliza medidas para avaliar a distribuição dos efeitos dos projetos analisados e o impacto nas desigualdades associadas ao transporte.

Conforme discutido no capítulo anterior, declarar a intenção de promover a equidade não é suficiente, caso não se incorporem na análise formas de avaliar se as propostas realmente contribuem com essas metas, pois somente afirmar que o objetivo é promover a equidade não leva à redução de desigualdades. Isso reforça a importância de introduzir critérios e ferramentas que levem em conta os efeitos distributivos como parte dos estudos ex-ante no planejamento, incorporando assim de forma efetiva mecanismos para reduzir progressivamente as desigualdades.

Na perspectiva mais ampla das críticas ao processo de planejamento e tomadas de decisão sobre projetos e políticas – reconhecendo que não são o resultado direto das conclusões de uma análise técnica, mas que passam também por uma série de outros fatores políticos, sociais, econômicos e institucionais – a falta de um tratamento claro, consistente e sistemático das desigualdades de acesso também representam um ponto vulnerável. Dado que os instrumentos de planejamento podem servir tanto para subsidiar tecnicamente como para legitimar os processos de decisão, em qualquer dessas situações a incorporação de objetivos e ferramentas de análise para avaliação do impacto nas desigualdades também é um aspecto desejável.

4.3. Projetos de expansão da rede estrutural de São Paulo

Os instrumentos de planejamento abordados na seção anterior estabelecem o marco geral de planejamento para a rede estrutural de transporte público, definindo estratégias de expansão como parte de políticas mais abrangentes para a mobilidade urbana e, no caso do PITU, apresentando critérios específicos de avaliação e escolha dos projetos e ações. No entanto, como mencionado previamente, os projetos efetivamente implantados não seguem estritamente os instrumentos de planejamento. Os próprios processos de tomada de decisão não são objeto da presente pesquisa, mas é possível observar que as linhas que vão sendo escolhidas para implementação (as novas) e ampliação (as existentes) em geral guardam algum grau de relação com as propostas dos planos, porém sofrem mudanças de traçado, às vezes significativas.

Considerando isso, para efeitos das análises do estudo de caso desta pesquisa sobre o impacto dos projetos de transporte nas desigualdades da acessibilidade, optou-se por identificar as referências oficiais que apresentam as versões mais recentes das linhas de metrô, trem e BRT previstas para São Paulo. Com isso, busca-se que os cenários de análise, mesmo que hipotéticos, traduzam de forma mais realistas as expectativas sobre as propostas de expansão da rede estrutural de transporte público.

No âmbito de responsabilidade estadual na RMSP, o documento mais recente com a proposta de rede estrutural metroferroviária é o Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2021), no qual são descritas as versões mais atualizadas dos projetos de novas linhas e expansão de linhas existentes. Por parte da Prefeitura, o Programa de Metas 21/24 (Prefeitura de São Paulo, 2021a) pode ser considerado o registro mais recente das propostas assumidas oficialmente como compromissos de implantação de projetos de transporte público de alta capacidade sobre pneus. Esses dois documentos foram utilizados como base para a definição dos projetos de transporte a serem avaliados na perspectiva de acesso a oportunidades de empregos e a distribuição dos efeitos visando compreender o impacto sobre as desigualdades.

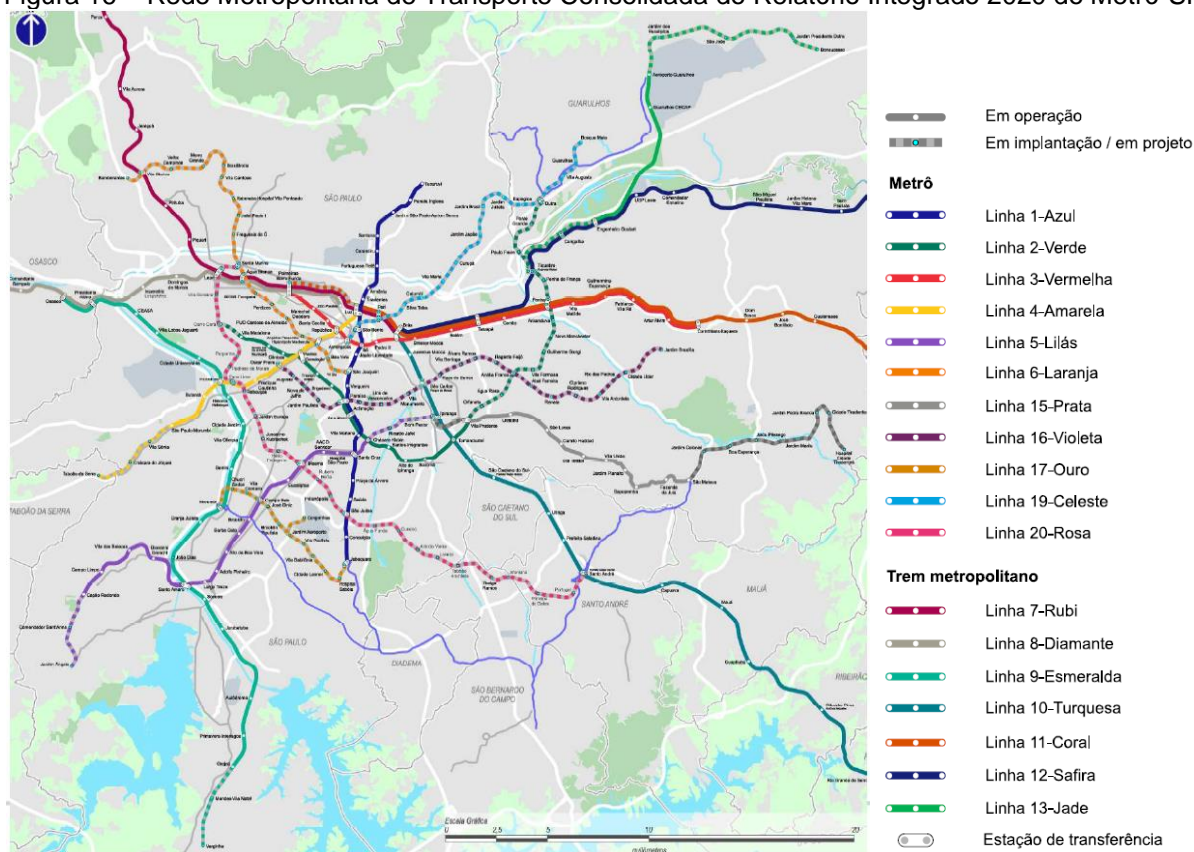
Esses documentos oferecem as referências mais atualizadas e completas dos planos de expansão da rede estrutural de transporte público de São Paulo, mas, diferentemente dos instrumentos de planejamento analisados na seção anterior, se limitam apenas a descrever os traçados e uma caracterização básica dos projetos, sem explicitar os critérios de escolha e sem análises ou avaliações sobre os impactos, seja em termos de acesso a oportunidades ou nas desigualdades associadas ao transporte. O próximo capítulo deste trabalho busca, nesse sentido, jogar luz sobre os efeitos esperados dessas propostas na perspectiva das dimensões de interesse da presente pesquisa.

4.3.1. Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP

O Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2021) apresenta o mapa da Rede Metropolitana de Transporte Consolidada (Figura 16) com o traçado proposto, no momento da publicação, para as novas linhas e os trechos de ampliação de algumas linhas existentes da rede metroferroviária, incluindo:

- Expansão das linhas 2-Verde, 4-Amarela, 5-Lilás, 15-Prata (Metrô)⁷, 9-Esmeralda, 13-Jade (CPTM).
- Implantação das novas linhas 6-Laranja, 16-Violeta, 17-Ouro, 19-Celeste, 20-Rosa (Metrô).

Figura 16 – Rede Metropolitana de Transporte Consolidada do Relatório Integrado 2020 do Metrô-SP



Fonte: (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2021)

⁷ Conforme discutido na seção 3.4, ao definir o cenário base em outubro de 2018, nas análises do capítulo 5 a Linha 15-Prata pode ser tratada como uma nova linha, já que nessa data contava somente com o trecho inicial das duas primeiras estações operando em horário comercial, praticamente sem efeito nos níveis de acessibilidade da população beneficiada com a implantação do restante do trajeto previsto.

4.3.2. Programa de Metas 21/24 da Prefeitura de São Paulo

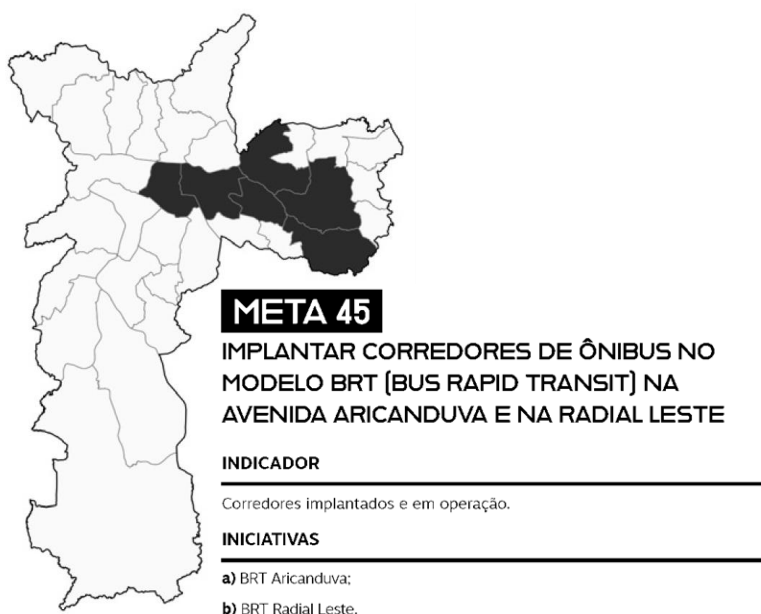
O Programa de Metas 2021-2024 (Prefeitura de São Paulo, 2021a) contém um conjunto abrangente de 77 metas organizadas em 6 eixos e 27 objetivos estratégicos, entre as quais há diversas propostas de iniciativas relacionadas à mobilidade urbana. A meta 45 (Figura 17) consiste na implantação de dois corredores de ônibus de alta capacidade no modelo BRT (*Bus Rapid Transit*, ou Ônibus de Trânsito Rápido), definido no documento como sistema que opera em pistas exclusivas, com pagamento feito fora dos ônibus, plataformas de embarque no mesmo nível dos veículos e dispostas de maneira alinhada com o eixo central do corredor.

Os dois corredores propostos são:

- BRT Aricanduva
- BRT Radial Leste

O documento, entretanto, não apresenta os traçados dos dois projetos. Estes foram obtidos a partir de bases geográficas dos corredores previstos no PDE baixadas da plataforma Gestão Urbana SP da Prefeitura de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2021b). De fato, esses corredores constam entre um conjunto mais amplo de propostas de eixos de transporte por ônibus do PDE associados a metas para diferentes horizontes temporais (de 2016 a 2025) que foram sistematicamente descumpridas, perpetuando fortes desigualdades de oferta de transporte estrutural da cidade (Tomasiello *et al.*, 2021).

Figura 17 – Meta 45 do Programa de Metas 21/24 para implantação de dois BRTs



Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2021a)

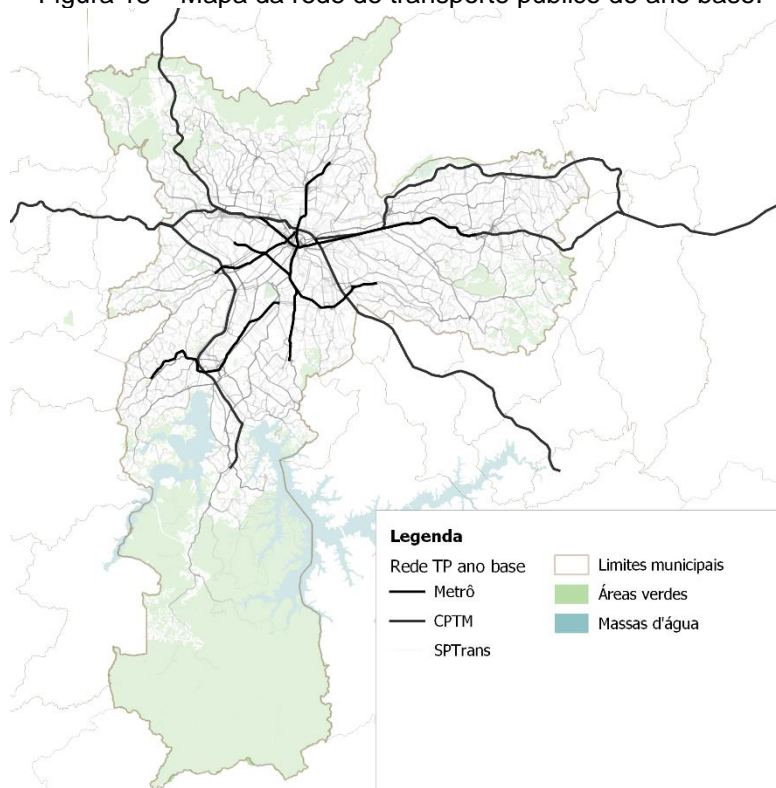
5. ANÁLISE DOS EFEITOS DISTRIBUTIVOS DOS PROJETOS DE TRANSPORTE NA ACESSIBILIDADE

Este capítulo apresenta os resultados e as análises sobre os efeitos dos projetos de transporte nos níveis de acessibilidade e sua distribuição segundo grupos sociais (renda, classe e raça), a partir de onde identifica-se o impacto nas desigualdades que esta pesquisa busca explorar como possibilidade de incorporação no processo de planejamento.

5.1. Cenário base

A rede de referência corresponde à oferta no ano base, de outubro de 2018, incluindo as linhas de ônibus municipais (SPTrans), as linhas de metrô (Metrô-SP) e de trem (CPTM) que operavam nessa data, conforme descrito na seção 3.4, ilustrada na Figura 18.

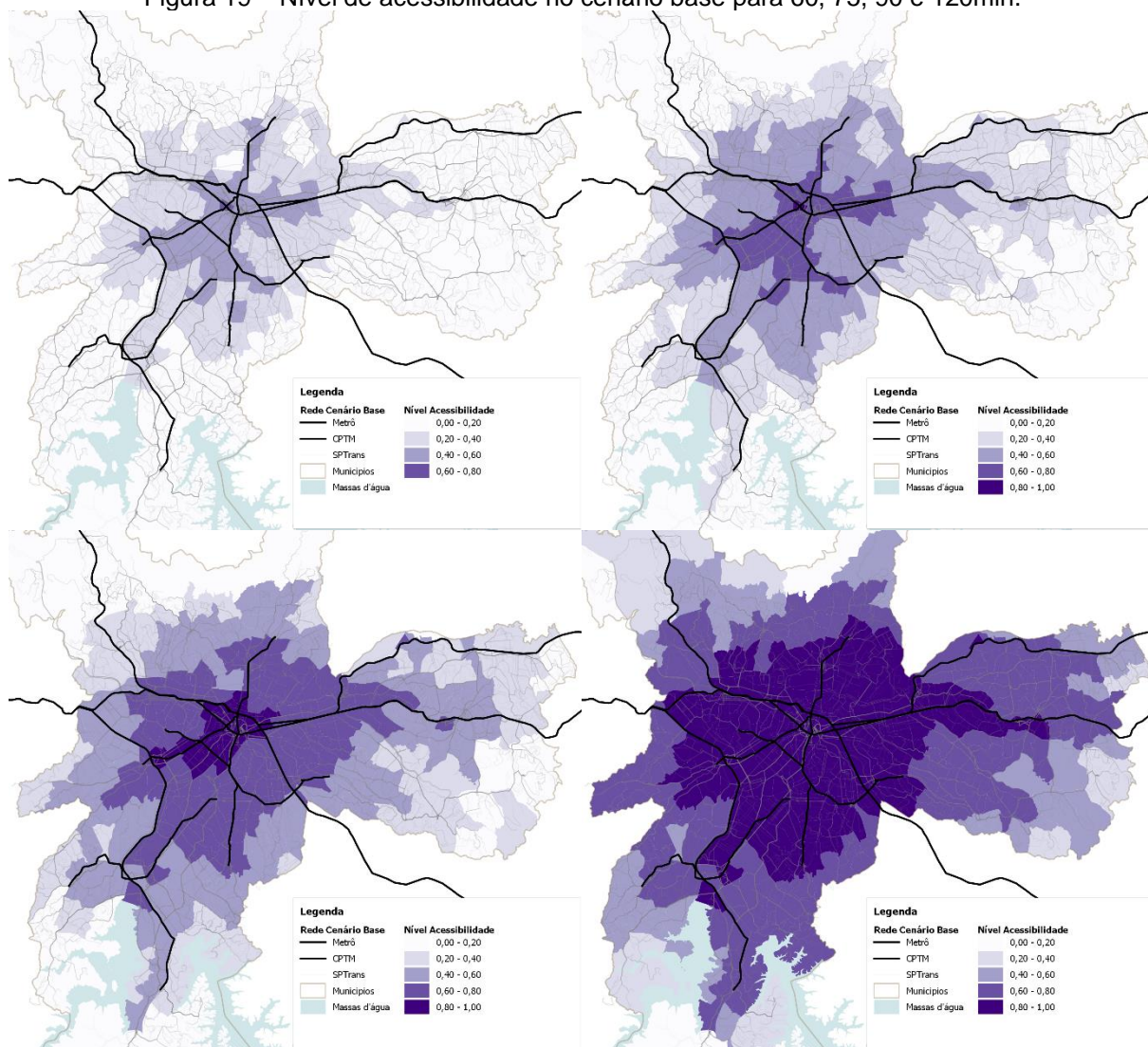
Figura 18 – Mapa da rede de transporte público do ano base.



Fonte: Elaboração própria

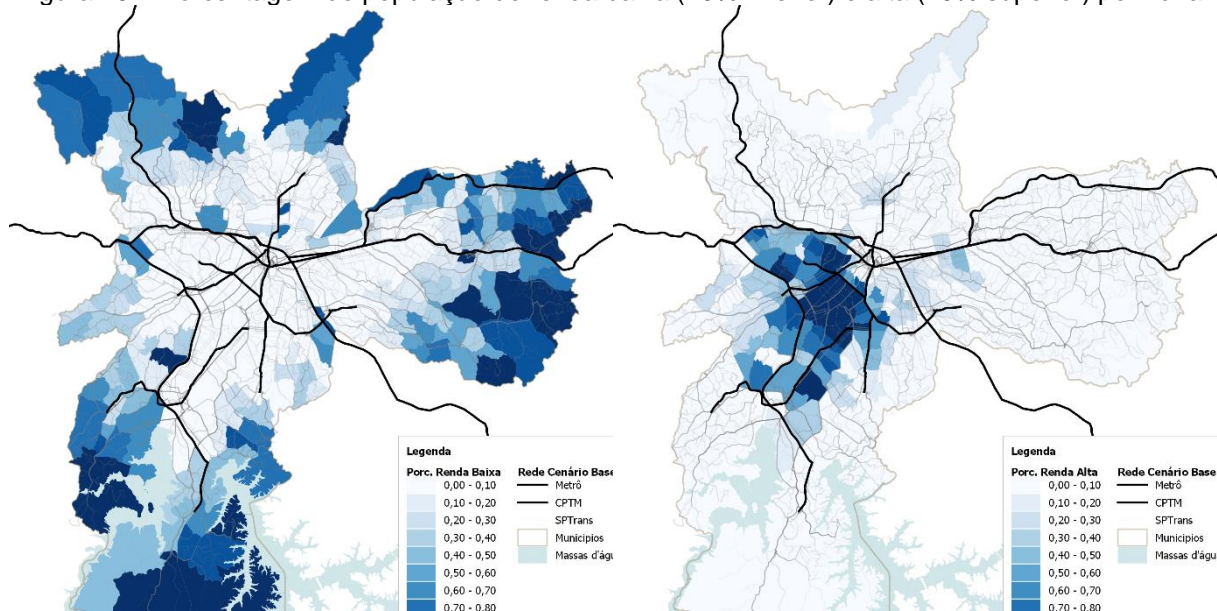
A distribuição espacial da acessibilidade apresenta forte contraste entre as áreas centrais – com acesso às maiores porcentagens de emprego da cidade – e as periferias – com os níveis mais baixos (Figura 19), fruto da combinação da concentração de oportunidades de trabalho e da maior densidade de oferta de transporte público no centro expandido. Ao comparar esse padrão com a distribuição de renda das famílias (Figura 20) é possível observar uma considerável sobreposição entre zonas mais ricas e níveis de acessibilidade mais altos, bem como entre zonas mais pobres e acessibilidade baixa.

Figura 19 – Nível de acessibilidade no cenário base para 60, 75, 90 e 120min.



Fonte: Elaboração própria

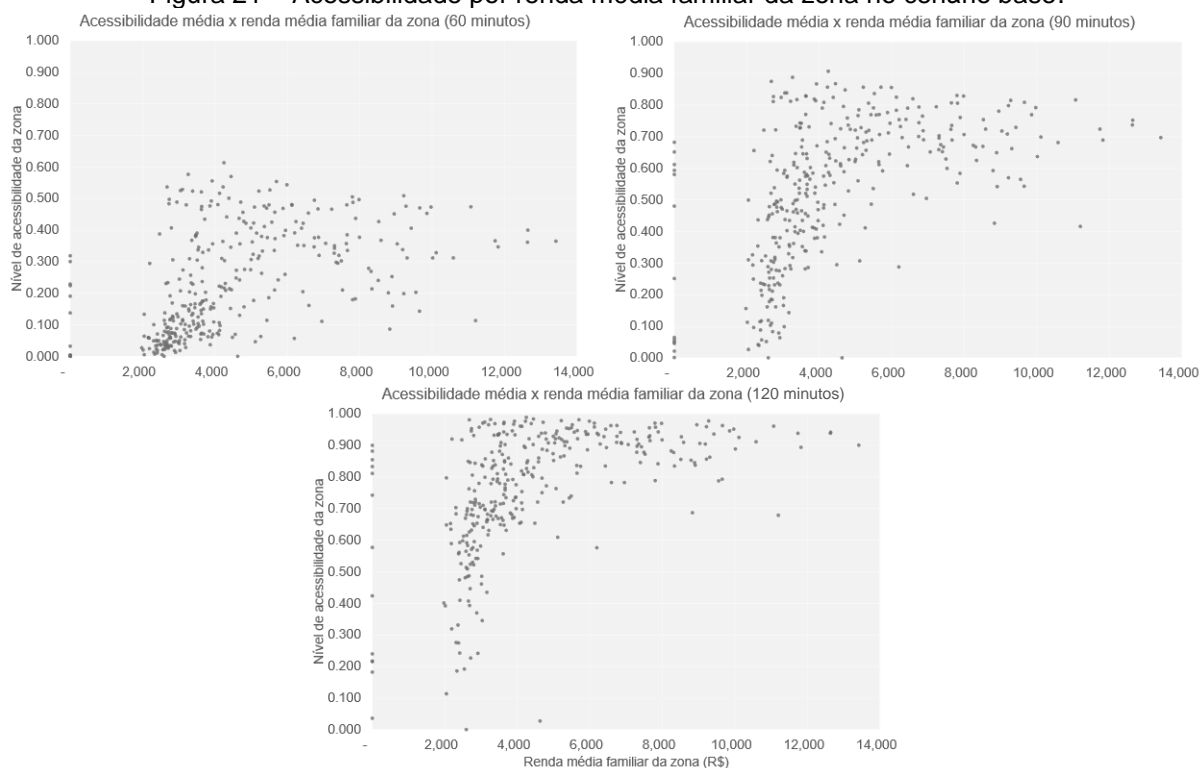
Figura 20 – Porcentagem de população de renda baixa (40% inferior) e alta (10% superior) por zona.



Fonte: Elaboração própria

A Figura 21 mostra a relação entre o nível de acessibilidade e a renda média familiar das zonas, onde é possível observar graficamente a sobreposição mencionada acima, em que de forma geral as áreas de renda alta estão muito mais concentradas nos maiores níveis de acessibilidade da área de estudo (lado direito dos gráficos, com maior densidade na parte superior), enquanto que entre as zonas de mais baixa acessibilidade predomina a renda mais baixa (lado inferior dos gráficos, com maior concentração de pontos à esquerda).

Figura 21 – Acessibilidade por renda média familiar da zona no cenário base.

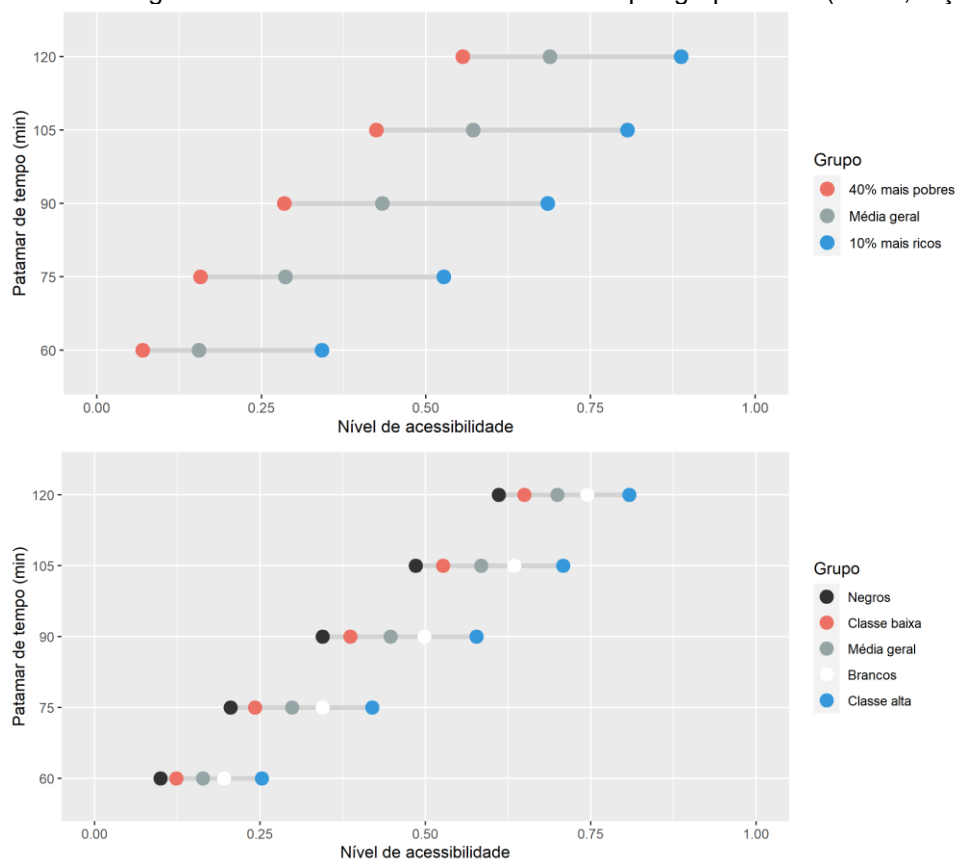


Fonte: Elaboração própria

Os indicadores de desigualdade do cenário base mostram as grandes disparidades do nível de acessibilidade média entre grupos sociais (Figura 22). No recorte por renda, constata-se em todos os patamares de tempo analisados para a acessibilidade cumulativa uma dispersão significativa dos 40% mais pobres e dos 10% mais ricos em relação à média da cidade. Por exemplo, enquanto a base da distribuição de renda não alcança nem 30% dos empregos em até 90 minutos, o topo chega a quase 70%.

Pelos recortes de raça e classe da população economicamente ativa, os negros apresentam sistematicamente os níveis mais reduzidos de acessibilidade média, enquanto a classe alta é o grupo com a maior acessibilidade a empregos, para todos os patamares de tempo do indicador.

Figura 22 – Nível de acessibilidade média por grupo social (renda, raça e classe).

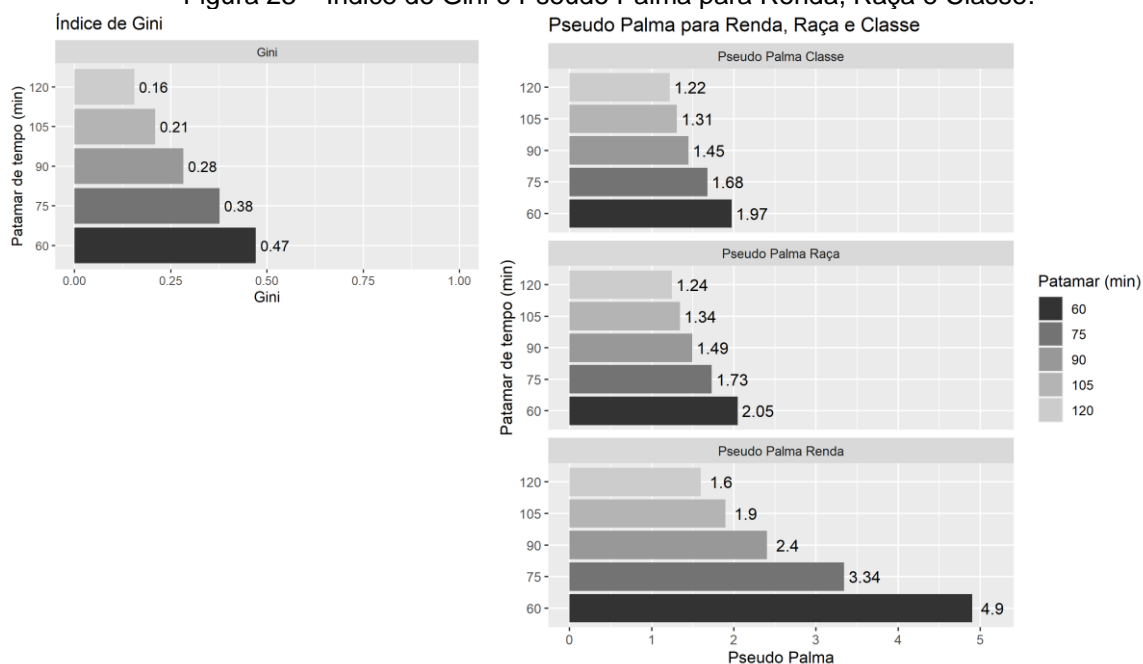


Fonte: Elaboração própria

Pelos indicadores agregados de desigualdade (Figura 23), as maiores disparidades ocorrem para a acessibilidade cumulativa até 60 minutos, tanto em termos de equidade horizontal, com Gini de 0,47, quanto vertical, cujo pseudo palma aponta para uma situação em que os mais ricos possuem nível de acesso a empregos quase 5 vezes maior que o dos mais pobres. Essas diferenças diminuem gradualmente conforme aumenta o patamar de tempo de viagem do indicador, sendo que para viagens de até 120 minutos, a acessibilidade dos mais ricos é 60% maior do que dos mais pobres.

Os recortes de raça e classe mostram padrão semelhante, porém com diferenças menores entre os extremos. O pseudo palma de raça (acessibilidade média de brancos sobre a de negros) varia de 1,97 para 60 minutos até 1,22 para 120 minutos. O pseudo palma de classe (acessibilidade média da classe alta sobre a da classe baixa) varia de 2,05 para 60 minutos até 1,24 para 120 minutos. É preciso levar em conta que esse resultado – pseudo palma mais baixos – também está relacionado com o fato de estar se comparando grupos numericamente maiores da população (65% de brancos no numerador sobre 34% de negros no denominador, Figura 7) do que no caso da análise por renda, que se concentra nos extremos da distribuição (principalmente o numerador do pseudo palma, que inclui apenas os 10% mais ricos, sobre os 40% mais pobres no denominador).

Figura 23 – Índice de Gini e Pseudo Palma para Renda, Raça e Classe.



Fonte: Elaboração própria

Na distribuição completa de cada faixa de renda da Figura 24, nota-se como para as viagens mais longas, de 120 minutos, os níveis de acessibilidade ficam mais próximos de 100%, em particular para os decis de renda superiores. Isto permite compreender por que conforme aumenta-se o patamar de tempo de viagem os indicadores de desigualdade diminuem, pois enquanto a margem de melhoria dos grupos que desfrutam das melhores condições de acesso fica cada vez menor, os saltos dos que têm menos acessibilidade são proporcionalmente maiores, reduzindo progressivamente dessa maneira as diferenças relativas. Fenômeno semelhante ocorre no recorte de raça e classe da população adulta com renda ou ocupação.

