

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RUAN VICTOR AMARAL OLIVEIRA

**INTEGRAÇÃO METROPOLITANA DOS SISTEMAS DE
TRANSPORTE PÚBLICO E SEU IMPACTO SOBRE O ACESSO A
OPORTUNIDADES DE TRABALHO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Recife

2024

RUAN VICTOR AMARAL OLIVEIRA

**INTEGRAÇÃO METROPOLITANA DOS SISTEMAS DE
TRANSPORTE PÚBLICO E SEU IMPACTO SOBRE O ACESSO A
OPORTUNIDADES DE TRABALHO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Herszon Meira

Coorientador: Dr. Rafael Henrique Moraes Pereira.

Recife

2024

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Oliveira, Ruan Victor Amaral.

Integração metropolitana dos sistemas de transporte público e seu impacto sobre o acesso a oportunidades de trabalho na região metropolitana de Curitiba / Ruan Victor Amaral Oliveira. - Recife, 2024.

155f.: il.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2024.

Orientação: Leonardo Herszon Meira.

Coorientação: Rafael Henrique Moraes Pereira.

1. Integração tarifária; 2. Acessibilidade urbana; 3. Governança metropolitana; 4. Transporte metropolitano; 5. Região Metropolitana de Curitiba. I. Meira, Leonardo Herszon. II. Pereira, Rafael Henrique Moraes. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

**INTEGRAÇÃO METROPOLITANA DOS SISTEMAS DE
TRANSPORTE PÚBLICO E SEU IMPACTO SOBRE O ACESSO A
OPORTUNIDADES DE TRABALHO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas.

Aprovada em: 26/08/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Maria Leonor Maia (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dra. Lílían dos Santos Fontes Pereira Bracarense (Examinador Externo)
Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Prof. Dr. André Luiz Braga Turbay (Examinador Externo)
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

*Dedico este trabalho a Deus,
a quem me ensinou que, em cada fase da vida,
há um propósito divino e um tempo certo para todas as coisas (Ec. 3:1-8).*

*Através Dele,
aprendi a encontrar contentamento e força tanto na abundância quanto na escassez,
e a reconhecer que cada momento tem seu valor e sua razão de ser (Fl. 4:11-13).*

*Com profunda gratidão,
ofereço este trabalho como um reflexo da sabedoria e da paciência que Ele me concedeu,
confiando que cada desafio enfrentado e cada vitória alcançada são frutos de
Sua orientação e amor.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a minha mãe, Marta Amaral, e minha tia, Joana Amaral, que estiveram comigo nos meus piores momentos, nos de maior dúvida, hesitação e incerteza, e especialmente quando eu quase desisti. Mesmo assim, elas sempre acreditaram na minha capacidade de superar todos estes desafios.

Ao atual Diretor Presidente da Agência de Assuntos Metropolitanos do Paraná (AMEP), Gilson Santos, que, em 14 de janeiro de 2021, mesmo sem me conhecer, me deu a oportunidade de ingressar no time da AMEP para um emprego que se revelou uma grande paixão. Sem essa chance, nada disso teria acontecido.

Aos meus orientadores e amigos, Prof. Dr. Leonardo Herszon Meira e Dr. Rafael H. M. Pereira, essências para essa pesquisa e que abraçaram voluntariamente este desafio.

Ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada pelos dados disponibilizados de população e emprego; às Prefeituras de Araucária e Curitiba e a AMEP pelos dados de seus sistemas de transporte público municipais e metropolitano utilizados nessa pesquisa.

A minha psicóloga, Morgana Lúcio, cujo apoio foi essencial nos momentos mais desafiadores dos últimos meses, minha mais profunda gratidão por me ajudar a encontrar equilíbrio e força para continuar quando eu sentia que todas as forças haviam se esgotado.

A Bruna Vaz, por estar ao meu lado na etapa final desta jornada com uma paciência infinita, apoio inabalável e todo o amor do mundo, transformando cada dificuldade em força e cada conquista em uma felicidade compartilhada.

Aos colegas de trabalho da AMEP, Maria Paula, Ana Smania, Andressa Trindade, Carla Gerhardt, Fernanda Cogo, Gabriel Hubner, Isabela Andreotti, Jennifer Mariano, Klyfesson Gonzaga, Matheus Cabral, Mateus Amado, Millena Reis, Milton Campos, Monique Brantes, Raul Gradovski, Ricardo Maurício, Rodrigo Stica e Wilhelm Meiners, que acompanharam nos últimos 3 anos todo o processo de construção desse trabalho.

A Maria Vitória, que caminhou comigo em uma parte significativa da minha jornada, incentivando-me a iniciar o mestrado e estando presente nos primeiros passos desta dissertação.

A Elienai Santos, que me acolheu como um filho quando cheguei a Curitiba, proporcionando-me um lar e apoio inestimáveis durante meu período de adaptação a cidade.

A todos os meus professores do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFAL Arapiraca, em especial, as Prof. Dra. Simone Torres e Me. Simone Romão e o Prof. Me. Edler Oliveira.

Ao Daniel Herszenhut, que me ajudou nos primeiros passos para aprender R e ajudou nos caminhos metodológicos desta pesquisa, minha profunda gratidão.

Aos membros da banca, Prof. Dra. Maria Leonor Maia, Prof. Dra. Lílían dos Santos Fontes Pereira Bracarense, e Prof. Dr. André Luiz Braga Turbay por aceitarem participar deste processo e pela disposição em avaliar este trabalho.

Aos demais professores da área de Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas do PPGEU, Dr. Anísio Brasileiro, Dr. Enilson Santos, Dr. Maurício Andrade e Dra. Viviane Falcão, por compartilharem seus conhecimentos e experiências comigo.

Por fim, a todos os meus demais amigos e familiares, dos quais não terei espaço para citar todos; bem como a cada pessoa que Deus colocou na minha vida nesses últimos três anos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação, meu muito obrigado. Entendo cada uma dessas interações como parte de um propósito maior, que me ajudou a moldar tanto este trabalho quanto minha jornada pessoal.

Cada homem vale pelo lugar onde está: o seu valor como produtor, consumidor, cidadão, depende de sua localização no território. Seu valor vai mudando, incessantemente, para melhor ou para pior, em função das diferenças de acessibilidade (tempo, frequência, preço), independentes de sua própria condição. Pessoas com as mesmas virtualidades, a mesma formação, até mesmo o mesmo salário têm valor diferente segundo o lugar em que vivem: as oportunidades não são as mesmas. Por isso, a possibilidade de ser mais ou menos cidadão depende, em larga proporção, do ponto do território onde se está. Enquanto um lugar vem a ser condição de sua pobreza, um outro lugar poderia, no mesmo momento histórico, facilitar o acesso àqueles bens e serviços que lhes são teoricamente devidos, mas que, de fato, lhes faltam. (Santos, 2021, p. 81).

RESUMO

Estudos de acessibilidade têm se tornado cada vez mais frequentes para avaliar como facilitar o acesso a oportunidades é mais eficaz para a inclusão social e econômica do que apenas melhorar condições de mobilidade urbana. Porém, há poucos estudos que exploram como a governança metropolitana de sistemas de transporte público poderia por meio de integração tarifária ampliar o acesso da população às oportunidades de emprego. Este estudo investiga como um cenário de integração tarifária dos sistemas de transporte público pode impactar o acesso ao mercado de trabalho na Região Metropolitana de Curitiba (RMC). Os resultados sugerem que a integração tarifária poderia elevar as oportunidades de emprego acessíveis em até 30% e 45% para viagens de até 60 e 90 minutos, respectivamente. A população dos municípios do norte e noroeste da RMC, como Almirante Tamandaré, Colombo e Campo Magro, tende a se beneficiar mais com essa integração. Observou-se também que, com a integração, a população de Curitiba poderia acessar, em média, 113 mil e 241 mil empregos adicionais em até 60 e 90 minutos de viagem. A completa falta de integração entre os sistemas municipais e metropolitano poderia reduzir significativamente a acessibilidade na RMC, especialmente nos municípios com sistemas municipais próprios. A integração tarifária também poderia reduzir a disparidade no acesso às oportunidades de emprego entre grupos de alta e baixa renda em 11,8% para viagens de até 90 minutos. No entanto, apesar dos benefícios potenciais da integração, os resultados demonstram que as desigualdades permanecem acentuadas; a integração tarifária não tem um impacto significativo na redução das disparidades de acesso ao emprego para viagens de até 60 minutos. Além disso, mesmo com a integração, os mais ricos ainda acessariam 250 mil e 400 mil empregos a mais do que a média total da população em viagens de até 60 e 90 minutos, respectivamente, enquanto os mais pobres acessariam entre 250 e 265 mil empregos a menos do que a média total da população. Os resultados dessa dissertação mostram como uma maior integração em nível metropolitano na operação do transporte público de Curitiba poderia trazer grandes ganhos de acessibilidade urbana. Estes resultados também sugerem que políticas adicionais que abordem diretamente as necessidades dos grupos mais vulneráveis são necessárias para assegurar que os benefícios da integração sejam distribuídos de forma mais equitativa. Os resultados apontam para a necessidade de estruturas de governança metropolitana eficazes em Curitiba, capazes de viabilizar políticas de integração tarifária que, além de unificar os sistemas de transporte, promovam maior equidade no acesso às oportunidades de emprego.