Essa característica atravessa todas as análises deste capítulo, com as desigualdades mais agudas geralmente associadas à acessibilidade cumulativa de até 60 minutos, e uma redução gradual das mesmas nos níveis seguintes. Por esse motivo, para cada tópico, foram selecionados os limites de tempo que melhor ajudam a explorar cada assunto de forma específica, sem percorrer exaustivamente todas as variantes do indicador, concentrando maior atenção em 60, 75 e 90 minutos, onde há maior impacto nas desigualdades.

Finalmente, a distribuição do nível de acessibilidade também pode ser observada nas curvas de Lorenz da Figura 26 (representação gráfica que dá origem aos índices de Gini discutidos acima), que ilustra como as maiores desigualdades na perspectiva da equidade horizontal (sem cruzar com outras variáveis como renda, raça ou classe) também ocorrem para viagens de até 60 minutos, diminuindo progressivamente até 120 minutos.

Figura 24 – Acessibilidade por decil de renda (superior) e raça e classe (inferior) no cenário base.

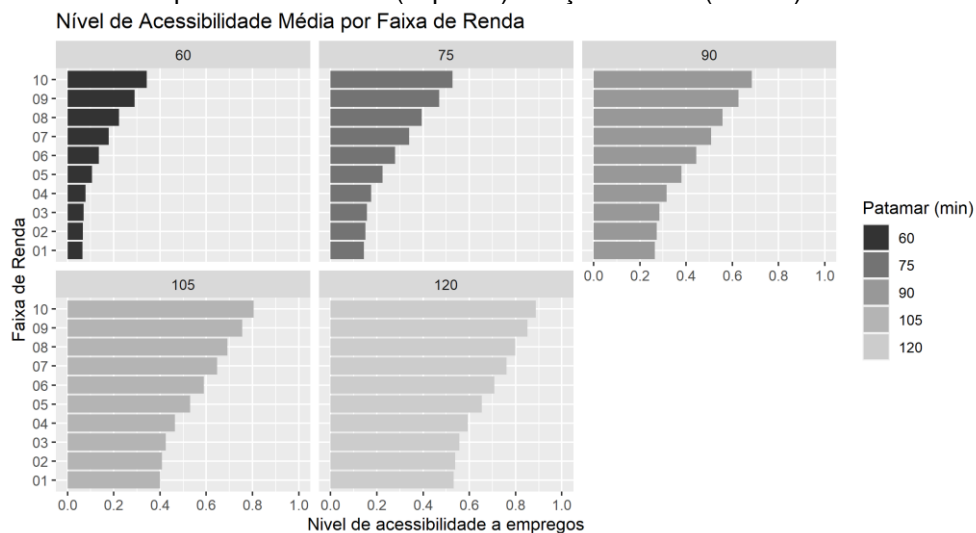
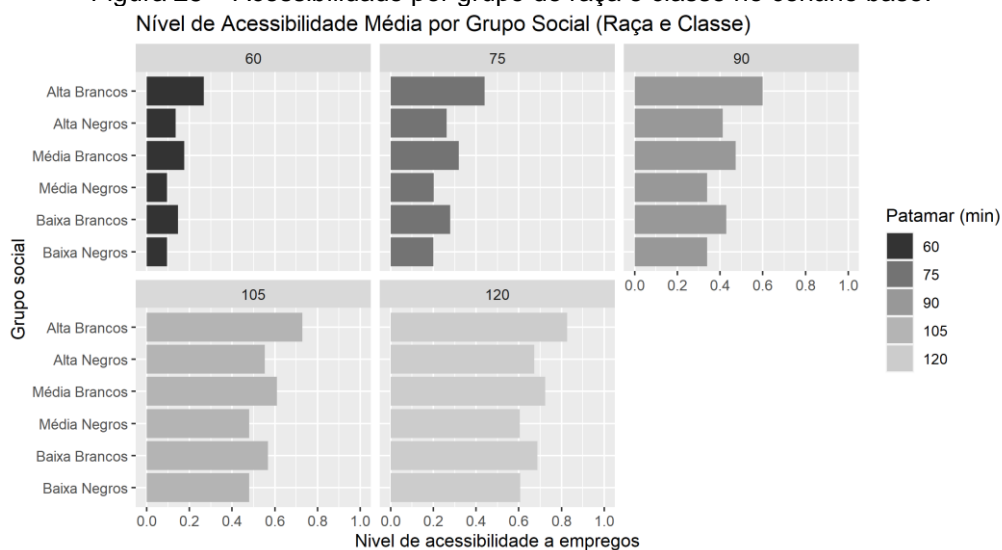
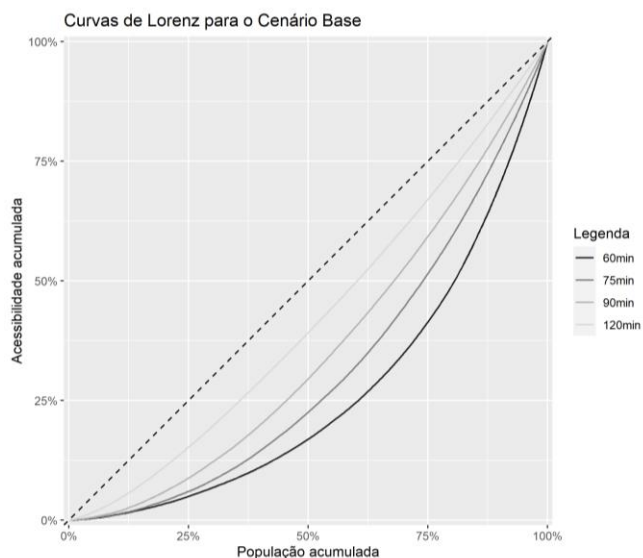


Figura 25 – Acessibilidade por grupo de raça e classe no cenário base.



Fonte: Elaboração própria

Figura 26 – Curvas de Lorenz para o Cenário Base para 60, 75, 90 e 120min.

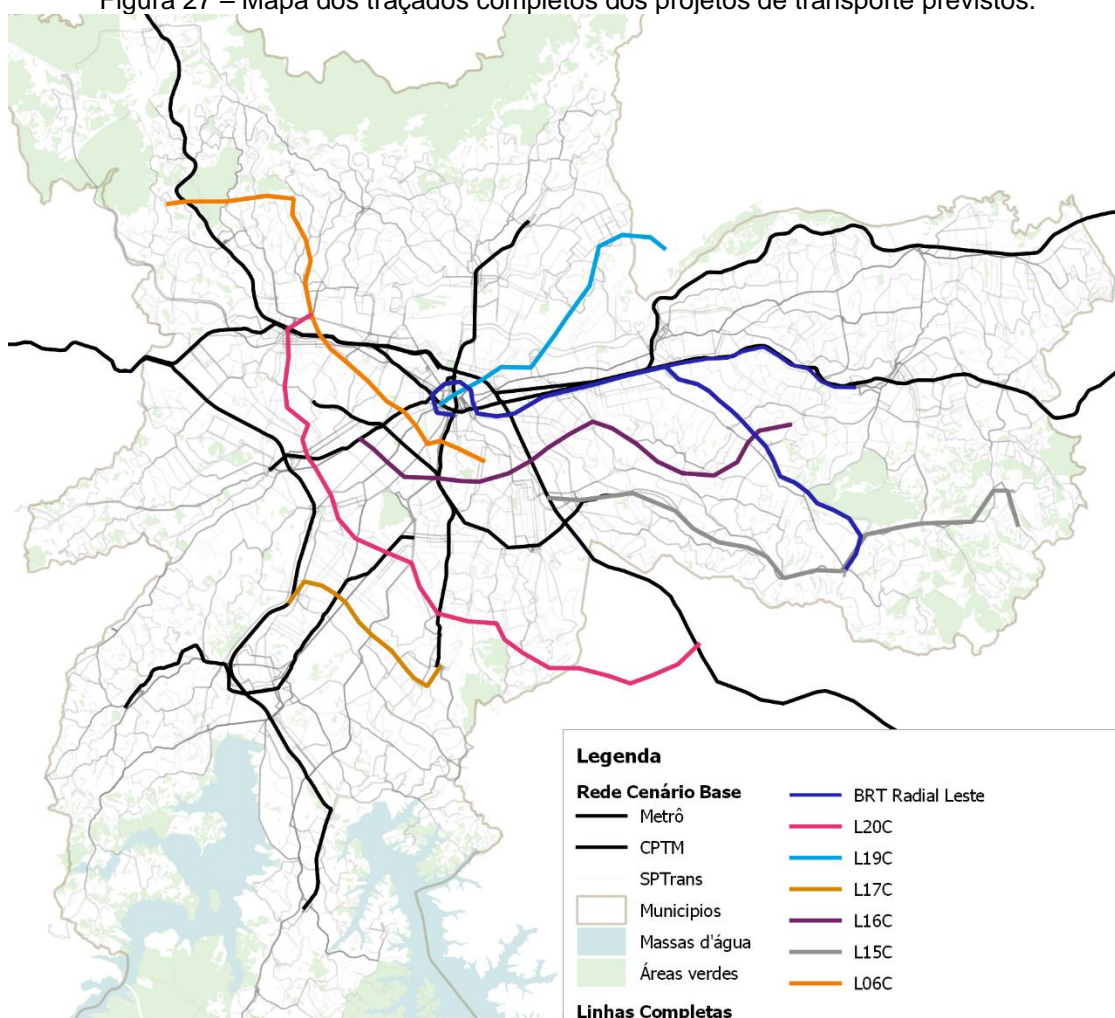


Fonte: Elaboração própria

5.2. Projetos novos

As novas linhas de metrô e BRT previstas para São Paulo, mostradas na Figura 27, apresentam resultados variados, tanto no benefício agregado (aumento da acessibilidade média na cidade) quanto no efeito sobre o nível de desigualdade em acessibilidade entre a parcela da população mais pobre e a mais rica.

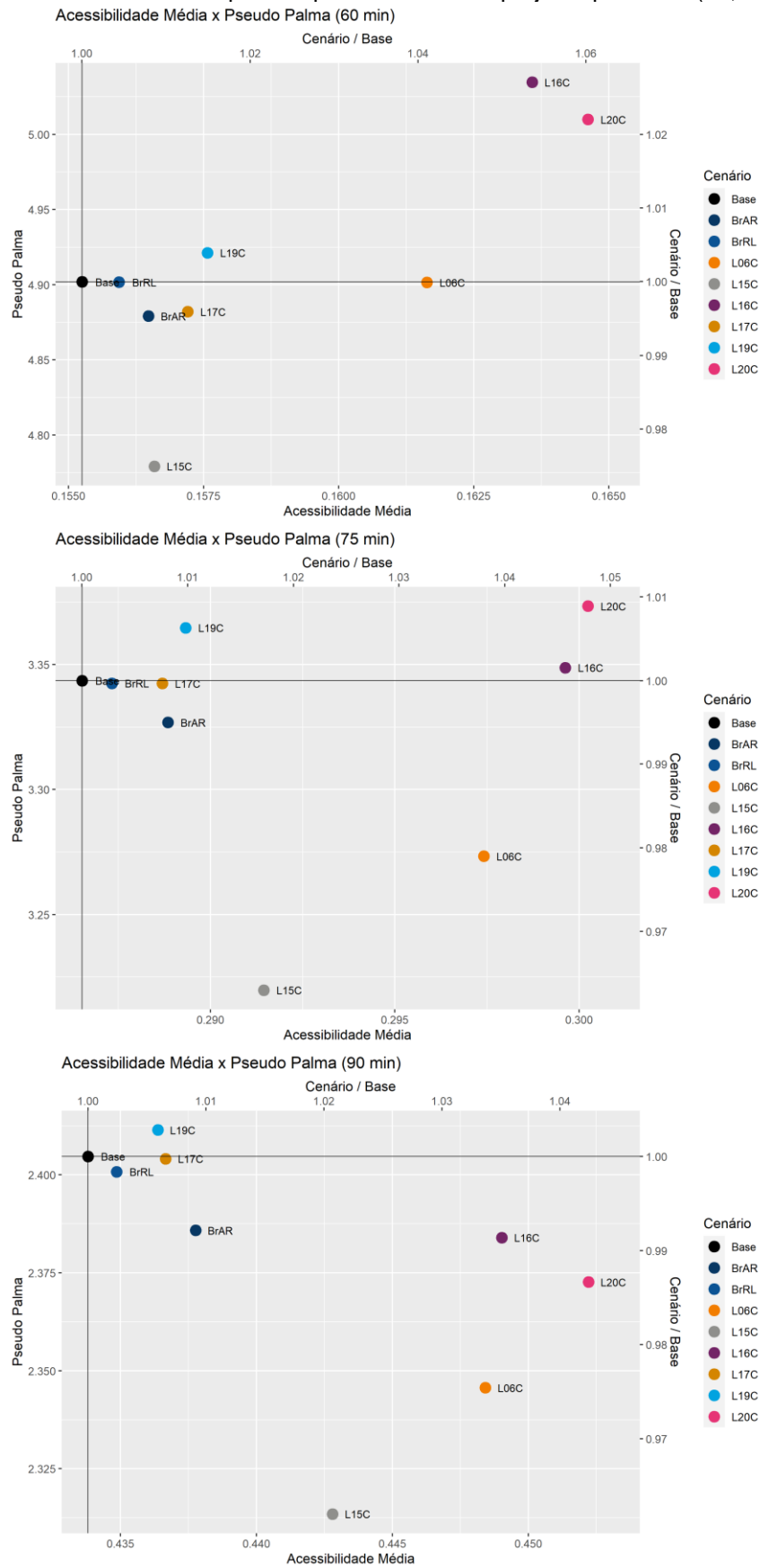
Figura 27 – Mapa dos traçados completos dos projetos de transporte previstos.



Fonte: Elaboração própria

A Figura 28 mostra a distribuição da acessibilidade média e do pseudo palma de renda para cada um dos novos projetos de transporte considerando a acessibilidade a empregos (para 60, 75 e 90 minutos). O efeito de uma única nova linha sobre a média da cidade e sobre os níveis de desigualdade em termos absolutos não modificam estruturalmente o padrão de acessibilidade, pois mesmo que o benefício seja significativo para a população do entorno de cada projeto seja considerável, naturalmente dilui-se o impacto na população total. Entretanto as análises permitem identificar diferenças claras no tipo de impacto, ou seja, na relação entre o incremento na acessibilidade média e a variação nos níveis de desigualdade, que em alguns casos inclusive geram pioras na Razão de Palma comparado com o cenário base.

Figura 28 – Acessibilidade média e pseudo palma dos novos projetos previstos (60, 75 e 90 minutos).



Fonte: Elaboração própria

As linhas 20 e 16 são as que geram os maiores aumentos na acessibilidade média da cidade, levando a 0,165 e 0,164 respectivamente, comparadas ao patamar de 0,155 do cenário base para viagens de até 60 minutos. São também os dois projetos que geram aumentos nos índices de desigualdade de acessibilidade entre os mais pobres e os mais ricos, elevando o pseudo palma de 4,90 no cenário base para 4,99 (L20C) e 5,03 (L16C). Ou seja, geram os maiores benefícios totais, porém às custas de agravamentos das desigualdades.

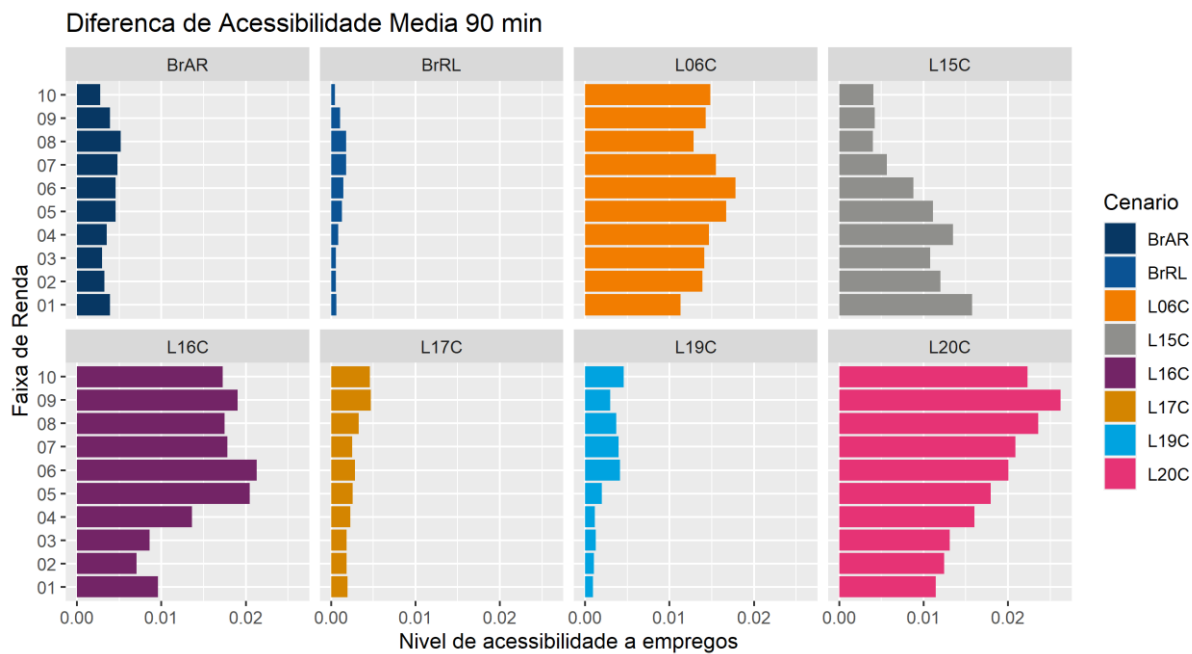
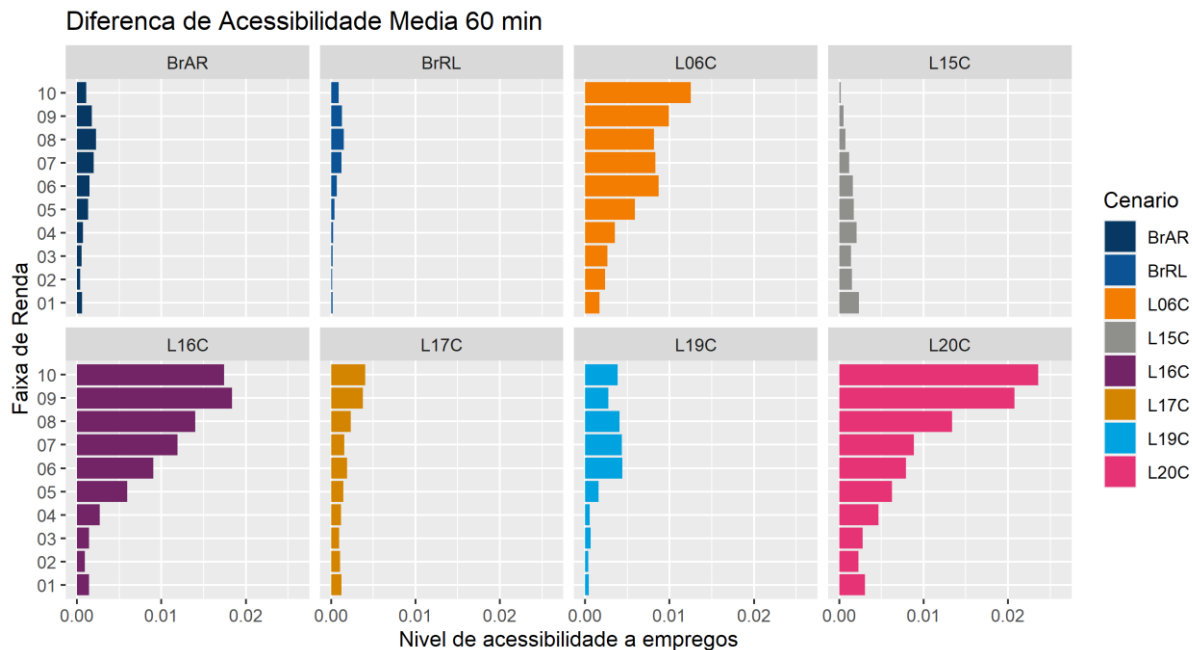
No quadrante oposto, para 60 minutos, está a linha 15 e, em menor grau, o BRT Aricanduva, que geram menores aumentos na acessibilidade média (ambos com 0.157), mas produzem as maiores reduções nos índices de desigualdade (4.77 e 4.87).

À medida que se aumentam os patamares para 75 e 90 minutos, de forma geral há um melhor desempenho do pseudo palma para a maioria dos projetos. De fato, as linhas com os maiores incrementos na acessibilidade média, como a L20, L16 e L06, são as que mais visivelmente tendem a se aproximar ou entrar no quadrante inferior, onde há redução das desigualdades. Isso está relacionado ao fato de que, quanto maior o patamar de tempo do indicador, mais elevados ficam os níveis de acessibilidade das faixas de renda mais altas, aproximando-se gradualmente de 100%, e, assim, menor é o benefício marginal das novas linhas para esses grupos (ver Figura 24 com a distribuição da acessibilidade por faixa de renda para o cenário Base). Para 75 minutos, as linhas 16 e 20 já não aumentam tanto as desigualdades como para 60 minutos, mas ainda assim continuam no quadrante superior, aumentando o pseudo palma. Para 90 minutos já há redução do pseudo palma, mas se mantêm com desempenho pior do que a linha 15.

A Figura 29 mostra a variação da acessibilidade média de cada decil de renda da população com a implementação de cada uma das linhas analisadas (para 60 e 90 minutos). Os projetos com os maiores aumentos na razão de Palma, como as linhas 20 e 16, claramente beneficiam mais os decis de renda superiores, enquanto projetos como a linha 15, com a maior redução de desigualdades, geram maiores incrementos de acessibilidades na população mais pobre. Há uma clara inversão de quais grupos se beneficiam mais.

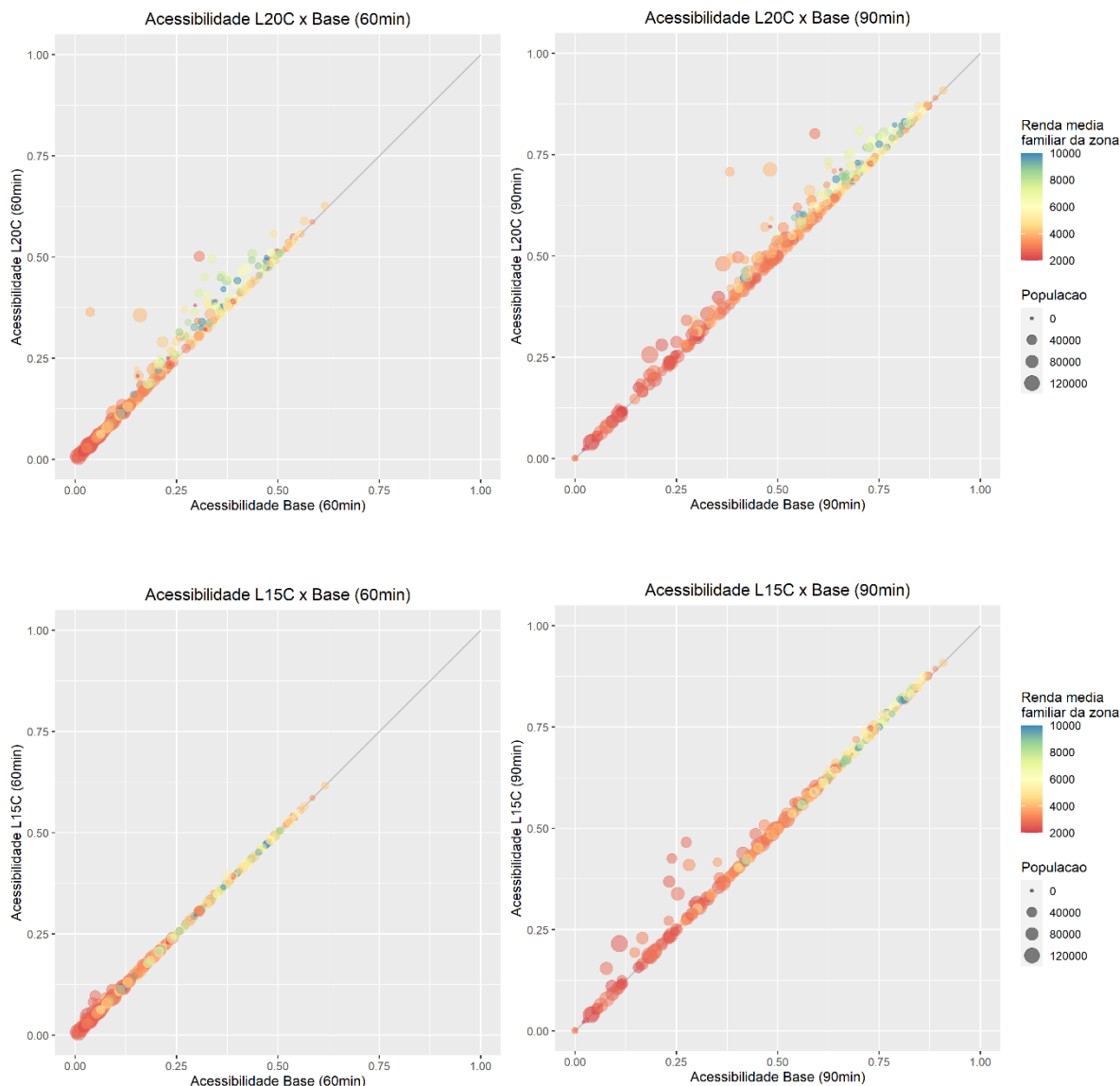
A Figura 30 mostra a comparação da acessibilidade média por zona entre os cenários base e com projeto para a linha 20 – maior aumento da média da cidade – e para a linha 15 – maior redução das desigualdades. Nela podemos notar que na L15C as zonas onde há os incrementos mais significativos do nível de acessibilidade estão entre as de menor nível de acessibilidade no ano base e entre as de menor renda média. Já na L20C é possível observar uma maior heterogeneidade de renda média, com algumas zonas entre as mais ricas em azul aparecendo entre as beneficiadas, e de forma geral os incrementos ocorreram em áreas que no ano base já contavam com nível de acessibilidade mais elevado.

Figura 29 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada linha em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.



Fonte: Elaboração própria

Figura 30 – Comparação da acessibilidade média por zona entre os cenários Base e Com Projeto para a L20C (superior) e L15C (inferior), para os limites de 60min (esquerda) e 90min (direita).



Fonte: Elaboração própria

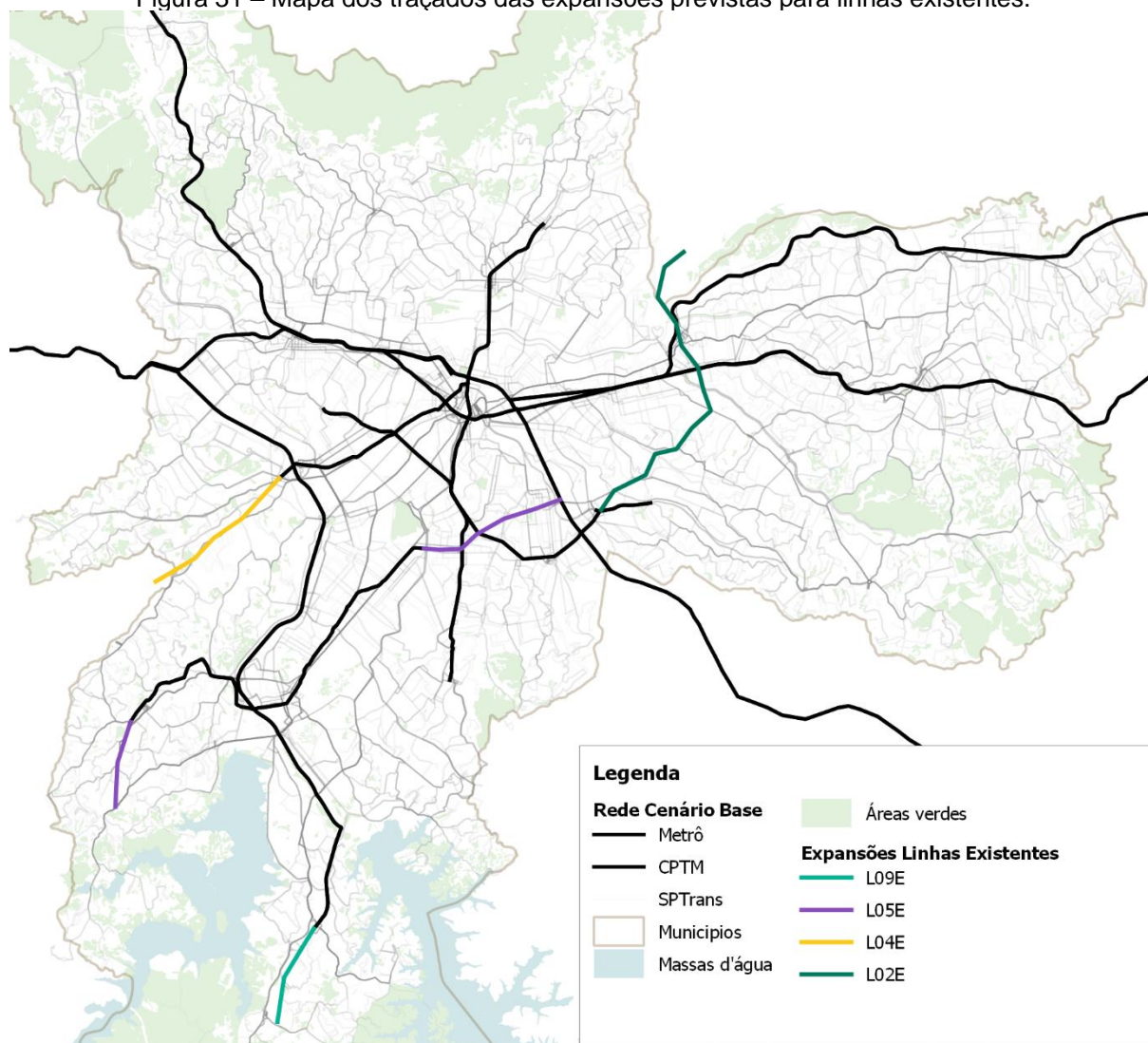
A avaliação dos projetos de transporte presente nos instrumentos de planejamento de São Paulo discutidos no capítulo anterior não incluem análises que permitam identificar este tipo de considerações relativamente ao efeito distributivo das propostas. No caso do PITU 2020, onde há indicadores sobre a acessibilidade da população mais pobre, é possível incluir como parte dos critérios uma preocupação com a melhoria das condições de acesso desse grupo. Entretanto, ainda assim não é possível avaliar o impacto dos projetos na trajetória esperada das desigualdades. Aplicando essa abordagem nos resultados da Figura 29, a linha 20, por exemplo, apareceria com um dos melhores desempenhos para a população mais pobre. Contudo, se no processo de avaliação não forem utilizados instrumentos que apontem o efeito sobre os níveis de desigualdade, não aparecerá o fato de que é uma das que mais incrementa o pseudo palma. Sem essa perspectiva, o processo de planejamento e de apoio

à toma de decisão permanecerá “cego” a esse impacto, não oferecendo subsídios para considerar, juntamente com os demais critérios, quanto cada alternativa contribui para a trajetória esperada de redução das desigualdades de acesso a oportunidades.

5.3. Projetos de expansão de linhas existentes

O efeito na acessibilidade média das linhas existentes de metrô e trem com planos de expansão na cidade de São Paulo (Figura 31), como seria esperado, é menor que o de novas linhas completas. O critério adotado para mitigar o efeito das variações residuais nos resultados (desconsiderando os casos em que as reduções sequer atingem o “piso”, descrito na seção 3.4 e no Apêndice 2), provavelmente esteja contribuindo ainda mais para reduzir esse impacto. No entanto, os resultados mostram padrões de desempenho distintos entre projetos, com combinações bastante diferentes entre variação da acessibilidade média e da desigualdade, o que pode ser observado nos casos mais contrastantes.