Palavras-chave: Integração Tarifária; Acessibilidade Urbana; Governança Metropolitana; Transporte Metropolitano; Região Metropolitana de Curitiba.

ABSTRACT

Studies on accessibility have become increasingly common, recognizing that facilitating access to opportunities is more effective for social and economic inclusion than merely improving urban mobility conditions. However, few studies have explored how the metropolitan governance of public transportation systems could expand population's access to job opportunities through fare integration. This study investigates the impacts of a fare integration scenario within the public transportation systems of the Curitiba Metropolitan Region (CMR) and how it could affect access to the labor market. The results show that fare integration could increase accessible job opportunities by up to 30% and 45% for trips lasting up to 60 and 90 minutes, respectively. The population in the northern and northwestern municipalities of the CMR, such as Almirante Tamandaré, Colombo, and Campo Magro, would likely benefit the most from this integration. It was also observed that, under the metropolitan integration scenario, Curitiba's population could access, on average, an additional 113,000 and 241,000 jobs within 60 and 90 minutes of travel. The complete lack of integration between municipal and metropolitan systems could significantly reduce accessibility within the CMR, especially in municipalities with their own municipal transportation systems. Fare integration could also reduce the disparity in access to job opportunities between high- and low-income groups by 11.8% for trips lasting up to 90 minutes. However, despite the potential benefits of integration, the results demonstrate that inequalities remain pronounced; fare integration does not have a significant impact on reducing disparities in job access for trips lasting up to 60 minutes. Additionally, even with metropolitan-level fare integration, the wealthiest individuals would still access on average 250,000 and 400,000 more jobs than the overall population average for trips of up to 60 and 90 minutes, respectively, while the poorest individuals would access on average 250,000 and 265,000 fewer jobs than the overall population. The findings of this dissertation highlight how greater metropolitan-level integration in the operation of Curitiba's public transportation could yield substantial gains in urban accessibility. These results also suggest that additional policies directly addressing the needs of the most vulnerable groups are necessary to ensure that the benefits of metropolitan-level fare integration are more equitably distributed. The findings further reinforce the need for effective metropolitan governance structures to enable fare integration policies that not only integrate transportation systems but also promote equity in access to job opportunities.

Keywords: Fare Integration; Accessibility; Metropolitan Governance; Public Transport; Curitiba Metropolitan Region.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ACESSIBILIDADE NO PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES	20
2.1. O QUE É ACESSIBILIDADE?	21
2.1.1. Acessibilidade vs Mobilidade	24
2.1.2. Acessibilidade e Equidade	27
2.2. POSSIBILIDADES DE USO DA ACESSIBILIDADE	29
2.2.1. Avaliação de desigualdades e participação social	30
2.2.2. Avaliação de impacto de projetos e infraestruturas	31
2.2.3. Avaliação da distribuição espacial dos serviços ou equipamentos públicos	32
2.2.4. Avaliação do uso e ocupação do solo	33
2.2.5. Avaliação de planos e programas de transporte	34
2.2.6. Síntese das possibilidades de uso da Acessibilidade	34
2.3. MANEIRAS DE SE MEDIR ACESSIBILIDADE	36
2.3.1. Medidas baseadas em lugares	39
2.3.2. Medida de oportunidades cumulativas	40
2.3.3. Medida de oportunidades cumulativas no acesso ao mercado de trabalho.....	41
2.4. ACESSIBILIDADE COMO DESAFIO METROPOLITANO.....	43
3 INTEGRAÇÃO METROPOLITANA E TRANSPORTE PÚBLICO NO BRASIL	47
3.1. RMS E TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO	48
3.1.1. A Institucionalização das Regiões Metropolitanas	49
3.1.2. As regiões metropolitanas na Constituição de 1988.....	50
3.1.3. Estatuto da Metrópole	52
3.1.4. Panorama do transporte público metropolitano no Brasil	54
3.2. INTEGRAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO	58
3.2.1. Integração físico-tarifária.....	61
3.2.2. Integração tarifária temporal.....	63
4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....	67
4.1. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA RMC ...	68
4.1.1. Aspectos de distribuição populacional, de renda, e de empregos na RMC	71
4.1.2. Panorama do transporte metropolitano na RMC	76
4.2. ESTRUTURA ATUAL DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO NA RMC.....	78
4.2.1. Aspectos estruturais e operacionais do Sistema municipal de Curitiba	80
4.2.2. Aspectos estruturais e operacionais do sistema metropolitano.....	83
4.2.3. Aspectos de Integração tarifária nos Sistemas de Transporte da RMC.....	85
5 METODOLOGIA	91
5.1. FONTE DOS DADOS UTILIZADOS.....	92
5.1.1. Dados de distribuição espacial da população e caracterização socioeconômica	92
5.1.2. Dados de distribuição espacial da quantidade de empregos	92

5.1.3.	Dados da malha Hexagonal (H3).....	92
5.1.4.	Dados da rede viária	93
5.1.5.	Dados dos sistemas de transporte público	94
5.1.6.	Dados adicionais sobre a rede de transporte público	95
5.2.	TRATAMENTO DOS DADOS	95
5.2.1.	Tratamento dos dados espaciais.....	95
5.2.2.	Tratamento dos dados GTFS	96
5.3.	CRIAÇÃO DA MATRIZ OD E REGRAS DE TRANSFERÊNCIA	100
5.3.1.	Criação da matriz origem-destino.....	100
5.3.2.	Criação das regras de transferências entre os sistemas.....	102
5.4.	CENÁRIOS DE INTEGRAÇÃO	106
5.5.	ESTIMATIVAS DE ACESSIBILIDADE	107
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	108
6.1.	IMPACTOS DA INTEGRAÇÃO NA ACESSIBILIDADE DA RMC	109
6.2.	IMPACTOS DA INTEGRAÇÃO NA ACESSIBILIDADE POR MUNICÍPIO	120
6.3.	DESIGUALDADES DE RENDA NO ACESSO A EMPREGOS NA RMC.....	130
	CONCLUSÃO.....	136
	REFERÊNCIAS	144

1 INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XX, o Brasil experimentou uma intensificação da migração do campo para a cidade, levando a um rápido crescimento populacional nos centros urbanos que se expandiu para os municípios limítrofes (Villaça, 1998; Santos, 2013). Essas regiões passaram a formar uma única “unidade territorial urbana caracterizada por complementaridade funcional e integração das dinâmicas geográficas, ambientais, políticas e socioeconômicas” (Brasil, 2015). Em 1967, a União denominou essas unidades como regiões metropolitanas (RMs), “constituídas por municípios que, independentemente de sua vinculação administrativa, façam parte da mesma comunidade socioeconômica” (Brasil, 1967).

No entanto, a criação das RMs trouxe desafios relacionados à governança e a implantação de políticas públicas de interesse metropolitano. Por um lado, esses desafios se devem à complexidade técnica e política no planejamento e gestão de serviços públicos que envolvem a interação de múltiplos órgãos e esferas de governo (Costa, 2016). Por outro, até a promulgação do Estatuto da Metrópole em 2015, o país vivenciou um impasse institucional significativo, onde a falta de diretrizes claras e mecanismos de cooperação eficaz entre os entes federativos dificultava a implementação de ações em conjunto (Santos, 2018).