Figura 31 – Mapa dos traçados das expansões previstas para linhas existentes.



Fonte: Elaboração própria

Pela Figura 32 observa-se que, para 60 minutos, a expansão da linha 2 (de 13 novas estações, adicionais às 14 existentes no ano base) resulta em aumento de 0,06 na acessibilidade média da cidade (de 0,155 no base para 0,161), mas com um aumento do pseudo palma. Já a ampliação da linha 9 (de apenas 2 novas estações, adicionais às 18 existentes no ano base), em contraposição, diminui as desigualdades, reduzindo o pseudo palma, com um aumento praticamente inexpressivo na acessibilidade média.

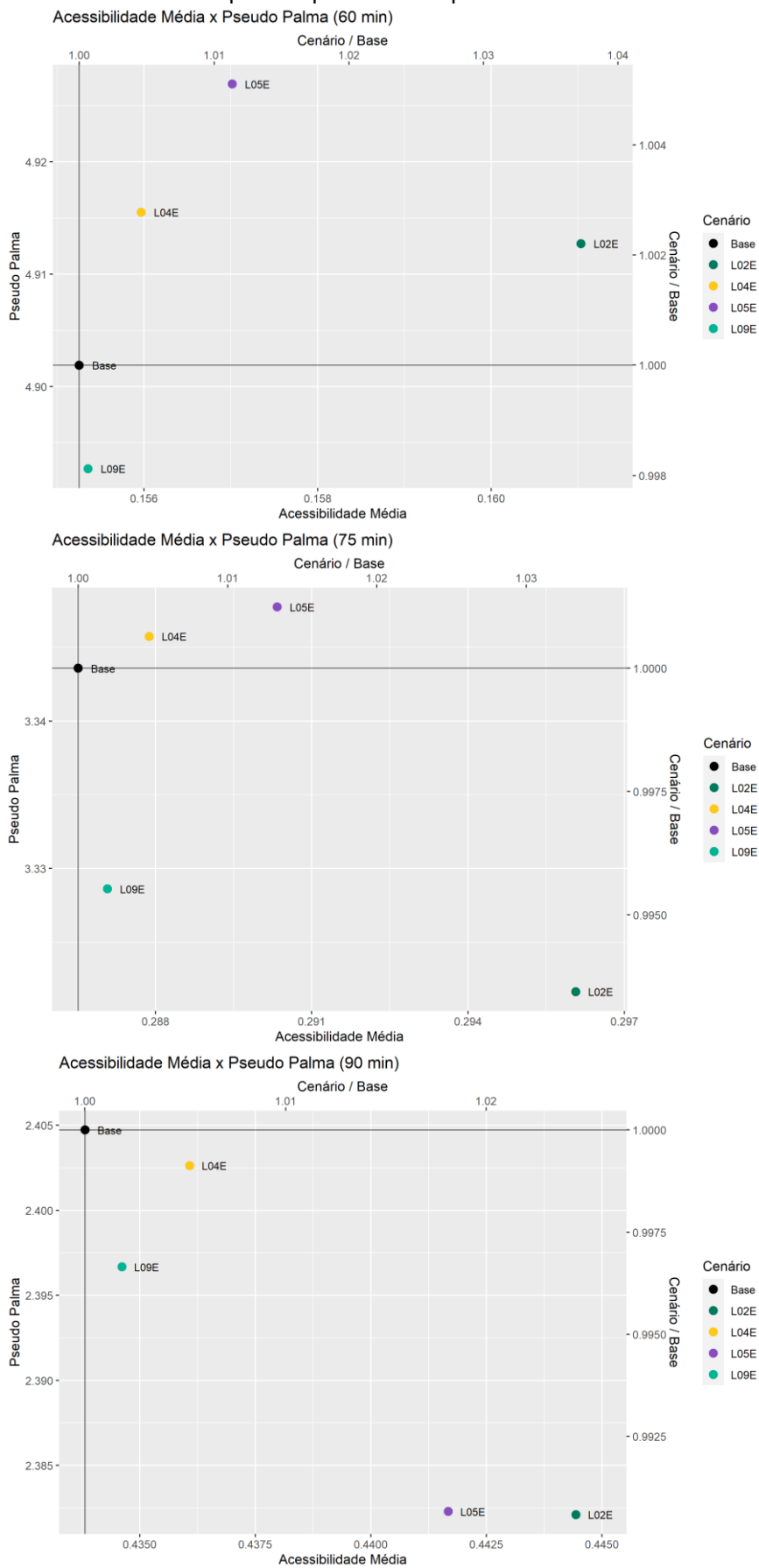
Esse contraste, no entanto, não ocorre para os indicadores estimados para 75 e 90 minutos: a linha 2 reduz as desigualdades para viagens mais longas. Mas essa diferença também se deve, em parte, à tendência mencionada na seção anterior, de redução do pseudo palma à medida que aumenta o limiar temporal.

As extensões das linhas 4 e 5 geram incrementos na média bastante menores do que a linha 2, mas apresentam os maiores aumentos nas desigualdades para viagens de até 60 e 75 minutos.

A distribuição do ganho de acessibilidade para cada decil de renda (Figura 33) mostra como as parcelas mais pobres da população são as que menos se beneficiam, tanto para 60 como para 90 minutos, nas expansões das linhas 2, 4 e 5. O efeito da expansão da linha 9, em contraste, é muito reduzido quando analisado sobre a população de toda a cidade, mas onde chega a ser visível graficamente para viagens de até 90 minutos, nota-se que beneficia predominantemente as rendas mais baixas.

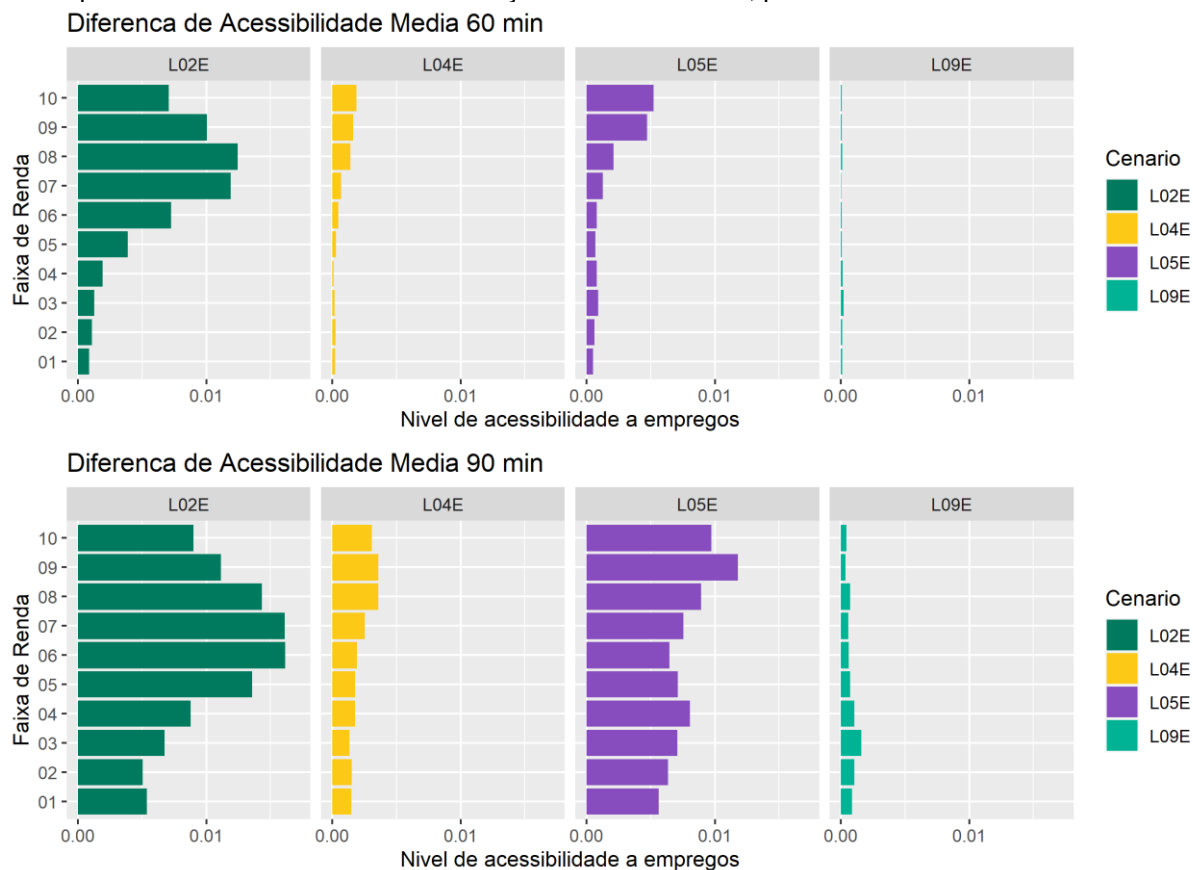
Esses resultados ajudam a evidenciar o impacto que a expansão da rede de transporte em bairros de baixa renda, como o caso da linha 9, mesmo que com poucas estações e um efeito limitado na média da cidade, pode contribuir de forma direta na redução das desigualdades.

Figura 32 – Acessibilidade média e pseudo palma das expansões de linhas existentes (60, 75, 90min)



Fonte: Elaboração própria

Figura 33 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada proposta de expansão de linhas existentes em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.

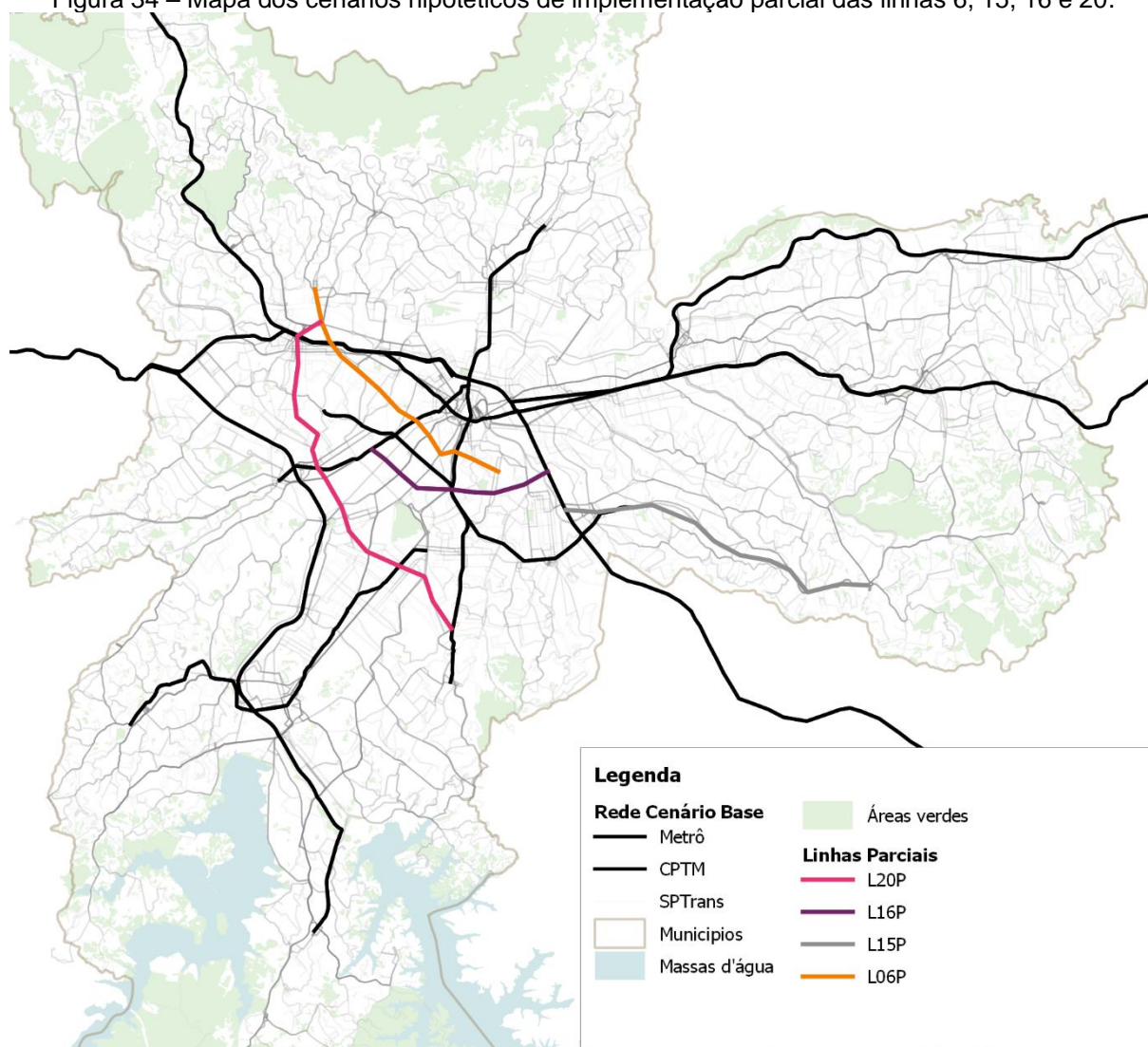


5.4. Implementação parcial

Outra hipótese que foi testada é a da implementação parcial do traçado planejado, já que reflete uma situação comumente observada em que o poder público executa um trecho inicial, geralmente mais próximo ao centro da cidade, mas as demoras em construir as demais estações mantêm durante longos períodos somente uma parte do projeto original em operação (Requena, 2020). Para isto, foi analisado o cenário de implementação parcial para as linhas 6, 15, 16 e 20, com os traçados da Figura 34, adotando uma segmentação hipotética de cada um desses projetos para fins de avaliação dessa situação.

O resultado para 60 e 75 minutos é apresentado na Figura 36. O comportamento de três das quatro linhas (6, 15 e 20) apresentam uma característica relevante em comum: a implementação parcial resulta em níveis de desigualdade significativamente maiores do que com o traçado completo. E mesmo a linha 16, apesar de menos acentuadamente, também aumenta as desigualdades para viagens de 75 minutos no cenário de operar apenas com o traçado parcial.

Figura 34 – Mapa dos cenários hipotéticos de implementação parcial das linhas 6, 15, 16 e 20.



Fonte: Elaboração própria

No patamar de 60 minutos, a linha 6, que é uma das que mais aumenta a acessibilidade média da cidade, praticamente não altera o pseudo palma se considerado o traçado completo. Quando implementada parcialmente, resulta em um incremento considerável da desigualdade (+0,11 no pseudo palma relativamente ao base).

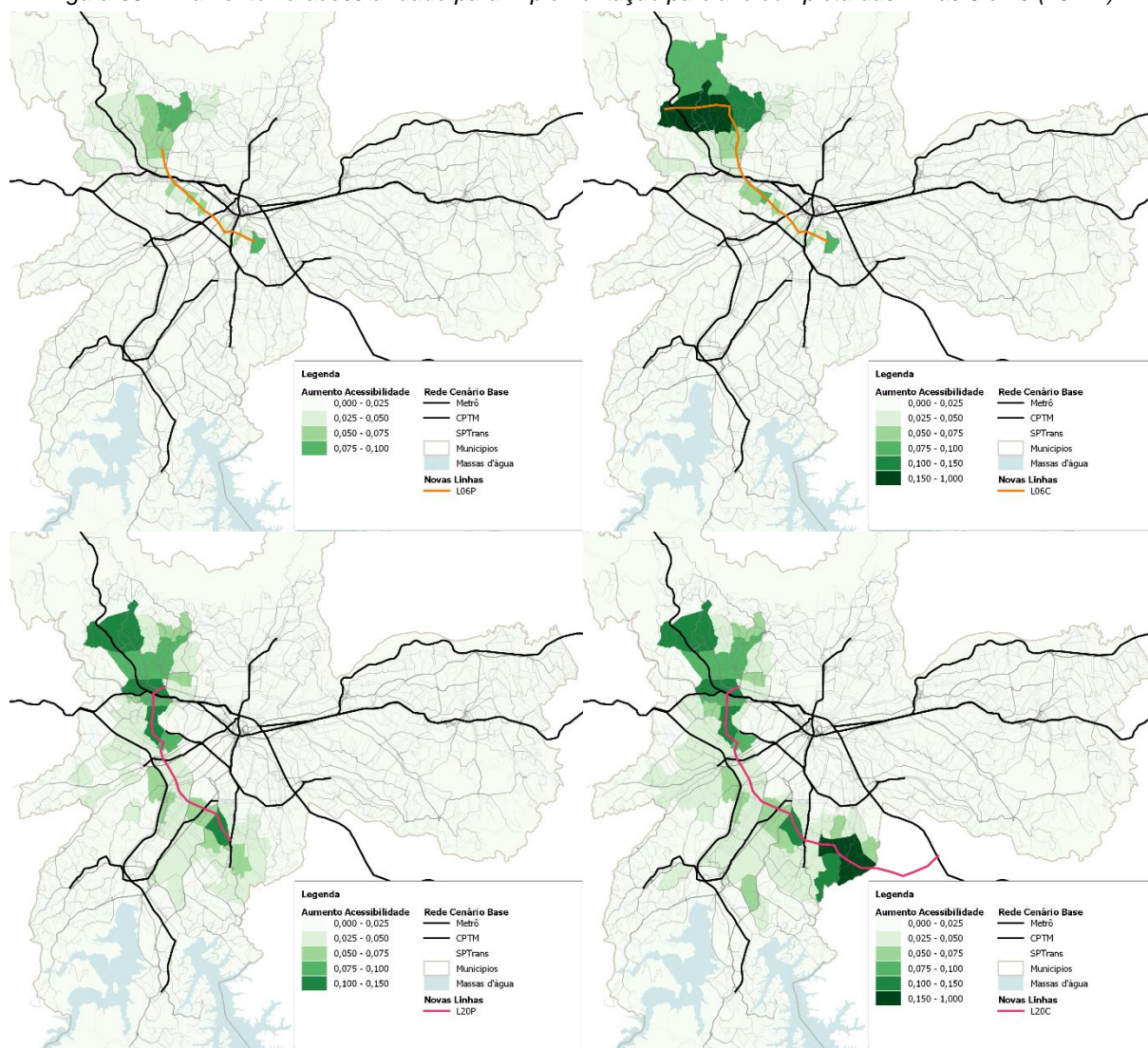
A linha 20, quando completa, gera o maior incremento na acessibilidade média da cidade às custas de um incremento de 0,10 no pseudo palma, o segundo maior depois da linha 16. Esse salto na desigualdade é agravado notavelmente no cenário de implementação parcial, passando de 4,90 no cenário base para mais de 5,12, um aumento de 0,22, mais do que duplicando o agravamento das desigualdades do que com a linha completa.

Os resultados para viagens de 75 minutos, comparados aos de 60 minutos, seguem a tendência observada nas seções prévias, com uma atenuação nos indicadores de pseudo palma, mas a trajetória das desigualdades pela implementação parcial reproduz o padrão

anterior. Os traçados parciais das linhas 20, 6 e 15 resultam em níveis significativamente maiores de desigualdade do que os completos. De forma semelhante às seções anteriores, à medida que aumenta o patamar de tempo do indicador de acessibilidade cumulativa, de forma geral o efeito distributivo dos projetos é mais favorável.

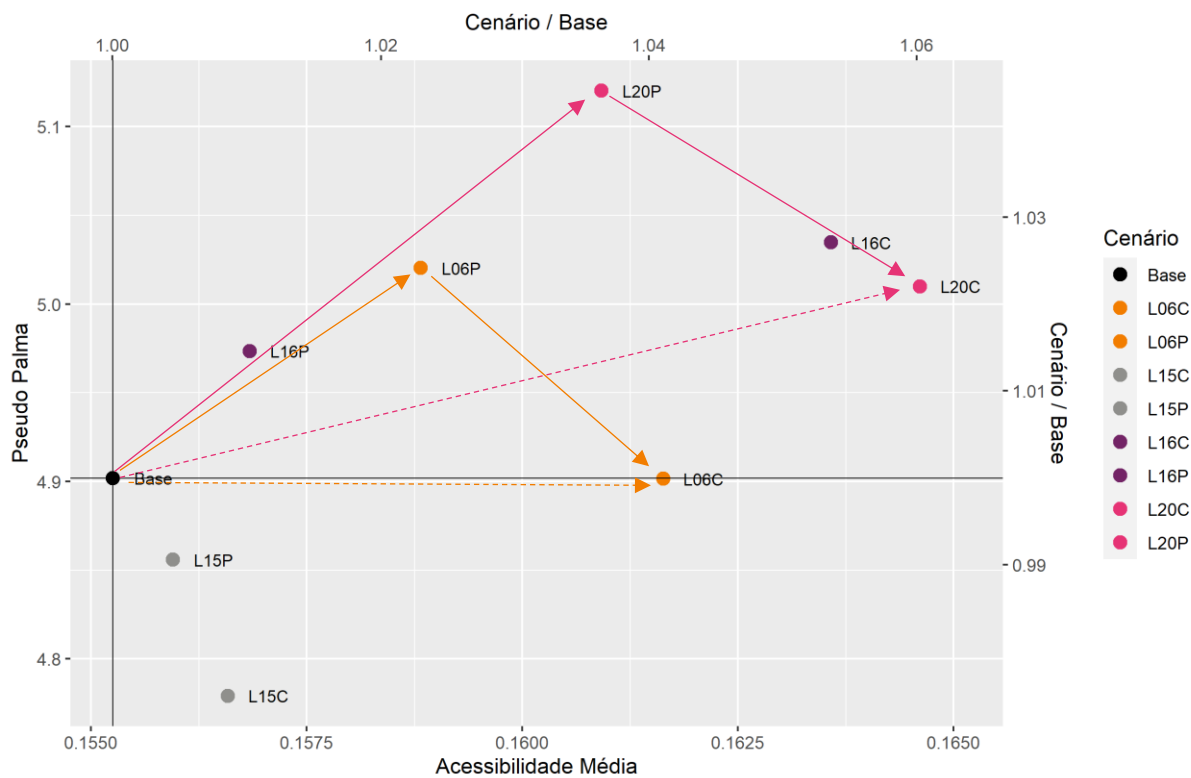
Esses resultados, apesar das premissas simplificadores inerentes a esta análise, apontam para potenciais impactos negativos nas desigualdades nas situações de implementação parcial dos projetos de transporte que não costumam ser levados em conta. Esse tipo de efeito ganha maior relevância se considerarmos o histórico de demoras, atrasos, paralizações e longos hiatos na construção das extensões da rede metroviária de São Paulo (Requena, 2020).

Figura 35 – Aumento na acessibilidade para implementação parcial e completa das linhas 6 e 20 (75min).

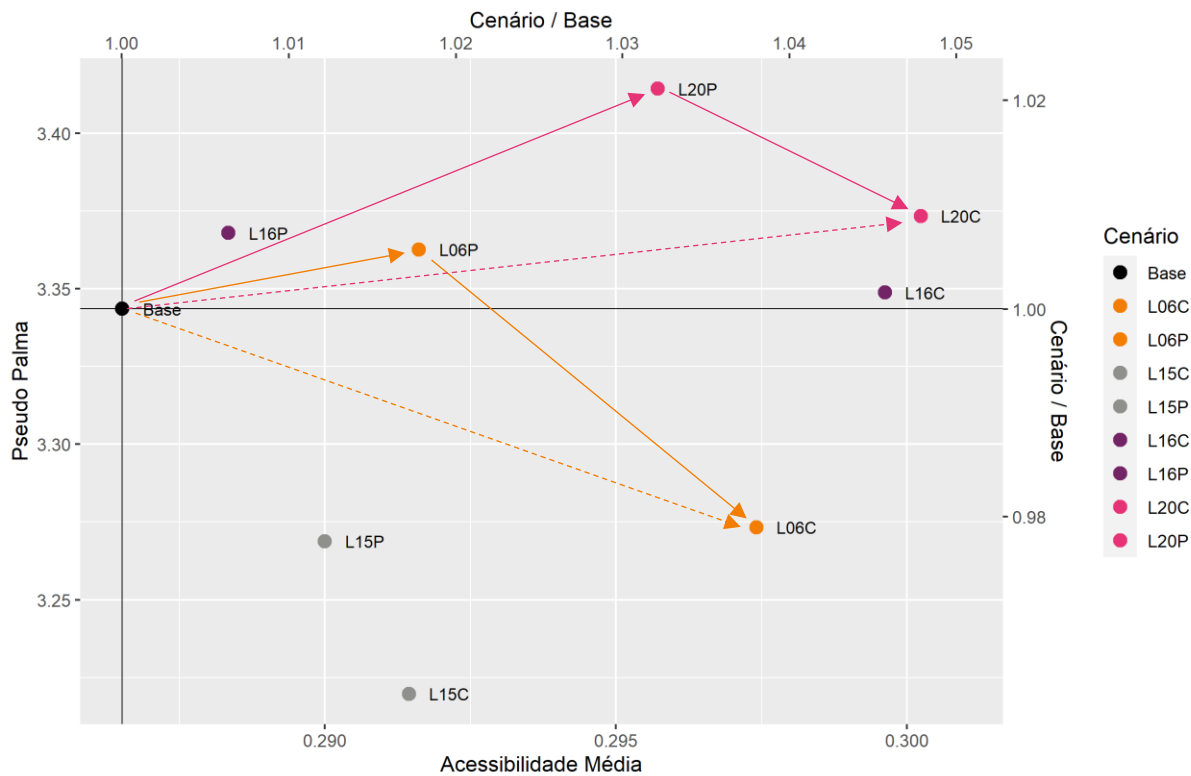


Fonte: Elaboração própria

Figura 36 – Acessibilidade média e pseudo palma dos traçados parciais de novos projetos.
Acessibilidade Média x Pseudo Palma (60 min)



Acessibilidade Média x Pseudo Palma (75 min)



Fonte: Elaboração própria

5.5. Trajetória dos efeitos acumulados por sequências de projetos

Para além das análises anteriores, foram gerados dois conjuntos de cenários para comparação da trajetória dos efeitos acumulados, utilizando dois critérios diferentes: escolhendo as linhas pelo princípio utilitarista ou priorizando a redução de desigualdades. Para cada critério foram selecionados três projetos de forma a testar os efeitos de sua implementação sequencial. Mas antes de avançar com definições e resultados é importante pontuar algumas questões.

Esta análise não pretende representar uma sequência de implementação recomendada nem constitui uma proposta de priorização específica dos projetos de transporte previstos. O intuito desta seção é o de avaliar o efeito esperado da aplicação de diferentes critérios de justiça sobre as desigualdades de acessibilidade e evidenciar, assim, a importância de contar com instrumentos que permitam considerar essa dimensão da equidade como parte do processo de planejamento e apoio à toma de decisão, juntamente com os demais critérios de avaliação.

Nesse sentido, vale lembrar também o fato de que estão sendo analisados apenas ganhos em acessibilidade a empregos. A avaliação de propostas no processo de planejamento e na tomada de decisão passa também por considerar não somente outros benefícios sociais, ambientais, e econômicos, mas também custos de investimento e de operação, entre outros fatores. A presente análise, busca apenas destacar a importância de introduzir critérios e indicadores que permitam incorporar os efeitos distributivos e o impacto dos projetos nas trajetórias das desigualdades durante o processo de avaliação.

A seleção das linhas que compõem cada grupo de cenários depende de observar diversos indicadores simultaneamente, e considerando que o desempenho relativo entre os projetos varia para os patamares de 60, 75 e 90 minutos, essa escolha passa por algum grau de arbitrariedade. Assim, dentro dessa margem de decisão, os cenários descritos a seguir foram compostos de maneira a ilustrar de forma mais clara os diferentes padrões nas trajetórias de desigualdades.

Os dois grupos de cenários analisados são:

- **Cenários utilitaristas.** Priorização dos projetos de transporte com os maiores aumentos da acessibilidade média da cidade: L20, L16 e L19, nessa sequência.
- **Cenários *maximax*.** Priorização dos projetos de transporte que contribuam para a progressiva redução das desigualdades: L15, BRT Aricanduva e L06, nessa sequência.

A Tabela 5 lista os projetos que compõem cada um dos cenários de cada abordagem.

Tabela 5 – Cenários combinados.

Critério	Cenário	Projetos
Utilitarista	U1	L20
	U2	L20 e L16
	U3	L20, L16 e L19
<i>Maximax</i>	M1	L15
	M2	L15 e BRT Aricanduva
	M3	L15, BRT Aricanduva e L06

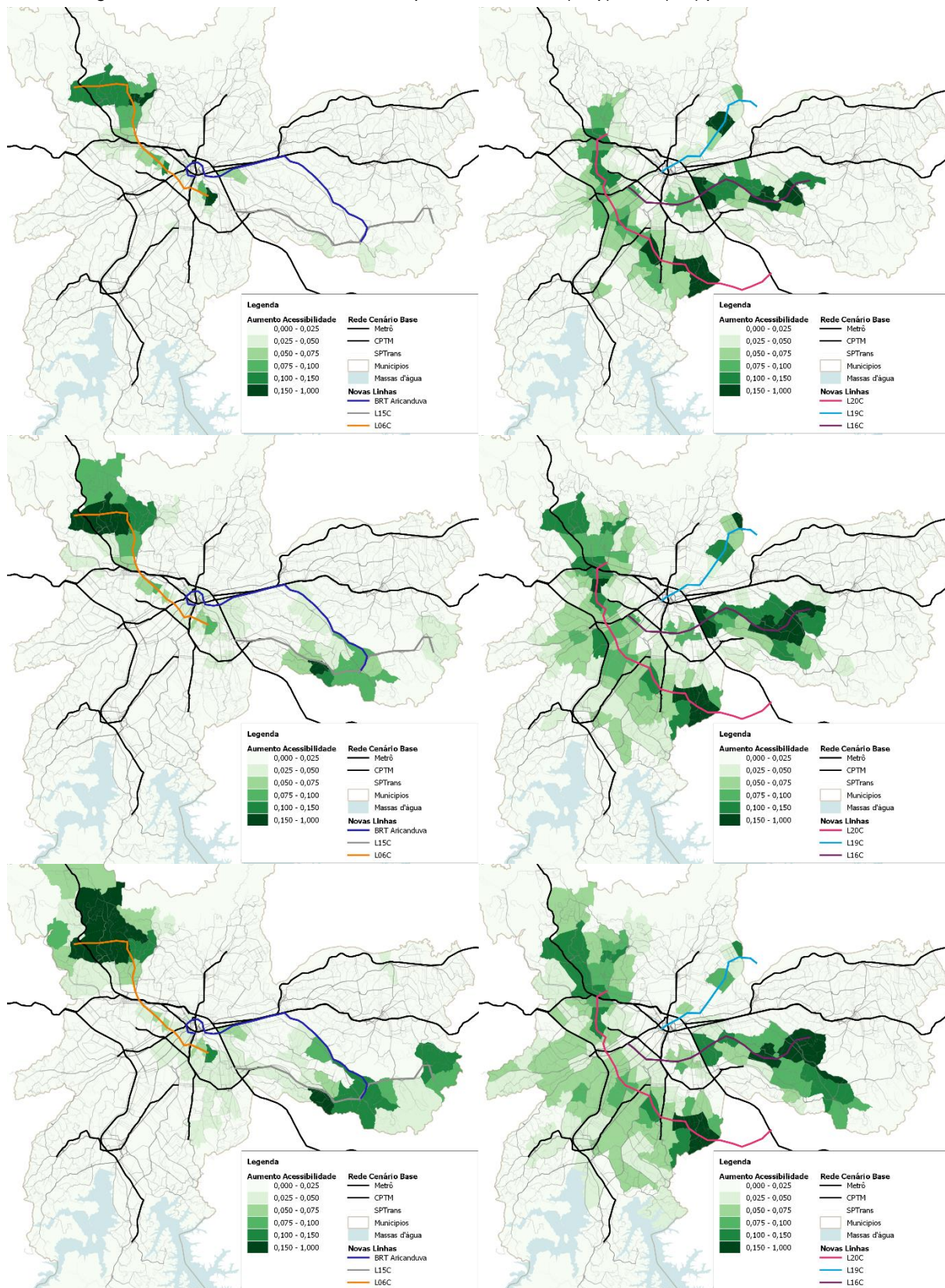
Fonte: Elaboração própria

A Figura 38 mostra a trajetória da evolução dos indicadores de acessibilidade média e pseudo palma para cada cenário, para os patamares de 60, 75 e 90 minutos. Em todas as situações, os cenários utilitaristas naturalmente produzem maiores aumentos na acessibilidade média da cidade. Mas para viagens de até 60 e 75 minutos, esse incremento ocorre às custas de um progressivo agravamento das desigualdades. No primeiro caso o pseudo palma sobe de 4,90 a 5,11 no cenário U3, o que corresponde a um aumento de 4% na diferença entre os 40% mais pobres e os 10% mais ricos de toda a cidade. No segundo, de 75 minutos, o incremento no pseudo palma apenas alcança 1% sobre o Base, mas ainda assim não satisfaz sequer a versão conservadora do critério *maximax* discutida anteriormente, de que pelo menos não se agrave a situação atual.