Nesse sentido, o Estatuto da Metrópole surgiu como uma tentativa de superar esses desafios, estabelecendo diretrizes para o planejamento, gestão e execução das políticas públicas “ou ação nela inserida cuja realização por parte de um Município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em Municípios limítrofes” (Brasil, 2015), as denominadas funções públicas de interesse comum (FPICs). Contudo, a implementação efetiva do Estatuto ainda enfrenta obstáculos dentro do modelo federativo brasileiro, que distribui autonomia e responsabilidades de maneira complexa entre a União, os estados e os municípios.

Essa fragmentação de responsabilidades resulta em uma falta de coordenação e cooperação entre os entes federativos, onde os interesses locais acabam prevalecendo sobre a possibilidade de uma abordagem integrada. Consequentemente, é comum ocorrerem ações isoladas, gerando redundâncias e ineficiências operacionais, além de impactos negativos que atravessam as fronteiras municipais. Essa realidade é particularmente crítica em territórios altamente conurbados, onde infraestruturas de transporte, de saneamento e políticas de uso do solo têm implicações que ultrapassam os limites administrativos municipais (ver subseção 3.1).

A literatura sobre governança metropolitana e regional tem consistentemente apontado para a necessidade de integração dessas ações, sugerindo que a eficácia das políticas públicas pode ser melhorada através da colaboração e do planejamento conjunto (Costa, 2021; Garson,

2009; Maricato, 2011). Estudos neste campo argumentam que o planejamento integrado não apenas alivia os custos de sobreposição de serviços e a duplicação de esforços (Guimarães, 1984), mas também maximiza o uso de recursos, harmoniza objetivos de desenvolvimento sustentável e fortalece a resiliência econômica e ambiental das RMs (Santos, 2018).

Neste contexto, o planejamento e gestão dos sistemas de transporte público nas RMs enfrentam desafios notáveis devido à estrutura institucional atual, que fragmenta as competências entre estados e municípios (Oliveira; Meira; Santos, 2021). Esta divisão dificulta a coordenação necessária para a gestão e regulação eficaz dos serviços de transporte dentro do mesmo território, criando barreiras para a implementação de políticas integradas (Lima Neto; Orrico Filho, 2015). Por exemplo, em 2020, um levantamento do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) verificou que nas 12 principais RMs do Brasil, apenas Goiânia e Recife tinham em seus contratos de prestação de serviço a abrangência de um único sistema planejado em nível metropolitano (Calabria, 2020). As demais RMs se constituíam de diferentes modelos de organização, fragmentados entre si que são planejados e geridos de maneira independente.

Tal fragmentação tende a gerar ineficiências na rede de transporte público, evidenciada pela sobreposição de itinerários e a baixa integração entre os serviços (Pedroso; Neto, 2015) (ver subseção 3.1.4). Essa situação é exacerbada por uma cobertura irregular, onde algumas áreas podem receber serviços excessivos e outras permanecerem mal atendidas, resultando em uma distribuição desigual e ineficiente dos sistemas de transporte público (Maretić; Abramović, 2020). Tal condição, não apenas compromete a acessibilidade da população, como também amplifica as disparidades socioespaciais entre diferentes regiões (Vasconcellos, 2007).

Consequentemente, tal conjectura pode levar, em alguns casos, a população a realizar suas viagens de maneira sub-ótima, com maior custo monetário e/ou tempo do que seria necessário caso houvesse uma integração eficaz dos sistemas de transporte (Fernandes, 2007) (ver subseção 3.2). Em outros casos, a necessidade de múltiplos cartões e tarifas para transitar entre áreas adjacentes pode desincentivar o uso do transporte público (Vasconcellos, 2007), forçando os usuários a: (i) migrar para o transporte individual motorizado, aumentando a congestão do tráfego, o consumo de combustível e a emissão de poluentes (Pereira *et al.*, 2021b), ou; (ii) deixar de realizar a viagem, restringindo o acesso a oportunidades essenciais como emprego, educação, saúde e lazer, ampliando as barreiras ao progresso social e intensificando as disparidades socioeconômicas (Church; Frost; Sullivan, 2000).

Diversos estudos têm apontado que a integração no transporte público oferece inúmeros benefícios, incluindo maior eficiência e menor custo operacional (Moslem; Çelikbilek, 2020); aumento da equidade no acesso ao transporte (Šipuš; Abramović, 2018) e melhoria na acessibilidade (Maretić; Abramović, 2020); aumento da satisfação dos usuários (Pham *et al.*, 2023), e contribuições significativas para o meio ambiente através da redução de emissões de poluentes (Chowdhury; Ceder, 2016). No Brasil, a maioria dos estudos tem se concentrado na integração do transporte público com modos ativos. Um número menor, tem discutido os benefícios da integração tarifária (Bezerra; Staudt, 2020; Hidalgo, 2009), as consequências da ausência de integração (Santos; Silva; Fernandes, 2018; Soriano *et al.*, 2016), e a análise das barreiras para a sua implantação (Consórcio ITDP GITEC Brasil, 2017; Oliveira, 2013).

No entanto, não existem estudos que investiguem como a integração tarifária pode impactar o acesso a oportunidades por parte da população nas RMs. Por um lado, existe na literatura um grande consenso sobre a importância de um planejamento integrado de sistemas de transporte público (Cervero, 1998; ANTP, 2007; Chowdhury; Ceder, 2016). Por outro, existe também um crescente consenso de que um dos principais objetivos de sistema de transporte é facilitar o acesso da população a oportunidades (Banister, 2008) e que ao melhorar o acesso ao sistema de transporte público as pessoas têm melhores chances de encontrar oportunidades de emprego, educação e lazer (Jones; Lucas, 2012; Bastiaanssen; Johnson; Lucas, 2022). Enquanto baixos níveis de acesso ao transporte público tem como consequência a exclusão social (Preston; Rajé, 2007; Lucas, 2012; Pereira; Schwanen; Banister, 2017).

Uma das possibilidades para lidar com esses desafios é utilizar o conceito de acessibilidade como um parâmetro central na análise e promoção de políticas de transporte (ver subseção 2.1). Tradicionalmente, o planejamento de transportes tem focado em investigar padrões de viagem, como: os modos de transporte utilizados; o tempo de deslocamento e o número de viagens realizadas. Esses aspectos são frequentemente captados por meio de pesquisas de origem-destino, que fornecem dados valiosos sobre como as pessoas se deslocam e quais são suas principais rotas diárias. No entanto, esse enfoque tradicional, considera o transporte como um fim em si mesmo, negligenciando que o verdadeiro objetivo das viagens é acessar oportunidades, como emprego, educação e lazer (ver subseção 2.1.1).

Ao integrar o conceito de acessibilidade no planejamento, a análise passa a considerar não apenas os deslocamentos, mas também a facilidade com que as pessoas podem acessar essas oportunidades. Isso permite que políticas de integração tarifária, por exemplo, sejam

desenhadas para garantir que as populações possam efetivamente alcançar os destinos de que precisam, promovendo maior equidade no sistema de transporte (ver subseção 2.1.2).

Contudo, o número de estudos relacionados a acessibilidade na América Latina ainda é bastante baixo se comparado à Europa e América do Norte (Vecchio; Tiznado-Aitken; Hurtubia, 2020; Hishiyama; Gonzales Taco, 2021). No Brasil, apesar da lacuna no cenário regional, o país tem avançado em estudos relacionados ao tema nos últimos anos (Pereira *et al.*, 2022). Porém, até o momento, também não existem estudos no país que analisem de maneira abrangente o impacto da falta de integração metropolitana dos sistemas de transporte público no acesso a oportunidades de emprego para a população.

Na atualidade, alguns estudos sobre acessibilidade têm se destacado no país, como o projeto “Acesso a Oportunidades” desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) que disponibiliza uma base de dados pública com estimativas de acessibilidade para diversas atividades, considerando vários modos de transporte, horários e grupos populacionais, de diferentes cidades do país (Levinson; Ermagun, 2021; Pereira *et al.*, 2019). Embora o projeto venha contemplar uma gama significativa de municípios do país, o projeto não considera as diversas políticas de integração existentes nos sistemas de transporte público. Esta lacuna é particularmente relevante em contextos de RMs, onde diferentes modelos de sistemas de transporte público podem coexistir, impactando de maneiras distintas a capacidade da população de acessar oportunidades.

Diante dessa lacuna, este trabalho se propõe a investigar em que medida a falta de integração tarifária dos sistemas de transporte público atuantes em uma RM pode comprometer o acesso da população a oportunidades de trabalho. Para investigar essa questão, será utilizado como estudo a Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Atualmente a RMC conta com 29 municípios, com uma população total de aproximadamente 3,7 milhões de habitantes (AMEP, 2023) destes, 25% dependem dos sistemas de transporte público da RMC (IPPUC, 2017). Segundo dados do censo demográfico, em 2010, 20% da população ocupada na RMC se deslocava para trabalhar em outro município da RMC diferente de onde reside. Desses 20%, 62.3% se deslocavam para a capital Curitiba tendo como o trabalho a atividade principal (Delgado; Moura; Cintra, 2013).

A RMC também tem enfrentado desafios significativos relacionados à integração tarifária no transporte público. Atualmente, a região é servida por cinco sistemas distintos: um sistema metropolitano e quatro municipais — em Curitiba, São José dos Pinhais, Araucária e Campo Largo. Embora exista uma Rede Integrada de Transportes (RIT), alguns aspectos

comprometem a eficiência e a abrangência dessa rede: (i) as integrações entre as linhas de transporte público da RIT ocorrem principalmente em pontos específicos, como terminais de integração; (ii) as linhas de transporte público na rede requerem que os usuários paguem tarifas adicionais para transferências realizadas fora dos pontos físicos de integração, aumentando assim os custos monetários para aqueles que dependem de múltiplas transferências em suas viagens; (iii) a ausência de interoperabilidade entre os sistemas de bilhetagem eletrônica exige que os usuários utilizem múltiplos cartões de transporte para trajetos intermunicipais (ver subseção 4.2).

Além disso, divergências sobre a gestão e a operação da rede não apenas já causaram¹ rupturas na integração entre sistemas municipais e metropolitano, mas também expuseram as fragilidades na coordenação entre o governo estadual e as prefeituras municipais. Esses impasses históricos, muitas vezes resolvidos de maneira paliativa, não conseguiram estabelecer uma base sólida para uma cooperação contínua e efetiva entre as diferentes autoridades envolvidas. Principalmente porque a memória desses conflitos e a falta de resolução definitiva das questões subjacentes perpetuam um ambiente de desconfiança e dificuldades na implementação de políticas públicas que beneficiem a RMC. A consequência direta é a criação de um ambiente onde a população, especialmente aquela residente nos municípios limítrofes a capital, que depende do transporte público metropolitano para acessar oportunidades de trabalho, enfrenta obstáculos significativos para o deslocamento eficiente.

Dentro do contexto acima exposto, essa dissertação tem como objetivo principal analisar **como uma alteração nas regras de integração tarifária, que permite aos passageiros realizarem transferências entre linhas de sistemas diferentes sem custo adicional, poderia aumentar o número de empregos acessíveis na RMC.**

Também são objetivos específicos do trabalho:

- a) Compreender a estrutura atual da rede de transporte público metropolitano, destacando as diferenças entre gestão e operação do sistema metropolitano e municipal de Curitiba;
- b) Investigar os impactos das mudanças nas regras de integração tarifária em diferentes áreas da RMC, buscando compreender quais regiões se beneficiam mais significativamente e quais ainda apresentam dificuldades;

¹ Em janeiro de 2015, o Governo do Estado do Paraná, responsável pelo transporte metropolitano, e a Prefeitura de Curitiba, encarregada do transporte municipal, entraram em conflito sobre questões como a alocação de subsídios, a definição de tarifas técnicas e a responsabilidade pela operação das linhas de transporte. Essas disputas resultaram na ruptura da integração entre os sistemas de transporte metropolitano e municipal que durou até 2017 (Senkovski; Trisotto, 2015).

- c) Explorar como mudanças nas regras de integração tarifária influencia o acesso a empregos em diferentes municípios dentro da RMC, visando identificar os municípios que se beneficiam mais e aqueles que ainda enfrentariam desafios adicionais;
- d) Examinar como mudanças nas regras de integração tarifária afetaria diferentes grupos de renda dentro da RMC, com o objetivo de identificar benefícios ou desvantagens que possam surgir para grupos de menor renda em comparação com grupos de maior renda;
- e) Refletir sobre como a governança metropolitana se relaciona com os obstáculos à integração tarifária em regiões metropolitanas.

Para alcançar esses objetivos serão construídos três cenários: (i) um cenário realista, que simula a rede com os níveis de integração tarifária atual, buscando simular as regras vigentes e avaliando as eficiências e limitações presentes no sistema de transporte como ele opera hoje; (ii) um cenário com integração, que simula a rede com a possibilidade de transferências entre todas as linhas e sistemas sem nenhum custo adicional, representando um estado ideal de integração, e; (iii) um cenário de ruptura, que simula uma completa falta de integração institucional, sem nenhuma integração tarifária entre os sistemas metropolitano e municipal.

De maneira resumida, esta dissertação busca responder à seguinte questão: em que medida a integração dos sistemas de transporte público influencia o acesso da população da região metropolitana de Curitiba a oportunidades de emprego?

Esta pesquisa está estruturada em 7 seções, dividida em duas partes. Nesta seção, a primeira, é apresentado o tema, a pergunta de pesquisa, os objetivos e a justificativa da relevância do estudo.

A primeira parte, composta pelas seções 2 e 3, realiza uma revisão narrativa da literatura abordando três temas centrais: acessibilidade, governança metropolitana no Brasil e integração no transporte público. Na **seção 2** é apresentada uma análise detalhada do conceito de acessibilidade, diferenciando-o da mobilidade e explorando como essas duas ideias interagem no contexto do planejamento urbano e dos transportes. O capítulo aborda a importância da acessibilidade como um fator chave para a equidade social e discute como a acessibilidade pode ser utilizada para avaliar desigualdades sociais e promover a inclusão.

A **seção 3** examina brevemente a evolução das RMs no Brasil, desde sua institucionalização até a implementação do Estatuto da Metrópole em 2015. O capítulo revisa o arcabouço legal que rege a gestão metropolitana e a sua relação com o planejamento e a operação dos sistemas de transporte público em áreas metropolitanas. São analisadas as políticas e estratégias de integração do transporte público no Brasil, destacando as dificuldades

enfrentadas para alcançar uma gestão eficiente e integrada nos territórios metropolitanos, devido à fragmentação das responsabilidades entre diferentes níveis de governo.

Essas seções estabelecem o embasamento teórico necessário para compreender a acessibilidade e os desafios e as oportunidades relacionados à integração dos sistemas de transporte público nas RMs. A segunda parte, que abrange as seções 4, 5 e 6, foca na análise da RMC, de modo que a fundamentação teórica das seções anteriores possa ser aplicada diretamente ao caso em estudo.

Sendo assim, na **seção 4** é apresentada uma breve contextualização da RMC, com foco em sua evolução histórica, demográfica e territorial. O capítulo explora como o transporte público influenciou a formação territorial da RMC e apresenta um diagnóstico da estrutura atual dos sistemas de transporte na região. São discutidas as características operacionais do sistema de Curitiba e o Metropolitano, as suas políticas e o nível de integração deles com a RIT.

Na **seção 5**, é descrito detalhadamente a metodologia utilizada para conduzir a pesquisa. São apresentados os tipos de dados coletados, incluindo dados socioespaciais e de redes de transporte. O capítulo explica como esses dados foram tratados e analisados, incluindo a criação de matrizes origem-destino e regras de transferência entre os diferentes sistemas de transporte para a elaboração dos cenários de integração e o posterior cálculo da acessibilidade.

Na **seção 6**, são apresentados os resultados da pesquisa, que exploram como a integração (ou a falta dela) entre os sistemas de transporte da RMC afeta a acessibilidade da população a empregos e outras oportunidades. O capítulo discute os impactos da integração nos níveis de acessibilidade em diferentes municípios da RMC, destacando as desigualdades socioespaciais observadas nas diferentes regiões da metrópole.

A seção final sintetiza as principais descobertas da pesquisa e discute suas implicações para a gestão e o planejamento do transporte metropolitano. São apresentadas recomendações para políticas públicas que possam melhorar a integração dos sistemas de transporte na RMC, visando aumentar a equidade no acesso a oportunidades de emprego e reduzir as desigualdades socioespaciais. A conclusão também aponta possíveis direções para futuras pesquisas, sugerindo áreas onde a investigação adicional pode contribuir para um melhor entendimento e soluções mais eficazes para os desafios de integração tarifária em RMs.