No patamar de 90 minutos observa-se redução no pseudo palma nos cenários de ambos os critérios, mas com um desempenho dos cenários *maximax* de redução de 7% na desigualdade para um aumento de 6% na acessibilidade média, comparado com redução de pseudo palma de apenas 2% e incremento levemente superior, de 8%, na média para a população geral para os cenários utilitaristas.

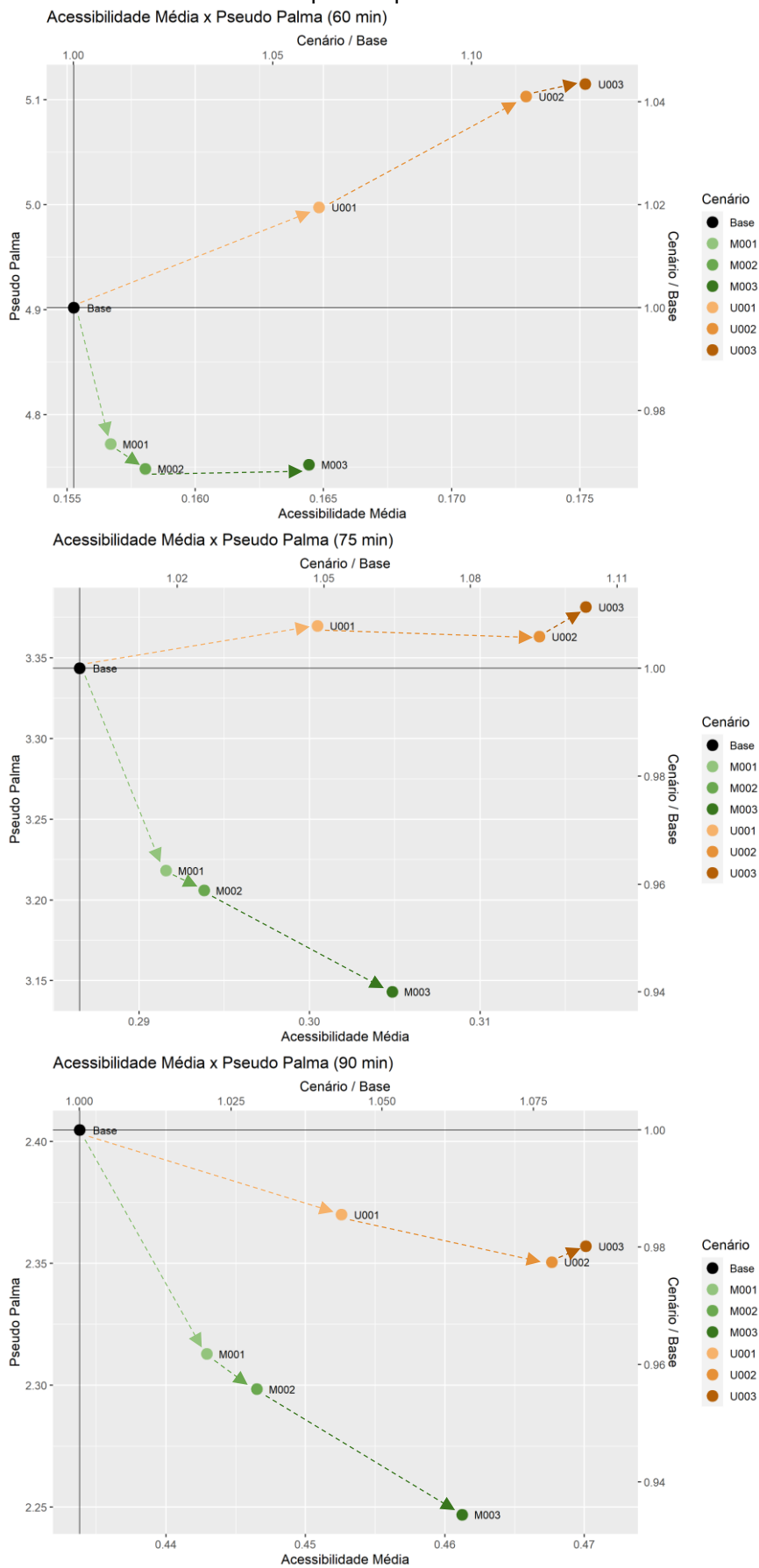
A distribuição das diferenças no nível de acessibilidade por decil de renda para cada cenário relativamente à situação base (Figura 39) permite visualizar claramente os padrões opostos: no critério utilitarista, quanto mais rico, maior o benefício, enquanto no critério *maximax* o desempenho tende a beneficiar mais os mais pobres.

Figura 37 – Aumento na acessibilidade para cenários M3 (esq.) e U3 (dir.) para 60, 75 e 90min.



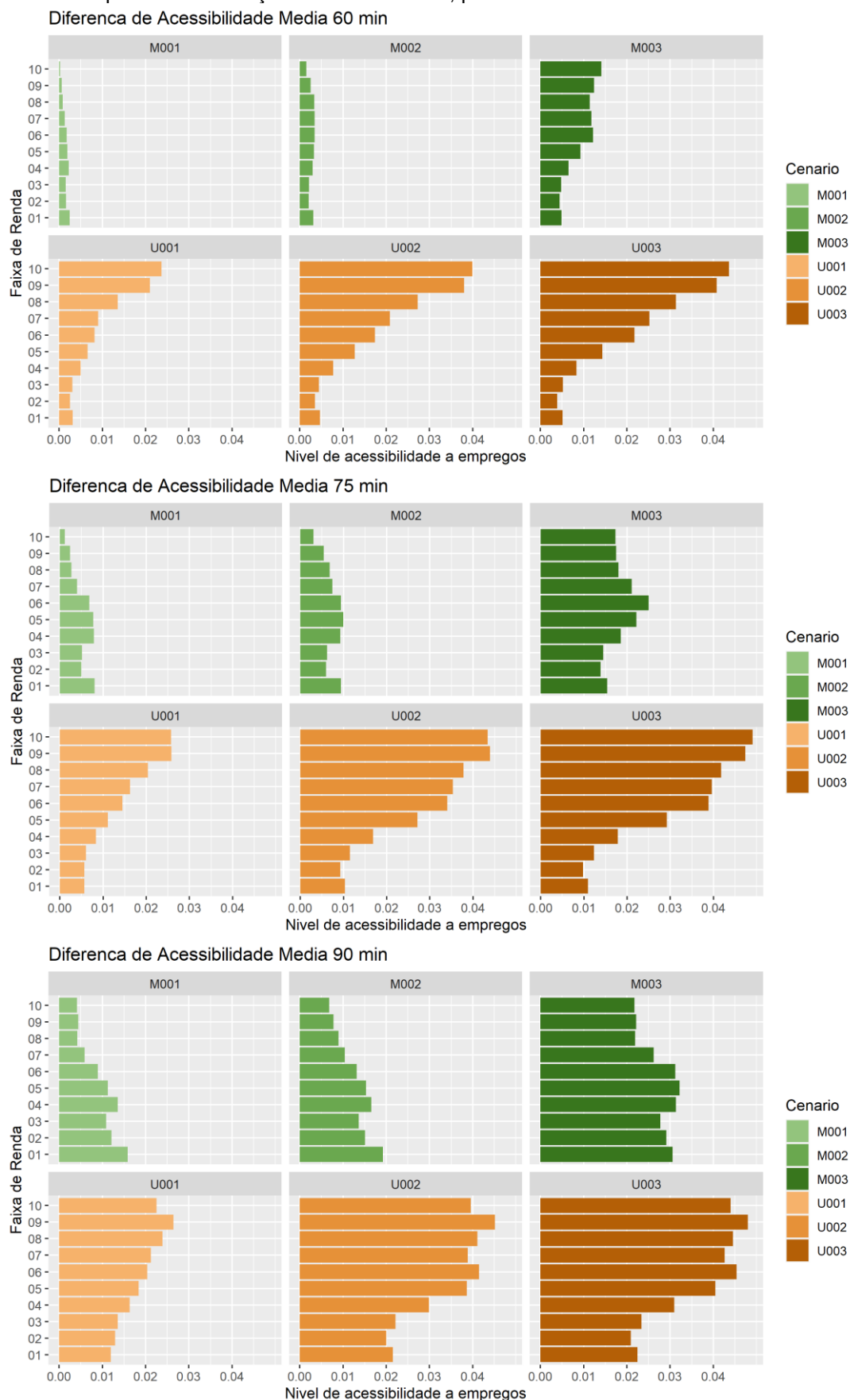
Fonte: Elaboração própria

Figura 38 – Acessibilidade média e pseudo palma dos cenários *maximax* e utilitaristas



Fonte: Elaboração própria

Figura 39 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada decil de renda para cada cenário hipotético em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.



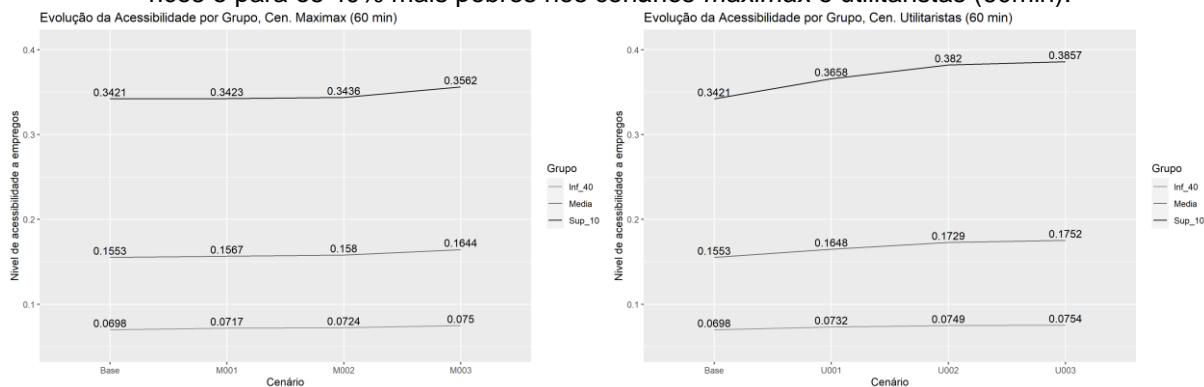
Podemos aqui retomar a reflexão de Martens, Golub e Robinson (2012), que afirmam que a prática convencional, ao focar no incremento da acessibilidade média, comumente tende a melhorar a mobilidade daqueles mais favorecidos, contrastando-a à adoção do princípio *maximax*, que pode levar a aumentos mais lentos no nível médio de acessibilidade porém reduzindo progressivamente a diferença entre os extremos. Os gráficos da Figura 40 mostram separadamente os componentes das análises anteriores, com a evolução da acessibilidade dos 10% mais ricos, dos 40% mais pobres e da média da população pela implementação sequencial dos projetos do cenário *maximax* (esquerda) e utilitarista (direita). No primeiro, a acessibilidade média cresce mais devagar, mas sem aumento nas diferenças entre os grupos, mas no segundo, junto com o maior aumento na média, há um descolamento cada vez maior entre o nível de acessibilidade dos mais pobres e dos mais ricos.

A Figura 41 apresenta uma análise semelhante, mas incluindo toda a população através da comparação da acessibilidade dos 50% mais ricos e dos 50% mais pobres. Diferentemente das parcelas usadas para o pseudo palma, que concentra a atenção nos extremos da distribuição de renda desconsiderando metade dos indivíduos, neste recorte da população comparam-se grupos de mesmo tamanho e incluindo todo o universo de análise. Se bem as diferenças de acessibilidade entre rendas superiores e inferiores naturalmente são menores, também se observa um distanciamento progressivo entre a acessibilidade média das rendas baixas e altas.

Sob uma perspectiva suficientista, ou, dependendo dos pesos atribuídos a cada grupo, até por uma abordagem prioritarista, olhando exclusivamente para os benefícios, poderia se argumentar que no cenário da direita há um aumento maior na acessibilidade média dos mais pobres (que alcança 0,0754) do que no da esquerda (que chega em 0,0750). No entanto, é importante lembrar que esse incremento maior na base ocorre associado a um investimento maior para a implementação de três linhas completas de metrô: L20C (28 km e 27 estações), L16 (21 km e 21 estações) e a L19 (13 km e 12 estações), totalizando 62 km e 60 estações de metrô. Em comparação, os projetos do cenário *maximax* correspondem uma combinação de tecnologias construtivas tipicamente de menor capacidade mas também de menor custo de implantação que o metrô pesado: são 23 km e 18 estações do monorail da L15, 20 km e 21 estações do metrô da L06 e 25 km do BRT Aricanduva (com 30 estações, sem contar as paradas ao longo da rótula central). Esta pesquisa se limita a analisar os efeitos distributivos dos benefícios dos projetos, mas não deve se perder de vista que, conforme destacado ao longo do trabalho, as avaliações de alternativas no planejamento passam por um conjunto mais abrangente de critérios, e em particular se esses benefícios forem ponderados em combinação com os custos de investimento, é possível que os projetos menos onerosos

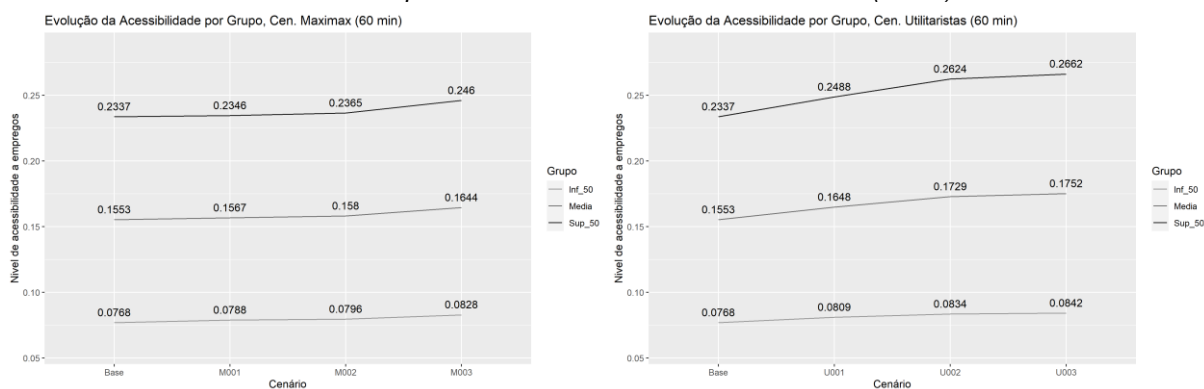
tenham melhor desempenho, mesmo apresentando maiores incrementos de acessibilidade para os mais pobres.

Figura 40 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os 10% mais ricos e para os 40% mais pobres nos cenários *maximax* e utilitaristas (60min).



Fonte: Elaboração própria

Figura 41 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os 50% mais ricos e para os 50% mais pobres nos cenários *maximax* e utilitaristas (60min).



Fonte: Elaboração própria

Na perspectiva de equidade horizontal, para 60 minutos também há efeito de agravamento das desigualdades no cenário utilitarista e de redução no cenário *maximax*, de magnitude limitada, apenas visível nas curvas de Lorenz (Figura 43), mas observável pelo índice de Gini: 0,470 no Base, 0,484 no U3 e 0,463 no M3 (Figura 42). Nos patamares de tempo de 75 e 90 minutos, o cenário U3 não altera significativamente o Gini relativamente ao Base, mas apresenta um desempenho pior sobre as desigualdades do que o M3.

Somente para viagens de até 120 minutos o Gini do cenário utilitarista reduz as desigualdades em termos de equidade horizontal, levando o Gini de 0,155 para 0,144, aproximando-se assim do M3. Cabe lembrar, no entanto, o fenômeno mencionado anteriormente de que, para esse patamar, a população como um todo apresenta níveis de acessibilidade mais elevados (média de 68,8% dos empregos para a cidade), e que, portanto, quem mais usufrui de acessibilidade menos margem de melhoria tem, e as intervenções tendem a estreitar as distancias frente aos que menos têm.

Figura 42 – Índices de Gini para cenários Base, Utilitarista e *Maximax*, para 60, 75, 90 e 120 minutos.

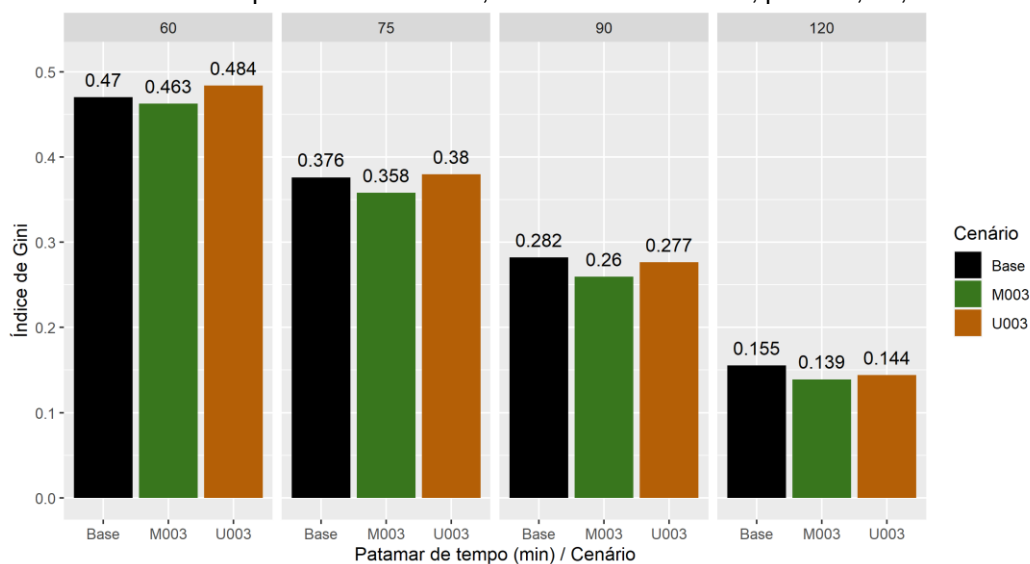
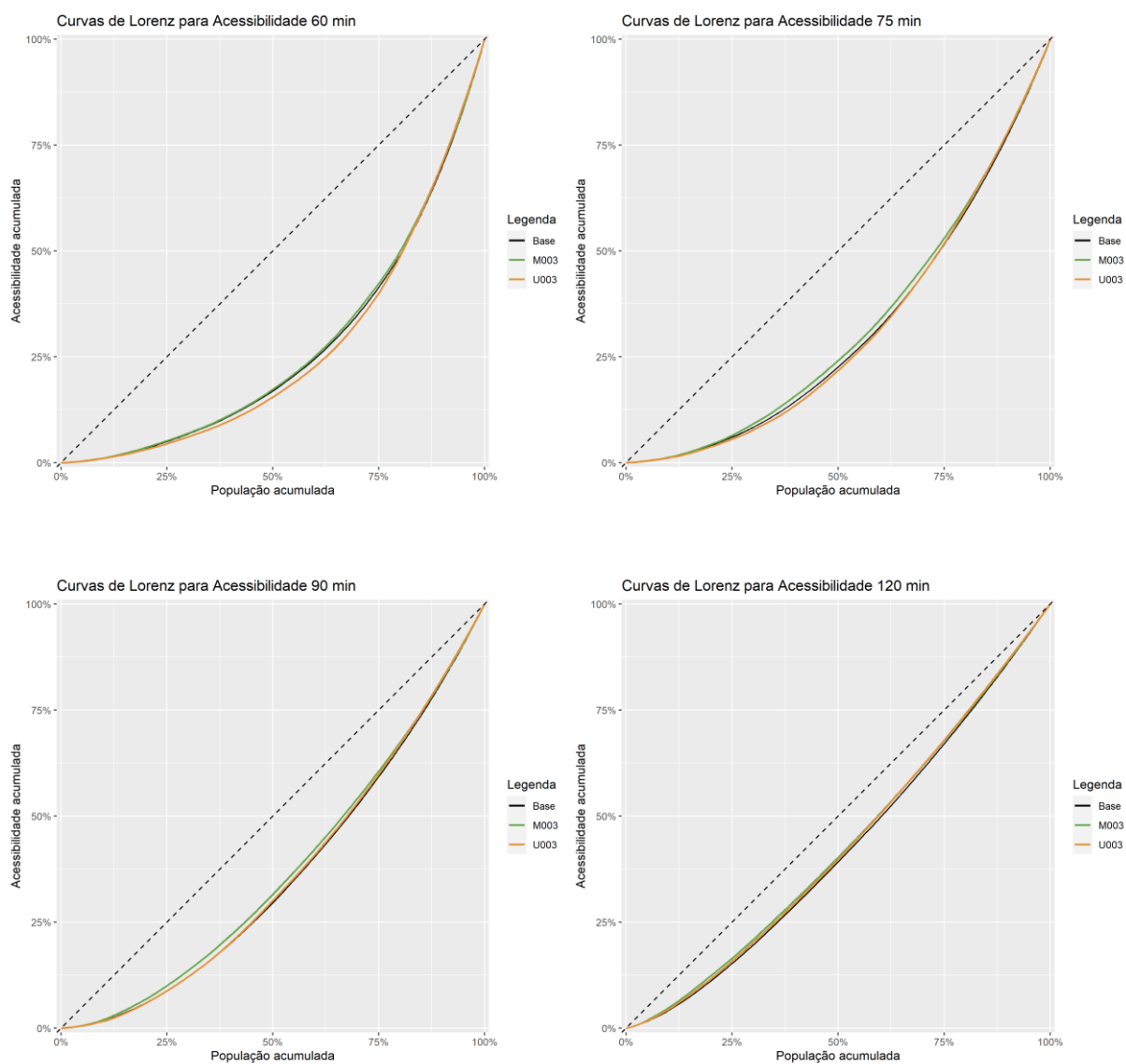


Figura 43 – Curvas de Lorenz para os cenários U3 e M3 para acessibilidade em 60, 75, 90 e 120min



Fonte: Elaboração própria

Esses resultados mostram como a introdução de indicadores de desigualdade no processo de avaliação e de apoio à toma de decisão no processo de planejamento permitem identificar o efeito das ações propostas na distribuição dos benefícios e, dessa forma, mensurar o impacto na trajetória das desigualdades. A análise dos projetos de transporte previstos para São Paulo aponta não somente um contraste no desempenho das propostas na perspectiva da equidade, mas inclusive a possibilidade de agravamento nos índices de desigualdade em acessibilidade em transporte público entre a população de alta renda e a de baixa renda.

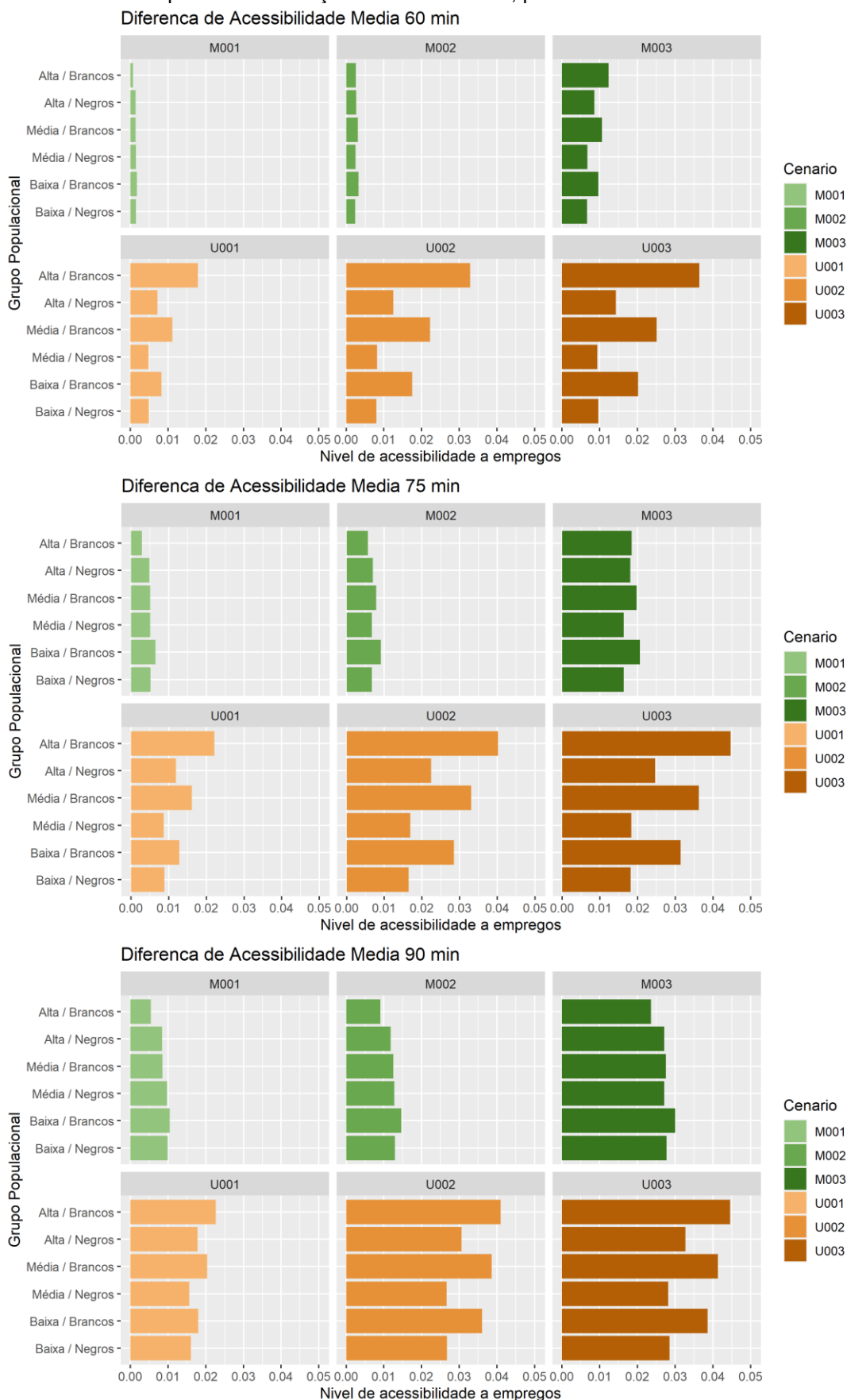
5.6. Classe e raça

Para analisar a acessibilidade por classe e raça, conforme descrito no capítulo 3, foi utilizada a população entre 18 e 65 anos com ocupação ou renda, gerada na pesquisa de Bittencourt e Giannotti (2021). A Figura 44 mostra o aumento do nível da acessibilidade média em cada grupo social de raça (Negros e Brancos) e classe (Alta, Média e Baixa) para cada cenário hipotético em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min

Os resultados dos grupos de cenários hipotéticos *maximax* e utilitaristas pelo recorte de raça (Figura 45) mostram um comportamento semelhante ao efeito observado na comparação da acessibilidade média versus o impacto sobre as desigualdades entre ricos e pobres pela renda média. Enquanto pela abordagem utilitarista (U1, U2 e U3) se produzem aumentos mais significativos na acessibilidade média, porém às custas de um progressivo agravamento das desigualdades entre brancos e negros, as sequencias de implementação nos cenários M1, M2 e M3 geram um benefício agregado menor, mas com desempenho muito mais favorável no pseudo palma, com reduções sucessivas nos níveis de desigualdade.

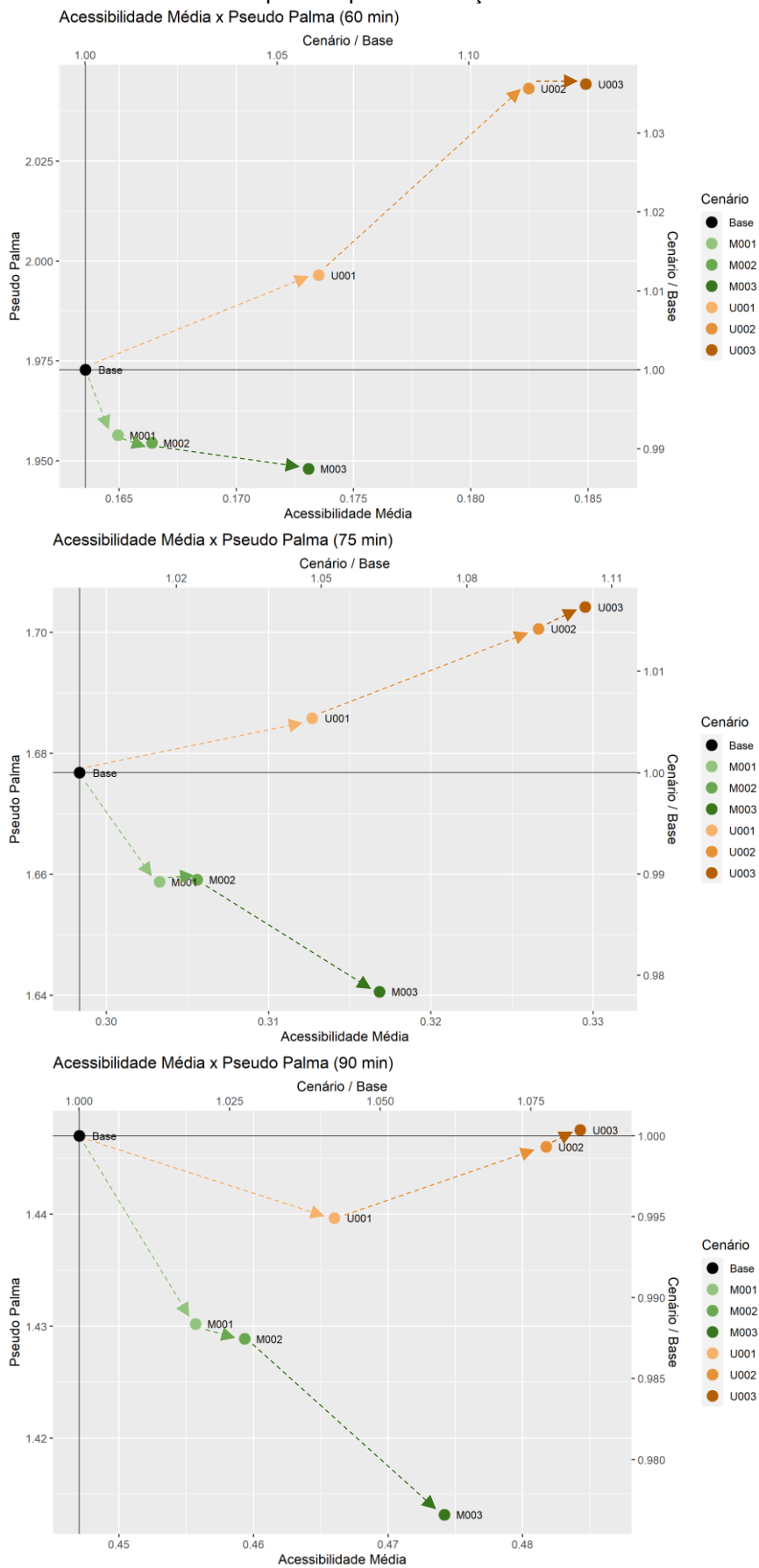
Um resultado que chama a atenção é que, para raça, os cenários utilitaristas geram maior agravamento das desigualdades do que por classe (Figura 48). Inclusive para viagens de até 90 minutos, após uma redução no pseudo palma, ao chegar no cenário U3 os níveis de desigualdade entre brancos e negros voltam à situação base.

Figura 44 – Aumento do nível da acessibilidade média em cada grupo social de raça e classe para cada cenário hipotético em relação ao cenário Base, para os limites de 60min e 90min.



Fonte: Elaboração própria

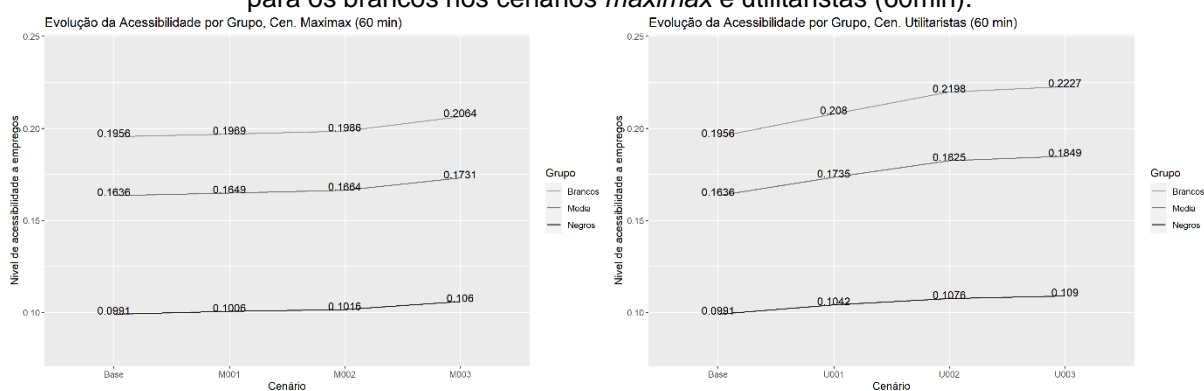
Figura 45 – Acessibilidade média e pseudo palma de raça dos cenários *maximax* e utilitaristas.



Fonte: Elaboração própria

A Figura 46 apresenta uma análise equivalente à da Figura 40 da seção anterior, mas para o recorte de raça, com a evolução da acessibilidade média para toda a população, para negros e para brancos, assumindo uma sequência de implementação que traduzisse os critérios do princípio *maximax* (lado esquerdo) e da abordagem utilitarista (lado direito). A conclusão é semelhante, mostrando como a segunda opção, embora resulte em melhor desempenho para a média da população, não atende aos objetivos de equidade ao progressivamente acentuar as diferenças de acesso a empregos por transporte público entre brancos e negros.

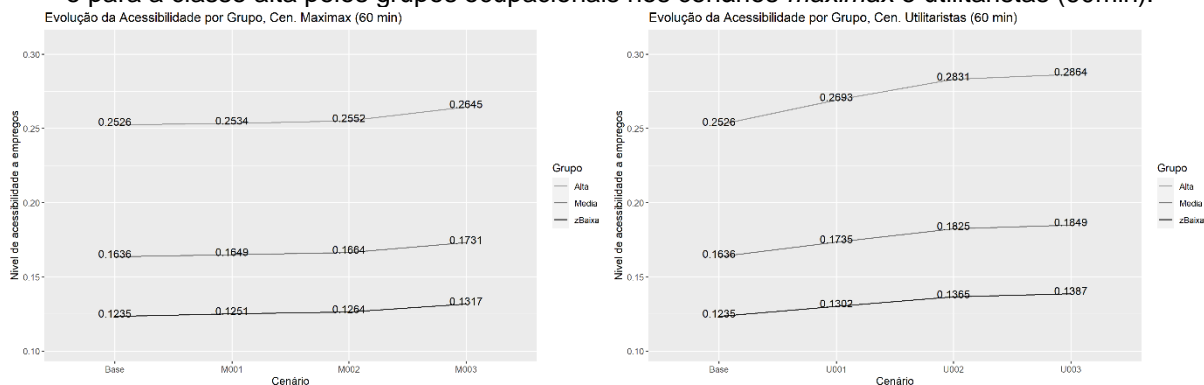
Figura 46 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para os negros e para os brancos nos cenários *maximax* e utilitaristas (60min).



Fonte: Elaboração própria

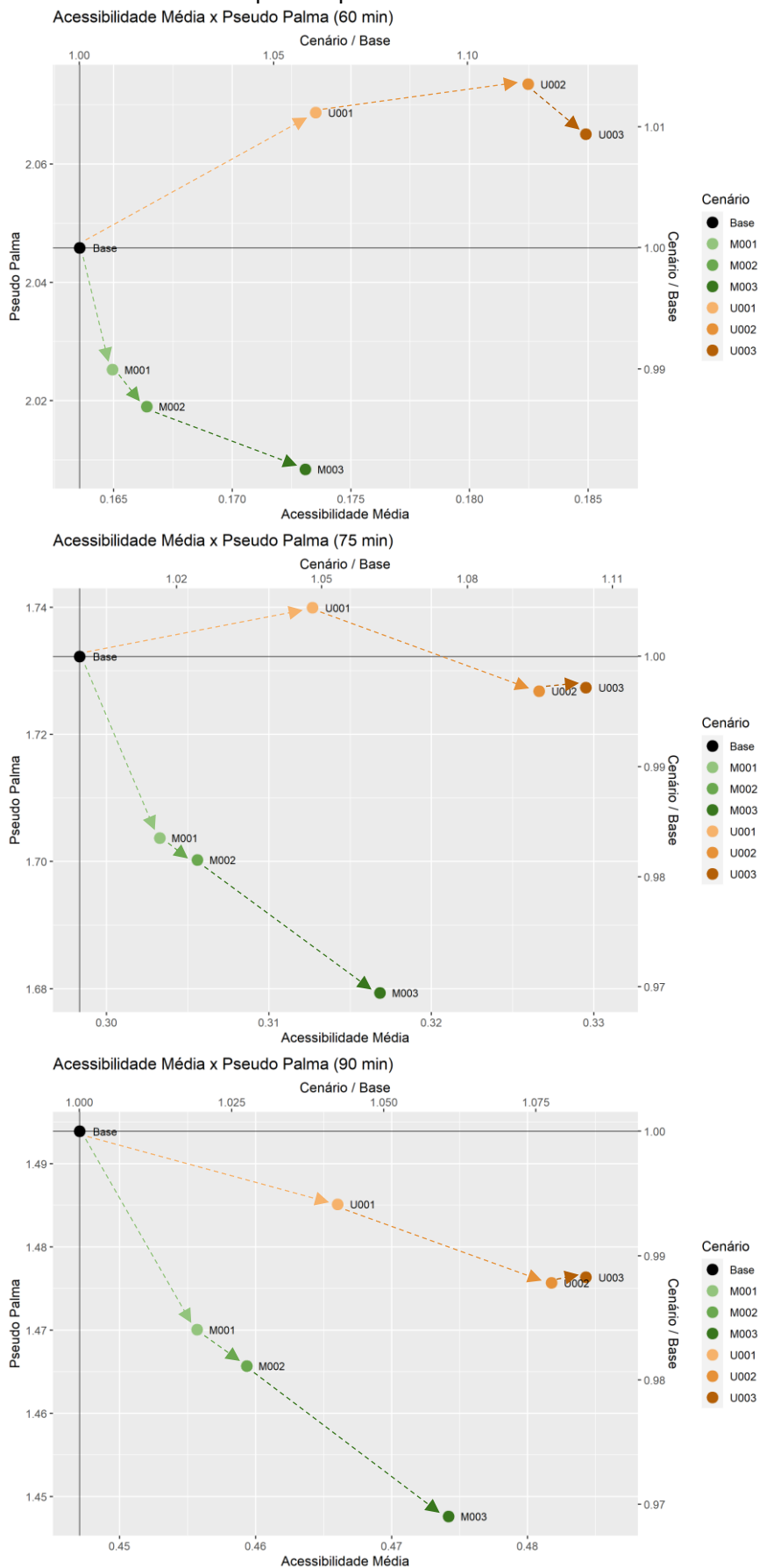
Pelo recorte de classe pelos grupos ocupacionais descritos na seção 3.3, aplicando o pseudo palma como a razão entre a acessibilidade média da classe alta sobre o da classe baixa, o sentido geral dos efeitos é semelhante, mas há variações de magnitude (Figura 47 e Figura 48). Os cenários utilitaristas continuam produzindo aumentos progressivos na desigualdade, porém de forma menos acentuada do que para raça.

Figura 47 – Gráficos de evolução da acessibilidade média para a população total, para a classe baixa e para a classe alta pelos grupos ocupacionais nos cenários *maximax* e utilitaristas (60min).



Fonte: Elaboração própria

Figura 48 – Acessibilidade média e pseudo palma de classe dos cenários *maximax* e utilitaristas.



Fonte: Elaboração própria

6. CONCLUSÕES

O trabalho mostra como as desigualdades sociais são negligenciadas no planejamento de transportes, tanto na maneira em que são abordadas nos planos existentes quanto nas implicações práticas das técnicas de avaliação predominantes no setor. A abordagem utilitarista preponderante na elaboração dos planos e nas análises que em tese dão suporte às decisões, tipicamente perpetuam – ou até mesmo agravam – as já enormes desigualdades existentes associadas ao transporte e ao acesso às oportunidades.

O caso de São Paulo estudado nesta pesquisa ajuda a revelar de forma mais concreta e específica essas limitações. Primeiro, os próprios objetivos desses planos já mostram um tratamento genérico – quando não inconsistente ou simplesmente ausente – da dimensão da equidade. Segundo, que, mesmo quando há metas de redução de desigualdades, essas intenções não se vêm refletidas nos impactos esperados dos projetos e políticas propostos, não apenas porque não se utilizam indicadores para medir os efeitos distributivos, mas porque as técnicas utilitaristas podem levar inclusive ao agravamento das diferenças de acesso entre os grupos sociais mais favorecidos e os menos favorecidos.

Dessa maneira, considerando que a equidade é uma dimensão fundamental para a sustentabilidade e considerada internacionalmente como um dos pilares centrais na formulação das políticas de mobilidade urbana, as abordagens técnicas no planejamento de transportes precisam superar o enfoque predominantemente utilitarista e incorporar outras concepções de justiça social que contribuam com a redução das desigualdades sociais e da pobreza e promovam a inclusão e a ampliação do acesso à cidade.

E em uma perspectiva mais ampla, é importante ressaltar que os processos de planejamento geralmente são concebidos e tratados apenas como análises técnicas de suporte à tomada de decisão sobre projetos e políticas, mas em grande medida também representam um instrumento de legitimação das decisões que reproduzem o status quo e perpetuam as desigualdades existentes. Nesse contexto, a inclusão de critérios e métricas de desigualdades ganha significância não somente como avanços metodológicos que orientem as técnicas de análise na direção de reduzir as diferenças entre grupos sociais. A incorporação dos efeitos distributivos como parte do processo de planejamento também pode cumprir um papel relevante na desconstrução da função de perpetuação e legitimação do status quo pelo mero fato de revelar as inequidades existentes e, principalmente, mostrar o efeito distributivo das políticas e projetos propostos.

Complementarmente as conclusões gerais apontadas acima, destacam-se a seguir as principais conclusões específicas sobre os componentes da pesquisa e suas hipóteses, sobre o alcance dos resultados e de alguns aspectos em particular do trabalho, contribuições e implicações para as políticas públicas, e oportunidades para aprofundamento.

Conclusões sobre as hipóteses de pesquisa

Sobre o primeiro componente da pesquisa, foi constatado que os instrumentos de planejamento não contam com métodos de avaliação das propostas de expansão da rede de transportes que permitam incorporar o impacto sobre os níveis de desigualdade associados à acessibilidade. Dois deles (PDE e PlanMob) não contêm análises dos efeitos esperados das propostas. E os que apresentam avaliações *ex-ante* (PITU 2020 e 2025) limitam-se a utilizar pontualmente indicadores para mensurar efeitos sobre a população de baixa renda, sem incorporar efetivamente a análise do impacto das propostas sobre as desigualdades.

O segundo componente da pesquisa mostrou que, a partir do uso de indicadores para mensurar as desigualdades, é possível constatar que a escolha de projetos pelo enfoque utilitarista de maximização do benefício total leva ao aumento nas diferenças no nível de acesso entre segmentos da população mais privilegiados (ricos, brancos e classe alta) e menos privilegiados (pobres, negros e classe baixa) em alguns patamares de tempo para a acessibilidade cumulativa a empregos, principalmente para viagens de até 60 e 75 minutos.

Conclusões específicas dos principais resultados da análise dos planos de São Paulo

Os instrumentos de planejamento de transportes de São Paulo reproduzem em grande medida o uso incompleto e não sistemático, quando não inconsistente ou simplesmente ausente, dos conceitos de acesso a oportunidades e de redução de desigualdades. A ideia de acessibilidade consta, seja de maneira mais genérica ou específica, nos objetivos e princípios do PITU 2020, do PDE e do PlanMob, contudo somente o primeiro efetivamente utiliza indicadores em sua avaliação *ex-ante* para mensurar os efeitos das propostas no nível de acesso a empregos da população. A equidade aparece como uma preocupação geral nesses três planos, concentrada principalmente em melhorar a situação das pessoas mais vulneráveis, mas apenas o PlanMob considera de forma clara e consistente a redução de desigualdades nos seus objetivos. Entretanto, nenhuma dessas afirmações de busca por equidade se traduzem em avaliação dos efeitos distributivos. Há indicadores para avaliar a melhoria das condições dos mais pobres, o que é um aspecto positivo de forma geral em termos de equidade, mas não permite aferir o impacto sobre as desigualdades. O PDE e o PlanMob sequer apresentam avaliação das propostas, e ambas versões do PITU, 2020 e 2025, são cegas aos impactos dos projetos sobre as inequidades associadas ao transporte, sendo o PITU 2025 o mais deficiente na abordagem sobre desigualdade de acesso a oportunidades.

Conclusões específicas sobre a análise *ex-ante* dos efeitos distributivos dos projetos de transporte previstos para São Paulo

A análise dos projetos previstos para a rede estrutural de transporte público de São Paulo mostra que é possível incorporar, nas avaliações *ex-ante*, abordagens que considerem os efeitos distributivos e possibilitem a inclusão da redução das desigualdades entre os critérios de priorização e escolha. Ao estudar sob essa perspectiva as propostas de expansão da rede, observam-se diferenças consideráveis no desempenho das alternativas em relação ao impacto sobre as diferenças de acesso a empregos entre segmentos da população.

Há projetos de transporte, como as linhas 20-Rosa ou 16-Violeta, que incrementam mais significativamente a acessibilidade média da cidade, porém às custas de acentuar indicadores de desigualdade, principalmente para os menores patamares de tempo de acessibilidade cumulativa (60 e 75 minutos). Em contraposição, há projetos que, a despeito de terem impacto menor na média de toda a população, contribuem sistematicamente para a redução das desigualdades de acesso, como o caso da linha 15-Prata.

Entre os projetos de expansão de linhas existentes, o desempenho é bastante variado. As linhas com previsão de implementação de maiores números de estações (2-Verde, 4-Amarela, e 5-Lilás) aumentam desigualdades para viagens de até 60 minutos, e progressivamente melhoram o desempenho relativo ao impacto sobre as desigualdades conforme aumenta-se o tempo de viagem. Destaca-se, contudo, a linha 9-Esmeralda, cujas 2 estações no extremo sul da cidade em bairros de baixa renda, apesar de terem pouco efeito sobre a acessibilidade média, têm resultado consistente de redução do pseudo palma em todas as variantes temporais da métrica.

A avaliação da implementação parcial dos projetos de transporte mostra que, na maior parte dos casos analisados, há uma piora das desigualdades comparado com o traçado completo. Esses potenciais impactos negativos em termos de equidade ganham particular relevância ao considerar o histórico de atrasos, paralizações e longos hiatos na construção das extensões da rede metroviária de São Paulo.

Ao comparar as trajetórias nas desigualdades de acesso a empregos em função da adoção de um enfoque utilitaristas vis-à-vis uma abordagem igualitarista, como o princípio *maximax*, nota-se como a primeira tende a agravar as inequidades existentes enquanto a segunda resulta em reduções sistemáticas das diferenças de acesso entre os grupos sociais. Mesmo para as métricas onde a abordagem utilitarista apresenta resultados favoráveis em termos de redução de desigualdades, o uso do critério *maximax* contribui de maneira muito mais robusta para a diminuição das diferenças nos níveis de acessibilidade entre ricos e pobres, ou entre negros e brancos.

A comparação entre os recortes da população por raça e classe mostra diferentes padrões de trajetórias de desigualdades. As disparidades de acesso entre negros e brancos apresentam maior persistência do que entre as classes baixa e alta: os cenários utilitaristas geram maior agravamento das desigualdades por raça do que por classe, acentuando sistemática e progressivamente as diferenças de acesso a empregos por transporte público entre brancos e negros nos indicadores de até 60, 75 e 90 minutos.

Considerações sobre o alcance da pesquisa, dos métodos, resultados e conclusões

A discussão e as críticas sobre os processos de planejamento e suas limitações relativamente aos efeitos distributivos ao longo do trabalho se deram basicamente em torno do acesso a oportunidades. Porém, tal como destacado desde a introdução, os projetos de transporte não são (ou pelo menos não deveriam ser) pensados em função de um único objetivo, mas como intervenções que atendem a uma multiplicidade de objetivos, desde aspectos ambientais como a redução de contaminação atmosférica e de GEE, de saúde pública e segurança no trânsito, até benefícios sociais como a redução dos tempos de viagem, redução de barreiras econômicas para acesso aos sistemas de transporte e, de forma mais ampla, melhorar o acesso às oportunidades para reprodução social da vida nas cidades. Nesse contexto, a discussão proposta nesta pesquisa não deve ser entendida como uma recomendação de priorizar a redução das desigualdades de acesso em detrimento de outros aspectos, mas como uma crítica às limitações dos instrumentos de planejamento nesse âmbito. A mesma discussão é aplicável também às desigualdades para além do acesso a empregos, como aquelas relacionadas aos impactos em saúde, segurança, às barreiras econômicas e físicas de acesso aos transportes e à cidade de forma geral.

A dimensão da equidade, por sua vez, requer uma compreensão abrangente, para lidar adequadamente com a complexidade desse assunto, combinando a preocupação com as desigualdades com outras questões, tal como a segregação, a exclusão e a pobreza, que vão além do escopo desta pesquisa, mas não por isso menos relevantes do que as desigualdades. Nesse contexto, cabe lembrar que há diversas abordagens teóricas sobre princípios de justiça e técnicas de avaliação disponíveis, para além das utilizadas nas análises desta pesquisa, que também podem ser de grande valor no planejamento de transportes.

Por outro lado, a atenção específica da presente pesquisa nas desigualdades sociais, ou na equidade de maneira mais ampla, não deve ser confundida com uma recomendação de prevalência sobre outros critérios de avaliação. A inclusão efetiva das desigualdades no processo de planejamento deve ser entendida não como critério único ou principal, mas como parte de um marco integral de avaliação juntamente com outros aspectos chave na formulação de soluções para a mobilidade urbana.

Outra questão que vale a pena esclarecer é que a redução das desigualdades de acesso às oportunidades não passa exclusivamente pela rede de transportes. Cidades com distribuição mais equilibrada entre população e oportunidades de trabalho aproximam ambos sem depender tanto dos sistemas de transporte. De fato, os sistemas de transporte têm um potencial bastante limitado para mudar estruturalmente os padrões de acessibilidade de uma cidade, comparativamente a políticas de uso do solo e habitação. Ainda assim, o planejamento de transportes não deve ser pensado como uma política mitigatória às de planejamento urbano e uso do solo, mas de preferência de maneira integrada e complementar na busca de melhorar as condições de acesso.

Finalmente, entrando mais particularmente no campo das limitações dos instrumentos de análise utilizados, constatou-se um desafio não menor enquanto à forma de lidar com a magnitude dos efeitos de intervenções específicas avaliados sobre a população da cidade como um todo. A “diluição” dos efeitos de um único projeto de transporte na média de toda a população, ao incluir no cálculo dessas métricas a maior parte das pessoas que praticamente não obtêm benefícios com a intervenção, dificultam o tipo de análise desenvolvido nesta pesquisa. Diferentemente de estudos que concentram a atenção quantificam ganhos absolutos para a área de influência do projeto e para geografias específicas, o uso de indicadores de desigualdade para toda a cidade e a intenção de avaliar a trajetória esperada para essas diferenças entre recortes gerais da população trouxeram um desafio significativo. Os incrementos marginais nos indicadores de acessibilidade cumulativa e nos pseudo palmas para todo o MSP possibilitaram a identificação de padrões de desempenho bastante diferentes entre projetos, diferenciando entre os que reduzem e os que agravam as desigualdades, mas deixaram a percepção de que é preciso explorar alternativas metodológicas para tentar explicitar e visualizar de forma mais clara esses efeitos.

Contribuições para a discussão sobre as políticas públicas de mobilidade urbana e implicações práticas para o planejamento de transportes

Não incluir a análise dos efeitos distributivos das propostas deixa o processo de planejamento cego ao impacto dos projetos sobre as desigualdades, perpetuando as práticas predominantes baseadas no utilitarismo. A introdução de princípios orientados à redução de desigualdades, como o critério *maximax*, representa uma alternativa relativamente simples, direta e prática na avaliação dos projetos de transporte como mecanismo para contribuir com a progressiva redução das desigualdades associadas ao transporte. A proposição de assumir as desigualdades existentes no cenário base (que no caso de São Paulo, assim como em muitas cidades do Brasil e da América Latina, já são muito elevadas) como a diferença máxima aceitável, de fato, facilita ainda mais a operacionalização ao eliminar a dificuldade de determinar um patamar arbitrário.

Indicadores de menor complexidade para a operacionalização e de interpretação simples e direta – como a acessibilidade cumulativa e as diversas variantes da razão de Palma – constituem ferramentas úteis que podem ajudar a promover a disseminação e facilitar a adoção das dimensões de acesso a oportunidades e de justiça distributiva no planejamento de transportes.

Oportunidades para pesquisas futuras

Finalmente, algumas oportunidades para aprofundamento em pesquisas futuras:

- Ampliar abrangência geográfica: expandir para a área de estudo para a RMSP para estender as análises aos demais municípios e para capturar os efeitos dos empregos e das redes de transporte na escala metropolitana. Um desafio para esse passo será a obtenção de dados referente às redes de ônibus que operam fora do MSP.
- Comparar com outras cidades: avaliar e comparar os efeitos distributivos nas avaliações *ex-ante* de projetos de transporte entre cidades diferentes, explorando aspectos relacionados a escala e características socioeconômicas, entre outras; complementarmente, compreender também como a equidade e a acessibilidade são tratadas nos instrumentos de planejamento dessas cidades.
- Explorar outras métricas e fatores de impedância do acesso: estudar o comportamento das desigualdades utilizando outros tipos de indicadores de acessibilidade (para além da cumulativa, utilizada nesta pesquisa), bem como incorporar outras variáveis chave de impedância para o acesso às oportunidades, em especial os custos de viagem para os indivíduos, pois representam um fator significativo de exclusão social.
- Ampliar a análise para outros tipos de atividades, como educação, saúde, lazer: um aspecto importante para essa diversificação no escopo de pesquisa depende também de uma análise cuidadosa sobre a escolha dos modos de transporte mais relevantes para os distintos motivos de viagem, já que a mobilidade a pé e em bicicleta ganham maior preponderância para deslocamentos mais curtos.
- Avançar na discussão sobre a operacionalização de abordagens orientadas à equidade no planejamento de transportes e na avaliação *ex-ante* de projetos: aprofundar o estudo e a formulação de propostas sobre como incorporar métricas, critérios e abordagens que considerem a distribuição dos efeitos dos projetos nas diferentes etapas do processo de planejamento, não apenas nos métodos de avaliação, priorização e seleção de alternativas, mas desde o próprio diagnóstico do cenário base (identificando áreas e eixos da cidade que deveriam ser priorizados nos planos de expansão da rede) e nas etapas de concepção e desenho das propostas de expansão, melhoria e reestruturação dos sistemas de transporte.

REFERÊNCIAS

- ANTP. **Mobilidade humana para um Brasil urbano**. [s.l.] Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP, 2017.
- ARRETCHE, M. **Trajetórias da desigualdade: como o Brasil mudou nos últimos 50 anos**. [s.l.] Editora Unesp, 2015.
- _____. Democracia E Redução Da Desigualdade Econômica No Brasil: a Inclusão Dos Outsiders. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 33, n. 96, 2018.
- ATKINSON, A. B.; PIKETTY, T.; SAEZ, E. Top Incomes in the Long Run of History. **Journal of Economic Literature**, v. 49, n. 1, p. 3–71, 2011.
- AVNER, P.; LALL, S. Matchmaking in Nairobi: The Role of Land Use. **Policy Research Working Papers**, n. December, p. 33, 2016.
- BASTIAANSEN, J.; JOHNSON, D.; LUCAS, K. Does transport help people to gain employment? A systematic review and meta-analysis of the empirical evidence. **Transport Reviews**, v. 0, n. 0, p. 1–22, 2020.
- BENENSON, I. *et al.* Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. **Annals of Regional Science**, v. 47, n. 3, p. 499–515, 2011.
- BITTENCOURT, T.; GIANNOTTI, M. The Unequal Impacts of Time, Cost and Transfer Accessibility on Cities, Classes and Races. **Cities**, v. 116, 2021.
- BITTENCOURT, T.; GIANNOTTI, M.; MARQUES, E. C. Cumulative (and self-reinforcing) spatial inequalities: Interactions between accessibility and segregation in four Brazilian metropolises. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, p. 1–17, 2020.
- BOCAREJO S., J. P.; OVIEDO H., D. R. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 142–154, 2012.
- BOISJOLY, G. *et al.* Accessibility measurements in São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba and Recife, Brazil. **Journal of Transport Geography**, v. 82, n. June 2018, p. 102551, 2020.
- BOISJOLY, G.; EL-GENEIDY, A. M. The insider: A planners' perspective on accessibility. **Journal of Transport Geography**, v. 64, n. August 2016, p. 33–43, 2017a.
- _____. How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. **Transport Policy**, v. 55, n. December 2016, p. 38–50, 2017b.
- BOISJOLY, G.; MORENO-MONROY, A. I.; EL-GENEIDY, A. Informality and accessibility to jobs by public transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region. **Journal of Transport Geography**, v. 64, n. August, p. 89–96, 2017.
- BRASIL, C. **Emenda Constitucional nº 90, de 16 de setembro de 2015. Dá nova redação**

ao art. 6º da Constituição Federal, para introduzir o transporte como direito social., 2015. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/emecon/2015/emendaconstitucional-90-15-setembro-2015-781520-norma-pl.html>>

BRŮHOVÁ FOLTÝNOVÁ, H. *et al.* Sustainable urban mobility: One definition, different stakeholders' opinions. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 87, n. August, p. 102465, 2020.

CARNEIRO, M. S.; FALAVIGNA, C.; ORRICO FILHO, R. D. **Uso de curvas de concentração para avaliar desigualdades na mobilidade – o caso da cidade do Rio de Janeiro** Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. **Anais...** Gramado-RS, Brasil: 2018

CHEN, Y. *et al.* Unequal commutes: Job accessibility and employment in Accra. **International Growth Centre (IGC)**, n. July, 2017.

COBHAM, A.; SUMNER, A. Is It All About the Tails? The Palma Measure of Income Inequality. **SSRN Electronic Journal**, n. September 2013, 2013.

CÖLTEKIN, A. *et al.* **Modifiable temporal unit problem** ICC2011 Workshop. **Anais...** Paris: 2011 Disponível em: <<https://doi.org/10.5167/uzh-54263>>

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Relatório de Empreendimentos - Novembro 2018**, 2018. Disponível em: <<https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/relatório-de-expansão-obras-e-modernização>>

_____. **Relatório de Empreendimentos - Janeiro 2019**, 2019. Disponível em: <<https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/relatório-de-expansão-obras-e-modernização>>

_____. **Relatório Integrado 2020**. [s.l.: s.n.].

CRUZ, M. F. **Urbanismo e Mobilidade Urbana em São Paulo (des)articulações entre planejamento, projeto e transportes (1968-2016)**. [s.l.] USP, 2020.

CRUZ, M. F.; FONSECA, F. C. P. DA. Vetores em contradição : planejamento da mobilidade urbana , uso do solo e dinâmicas do capitalismo contemporâneo. **Cadernos Metrôpole**, v. 20, n. 42, 2018.

DELBOSC, A.; CURRIE, G. Using Lorenz curves to assess public transport equity. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, p. 1252–1259, 2011.

FRANÇA, D. Desigualdades e segregação residencial por raça e classe. *In: A metrópole de São Paulo no Século XXI, espaços, heterogeneidades e desigualdades*. [s.l.] Editora UNESP, 2015. .

FRANÇA, D. S. DO N. **Raça , Classe e Segregação Residencial no Município de São Paulo**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2010.

GEURS, K. T.; WEE, B. VAN. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography**, v. 12, n. 2, p. 127–140,

2004.

GIANNOTTI, M. *et al.* Inequalities in transit accessibility: Contributions from a comparative study between Global South and North metropolitan regions. **Cities**, v. 109, n. February, p. 103016, 2021.

GUIMARÃES, T.; LUCAS, K. O papel da equidade no planejamento de transporte coletivo urbano no Brasil. **Transportes**, v. 27, n. 4, p. 76–92, 2019.

GUZMAN, L. A.; OVIEDO, D. Accessibility, affordability and equity: Assessing ‘pro-poor’ public transport subsidies in Bogotá. **Transport Policy**, v. 68, n. April, p. 37–51, 2018.

GUZMAN, L. A.; OVIEDO, D.; RIVERA, C. Assessing equity in transport accessibility to work and study: The Bogotá region. **Journal of Transport Geography**, v. 58, p. 236–246, 2017.

HANDY, S. Is accessibility an idea whose time has finally come? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 83, n. April, p. 102319, 2020.

HANDY, S. L.; NIEMEIER, D. A. Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A**, v. 29, n. 7, p. 1175–1194, 1997.

HANSEN, W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Planning Association**, v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.

HERNANDEZ, D. Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo. **Journal of Transport Geography**, v. 67, n. September 2017, p. 119–125, 2018.

HOLANDA DE SOUZA, H. H.; LOUREIRO, C. F. G. Proposta de construção de indicador de caracterização da acessibilidade na região metropolitana de Fortaleza. **Transportes**, v. 26, n. 4, p. 129–143, 2018.

HOLDEN, E.; GILPIN, G.; BANISTER, D. Sustainable mobility at thirty. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 7, p. 1–14, 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2010. Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo - 16/11/11**, 2011. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>

INGRAM, D. R. The Concept of Accessibility: A search for an operational form. **Regional Studies**, v. 5, n. 2, p. 101–107, 1971.

JANG, S. *et al.* Assessing the spatial equity of Seoul’s public transportation using the Gini coefficient based on its accessibility. **International Journal of Urban Sciences**, v. 21, n. 1, p. 91–107, 2016.

KIYOTO, M.; MORI, K. K. **A expansão recente do Metrô de São Paulo e a segregação socioespacial** XVIII ENANPUR. **Anais...Natal**: 2019

LEACH, M. *et al.* Equity and sustainability in the anthropocene: A social-ecological systems perspective on their intertwined futures. **Global Sustainability**, v. 1, 2018.

LEVINE, J. A century of evolution of the accessibility concept. **Transportation Research Part**

D: Transport and Environment, v. 83, n. March, p. 102309, 2020.

LITMAN, T. Evaluating Transportation Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning. **Victoria Transport Policy Institute, Victoria, British ...**, v. 8, n. 2, p. 50–65, 2020.

LOPE, D. J.; DOLGUN, A. Measuring the inequality of accessible trams in Melbourne. **Journal of Transport Geography**, v. 83, n. January, p. 102657, 2020.

LOVELACE, R. **Open source tools for geographic analysis in transport planning**. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2021. v. 23

LOVELACE, R.; ELLISON, R. stplanr: A package for transport planning. **R Journal**, v. 10, n. 2, p. 7–23, 2019.

LUCAS, K. Transport and social exclusion: Where are we now? **Transport Policy**, v. 20, p. 105–113, 2012.

LUCAS, K.; WEE, B. VAN; MAAT, K. A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches. **Transportation**, v. 43, n. 3, p. 473–490, 2015.