Em vez de tentar prever o que as pessoas farão, e se tentássemos maximizar o que elas **poderiam** fazer? A ideia central é que o verdadeiro objetivo do planejamento de transportes deveria ser ampliar as opções de mobilidade e acessibilidade das pessoas, em vez de simplesmente tentar antecipar comportamentos futuros. **A liberdade — a expansão de 'onde você pode ir' — deveria ser um critério central de avaliação para projetos de transporte e análise de equidade**, pois quanto mais lugares as pessoas podem acessar, maior é a liberdade de escolha e as oportunidades à sua disposição (Walker, 2018, grifo nosso, tradução nossa).

2 ACESSIBILIDADE NO PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES

No âmbito do planejamento urbano e dos sistemas de transporte, a acessibilidade é um conceito multifacetado que desempenha um papel fundamental na determinação da qualidade de vida da população (Levinson; Ermagun, 2021). Contudo, embora a acessibilidade não seja um conceito novo, observa-se que a implementação efetiva de práticas e políticas que promovam a acessibilidade ainda é limitada devido a desafios técnicos, falta de integração institucional e barreiras sociais e políticas (Siddiq; D. Taylor, 2021). Diante disso, esta seção tem como objetivo fornecer uma definição clara e compreensível do conceito de acessibilidade, ressaltando como o entendimento e a aplicação desse conceito podem trazer uma visão mais integrada e equitativa ao planejamento urbano e de transporte.

Considerando a base teórica sólida do conceito de acessibilidade, e a ampla gama de revisões bibliométricas já realizadas sobre o tema (Vecchio; Tiznado-Aitken; Hurtubia, 2020; Hishiyama; Gonzales Taco, 2021; Marwal; Silva, 2022; Geurs; Van Wee, 2004; Curl; Nelson; Anable, 2011; Van Wee, 2016), optou-se por uma abordagem de revisão narrativa da literatura, por permitir uma análise abrangente e interpretativa do tema, sem a necessidade de utilização de métodos explícitos e sistemáticos de seleção e avaliação de estudos. A revisão narrativa possibilitou a inclusão de estudos variados, permitindo uma análise mais reflexiva e contextualizada, abrangendo pesquisas realizadas em diferentes países. No entanto, o foco principal desta revisão direcionou-se para estudos desenvolvidos na América Latina, com especial ênfase nas contribuições provenientes do Brasil, que vem recebendo cada vez mais atenção de pesquisadores e formuladores de políticas públicas (Pereira *et al.*, 2022).

A seção inicia com a definição de acessibilidade e sua distinção em relação à mobilidade, destacando as vantagens de uma abordagem centrada em acessibilidade para promover uma visão integrada e equitativa. Em seguida, são explorados métodos práticos de análise de acessibilidade, com destaque para casos de avaliação de desigualdades regionais, além de análises de impacto de projetos, infraestruturas e da distribuição espacial de equipamentos públicos. Ao discutir os obstáculos na incorporação da acessibilidade ao planejamento, a seção também apresenta exemplos de boas práticas e estratégias para superar as resistências à implementação desse conceito. Adicionalmente, são abordadas diferentes medidas de acessibilidade e a relação entre acessibilidade e governança metropolitana, enfatizando a necessidade de uma abordagem sistêmica para abordar desafios complexos e promover uma sociedade mais inclusiva.

2.1. O QUE É ACESSIBILIDADE?

A acessibilidade urbana é um conceito amplamente discutido na literatura acadêmica de planejamento urbano e dos sistemas de transportes (Geurs; Van Wee, 2004). Em várias definições, a acessibilidade é apresentada como a capacidade das pessoas, bens ou serviços de alcançar diferentes destinos e atividades de forma eficaz, considerando tanto a distribuição espacial das atividades no espaço urbano quanto a oferta de transporte disponível (Halden, 2002; Levinson; King, 2020). Neste trabalho, a acessibilidade é compreendida **como a facilidade com que as pessoas conseguem alcançar oportunidades** (Hansen, 1959). Ou seja, o quão fácil é para as pessoas alcançarem atividades distribuídas no espaço se deslocando por um determinado modo de transporte e considerando (Geurs; Van Wee, 2004):

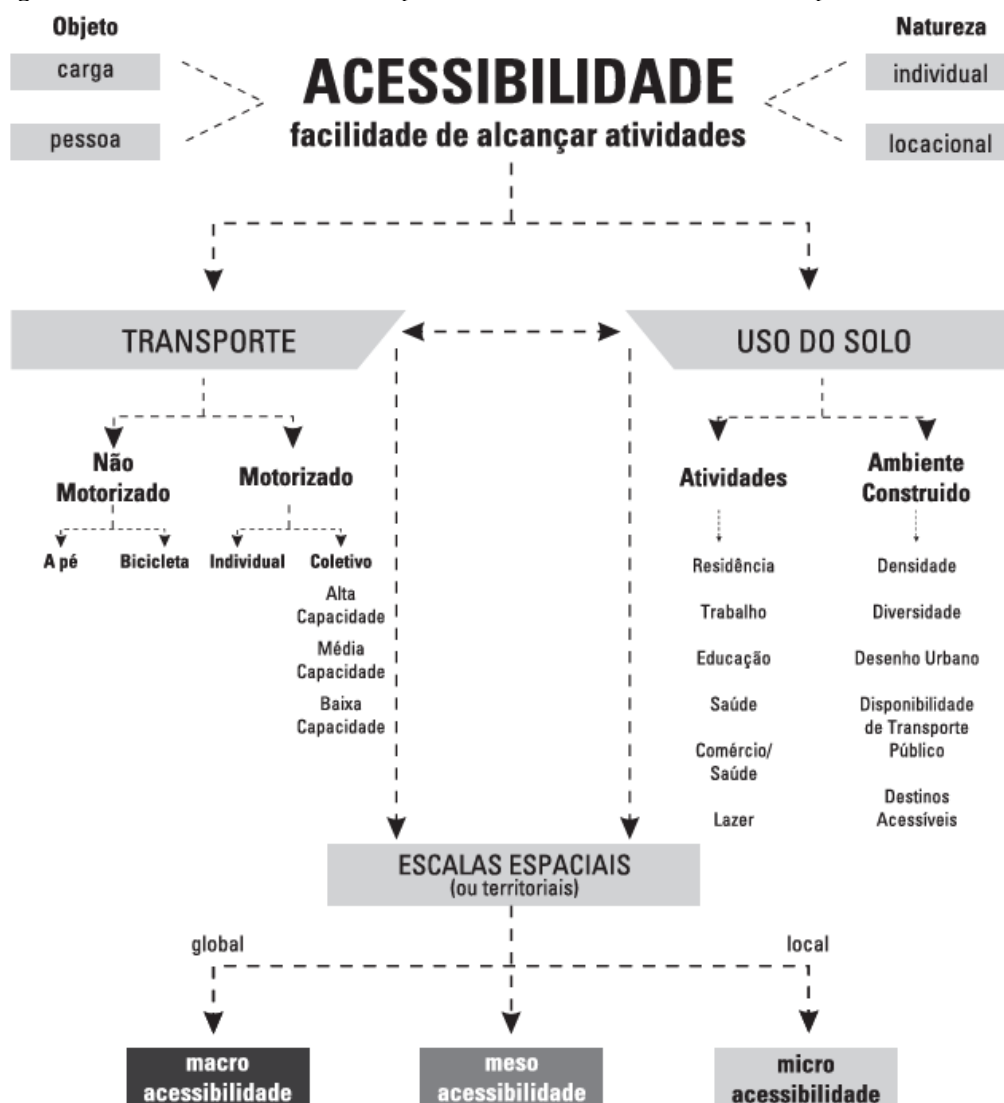
- a) **fatores espaciais**, ligados ao uso do solo urbano, como a distribuição espacial de serviços de saúde, educação, lazer, e postos de trabalho;
- b) **fatores de infraestrutura**, ligados a mobilidade, como a distribuição da malha viária, a oferta, frequência e conectividade do serviço de transporte, e;
- c) **fatores individuais**², ligados ao indivíduo, como a capacidade de deslocamento das pessoas no espaço em função de seu gênero, raça, renda ou idade.

Com base nesses fatores, a acessibilidade pode ser analisada através de diferentes níveis, modos e escalas espaciais (Figura 1). Por exemplo, embora a acessibilidade comumente seja utilizar para avaliar o acesso das pessoas, também é possível utilizar medidas de acessibilidade para medir a distribuição de bens e serviços (cargas). Nesse contexto, a acessibilidade refere-se à facilidade com que cargas podem ser transportados e distribuídos dentro de uma área urbana ou entre diferentes regiões (Halden, 2002). Também é possível medir a acessibilidade individualmente (natureza individual), avaliando um único indivíduo, objeto ou grupo, e localmente (natureza locacional), podendo abranger desde análises a nível de quadras e bairros até unidades territoriais mais amplas, como distritos ou regiões metropolitanas (Kneib; Portugal, 2017).

Quando a acessibilidade é avaliada individualmente, os fatores individuais têm uma influência significativa, pois a análise se concentra nas características específicas de cada pessoa, objeto ou grupo. Por outro lado, quando avaliada localmente, as análises abrangem uma área geográfica mais ampla e variam de acordo com o nível de detalhe considerado. O fator determinante aqui é o contexto espacial e de infraestrutura disponível.

² Os fatores individuais relacionados a bens e serviços na análise de acessibilidade podem incluir características específicas do bem, requisitos especiais de manuseio ou armazenamento e necessidades específicas de transporte.

Figura 1 - A acessibilidade, seus componentes e escalas relacionados a transportes e uso do solo.



Fonte: (Kneib; Portugal, 2017).

Por exemplo, nas análises em escala macro, que abrangem uma vasta área geográfica, a sensibilidade às características específicas do ambiente construído pode ser reduzida (Figura 2). Nesse contexto, o uso do solo e os modos de transporte estarão intimamente ligados à organização geral da região analisada, incluindo a distribuição de atividades residenciais, comerciais e industriais, bem como a disponibilidade de infraestrutura de transporte em larga escala, como rodovias e sistemas de transporte público (Kneib; Portugal, 2017). Em contrapartida, na escala micro, a sensibilidade ao ambiente construído é mais evidente, com um foco maior na escala arquitetônica e no desenho urbano, como o design inclusivo de edifícios e outros elementos urbanos (Vasconcellos, 2001).

Figura 2 - Acessibilidade e suas diferentes escalas de análise.



Fonte: (Kneib; Portugal, 2017).

Embora as análises em diferentes escalas possam destacar diferentes aspectos do ambiente urbano, é importante ressaltar que essas características específicas não operam de forma isolada. Isso significa que se deve reconhecer que os fatores relacionados à escala micro ainda assim, desempenham um papel substancial na capacidade das pessoas de acessar oportunidades em ambientes urbanos seja na escala macro, ou meso. Por exemplo, a ausência de calçadas acessíveis, rampas, sinalização para pessoas com deficiência e outros recursos que tornam os espaços urbanos mais acessíveis em nível local pode impactar determinados grupos da população no acesso a oportunidades (Grisé *et al.*, 2019).

Essa condição faz com que não somente o conceito de acessibilidade seja algo complexo, como também a sua aplicação, pois pode demandar uma consideração de diversos fatores e, conseqüentemente, uma ampla gama de dados. Por causa disso, para o propósito deste estudo, optou-se por adotar o conceito de acessibilidade como sinônimo da

macroacessibilidade, a qual está intimamente ligada ao planejamento dos sistemas de transporte em nível metropolitano, com ênfase especial no transporte público, objeto dessa pesquisa.

A análise da acessibilidade em estudos de macroacessibilidade se concentra na avaliação da capacidade das pessoas em alcançar destinos e participar de atividades, como trabalho, saúde e educação em uma determinada região (Martens; Di Ciommo, 2017). Isso implica que o nível de acessibilidade (macroacessibilidade) não é uma métrica uniforme, mas sim uma medida que varia de um local e/ou indivíduo para outro, influenciada pela distribuição espacial da oferta de empregos, serviços de saúde e educação e pela conectividade espacial e performance da rede de transportes (Miller, 2018).

Diante do exposto, é possível concluir que a compreensão abrangente da acessibilidade necessita de uma abordagem multidisciplinar. Sua complexidade abarca desde questões urbanísticas ligadas ao ordenamento territorial; sociais, ligadas às características socioeconômicas dos indivíduos e; de transportes, ligadas ao planejamento da infraestrutura e serviços de transporte (Ferreira; Papa, 2020; Vasconcellos, 2001).

2.1.1. Acessibilidade vs Mobilidade

Nesse contexto, surge a necessidade de estabelecer uma distinção fundamental entre mobilidade e acessibilidade (Quadro 1), dois conceitos que, embora se sobreponham em algumas características, abordam diferentes aspectos da experiência urbana (Litman, 2003). Enquanto a acessibilidade refere-se à facilidade com que as pessoas conseguem alcançar oportunidades, como emprego, educação, serviços de saúde e lazer, a mobilidade está mais restrita à facilidade com que as pessoas conseguem se locomover no espaço, independentemente do propósito (Levinson; King, 2020; Miller, 2018).

Quadro 1 - Principais diferenças entre mobilidade e acessibilidade

Características	Mobilidade	Acessibilidade
Definição	Refere-se à capacidade de um indivíduo ou veículo se mover livremente de um ponto a outro. É um conceito focado no sistema de transporte e na eficiência do movimento.	Refere-se à capacidade de um indivíduo alcançar destinos desejados, bens, serviços e atividades. É um conceito focado no usuário e na interação entre o sistema de transporte e o uso do solo.
Medição	Geralmente medida em termos de distância percorrida, tempo de deslocamento, velocidade de viagem e nível de serviço.	Geralmente medida em termos de número de destinos (oportunidades) alcançáveis dentro de um determinado tempo de viagem ou custo.
Problemas de Transporte	Definidos em termos de restrições ao movimento físico, como congestionamento, falta de infraestrutura de transporte ou barreiras geográficas.	Definidos em termos de barreiras ao acesso a oportunidades, como a distribuição espacial de destinos, custos de viagem ou percepções de segurança.
Soluções Propostas	Melhorar a eficiência e o desempenho do(s) sistema(s) de transporte.	Melhorar a qualidade dos modos de acesso, melhorar as conexões entre os modos, aproximar origens e destinos.

Fonte: Elaboração Própria com base em (Litman, 2003).

O conceito de mobilidade está ligado a abordagem tradicional do planejamento dos transportes surgida nas décadas de 1950 e 1960 (Banister, 2011). Esta abordagem enfatiza a otimização dos deslocamentos físicos no espaço urbano, com foco na eficiência e na capacidade de movimentação das pessoas e bens. Geralmente, baseia-se em análises quantitativas para prever a demanda futura e prover os recursos necessários para atendê-la (Herce, 2009; Hull, 2008). Assim, as intervenções propostas tendem a se concentrar na busca por maior fluidez, seja por meio do aumento do número de viagens realizadas, da ampliação da capacidade do sistema viário ou do incremento da velocidade dos meios de transporte (HCM, 2000).

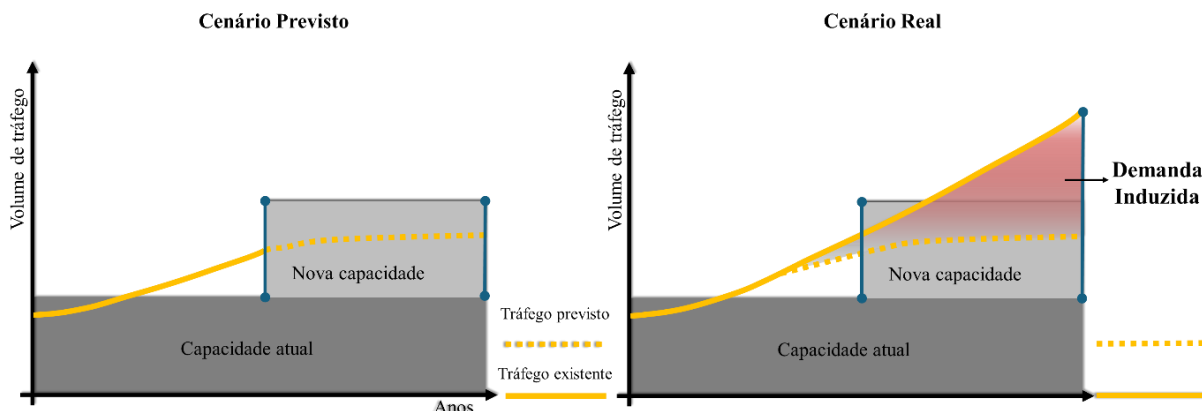
Nas últimas décadas, essa abordagem tem sido associada à perpetuação de desigualdades socioespaciais e tem contribuído para um crescimento urbano ineficiente, principalmente por negligenciar aspectos políticos, ambientais e sociais (Banister, 2008). O principal foco das soluções propostas partem da ideia de otimizar a rede viária a partir da redução dos tempos de deslocamentos (Merlin; Levine; Grengs, 2018). Consequentemente, as viagens são frequentemente vistas como meras “informações técnicas” com base em um “padrão de viagem” específico. Ignorando que a principal razão de cada viagem realizada é para a realização de uma atividade, e que as escolhas de quando e como se deslocar são influenciadas por diversos fatores pessoais e da distribuição do uso e ocupação do solo, incapazes de serem captados por modelos estritamente técnicos (Vasconcellos, 2001).