MARQUES, E. C. Condições habitacionais e urbanas no Brasil. *In: Trajetórias das desigualdades: como o Brasil mudou nos últimos cinquenta anos*. [s.l.] Editora Unesp, 2015. .

MARTENS, K. Justice in transport as justice in accessibility: Applying Walzer’s “Spheres of Justice” to the transport sector. **Transportation**, v. 39, n. 6, p. 1035–1053, 2012.

MARTENS, K.; BASTIAANSEN, J.; LUCAS, K. Measuring transport equity: Key components, framings and metrics. *In: Measuring Transport Equity*. [s.l.] Elsevier Inc., 2019. p. 13–36.

MARTENS, K.; CIOMMO, F. DI. Travel time savings, accessibility gains and equity effects in cost–benefit analysis. **Transport Reviews**, v. 37, n. 2, p. 152–169, 2017.

MARTENS, K.; CIOMMO, F. DI; PAPANIKOLAOU, A. Incorporating equity into transport planning: utility, priority and sufficiency approaches. **Panam**, p. 1–16, 2014.

MARTENS, K.; GOLUB, A.; ROBINSON, G. A justice-theoretic approach to the distribution of transportation benefits: Implications for transportation planning practice in the United States. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 4, p. 684–695, 2012.

MEDEIROS, M. Medidas de Desigualdade e Pobreza. **Editora Universidade de Brasília**, p. 172, 2012.

MEDEIROS, M.; SOUZA, P. H. G. F. DE; CASTRO, F. Á. DE. A estabilidade da desigualdade de renda no Brasil, 2006 a 2012: estimativa com dados do imposto de renda e pesquisas domiciliares. **Ciencia & saude coletiva**, v. 20, n. 4, p. 971–86, 2015.

METRÔ-SP. **Pesquisa Origem Destino 2017** Companhia do Metropolitano de São Paulo, , 2019.

MILLER, E. J. Accessibility: measurement and application in transportation planning.

Transport Reviews, v. 38, n. 5, p. 551–555, 2018.

MORENO-MONROY, A. I.; RAMOS, F. **The impact of public transport expansions on informality: the case of the São Paulo Metropolitan Region** 55th Congress of the European Regional Science Association: “World Renaissance: Changing roles for people and places”, 25-28 August 2015, Lisbon, Portugal. **Anais...2015**

MORGAN, M. *et al.* OpenTripPlanner for R. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 44, p. 1926, 2019.

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

OVIEDO, D.; GUZMAN, L. A. Revisiting accessibility in a context of sustainable transport: Capabilities and inequalities in Bogota. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 11, 2020.

PAPA, E. *et al.* Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences. **Journal of Transport and Land Use**, v. 3, n. January, p. 1–20, 2015.

PEREIRA, R. H. M. Future accessibility impacts of transport policy scenarios: Equity and sensitivity to travel time thresholds for Bus Rapid Transit expansion in Rio de Janeiro. **Journal of Transport Geography**, v. 74, p. 321–332, 2018a.

_____. Transport legacy of mega-events and the redistribution of accessibility to urban destinations. **Cities**, v. 81, n. March, p. 45–60, 2018b.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R. **Findings**, p. 1–10, 2021.

PEREIRA, R. H. M.; SCHWANEN, T.; BANISTER, D. Distributive justice and equity in transportation. **Transport Reviews**, v. 37, n. 2, p. 170–191, 2017.

PIKETTY, T. O Capital no Século XXI. Terceira Parte. *In*: **O Capital no Século XXI**. [s.l.] Intrínseca, 2014. .

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo - Texto da lei ilustrado**, 2014. Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE_lei_final_aprovada/TEXT0/2014-07-31 - LEI 16050 - PLANO DIRETOR ESTRATÉGICO.pdf>

_____. **Plano de Mobilidade Urbana do Município de São Paulo 2015**, 2015.

_____. **Plano de Metas 21/24**, 2021a.

_____. **Gestão Urbana SP**. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/arquivos/>>. Acesso em: 20 jul. 2021b.

PRITCHARD, J. P. *et al.* An International Comparison of Equity in Accessibility to Jobs: London, São Paulo, and the Randstad. **Transport Findings**, p. 0–1, 2019a.

_____. Potential impacts of bike-and-ride on job accessibility and spatial equity in São Paulo, Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 121, n. January, p. 386–

400, 2019b.

PUCCI, P. *et al.* Inequalities in job-related accessibility: Testing an evaluative approach and its policy relevance in Buenos Aires. **Applied Geography**, v. 107, n. April, p. 1–11, 2019.

QUINTANAR, S. A. K. **Urban structure, labor market, informal employment and gender in Mexico City**. [s.l.] Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.

QUIRÓS, T. P.; MEHNDIRATTA, S. R. Accessibility analysis of growth patterns in Buenos Aires, Argentina: Density, employment, and spatial form. **Transportation Research Record**, v. 2512, n. 2512, p. 101–109, 2015.

REQUENA, C. **Política pública e poder: interesses associados entre políticos e empresas na governança da expansão do metrô de São Paulo**. [s.l.] Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciencia Política da FFLCH da Universidade de São Paulo, 2020.

REQUENA, C.; RALIZE, S.; SARUÊ, B. Condições urbanas: desigualdades e heterogeneidade. *In: A metrópole de São Paulo no Século XXI, espaços, heterogeneidades e desigualdades*. [s.l.] Editora UNESP, 2015. .

ROCK, S.; AHERN, A.; CAULFIELD, B. **Equity and Fairness in Transport Planning: The State of Play** Transportation Research Board. **Anais...**Washington, DC: 2014

RODRIGUES, B. A. *et al.* Efeitos da periferização nos níveis de acessibilidade da população de baixa renda em fortaleza. **XXXI Congresso da ANPET**, p. 2547–2559, 2017.

ROSAS-SATIZÁBAL, D.; GUZMAN, L. A.; OVIEDO, D. Cycling diversity, accessibility, and equality: An analysis of cycling commuting in Bogotá. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 88, n. September, p. 102562, 2020.

SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS. **PITU 2020 - Plano Integrado de Transportes Urbanos**, 1999.

____. **PITU 2025 - Plano Integrado de Transportes Urbanos - Parte D: Inovando nas estratégias de transportes**. [s.l.: s.n.].

SEN, A.; FOSTER, J. **On Economic Inequality**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

SLOVIC, A. D. *et al.* The long road to achieving equity: Job accessibility restrictions and overlapping inequalities in the city of São Paulo. **Journal of Transport Geography**, v. 78, n. March, p. 181–193, 2019.

SOUICHE, S.; MERCIER, A.; OVTRACHT, N. The impacts of urban pricing on social and spatial inequalities: The case study of Lyon (France). **Urban Studies**, v. 53, n. 2, p. 373–399, 2016.

SPTRANS. **GTFS da rede de transporte público de São Paulo**. SPTrans - São Paulo Transportes. Sistema Eletrônico de Informação ao Cidadão - e-SIC., , 2020.

THOMOPOULOS, N.; GRANT-MULLER, S.; TIGHT, M. R. Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. **Evaluation and Program Planning**, v. 32, n. 4, p. 351–359, 2009.

TIZNADO-AITKEN, I.; MUÑOZ, J. C.; HURTUBIA, R. The role of accessibility to public transport and quality of walking environment on urban equity: The case of Santiago de Chile. **Transportation Research Record**, v. 2672, n. 35, p. 129–138, 2018.

TOMASIELLO, D. B. *et al.* Multi-temporal transport network models for accessibility studies. **Transactions in GIS**, v. 23, n. 2, p. 203–223, 2019.

TOMASIELLO, D. B. *et al.* Nota Técnica Nº2 - Priorizar o transporte público e desestimular o carro? **Políticas Públicas, Cidades e Desigualdades - CEM**, n. NT2, 2021.

TOMASIELLO, D. B.; GIANNOTTI, M.; FEITOSA, F. F. ACCESS: An agent-based model to explore job accessibility inequalities. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 81, n. August 2019, p. 101462, 2020.

TORRES, H. DA G. *et al.* Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 47, p. 97–128, 2003.

UNITED NATIONS. **Sustainable transport, sustainable development. Interagency report for second Global Sustainable Transport Conference.** [s.l.: s.n.].

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas.** [s.l.] Annablume, 2000.

____. **Transporte urbano, espaço e equidade: Análise das políticas públicas.** [s.l.] Annablume, 2001.

____. Urban transport policies in Brazil: The creation of a discriminatory mobility system. **Journal of Transport Geography**, v. 67, n. August, p. 85–91, 2018.

VECCHIO, G.; TIZNADO-AITKEN, I.; HURTUBIA, R. Transport and equity in Latin America: a critical review of socially oriented accessibility assessments. **Transport Reviews**, v. 40, n. 3, p. 354–381, 2020.

VENTER, C.; MAHENDRA, A.; HIDALGO, D. **From Mobility to Access for All: Expanding Urban Transportation Choices in the Global South** *World Resource Report*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <www.citiesforall.org.>.

VILLAÇA, F.; ZIONI, S. A expansão do Metrô de São Paulo: acentuando desigualdades. **XII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional**, 2007.

WEE, B. VAN. How suitable is CBA for the ex-ante evaluation of transport projects and policies? A discussion from the perspective of ethics. **Transport Policy**, v. 19, n. 1, p. 1–7, 2012.

WEE, B. VAN; GEURS, K. Discussing Equity and Social Exclusion in Accessibility Evaluations. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 11, n. 11, p. 350–367, 2011.

WEE, B. VAN; MOUTER, N. **Evaluating transport equity.** 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2020.

WU, H.; LEVINSON, D. Unifying access. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 83, n. May, p. 102355, 2020.

APÊNDICE 1 – Resultados completos das análises de acessibilidade por cenário

A Tabela 6 apresenta os resultados completos dos atributos de acessibilidade média total, por decil de renda e o pseudo palma de cada cenário analisado.

Tabela 6 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Renda para os cenários analisados

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. 10% Mais Ricos	Acess. 40% Mais Pobres	Pseudo Palma Renda	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma	Var. Pseudo Palma	Gini
Base	60	0.1553	0.3421	0.0698	4.90	-	-	-	-	0.470
Base	75	0.2865	0.5269	0.1576	3.34	-	-	-	-	0.376
Base	90	0.4338	0.6850	0.2848	2.40	-	-	-	-	0.282
Base	120	0.6883	0.8876	0.5555	1.60	-	-	-	-	0.155
BrAR	60	0.1566	0.3434	0.0705	4.87	0.0014	0.9%	-0.0275	-0.6%	0.470
BrAR	75	0.2890	0.5289	0.1590	3.33	0.0024	0.9%	-0.0180	-0.5%	0.375
BrAR	90	0.4380	0.6879	0.2886	2.38	0.0042	1.0%	-0.0209	-0.9%	0.280
BrAR	120	0.6936	0.8917	0.5607	1.59	0.0053	0.8%	-0.0076	-0.5%	0.154
BrRL	60	0.1560	0.3431	0.0701	4.90	0.0008	0.5%	-0.0048	-0.1%	0.471
BrRL	75	0.2874	0.5279	0.1580	3.34	0.0009	0.3%	-0.0017	-0.1%	0.376
BrRL	90	0.4350	0.6856	0.2856	2.40	0.0012	0.3%	-0.0037	-0.2%	0.282
BrRL	120	0.6892	0.8882	0.5565	1.60	0.0009	0.1%	-0.0016	-0.1%	0.155
L02E	60	0.1612	0.3494	0.0712	4.91	0.0060	3.8%	0.0068	0.1%	0.475
L02E	75	0.2965	0.5366	0.1621	3.31	0.0100	3.5%	-0.0328	-1.0%	0.378
L02E	90	0.4448	0.6943	0.2917	2.38	0.0110	2.5%	-0.0243	-1.0%	0.282
L02E	120	0.6965	0.8935	0.5634	1.59	0.0083	1.2%	-0.0118	-0.7%	0.154
L04E	60	0.1561	0.3441	0.0701	4.91	0.0008	0.5%	0.0071	0.1%	0.470
L04E	75	0.2881	0.5300	0.1586	3.34	0.0016	0.6%	-0.0012	0.0%	0.376
L04E	90	0.4364	0.6883	0.2867	2.40	0.0026	0.6%	-0.0040	-0.2%	0.282
L04E	120	0.6915	0.8903	0.5583	1.59	0.0033	0.5%	-0.0030	-0.2%	0.155
L05E	60	0.1572	0.3476	0.0706	4.92	0.0019	1.2%	0.0219	0.4%	0.471
L05E	75	0.2905	0.5351	0.1600	3.35	0.0040	1.4%	0.0016	0.0%	0.376
L05E	90	0.4419	0.6948	0.2918	2.38	0.0081	1.9%	-0.0236	-1.0%	0.280
L05E	120	0.7008	0.8944	0.5712	1.57	0.0126	1.8%	-0.0317	-2.0%	0.150
L06C	60	0.1618	0.3548	0.0724	4.90	0.0065	4.2%	-0.0039	-0.1%	0.469
L06C	75	0.2976	0.5412	0.1655	3.27	0.0111	3.9%	-0.0724	-2.2%	0.368
L06C	90	0.4486	0.7001	0.2985	2.35	0.0148	3.4%	-0.0593	-2.5%	0.272
L06C	120	0.7021	0.8966	0.5710	1.57	0.0138	2.0%	-0.0275	-1.7%	0.148
L06P	60	0.1590	0.3538	0.0705	5.01	0.0038	2.4%	0.1128	2.3%	0.473
L06P	75	0.2918	0.5372	0.1599	3.36	0.0053	1.8%	0.0171	0.5%	0.375
L06P	90	0.4406	0.6950	0.2904	2.39	0.0068	1.6%	-0.0112	-0.5%	0.279
L06P	120	0.6929	0.8920	0.5606	1.59	0.0046	0.7%	-0.0066	-0.4%	0.153
L09E	60	0.1555	0.3423	0.0700	4.89	0.0003	0.2%	-0.0146	-0.3%	0.469
L09E	75	0.2872	0.5272	0.1585	3.33	0.0007	0.2%	-0.0172	-0.5%	0.375
L09E	90	0.4350	0.6856	0.2866	2.39	0.0012	0.3%	-0.0126	-0.5%	0.281
L09E	120	0.6903	0.8884	0.5593	1.59	0.0020	0.3%	-0.0093	-0.6%	0.153
L15C	60	0.1567	0.3423	0.0717	4.77	0.0014	0.9%	-0.1299	-2.6%	0.464
L15C	75	0.2916	0.5281	0.1641	3.22	0.0051	1.8%	-0.1254	-3.8%	0.367
L15C	90	0.4429	0.6891	0.2980	2.31	0.0091	2.1%	-0.0919	-3.8%	0.271
L15C	120	0.6982	0.8955	0.5726	1.56	0.0099	1.4%	-0.0340	-2.1%	0.147
L15P	60	0.1561	0.3423	0.0706	4.85	0.0008	0.5%	-0.0541	-1.1%	0.468
L15P	75	0.2901	0.5279	0.1616	3.27	0.0036	1.2%	-0.0767	-2.3%	0.371
L15P	90	0.4394	0.6887	0.2918	2.36	0.0056	1.3%	-0.0442	-1.8%	0.277
L15P	120	0.6924	0.8924	0.5613	1.59	0.0041	0.6%	-0.0078	-0.5%	0.153

Fonte: elaboração própria

Tabela 7 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Renda para os cenários analisados (cont.)

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. 10% Mais Ricos	Acess. 40% Mais Pobres	Pseudo Palma Renda	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma	Var. Pseudo Palma	Gini
L16C	60	0.1638	0.3598	0.0715	5.03	0.0085	5.5%	0.1289	2.6%	0.478
L16C	75	0.2999	0.5459	0.1632	3.35	0.0134	4.7%	0.0015	0.0%	0.379
L16C	90	0.4492	0.7025	0.2947	2.38	0.0154	3.6%	-0.0207	-0.9%	0.282
L16C	120	0.7042	0.8984	0.5715	1.57	0.0159	2.3%	-0.0257	-1.6%	0.152
L16P	60	0.1569	0.3483	0.0701	4.97	0.0017	1.1%	0.0673	1.4%	0.473
L16P	75	0.2885	0.5326	0.1581	3.37	0.0019	0.7%	0.0250	0.7%	0.377
L16P	90	0.4354	0.6880	0.2858	2.41	0.0016	0.4%	0.0028	0.1%	0.282
L16P	120	0.6897	0.8887	0.5570	1.60	0.0014	0.2%	-0.0021	-0.1%	0.155
L17C	60	0.1574	0.3463	0.0710	4.88	0.0021	1.4%	-0.0234	-0.5%	0.471
L17C	75	0.2889	0.5316	0.1592	3.34	0.0024	0.8%	-0.0046	-0.1%	0.377
L17C	90	0.4371	0.6900	0.2873	2.40	0.0033	0.8%	-0.0031	-0.1%	0.282
L17C	120	0.6900	0.8886	0.5575	1.59	0.0017	0.2%	-0.0037	-0.2%	0.155
L19C	60	0.1576	0.3460	0.0703	4.92	0.0024	1.5%	0.0169	0.3%	0.473
L19C	75	0.2895	0.5330	0.1584	3.36	0.0029	1.0%	0.0212	0.6%	0.378
L19C	90	0.4365	0.6896	0.2861	2.41	0.0027	0.6%	0.0054	0.2%	0.283
L19C	120	0.6910	0.8891	0.5577	1.59	0.0027	0.4%	-0.0035	-0.2%	0.155
L20C	60	0.1648	0.3658	0.0732	5.00	0.0096	6.2%	0.0956	2.0%	0.478
L20C	75	0.3005	0.5527	0.1640	3.37	0.0139	4.9%	0.0262	0.8%	0.378
L20C	90	0.4526	0.7075	0.2985	2.37	0.0188	4.3%	-0.0347	-1.4%	0.278
L20C	120	0.7060	0.8988	0.5744	1.56	0.0177	2.6%	-0.0329	-2.1%	0.148
L20P	60	0.1611	0.3631	0.0710	5.12	0.0058	3.8%	0.2134	4.4%	0.476
L20P	75	0.2959	0.5500	0.1611	3.41	0.0093	3.3%	0.0710	2.1%	0.377
L20P	90	0.4472	0.7061	0.2946	2.40	0.0134	3.1%	-0.0082	-0.3%	0.277
L20P	120	0.7022	0.8983	0.5708	1.57	0.0139	2.0%	-0.0240	-1.5%	0.149
M001	60	0.1567	0.3423	0.0717	4.77	0.0014	0.9%	-0.1299	-2.6%	0.464
M001	75	0.2916	0.5281	0.1641	3.22	0.0051	1.8%	-0.1254	-3.8%	0.367
M001	90	0.4429	0.6891	0.2980	2.31	0.0091	2.1%	-0.0919	-3.8%	0.271
M001	120	0.6982	0.8955	0.5726	1.56	0.0099	1.4%	-0.0340	-2.1%	0.147
M002	60	0.1580	0.3436	0.0724	4.75	0.0028	1.8%	-0.1534	-3.1%	0.464
M002	75	0.2938	0.5299	0.1653	3.21	0.0073	2.5%	-0.1377	-4.1%	0.366
M002	90	0.4465	0.6918	0.3010	2.30	0.0127	2.9%	-0.1063	-4.4%	0.270
M002	120	0.7022	0.8975	0.5760	1.56	0.0139	2.0%	-0.0396	-2.5%	0.147
M003	60	0.1644	0.3562	0.0750	4.75	0.0092	5.9%	-0.1494	-3.0%	0.463
M003	75	0.3048	0.5442	0.1732	3.14	0.0183	6.4%	-0.2004	-6.0%	0.358
M003	90	0.4612	0.7068	0.3145	2.25	0.0274	6.3%	-0.1578	-6.6%	0.260
M003	120	0.7158	0.9063	0.5913	1.53	0.0275	4.0%	-0.0650	-4.1%	0.139
U001	60	0.1648	0.3658	0.0732	5.00	0.0096	6.2%	0.0956	2.0%	0.478
U001	75	0.3005	0.5527	0.1640	3.37	0.0139	4.9%	0.0262	0.8%	0.378
U001	90	0.4526	0.7075	0.2985	2.37	0.0188	4.3%	-0.0347	-1.4%	0.278
U001	120	0.7060	0.8988	0.5744	1.56	0.0177	2.6%	-0.0329	-2.1%	0.148
U002	60	0.1729	0.3820	0.0749	5.10	0.0176	11.4%	0.2011	4.1%	0.483
U002	75	0.3135	0.5703	0.1696	3.36	0.0270	9.4%	0.0195	0.6%	0.379
U002	90	0.4677	0.7245	0.3082	2.35	0.0338	7.8%	-0.0542	-2.3%	0.276
U002	120	0.7218	0.9096	0.5903	1.54	0.0335	4.9%	-0.0568	-3.6%	0.144
U003	60	0.1752	0.3857	0.0754	5.11	0.0200	12.9%	0.2129	4.3%	0.484
U003	75	0.3162	0.5759	0.1703	3.38	0.0297	10.4%	0.0379	1.1%	0.380
U003	90	0.4701	0.7290	0.3093	2.36	0.0363	8.4%	-0.0477	-2.0%	0.277
U003	120	0.7244	0.9111	0.5924	1.54	0.0361	5.2%	-0.0598	-3.7%	0.144

Fonte: elaboração própria

Tabela 8 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Raça para os cenários analisados

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. Brancos	Acess. Negros	Pseudo Palma Raça	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma Raça	Var. Pseudo Palma Raça
Base	60	0.1636	0.1956	0.0991	1.97	-	-	-	-
Base	75	0.2983	0.3447	0.2056	1.68	-	-	-	-
Base	90	0.4471	0.4985	0.3445	1.45	-	-	-	-
Base	120	0.6998	0.7446	0.6108	1.22	-	-	-	-
BrAR	60	0.1650	0.1973	0.1001	1.97	0.0015	0.9%	-0.0024	-0.1%
BrAR	75	0.3009	0.3476	0.2073	1.68	0.0025	0.8%	-0.0001	0.0%
BrAR	90	0.4513	0.5031	0.3482	1.44	0.0043	1.0%	-0.0021	-0.1%
BrAR	120	0.7051	0.7501	0.6156	1.22	0.0053	0.8%	-0.0007	-0.1%
BrRL	60	0.1644	0.1966	0.0996	1.97	0.0008	0.5%	0.0002	0.0%
BrRL	75	0.2993	0.3458	0.2062	1.68	0.0009	0.3%	0.0003	0.0%
BrRL	90	0.4483	0.4999	0.3455	1.45	0.0012	0.3%	-0.0002	0.0%
BrRL	120	0.7008	0.7456	0.6117	1.22	0.0009	0.1%	-0.0004	0.0%
L02E	60	0.1701	0.2040	0.1019	2.00	0.0065	4.0%	0.0288	1.5%
L02E	75	0.3089	0.3575	0.2118	1.69	0.0106	3.5%	0.0115	0.7%
L02E	90	0.4585	0.5116	0.3526	1.45	0.0114	2.5%	0.0036	0.3%
L02E	120	0.7082	0.7533	0.6186	1.22	0.0084	1.2%	-0.0015	-0.1%
L04E	60	0.1644	0.1966	0.0996	1.97	0.0009	0.5%	0.0004	0.0%
L04E	75	0.3000	0.3465	0.2068	1.68	0.0016	0.5%	-0.0013	-0.1%
L04E	90	0.4497	0.5013	0.3468	1.45	0.0026	0.6%	-0.0013	-0.1%
L04E	120	0.7030	0.7479	0.6138	1.22	0.0032	0.5%	-0.0007	-0.1%
L05E	60	0.1656	0.1981	0.1001	1.98	0.0020	1.2%	0.0054	0.3%
L05E	75	0.3025	0.3495	0.2084	1.68	0.0042	1.4%	0.0001	0.0%
L05E	90	0.4553	0.5070	0.3521	1.44	0.0082	1.8%	-0.0071	-0.5%
L05E	120	0.7122	0.7558	0.6254	1.21	0.0124	1.8%	-0.0108	-0.9%
L06C	60	0.1704	0.2036	0.1036	1.97	0.0068	4.2%	-0.0076	-0.4%
L06C	75	0.3096	0.3568	0.2153	1.66	0.0113	3.8%	-0.0199	-1.2%
L06C	90	0.4620	0.5136	0.3592	1.43	0.0150	3.3%	-0.0170	-1.2%
L06C	120	0.7135	0.7574	0.6263	1.21	0.0136	1.9%	-0.0099	-0.8%
L06P	60	0.1676	0.2008	0.1010	1.99	0.0041	2.5%	0.0151	0.8%
L06P	75	0.3039	0.3512	0.2093	1.68	0.0055	1.9%	0.0014	0.1%
L06P	90	0.4541	0.5059	0.3508	1.44	0.0070	1.6%	-0.0049	-0.3%
L06P	120	0.7044	0.7490	0.6158	1.22	0.0046	0.7%	-0.0029	-0.2%
L09E	60	0.1638	0.1958	0.0994	1.97	0.0003	0.2%	-0.0026	-0.1%
L09E	75	0.2990	0.3454	0.2064	1.67	0.0007	0.2%	-0.0035	-0.2%
L09E	90	0.4483	0.4995	0.3461	1.44	0.0012	0.3%	-0.0036	-0.3%
L09E	120	0.7018	0.7461	0.6139	1.22	0.0020	0.3%	-0.0040	-0.3%
L15C	60	0.1649	0.1969	0.1006	1.96	0.0014	0.8%	-0.0164	-0.8%
L15C	75	0.3033	0.3496	0.2107	1.66	0.0049	1.7%	-0.0180	-1.1%
L15C	90	0.4557	0.5066	0.3542	1.43	0.0086	1.9%	-0.0168	-1.2%
L15C	120	0.7088	0.7523	0.6222	1.21	0.0089	1.3%	-0.0102	-0.8%
L15P	60	0.1644	0.1964	0.0999	1.97	0.0008	0.5%	-0.0063	-0.3%
L15P	75	0.3019	0.3484	0.2090	1.67	0.0036	1.2%	-0.0102	-0.6%
L15P	90	0.4526	0.5040	0.3500	1.44	0.0055	1.2%	-0.0070	-0.5%
L15P	120	0.7037	0.7484	0.6150	1.22	0.0039	0.6%	-0.0022	-0.2%

Fonte: elaboração própria

Tabela 9 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Raça para os cenários analisados (cont.)

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. Brancos	Acess. Negros	Pseudo Palma Raça	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma Raça	Var. Pseudo Palma Raça
L16C	60	0.1730	0.2080	0.1027	2.03	0.0094	5.8%	0.0531	2.7%
L16C	75	0.3127	0.3622	0.2138	1.69	0.0143	4.8%	0.0173	1.0%
L16C	90	0.4631	0.5171	0.3557	1.45	0.0161	3.6%	0.0068	0.5%
L16C	120	0.7158	0.7610	0.6261	1.22	0.0160	2.3%	-0.0037	-0.3%
L16P	60	0.1654	0.1980	0.0997	1.99	0.0018	1.1%	0.0124	0.6%
L16P	75	0.3004	0.3474	0.2065	1.68	0.0021	0.7%	0.0056	0.3%
L16P	90	0.4487	0.5004	0.3456	1.45	0.0016	0.4%	0.0006	0.0%
L16P	120	0.7012	0.7460	0.6122	1.22	0.0014	0.2%	-0.0007	-0.1%
L17C	60	0.1657	0.1980	0.1007	1.97	0.0021	1.3%	-0.0074	-0.4%
L17C	75	0.3008	0.3473	0.2076	1.67	0.0024	0.8%	-0.0036	-0.2%
L17C	90	0.4504	0.5020	0.3474	1.44	0.0033	0.7%	-0.0021	-0.1%
L17C	120	0.7015	0.7462	0.6127	1.22	0.0017	0.2%	-0.0013	-0.1%
L19C	60	0.1661	0.1986	0.1005	1.98	0.0025	1.5%	0.0025	0.1%
L19C	75	0.3015	0.3485	0.2073	1.68	0.0031	1.0%	0.0043	0.3%
L19C	90	0.4499	0.5018	0.3464	1.45	0.0028	0.6%	0.0014	0.1%
L19C	120	0.7026	0.7474	0.6135	1.22	0.0028	0.4%	-0.0008	-0.1%
L20C	60	0.1735	0.2080	0.1042	2.00	0.0099	6.1%	0.0236	1.2%
L20C	75	0.3127	0.3618	0.2146	1.69	0.0143	4.8%	0.0090	0.5%
L20C	90	0.4660	0.5190	0.3605	1.44	0.0190	4.2%	-0.0074	-0.5%
L20C	120	0.7173	0.7611	0.6302	1.21	0.0175	2.5%	-0.0114	-0.9%
L20P	60	0.1697	0.2036	0.1015	2.01	0.0062	3.8%	0.0335	1.7%
L20P	75	0.3081	0.3566	0.2111	1.69	0.0097	3.3%	0.0122	0.7%
L20P	90	0.4607	0.5132	0.3560	1.44	0.0136	3.0%	-0.0052	-0.4%
L20P	120	0.7136	0.7574	0.6264	1.21	0.0138	2.0%	-0.0101	-0.8%
M001	60	0.1649	0.1969	0.1006	1.96	0.0014	0.8%	-0.0164	-0.8%
M001	75	0.3033	0.3496	0.2107	1.66	0.0049	1.7%	-0.0180	-1.1%
M001	90	0.4557	0.5066	0.3542	1.43	0.0086	1.9%	-0.0168	-1.2%
M001	120	0.7088	0.7523	0.6222	1.21	0.0089	1.3%	-0.0102	-0.8%
M002	60	0.1664	0.1986	0.1016	1.95	0.0028	1.7%	-0.0184	-0.9%
M002	75	0.3056	0.3523	0.2123	1.66	0.0073	2.4%	-0.0177	-1.1%
M002	90	0.4593	0.5105	0.3573	1.43	0.0123	2.7%	-0.0181	-1.3%
M002	120	0.7128	0.7566	0.6258	1.21	0.0130	1.9%	-0.0102	-0.8%
M003	60	0.1731	0.2064	0.1060	1.95	0.0095	5.8%	-0.0248	-1.3%
M003	75	0.3168	0.3643	0.2220	1.64	0.0185	6.2%	-0.0362	-2.2%
M003	90	0.4742	0.5255	0.3719	1.41	0.0271	6.1%	-0.0339	-2.3%
M003	120	0.7262	0.7691	0.6411	1.20	0.0264	3.8%	-0.0195	-1.6%
U001	60	0.1735	0.2080	0.1042	2.00	0.0099	6.1%	0.0236	1.2%
U001	75	0.3127	0.3618	0.2146	1.69	0.0143	4.8%	0.0090	0.5%
U001	90	0.4660	0.5190	0.3605	1.44	0.0190	4.2%	-0.0074	-0.5%
U001	120	0.7173	0.7611	0.6302	1.21	0.0175	2.5%	-0.0114	-0.9%
U002	60	0.1825	0.2198	0.1076	2.04	0.0189	11.6%	0.0704	3.6%
U002	75	0.3266	0.3787	0.2227	1.70	0.0283	9.5%	0.0238	1.4%
U002	90	0.4817	0.5372	0.3715	1.45	0.0347	7.8%	-0.0010	-0.1%
U002	120	0.7331	0.7774	0.6454	1.20	0.0333	4.8%	-0.0146	-1.2%
U003	60	0.1849	0.2227	0.1090	2.04	0.0213	13.0%	0.0715	3.6%
U003	75	0.3295	0.3822	0.2243	1.70	0.0312	10.4%	0.0274	1.6%
U003	90	0.4843	0.5401	0.3731	1.45	0.0372	8.3%	0.0005	0.0%
U003	120	0.7358	0.7800	0.6480	1.20	0.0360	5.1%	-0.0154	-1.3%

Fonte: elaboração própria

Tabela 10 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Classe para os cenários analisados

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. Classe Alta	Acess. Classe Baixa	Pseudo Palma Classe	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma Classe	Var. Pseudo Palma Classe
Base	60	0.1636	0.2526	0.1235	2.05	-	-	-	-
Base	75	0.2983	0.4198	0.2424	1.73	-	-	-	-
Base	90	0.4471	0.5773	0.3865	1.49	-	-	-	-
Base	120	0.6998	0.8082	0.6497	1.24	-	-	-	-
BrAR	60	0.1650	0.2543	0.1247	2.04	0.0015	0.9%	-0.0068	-0.3%
BrAR	75	0.3009	0.4227	0.2447	1.73	0.0025	0.8%	-0.0046	-0.3%
BrAR	90	0.4513	0.5814	0.3907	1.49	0.0043	1.0%	-0.0058	-0.4%
BrAR	120	0.7051	0.8132	0.6550	1.24	0.0053	0.8%	-0.0024	-0.2%
BrRL	60	0.1644	0.2537	0.1241	2.04	0.0008	0.5%	-0.0014	-0.1%
BrRL	75	0.2993	0.4211	0.2431	1.73	0.0009	0.3%	-0.0003	0.0%
BrRL	90	0.4483	0.5786	0.3876	1.49	0.0012	0.3%	-0.0013	-0.1%
BrRL	120	0.7008	0.8091	0.6507	1.24	0.0009	0.1%	-0.0006	0.0%
L02E	60	0.1701	0.2612	0.1286	2.03	0.0065	4.0%	-0.0152	-0.7%
L02E	75	0.3089	0.4320	0.2517	1.72	0.0106	3.5%	-0.0160	-0.9%
L02E	90	0.4585	0.5891	0.3972	1.48	0.0114	2.5%	-0.0106	-0.7%
L02E	120	0.7082	0.8158	0.6584	1.24	0.0084	1.2%	-0.0050	-0.4%
L04E	60	0.1644	0.2540	0.1241	2.05	0.0009	0.5%	0.0016	0.1%
L04E	75	0.3000	0.4222	0.2437	1.73	0.0016	0.5%	0.0005	0.0%
L04E	90	0.4497	0.5805	0.3888	1.49	0.0026	0.6%	-0.0007	0.0%
L04E	120	0.7030	0.8115	0.6529	1.24	0.0032	0.5%	-0.0009	-0.1%
L05E	60	0.1656	0.2563	0.1248	2.05	0.0020	1.2%	0.0080	0.4%
L05E	75	0.3025	0.4259	0.2456	1.73	0.0042	1.4%	0.0018	0.1%
L05E	90	0.4553	0.5866	0.3941	1.49	0.0082	1.8%	-0.0055	-0.4%
L05E	120	0.7122	0.8178	0.6633	1.23	0.0124	1.8%	-0.0109	-0.9%
L06C	60	0.1704	0.2621	0.1289	2.03	0.0068	4.2%	-0.0124	-0.6%
L06C	75	0.3096	0.4325	0.2530	1.71	0.0113	3.8%	-0.0230	-1.3%
L06C	90	0.4620	0.5921	0.4017	1.47	0.0150	3.3%	-0.0198	-1.3%
L06C	120	0.7135	0.8191	0.6649	1.23	0.0136	1.9%	-0.0120	-1.0%
L06P	60	0.1676	0.2598	0.1261	2.06	0.0041	2.5%	0.0152	0.7%
L06P	75	0.3039	0.4277	0.2468	1.73	0.0055	1.9%	0.0008	0.0%
L06P	90	0.4541	0.5854	0.3931	1.49	0.0070	1.6%	-0.0044	-0.3%
L06P	120	0.7044	0.8124	0.6547	1.24	0.0046	0.7%	-0.0031	-0.2%
L09E	60	0.1638	0.2529	0.1237	2.04	0.0003	0.2%	-0.0022	-0.1%
L09E	75	0.2990	0.4203	0.2432	1.73	0.0007	0.2%	-0.0038	-0.2%
L09E	90	0.4483	0.5781	0.3879	1.49	0.0012	0.3%	-0.0034	-0.2%
L09E	120	0.7018	0.8091	0.6522	1.24	0.0020	0.3%	-0.0032	-0.3%
L15C	60	0.1649	0.2534	0.1251	2.03	0.0014	0.8%	-0.0206	-1.0%
L15C	75	0.3033	0.4230	0.2483	1.70	0.0049	1.7%	-0.0286	-1.6%
L15C	90	0.4557	0.5831	0.3967	1.47	0.0086	1.9%	-0.0238	-1.6%
L15C	120	0.7088	0.8146	0.6597	1.23	0.0089	1.3%	-0.0091	-0.7%
L15P	60	0.1644	0.2532	0.1244	2.04	0.0008	0.5%	-0.0107	-0.5%
L15P	75	0.3019	0.4223	0.2467	1.71	0.0036	1.2%	-0.0201	-1.2%
L15P	90	0.4526	0.5816	0.3930	1.48	0.0055	1.2%	-0.0138	-0.9%
L15P	120	0.7037	0.8118	0.6540	1.24	0.0039	0.6%	-0.0027	-0.2%

Fonte: elaboração própria

Tabela 11 – Indicadores de acessibilidade relacionados a Classe para os cenários analisados (cont.)

Cenário	Patamar (min)	Acess. Média	Acess. Classe Alta	Acess. Classe Baixa	Pseudo Palma Classe	Dif. Acess. Média	Var. Acess. Média	Dif. Pseudo Palma Classe	Var. Pseudo Palma Classe
L16C	60	0.1730	0.2675	0.1301	2.06	0.0094	5.8%	0.0103	0.5%
L16C	75	0.3127	0.4379	0.2544	1.72	0.0143	4.8%	-0.0113	-0.6%
L16C	90	0.4631	0.5955	0.4013	1.48	0.0161	3.6%	-0.0098	-0.7%
L16C	120	0.7158	0.8220	0.6664	1.23	0.0160	2.3%	-0.0104	-0.8%
L16P	60	0.1654	0.2564	0.1244	2.06	0.0018	1.1%	0.0145	0.7%
L16P	75	0.3004	0.4237	0.2437	1.74	0.0021	0.7%	0.0063	0.4%
L16P	90	0.4487	0.5798	0.3877	1.50	0.0016	0.4%	0.0014	0.1%
L16P	120	0.7012	0.8096	0.6511	1.24	0.0014	0.2%	-0.0006	-0.1%
L17C	60	0.1657	0.2557	0.1252	2.04	0.0021	1.3%	-0.0034	-0.2%
L17C	75	0.3008	0.4232	0.2445	1.73	0.0024	0.8%	-0.0014	-0.1%
L17C	90	0.4504	0.5814	0.3894	1.49	0.0033	0.7%	-0.0009	-0.1%
L17C	120	0.7015	0.8096	0.6515	1.24	0.0017	0.2%	-0.0013	-0.1%
L19C	60	0.1661	0.2560	0.1257	2.04	0.0025	1.5%	-0.0085	-0.4%
L19C	75	0.3015	0.4244	0.2449	1.73	0.0031	1.0%	0.0005	0.0%
L19C	90	0.4499	0.5811	0.3889	1.49	0.0028	0.6%	0.0002	0.0%
L19C	120	0.7026	0.8107	0.6527	1.24	0.0028	0.4%	-0.0018	-0.1%
L20C	60	0.1735	0.2693	0.1302	2.07	0.0099	6.1%	0.0229	1.1%
L20C	75	0.3127	0.4408	0.2533	1.74	0.0143	4.8%	0.0077	0.4%
L20C	90	0.4660	0.5994	0.4036	1.49	0.0190	4.2%	-0.0088	-0.6%
L20C	120	0.7173	0.8228	0.6685	1.23	0.0175	2.5%	-0.0130	-1.0%
L20P	60	0.1697	0.2651	0.1269	2.09	0.0062	3.8%	0.0433	2.1%
L20P	75	0.3081	0.4359	0.2492	1.75	0.0097	3.3%	0.0166	1.0%
L20P	90	0.4607	0.5945	0.3986	1.49	0.0136	3.0%	-0.0025	-0.2%
L20P	120	0.7136	0.8200	0.6646	1.23	0.0138	2.0%	-0.0102	-0.8%
M001	60	0.1649	0.2534	0.1251	2.03	0.0014	0.8%	-0.0206	-1.0%
M001	75	0.3033	0.4230	0.2483	1.70	0.0049	1.7%	-0.0286	-1.6%
M001	90	0.4557	0.5831	0.3967	1.47	0.0086	1.9%	-0.0238	-1.6%
M001	120	0.7088	0.8146	0.6597	1.23	0.0089	1.3%	-0.0091	-0.7%
M002	60	0.1664	0.2552	0.1264	2.02	0.0028	1.7%	-0.0268	-1.3%
M002	75	0.3056	0.4257	0.2504	1.70	0.0073	2.4%	-0.0320	-1.8%
M002	90	0.4593	0.5867	0.4003	1.47	0.0123	2.7%	-0.0282	-1.9%
M002	120	0.7128	0.8183	0.6637	1.23	0.0130	1.9%	-0.0110	-0.9%
M003	60	0.1731	0.2645	0.1317	2.01	0.0095	5.8%	-0.0374	-1.8%
M003	75	0.3168	0.4382	0.2610	1.68	0.0185	6.2%	-0.0529	-3.1%
M003	90	0.4742	0.6014	0.4154	1.45	0.0271	6.1%	-0.0463	-3.1%
M003	120	0.7262	0.8290	0.6787	1.22	0.0264	3.8%	-0.0225	-1.8%
U001	60	0.1735	0.2693	0.1302	2.07	0.0099	6.1%	0.0229	1.1%
U001	75	0.3127	0.4408	0.2533	1.74	0.0143	4.8%	0.0077	0.4%
U001	90	0.4660	0.5994	0.4036	1.49	0.0190	4.2%	-0.0088	-0.6%
U001	120	0.7173	0.8228	0.6685	1.23	0.0175	2.5%	-0.0130	-1.0%
U002	60	0.1825	0.2831	0.1365	2.07	0.0189	11.6%	0.0277	1.4%
U002	75	0.3266	0.4580	0.2652	1.73	0.0283	9.5%	-0.0054	-0.3%
U002	90	0.4817	0.6171	0.4182	1.48	0.0347	7.8%	-0.0182	-1.2%
U002	120	0.7331	0.8365	0.6850	1.22	0.0333	4.8%	-0.0228	-1.8%
U003	60	0.1849	0.2864	0.1387	2.07	0.0213	13.0%	0.0192	0.9%
U003	75	0.3295	0.4622	0.2676	1.73	0.0312	10.4%	-0.0049	-0.3%
U003	90	0.4843	0.6206	0.4203	1.48	0.0372	8.3%	-0.0175	-1.2%
U003	120	0.7358	0.8389	0.6878	1.22	0.0360	5.1%	-0.0243	-2.0%

Fonte: elaboração própria

APÊNDICE 2 – Análise da variação residual dos tempos de viagem para determinar faixa de incerteza a ser desconsiderada na avaliação de impacto dos projetos.

Este apêndice apresenta a análise das variações residuais dos tempos de viagem entre zonas resultantes das simulações geradas com o pacote r5r e os resultados obtidos para determinar o patamar de corte na avaliação dos projetos de transporte.

Problema:

- Os algoritmos utilizados para estimar o tempo de viagem entre cada par origem-destino (Par OD) são baseados em heurísticas, que não resultam sempre no mesmo valor para cada Par OD para um mesmo cenário de oferta.
- Por outro lado, ao analisar os efeitos de um cenário hipotético de implementação de uma nova linha de transporte, exceto nas zonas mais próximas do novo projeto (onde há benefícios mais significativos), as variações de tempo de viagem estimado entre os demais dos pares OD (que constituem a grande maioria da área de estudo) são muito pequenas ou nulas.
- Assim, em grande parte dos pares OD da área de estudo, cuja variação de tempo de viagem resultante dos projetos é pouco significativa, não é possível distinguir se a diferença está associada ao impacto do projeto ou às incertezas da ferramenta de análise (ou seja, à variação residual da heurística do r5r para calcular os tempos de viagem).

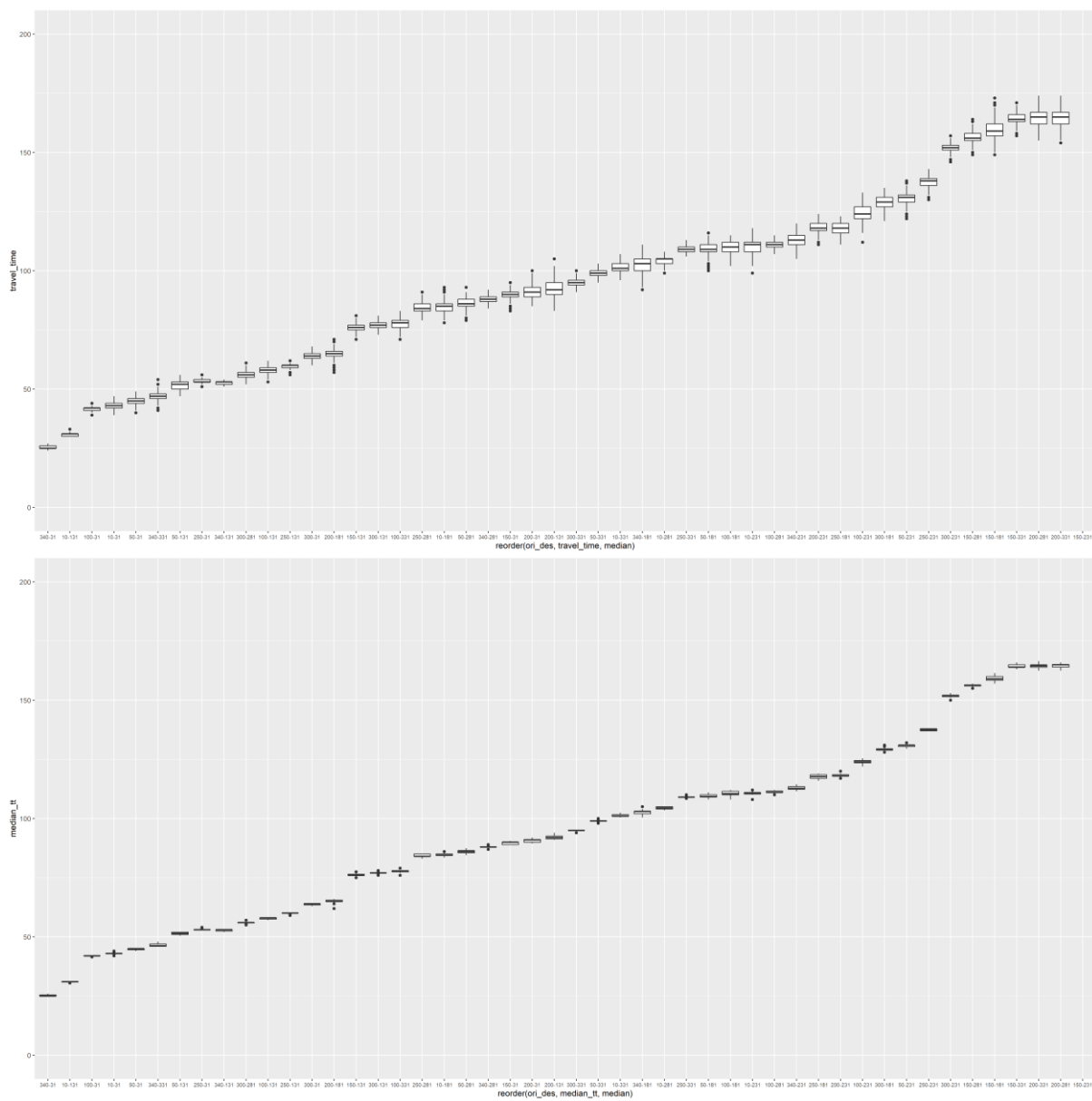
Objetivo da presente análise:

- Avaliar as faixas de variação dos tempos de viagem estimados entre os pares origem-destino através do pacote r5r.
- Definir um critério para estabelecimento de um patamar de variação residual dos tempos de viagem estimados e assim adotar um intervalo dentro do qual qualquer variação deve ser desconsiderada na avaliação de efeitos de projetos nos cenários hipotéticos. Assim:
 - A partir desse patamar, nos casos em que a redução do tempo de viagem estimado para um cenário hipotético de implementação de uma nova linha de transporte (em relação ao cenário base) for inferior ao intervalo mínimo da variação residual, então não poderá ser considerado como resultante do novo projeto, e, portanto, deverá ser desconsiderada a variação de tempo de viagem para esse Par OD.
 - Somente deverão ser considerados como benefícios do projeto, em cada Par OD, as reduções de tempo de viagem superiores ao patamar mínimo estabelecido.

Considerações iniciais para a análise dos tempos de viagem:

- Para cada cenário de análise são geradas 20 rodadas diferentes (chamadas aqui de grupos de rodadas). Para cada Par OD é calculada a mediana do tempo de viagem estimado dessas 20 rodadas. Com isso, busca-se reduzir a variabilidade do tempo de viagem entre cada Par OD.
- Ainda assim, como o $r5r$ não corresponde a uma solução exata, para um mesmo Par OD, existe variação entre medianas de diferentes grupos de 20 rodadas cada um, mesmo que seja menor do que ao comparar os tempos entre rodadas separadamente (ou seja, comparar resultados sem calcular as medianas).
- Esse critério é aplicado para os cenários hipotéticos das análises do capítulo 5, ou seja, que o tempo médio entre cada Par OD para calcular a acessibilidade de uma zona na situação com projeto corresponde à mediana de 20 rodadas de simulação.
- O método descrito a seguir utiliza esse mesmo critério para gerar cada observação de tempo mediano de viagem entre pares OD no Cenário Base, porém gerando amostras de 20 medianas para cada par OD, conforme explicado abaixo.
- A Figura 49 mostra a comparação dos boxplots de uma seleção de 48 pares OD para efeitos ilustrativos do fenômeno acima descrito, em duas formas de agregação diferentes:
 - Na parte superior, os boxplots do tempo de viagem referentes à distribuição de 400 rodadas de simulação do cenário base
 - Na parte inferior da figura, os boxplots referentes à distribuição das medianas de 20 subconjuntos de 20 simulações cada um.
- Nela é possível observar a considerável redução da variabilidade ao adotar as medianas dos grupos de 20 simulações.

Figura 49 – Boxplots do tempo de viagem por par OD referentes a 400 rodadas de simulação do cenário base (superior) e à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações cada (inferior).



Fonte: Elaboração própria

Método e resultados:

- Para identificar as faixas de variação entre medianas de grupos diferentes, foram geradas 400 rodadas do cenário Base, montando assim 20 grupos de 20 rodadas cada um, todas para a mesma rede de oferta.
- Para cada um dos 20 grupos foi calculada a mediana dos tempos de viagem de cada Par OD (variável Median_tt).
- Para cada Par OD, foram calculados alguns indicadores para analisar exploratoriamente a dispersão das medianas de cada grupo:
 - Mediana das medianas ($\text{Median_medtt} = \text{mediana das 20 observações da variável Median_tt}$)
 - Quantil 5% ($\text{Q05_medtt} = \text{quantil 5\% das 20 observações da variável Median_tt}$)
 - Quantil 10% ($\text{Q10_medtt} = \text{quantil 10\% das 20 observações da variável Median_tt}$)
 - Quantil 90% ($\text{Q90_medtt} = \text{quantil 90\% das 20 observações da variável Median_tt}$)
 - Quantil 95% ($\text{Q95_medtt} = \text{quantil 95\% das 20 observações da variável Median_tt}$)
 - Quantil 5% padronizado ($\text{Q05_medtt_padr} = \text{Q05_medtt} / \text{Median_medtt}$)
 - Quantil 10% padronizado ($\text{Q10_medtt_padr} = \text{Q10_medtt} / \text{Median_medtt}$)
 - Quantil 90% padronizado ($\text{Q90_medtt_padr} = \text{Q90_medtt} / \text{Median_medtt}$)
 - Quantil 95% padronizado ($\text{Q95_medtt_padr} = \text{Q95_medtt} / \text{Median_medtt}$)
- Também foram analisados indicadores da distribuição dos intervalos de variação das medianas entre grupos:
 - Intervalo interquantil 5%-95% ($\text{Q95_medtt} - \text{Q05_medtt}$)
 - Intervalo interquantil 10%-90% ($\text{Q90_medtt} - \text{Q10_medtt}$)
 - IQR (intervalo entre primeiro e terceiro quartis, ou seja, quantis 25% e 75%)
- Na análise exploratória, primeiro foi observada a faixa de variação em torno da mediana das medianas (Median_medtt) por meio dos intervalos entre quantis superiores e inferiores. Nessas distribuições é possível identificar a ordem de grandeza desses intervalos que representam as faixas onde seria esperado abranger 90% da variação residual (Q05-Q95) e 80% da variação residual (Q10-Q90), caso não for de interesse se essa variação é de aumento ou de redução dos tempos de viagem.
 - A Figura 51 mostra a distribuição do intervalo interquantil 5%-95%, tanto em valores absolutos (imagem superior) quanto padronizado pela mediana (imagem inferior), junto com a curva de valores preditos (azul) e o histograma de frequências de pares OD em intervalos de 20 minutos.

- A Figura 52 mostra o gráfico equivalente, mas para o intervalo interquantil 5%-95%.
 - Alternativamente, para dar maior visibilidade à densidade de ocorrências do intervalo interquantil para cada faixa de 20min da Median_medtt, a Figura 53 apresenta a distribuição tipo *beeswarm*, como dispersão horizontal em torno do eixo vertical de cada faixa de 20min (para os intervalos Q05-Q95 na parte superior e Q10-Q90 na parte inferior). Os histogramas mostram a frequência do número de pares OD.
 - Finalmente, a Figura 54 mostra gráfico de *beeswarm* iguais ao anteriores mas com histogramas ponderando a distribuição dos pares OD pela população da zona de origem.
- Como para o caso específico da avaliação *ex-ante* dos projetos de transporte (em análises *ceteris paribus* em que a única diferença relativa ao cenário base é a inclusão da nova linha), o efeito esperado é exclusivamente de redução de tempos de viagem, o critério de corte pode desconsiderar aumentos de viagem do cenário com projeto em relação ao base. Assim, basta estipular um “pisso” de variação residual relativo ao valor de referência (mediana das medianas do cenário base).
 - A partir do gráfico de dispersão do Quantil 5% pela Mediana das medianas (Q05_medtt x Median_medtt) e do gráfico de dispersão do Quantil 5% padronizado pela Mediana das medianas (Q05_medtt_padr x Median_medtt), com as correspondentes curvas de valor predito para cada Median_medtt, foram identificados os níveis inferiores das faixas de variação residual desse indicador (Figura 55). Esse “pisso” representa uma aproximação da linha de corte acima da qual espera-se encontrar 95% da variação das medianas de tempo de viagem em relação ao valor de referência (mediana das medianas de cada par OD). Complementarmente, usadas para fins exploratórios, a Figura 56 mostra gráfico equivalente mas para a distribuição do Quantil 10% das medianas (absoluto e padronizado).
 - Para efeitos de simplificação utilizando um critério conservador, foram identificados um valor constante absoluto e um valor constante como percentual da mediana de medianas que contenham a curva de valores preditos do Quantil 5% da variação residual das medianas.
 - Os critérios simplificados para determinar o “pisso” foram:
 - 1% abaixo da mediana das medianas; ou
 - 1.1 minutos abaixo da mediana das medianas.

- Assim, essas duas referências servem de base para determinar o “piso” acima do qual as variações de tempo de viagem de cenários hipotéticos não devem ser consideradas como efeito dos projetos.
- Somente reduções de tempo de viagem que resultem em valores no cenário com projeto abaixo do “piso” devem ser consideradas como efeito dos projetos sendo avaliados.
- A Figura 57 apresenta a distribuição do Q05 padronizado juntamente com a curva do valor predito (azul) e os dois critérios do “piso” em linhas pontilhadas vermelhas. A linha vermelha contínua representa a combinação de ambos critérios, que corresponde ao “piso” para corte das variações residuais.
- Ao aplicar esse critério de corte das variações residuais a cada uma das 20 medianas de cada um dos 116.964 pares OD (para as 342 zonas do MSP), 97,75% dos casos apresentaram tempos medianos de viagem acima do piso, ou seja, seriam considerados como situações em que não há diferenças significativas com o cenário de referência (mediana das medianas). A Tabela 12 abaixo mostra os resultados dessa verificação.

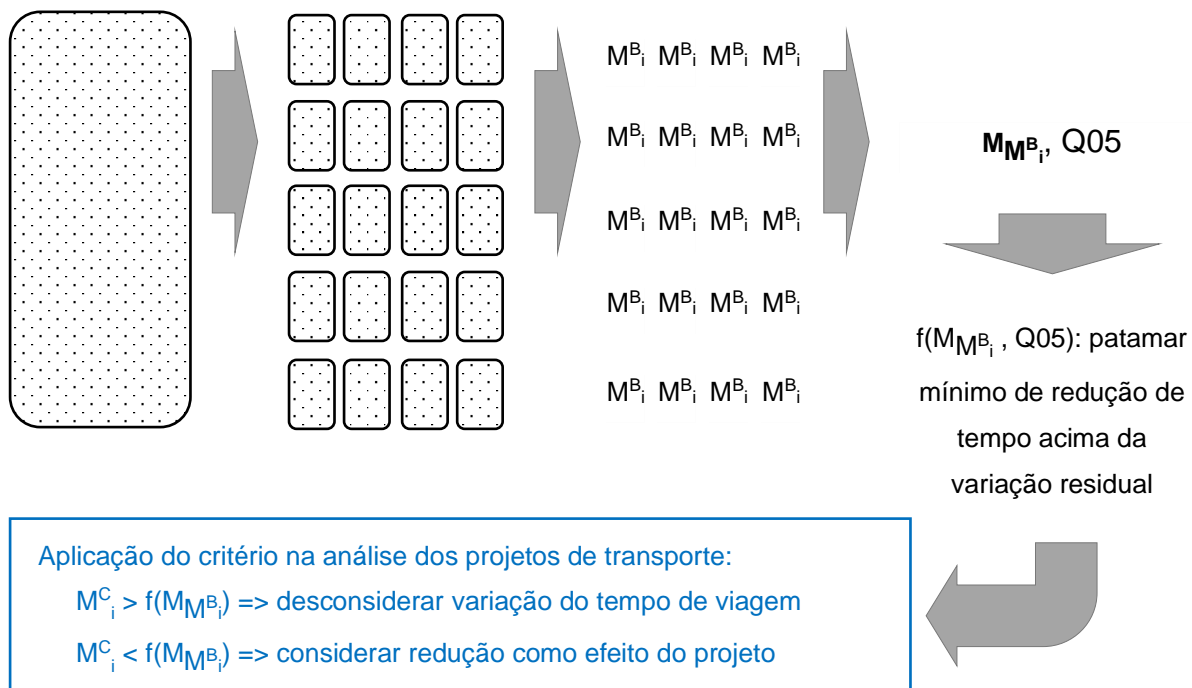
Tabela 12 – Resultados de aplicação “piso” como critério de corte sobre as medianas de cada grupo de 20 rodadas cada um.

	Número de pares origem-destino	Porcentagem dos válidos	Porcentagem sobre o total
Acima do piso	2.255.761	97,57%	96,43%
Abaixo do piso	51.922	2,25%	2,22%
Não válidos	31.597	-	1,35%
Total	2.339.280	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração própria

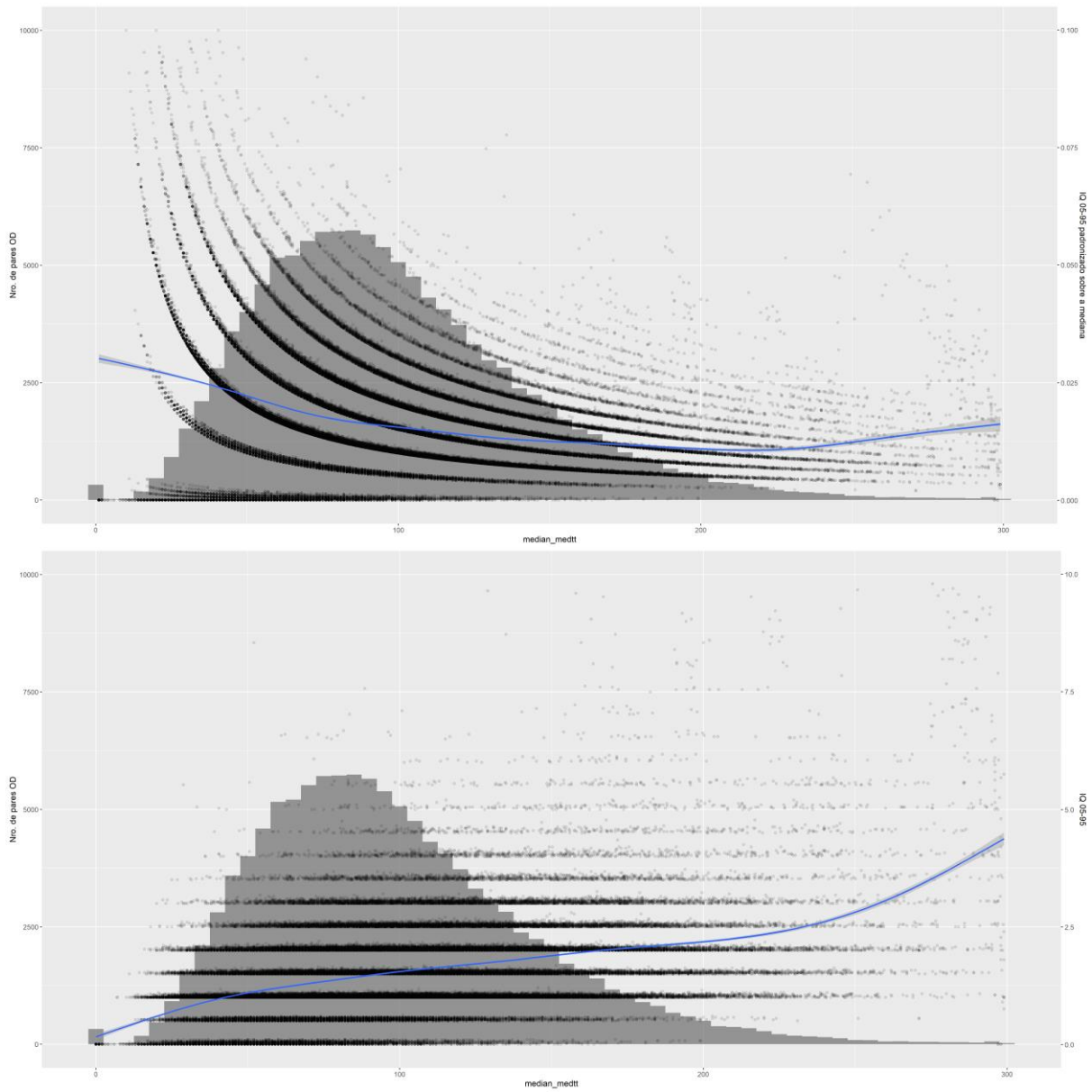
- A Figura 59 apresenta o histograma de distribuição dos resultados acima desagregados em intervalos de 20 minutos da mediana de medianas, indicando as ocorrências acima e abaixo do piso. A Figura 60 apresenta esses mesmos resultados, mas como porcentagens sobre o total de cada intervalo de 20 minutos.
- A Figura 58 mostra a distribuição das medianas de cada grupo, indicando as ocorrências acima e abaixo do piso.
- A Figura 50 ilustra esquematicamente de forma resumida o método utilizado, finalizando com a aplicação do critério de corte das variações residuais para os cenários de análise dos projetos de transporte (caixa em azul).

Figura 50 – Diagrama esquemático do método de análise das variações residuais e critério de corte para os cenários de avaliação.