Vários estudos recentes foram realizados para avaliar as implicações de estratégias centradas exclusivamente no aumento da mobilidade (Noland; Lem, 2002; Cervero, 2003; Næss *et al.*, 2019). Hymel (2019), por exemplo, ao avaliar a capacidade das rodovias e o volume de viagens de veículos nas áreas urbanas dos EUA, encontrou evidências que investimentos focalizados em melhoria da mobilidade, a partir da expansão da capacidade viária, não seria uma solução viável a longo prazo. Da mesma forma, González e Marrero (2012) analisaram séries históricas de dados de tráfego de 16 regiões da Espanha entre 1998 e 2006 e concluíram que, no longo prazo, os investimentos em ampliação da capacidade viária, mesmo com o objetivo de reduzir os tempos de viagem, acabaram gerando um maior número de viagens. Isso ocorre porque tais investimentos tendem a induzir a realização de mais viagens, um fenômeno conhecido na literatura como “demanda induzida” (Downs, 1962; Duranton; Turner, 2011).

A demanda induzida (Figura 3) é uma das principais consequências de abordagens focalizadas exclusivamente em melhorar a mobilidade (Speck, 2018). Ela parte do pressuposto econômico de que se há uma redução no preço de um bem ou serviço, a demanda por ele vai aumentar. No transporte, o preço reflete os custos associados à viagem, como condições

favoráveis de tempo de deslocamento. Portanto, quando a capacidade de uma via é aumentada, por exemplo, o “preço” da viagem (em termos de tempo de deslocamento) é reduzido.

Figura 3 - Relação entre cenário previsto e real em projetos de ampliação da capacidade viária



Fonte: Elaboração própria com base em Speck (2018).

Como resultado, à medida que a capacidade da via aumenta, mais pessoas podem optar por realizar viagens. Com a maior mobilidade proporcionada, elas podem escolher fazer mais viagens e/ou percorrer distâncias maiores (Banister, 2011). Isso ocorre porque a mobilidade aumentada pode reduzir o “custo” percebido de viagem (em termos de tempo, esforço, dinheiro, etc.), tornando as viagens adicionais ou mais longas mais atraentes (Vasconcellos, 2001).

No entanto, à medida que a demanda por viagens aumenta, o volume de tráfego na via pode atingir níveis que reintroduzem o congestionamento. Quando isso ocorre, o “custo” da viagem, medido em termos de tempo de viagem, pode subir, efetivamente anulando os benefícios iniciais da ampliação da capacidade viária. Assim, embora as melhorias nas condições de mobilidade possam parecer vantajosas a curto prazo, elas podem resultar em consequências negativas a longo prazo, como o incremento no volume de tráfego.

Além disso, tais melhorias tendem a beneficiar principalmente os usuários de transporte individual motorizado, que são geralmente indivíduos de maior renda (Martens; Di Ciommo, 2017). Mattioli *et al* (2020) aponta que a ampliação da capacidade viária com o objetivo de reduzir os tempos de deslocamento pode, paradoxalmente, reforçar a dependência do transporte individual motorizado. Uma das causas disso é que a escolha do modo de transporte também é influenciada pelos custos associados à viagem. Como mencionado por Vasconcellos (2001), a escolha do modo parte de uma avaliação dos benefícios que se vai adquirir a partir daquela escolha. Assim, abordagens de mobilidade irão tender a favorecer menos grupos sociais de renda menor, como pedestres ou usuários do transporte público.

Por outro lado, Martens e Di Ciommo, (2017), ao fazer uma análise de custo-benefício da relação da redução do tempo de deslocamento, se comparado com o aumento da

acessibilidade, concluíram que abordagens com foco na acessibilidade tendem a trazer maiores ganhos para a população do que abordagens com foco na mobilidade. Além disso, as abordagens convencionais de mobilidade se concentram nos padrões de viagens atuais, ou seja, no que as pessoas fazem e nas atividades em que participam. Isso significa que essas abordagens consideram apenas a demanda atual com base nos recursos de transporte disponíveis.

Ao adotar abordagens relacionadas à acessibilidade, pode-se explorar a demanda potencial, ou seja, entender quantas e quais atividades as pessoas poderiam realizar se novas condições de transporte e oportunidades fossem criadas. Isso implica que os cálculos de acessibilidade são mais vantajosos em comparação com outras estimativas, uma vez que não se baseiam na tentativa de prever comportamentos humanos específicos, mas sim em estimar as possibilidades de acesso de cada indivíduo com base em diversos padrões de deslocamento (Walker, 2018). Nessa perspectiva, Ferreira e Papa (2020) defendem que é possível enxergar a mobilidade como algo complementar ao conceito de acessibilidade, porque estudos de acessibilidade também se utilizam de dados e informações fundamentais sobre os padrões de mobilidade, como: tempo, velocidade, frequência e distância das viagens.

Assim, ao reconhecer a complementaridade entre acessibilidade e mobilidade, é possível explorar como esses dois conceitos podem ser integrados para aprimorar o planejamento urbano e de transportes. De tal modo que, o objetivo de se melhorar a acessibilidade da população pode ser alcançado tanto por políticas que melhorem a fluidez e velocidade (mobilidade), quanto por políticas urbanas e de uso do solo que aumentem a proximidade entre pessoas e atividades (Levinson; King, 2020; Papa; Bertolini, 2015).

2.1.2. Acessibilidade e Equidade

Como discutido anteriormente, estudos recentes têm demonstrado que, embora a melhoria na mobilidade possa facilitar o deslocamento, ela não garante que todos os indivíduos, especialmente os mais vulneráveis, terão acesso equitativo a oportunidades essenciais, como emprego, educação e serviços de saúde (Preston; Rajé, 2007). Há um reconhecimento crescente na literatura de que a alta mobilidade por si só não é suficiente para reduzir desigualdades econômicas e socioespaciais (Allen; Farber, 2020; Martens; Di Ciommo, 2017; Mattioli *et al.*, 2020). Em particular, a relação entre alta mobilidade e dependência excessiva do transporte individual motorizado tem sido identificada como um ponto de preocupação, principalmente por promover padrões dispersos de desenvolvimento urbano que criam barreiras físicas e sociais, dificultando assim o acesso equitativo a oportunidades, especialmente para grupos mais vulneráveis da população (Banister, 2008; Litman, 2003; Næss *et al.*, 2019).

A literatura associa essa condição a um processo de *transport disadvantages* — desvantagem (ou vulnerabilidade) em transportes — que ocorre quando condições desfavoráveis na oferta de transporte se relacionam diretamente com a incapacidade das pessoas de acessarem oportunidades, colocando-as em desvantagem se comparado com aqueles que apresentam melhores condições (Church; Frost; Sullivan, 2000). Esse cenário contribui para um ciclo de exclusão social, onde a falta de acessibilidade reforça as desigualdades existentes, dificultando ainda mais a saída dessas populações da pobreza e marginalização (Lucas, 2012).

Nesse sentido, o conceito de acessibilidade tem implicações significativas na formulação de políticas públicas para garantir que todos os cidadãos, independentemente de sua condição socioeconômica, possam usufruir de um acesso justo e equitativo às oportunidades. Uma das principais vantagens da acessibilidade é a possibilidade de priorizar áreas e grupos que mais necessitam de melhorias nos sistemas de transporte social (Banister; Berechman, 2003; Farrington, 2007). Isso possibilita um uso mais eficiente dos recursos públicos, pois investimentos em infraestrutura e serviços de transporte podem ser alocados de maneira a maximizar os benefícios sociais, especialmente para os grupos mais vulneráveis (Olsson; Friman; Lättman, 2021; Vecchio; Tiznado-Aitken; Hurtubia, 2020).