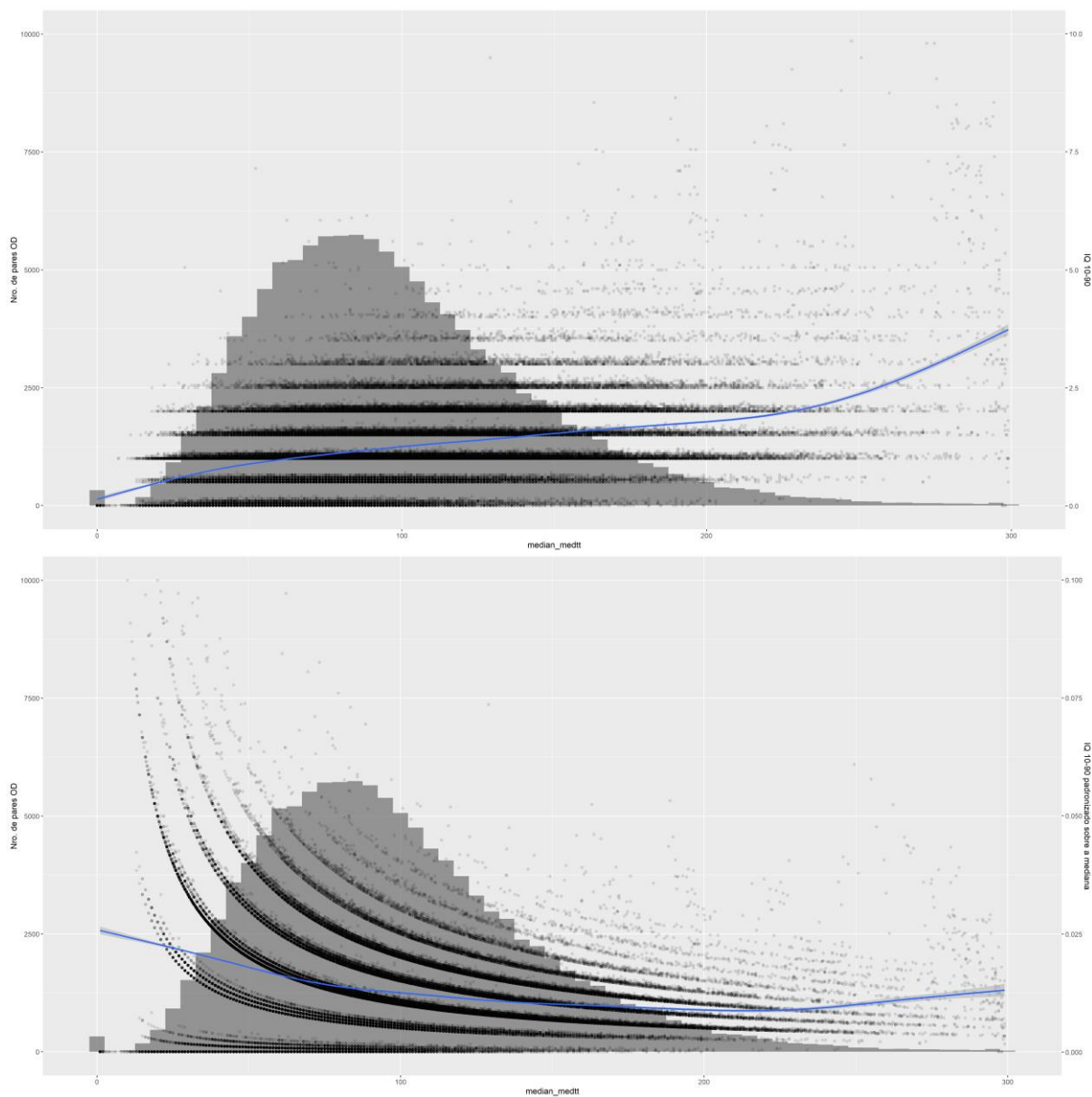
Fonte: Elaboração própria

Figura 51 – Intervalo interquartil 5%-95% (absoluto e padronizado pela mediana).



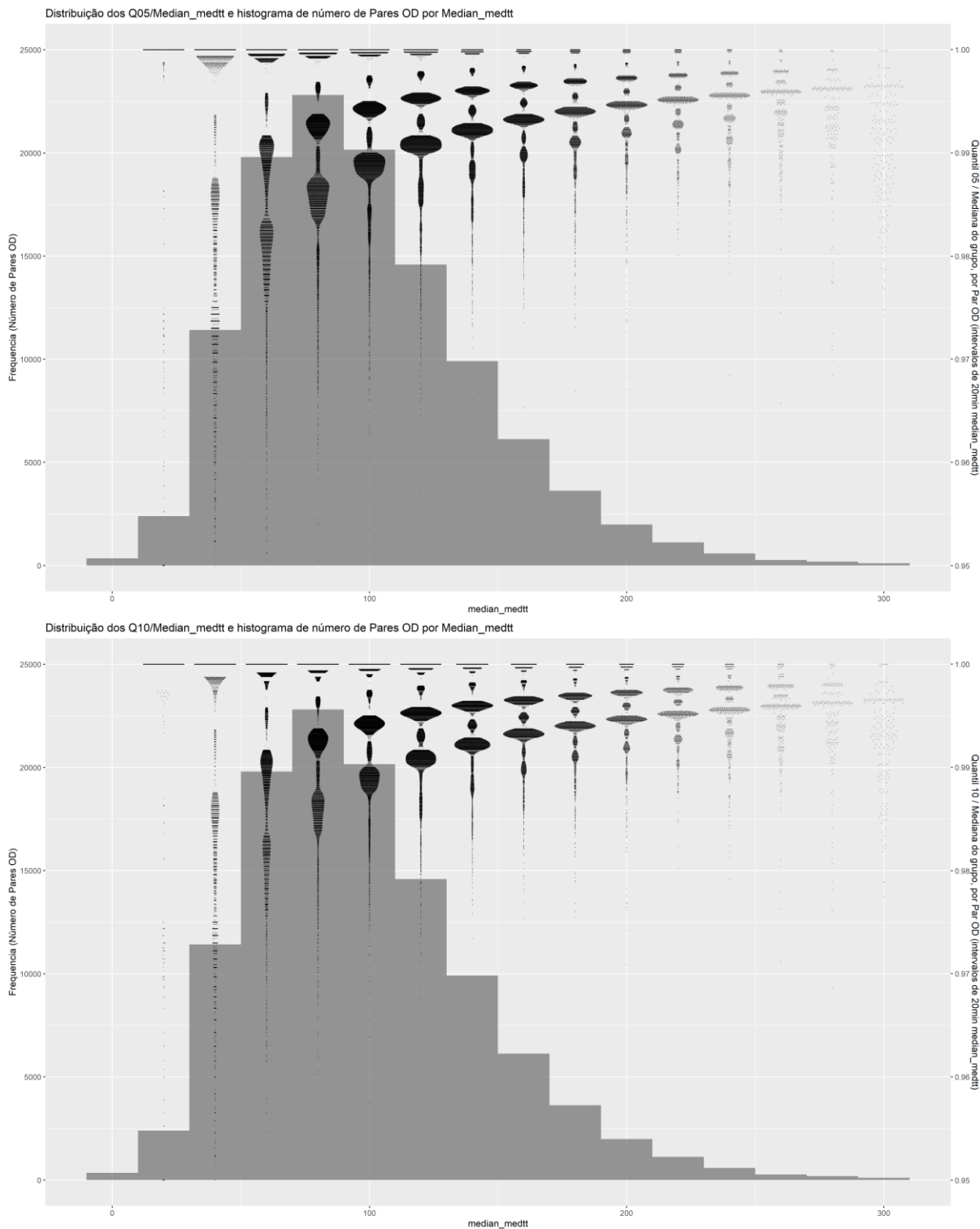
Fonte: Elaboração própria

Figura 52 – Intervalo interquartil 10%-90% (absoluto e padronizado pela mediana).



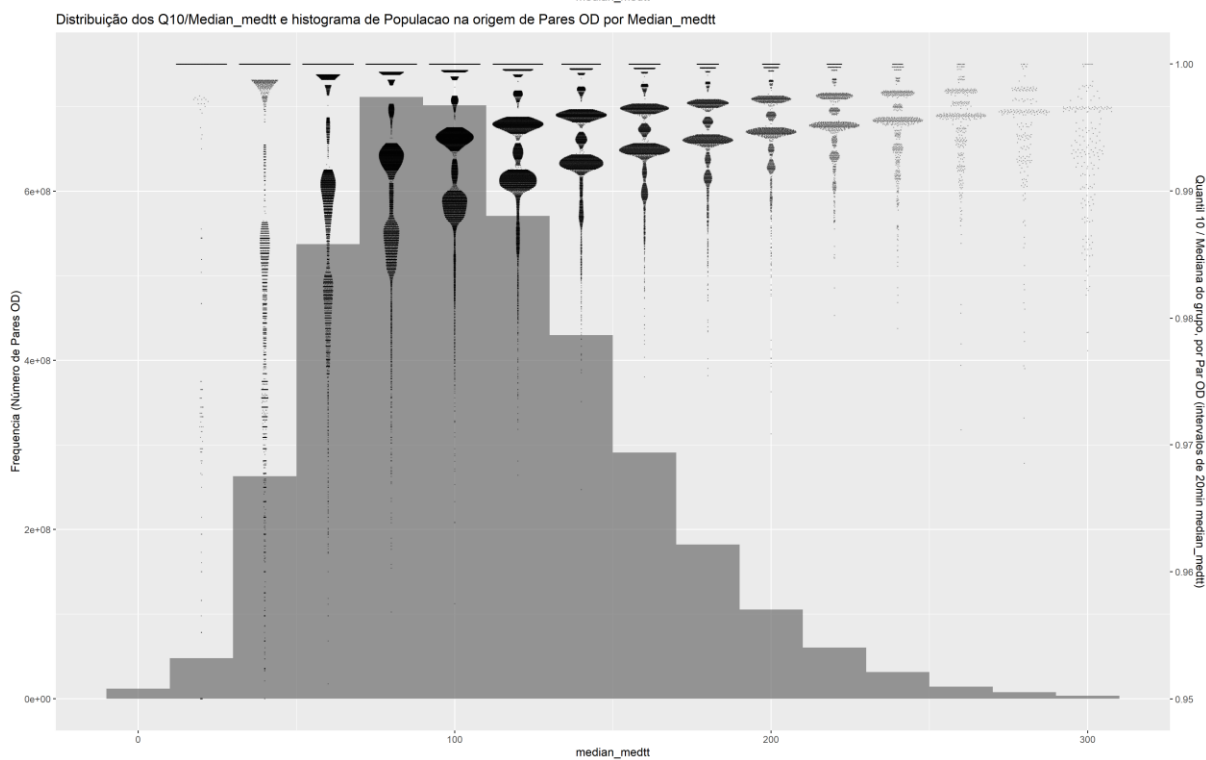
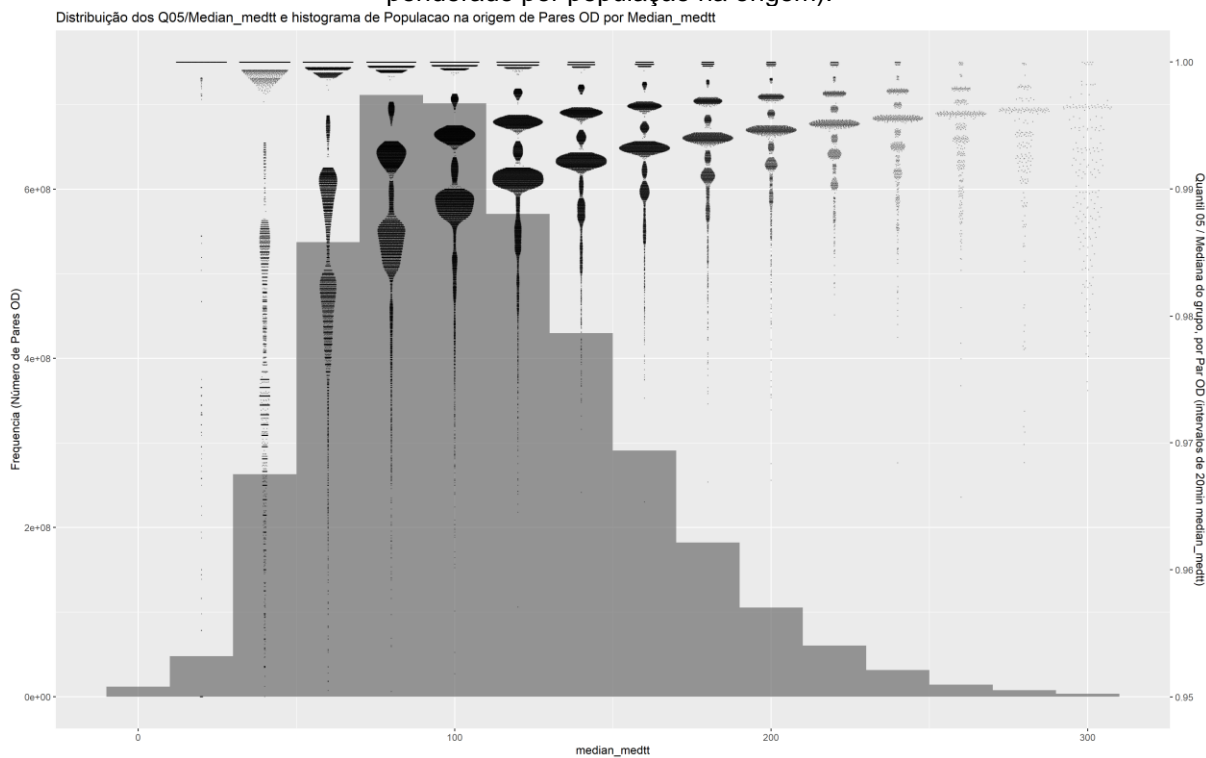
Fonte: Elaboração própria

Figura 53 – Beeswarm Q05 Padronizado e Q10 Padronizado (Histograma por número de pares OD).



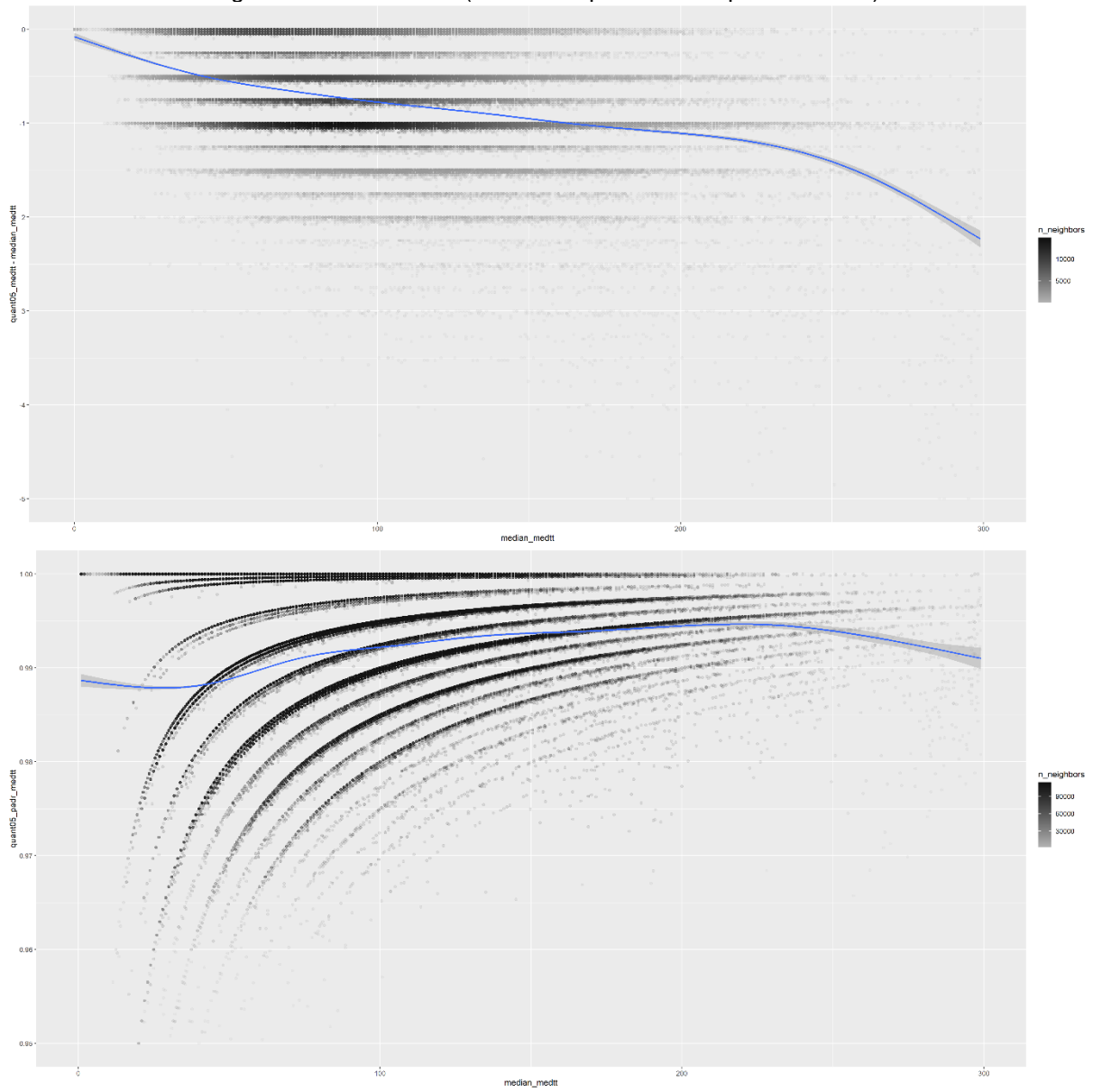
Fonte: Elaboração própria

Figura 54 – Beeswarm Q05 Padronizado e Q10 Padronizado (Histograma número pares OD, ponderado por população na origem).



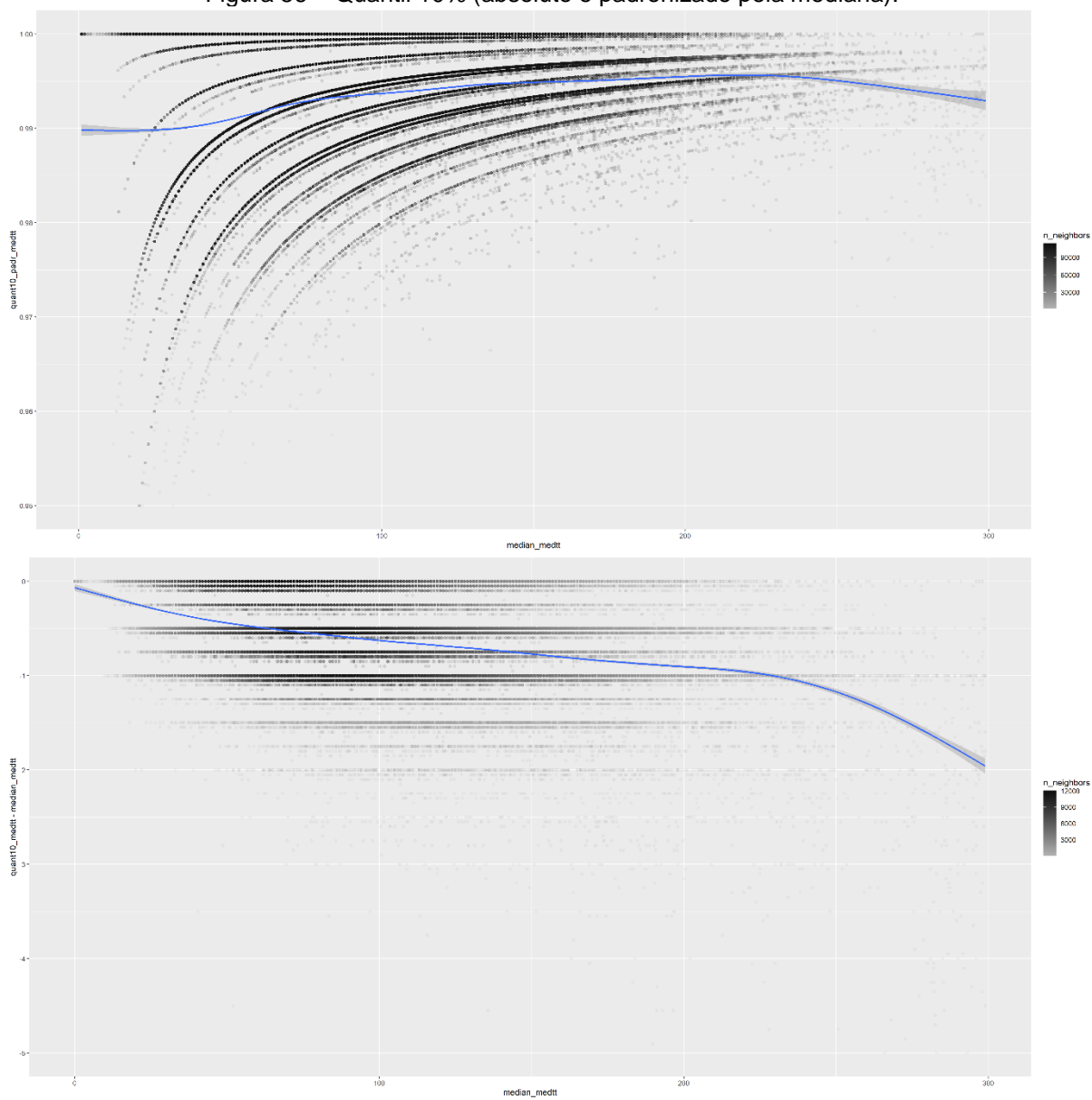
Fonte: Elaboração própria

Figura 55 – Quantil 5% (absoluto e padronizado pela mediana).



Fonte: Elaboração própria

Figura 56 – Quantil 10% (absoluto e padronizado pela mediana).



Fonte: Elaboração própria

Figura 57 – Distribuição do quantil 5% de cada par OD referentes à distribuição das medianas de 20 grupos de 20 simulações do cenário base, curva de densidade (azul) e do piso (vermelha).

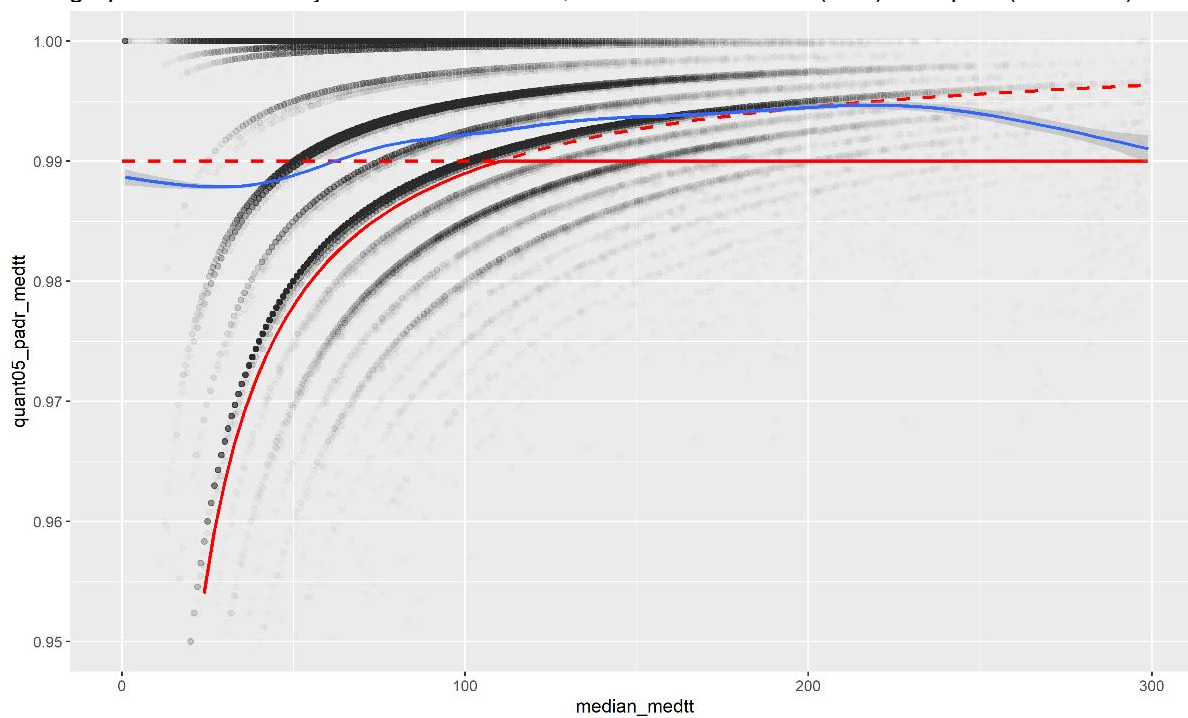


Figura 58 – Distribuição de medianas dos grupos, com classificação acima ou abaixo do piso.

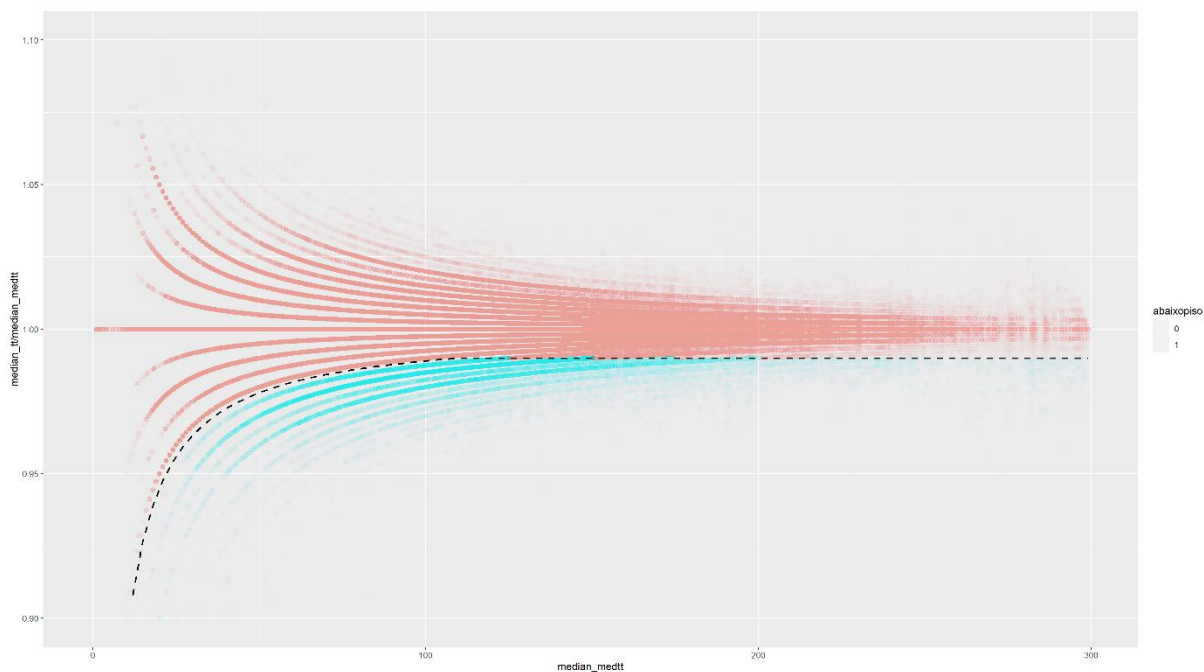
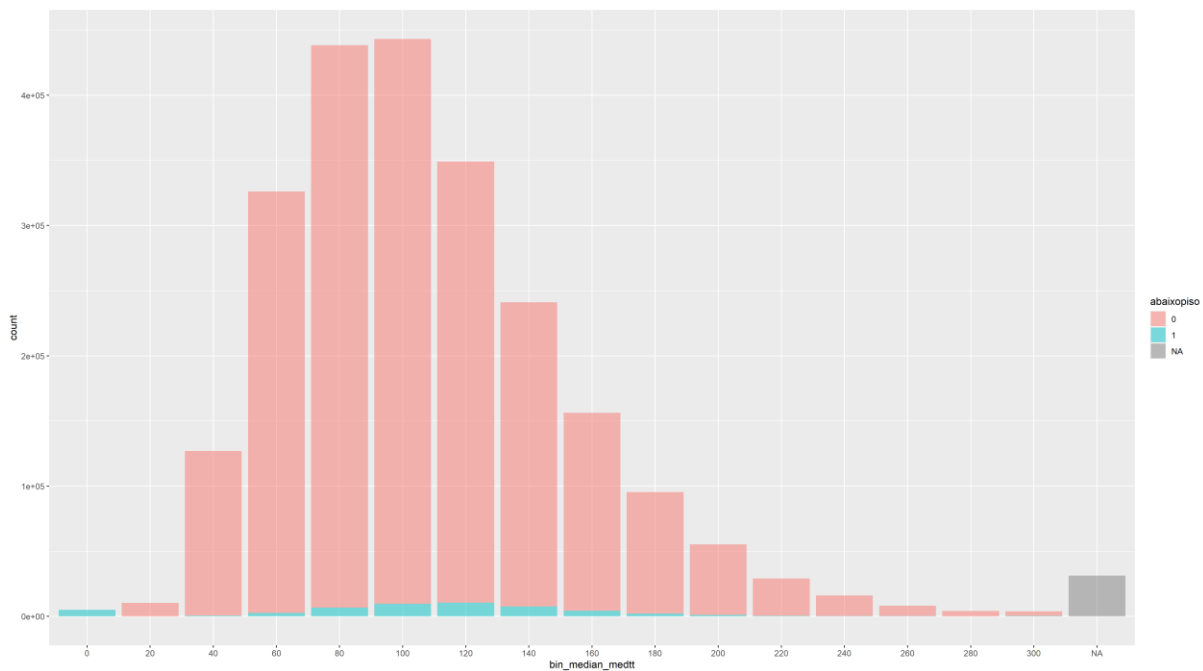
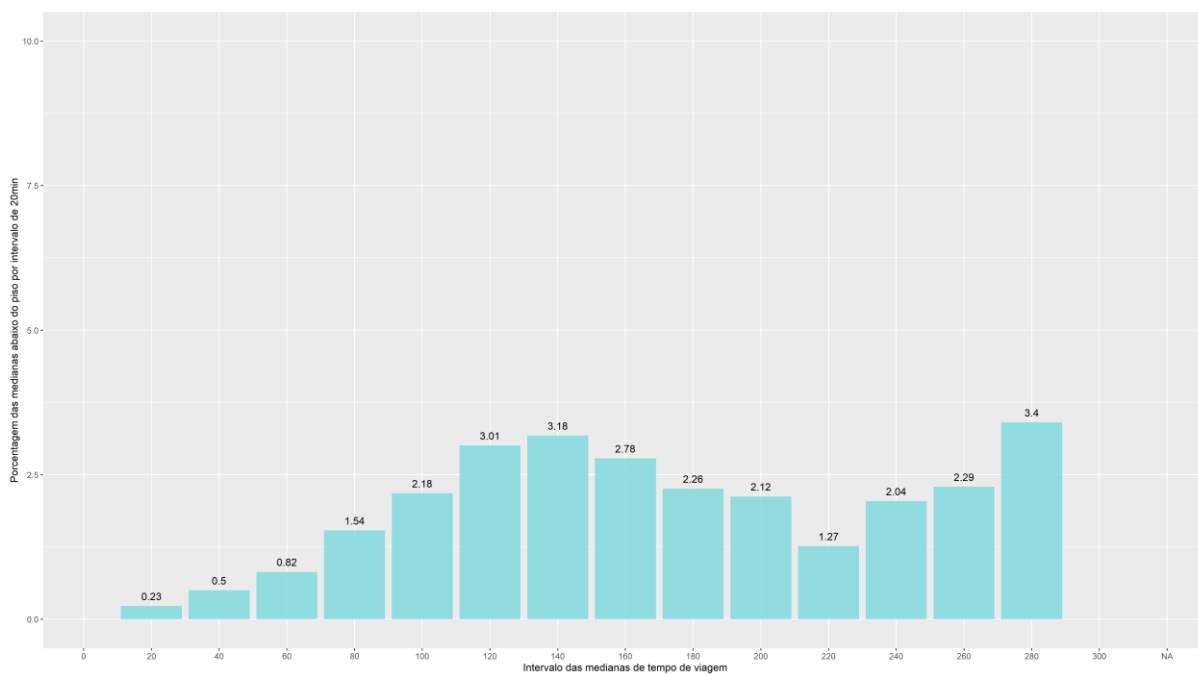


Figura 59 – Histograma das medianas dos grupos do cenário base, com classificação acima ou abaixo do piso.



Fonte: Elaboração própria

Figura 60 – Porcentagem das medianas dos grupos do cenário base abaixo do piso para cada intervalo de 20 minutos.



Fonte: Elaboração própria