Para tal, a acessibilidade compreende o papel fundamental que os transportes desempenham e continuarão a desempenhar para satisfazer as necessidades das pessoas de alcançar e participar de atividades, serviços e oportunidades. Esse entendimento está alinhado com a ideia de que o transporte não é apenas uma ferramenta de mobilidade, mas também um meio crucial para promover a inclusão e reduzir a exclusão social (Allen; Farber, 2020; Lucas, 2012; Martens; Di Ciommo, 2017). Ao proporcionar que todas as pessoas, independentemente de sua localização geográfica, condição socioeconômica ou capacidade física, possam acessar facilmente empregos, escolas, serviços de saúde e outras necessidades essenciais, o transporte torna-se um vetor de equidade social (Manaugh; Badami; El-Geneidy, 2015).

Essa ampla compreensão da acessibilidade abre caminho para uma abordagem mais estratégica e direcionada na formulação de políticas públicas. Ao invés de adotar uma única solução aplicável a todos os contextos, essa perspectiva permite que sejam desenhadas intervenções que levem em conta as características únicas de cada região ou grupo populacional (Lucas; van Wee; Maat, 2016). Desse modo, as políticas de transporte podem ser ajustadas para responder de forma mais eficaz às desigualdades existentes, promovendo uma distribuição mais justa dos recursos e serviços (Olsson; Friman; Lättman, 2021; Pereira; Schwanen; Banister, 2017).

2.2. POSSIBILIDADES DE USO DA ACESSIBILIDADE

A acessibilidade, como um conceito integrador, oferece uma base robusta para diversas aplicações no planejamento urbano e de transporte. Ela permite uma análise abrangente das conexões entre as pessoas e os lugares, possibilitando a identificação de áreas de melhoria no acesso a serviços, oportunidades de emprego e outros destinos essenciais. Ao medir a acessibilidade, é possível não apenas avaliar o desempenho atual dos sistemas de transporte, mas também prever o impacto de mudanças futuras, como novos desenvolvimentos urbanos ou a implementação de políticas de transporte.

Embora existam várias possibilidades de uso, metodologicamente, Levinson e King (2020) mencionam que os estudos de acessibilidade seguem etapas semelhantes nas suas metodologias, incluindo:

- a) Etapa 1 - Definir os objetivos da análise, identificando as oportunidades que se pretende avaliar, como acesso a empregos, educação, serviços de saúde, entre outros;
- b) Etapa 2 - Realizar a coleta de dados, verificando:
 - A distribuição geográfica das oportunidades de interesse, como localização de escolas, hospitais, postos de trabalho, etc.;
 - Dados sobre a infraestrutura e os sistemas de transporte, incluindo rede viária, serviços de transporte público, entre outros;
- c) Etapa 3 - Aplicar métricas de acessibilidade específicas, como o tempo médio de viagem para acessar determinados serviços, a porcentagem da população que pode chegar a um emprego em um tempo específico, entre outros;
- d) Etapa 4 - Utilizar ferramentas de análise espacial e de modelagem para calcular a acessibilidade com base nos dados coletados, permitindo uma visualização clara das áreas de maior e menor acessibilidade dentro da região estudada.

Esses cálculos podem variar dependendo dos objetivos da análise, mas, em síntese, vão avaliar quão facilmente as pessoas podem alcançar diferentes oportunidades usando os meios de transporte disponíveis. No caso de análises de tendências, é possível comparar os resultados da acessibilidade em diferentes períodos para identificar mudanças, sejam positivas ou negativas. No caso de projetos urbanos, é possível realizar uma avaliação antecipada (*ex ante*) para estimar o potencial impacto de políticas ou projetos antes de sua implementação, ou posterior (*ex post*) para analisar o efeito real após a implementação, comparando os resultados alcançados com as metas e objetivos estabelecidos (Levinson; Ermagun, 2021).

Atualmente, a acessibilidade tem sido aplicada principalmente para promover políticas de transporte orientadas à equidade, prevendo desde o impacto de mudanças nos sistemas de transporte/uso do solo, até compreendendo as viagens em transporte individual. Isso engloba a análise do impacto das mudanças nos sistemas de transporte e a avaliação se diferentes segmentos da população desfrutam de acesso equitativo às oportunidades disponíveis.

2.2.1. Avaliação de desigualdades e participação social

Nesse sentido, e considerando o papel da acessibilidade na promoção de políticas de transporte mais equitativas, é possível utilizar medidas de acessibilidade para avaliar desigualdades sociais e o nível de participação social de uma determinada comunidade (Lucas; van Wee; Maat, 2016; Pereira; Schwanen; Banister, 2017). Por exemplo, o trabalho de Allen e Farber (2020) identificou que, políticas de transporte que visem melhorar as taxas de participação de famílias de baixa renda e sem carros, especialmente melhorando o transporte público em áreas onde essas famílias se concentram, podem reduzir a exclusão social e melhorar a equidade no transporte público. Sendo assim, a partir da mensuração de níveis de acessibilidade, seria possível identificar e focalizar grupos que estão sofrendo processo de exclusão social, e construir estratégias que garantam uma maior participação em atividades (Church; Frost; Sullivan, 2000; Lucas; van Wee; Maat, 2016; Preston; Rajé, 2007).

Apesar de ser teoricamente consistente, Luz et al. (2022) aponta que a relação causal entre acessibilidade e participação em atividades não foi completamente validada empiricamente. Os autores argumentam que a maioria dos estudos utilizou medidas de acessibilidade baseadas em zonas, o que limita a capacidade de controlar a heterogeneidade individual e pode não capturar aspectos individuais relevantes.

Isso significa que diferentes indivíduos podem ter diferentes níveis de mobilidade, recursos, restrições e interesses quando se trata de acessar oportunidades. Giannotti *et al* (2021) ao investigar a desigualdade de acesso a oportunidades relacionadas ao transporte público em áreas urbanas de São Paulo e Londres observou uma desigualdade de acessibilidade significativamente maior em São Paulo em comparação com Londres, especialmente quando se consideram diferentes grupos ocupacionais. Nesse caso, se faz necessário abordagens diferenciadas para lidar com a participação social em ambientes urbanos com diferentes níveis de desigualdade.

Embora seja possível ter diferentes padrões de desigualdades em ambientes urbanos distintos, um dos principais limitadores de acesso a oportunidades para a população é a renda. Isso porque, a renda pode limitar a capacidade das pessoas de escolher onde morar e como se

deslocar. Um estudo realizado por Boisjoly *et al.*, (2020) investigou a equidade dos serviços de transporte público em quatro cidades do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Recife). O estudo identificou uma desigualdade substancial na distribuição de estações de transporte público em relação à renda das famílias. Em geral, as famílias de baixa renda tinham uma proporção significativamente menor de residências localizadas a menos de 1 km de uma estação de transporte público, em comparação com famílias de renda mais elevada.

Turbay, Pereira e Firmino (2024) avaliaram como os corredores de BRT de Curitiba reproduzem desigualdades socioespaciais no acesso a oportunidades de emprego e serviços de saúde. Os autores encontraram que o acesso a oportunidades é até 2,6x menor para a população de baixa renda. Condição semelhante foi observada no estudo de Cui *et al* (2020) que avaliou as condições de acessibilidade a empregos por transporte público para pessoas de baixa e alta renda em 11 regiões do Canadá. Os autores encontraram que em todas as cidades, as pessoas de alta renda têm acesso a um maior número de oportunidades de emprego. O estudo encontrou ainda que uma maior facilidade de acesso ao sistema de transporte público tem importante impacto na escolha modal das viagens, aumentando as chances de uso do sistema por parte da população, especialmente entre os mais pobres.

2.2.2. Avaliação de impacto de projetos e infraestruturas

Além de analisar como a renda pode limitar o acesso das pessoas às oportunidades, a acessibilidade também pode avaliar como a implementação de projetos de infraestruturas urbanas e sistemas de transporte pode impactar diretamente uma região, a partir de um determinado momento, ou intervalo de tempo (López; Gutiérrez; Gómez, 2008; Rosik; Stępniaak; Komornicki, 2015). Nesta linha de pesquisa os estudos podem focar, a partir da análise de séries históricas em como os elementos monitorados têm se distribuído geograficamente e impactado na melhoria ou redução do acesso a oportunidades de diferentes grupos populacionais (Geurs; Van Wee, 2004; Manaugh; Badami; El-Geneidy, 2015).

Por exemplo, o trabalho de Delmelle; Casas (2012) avaliou os impactos da implantação de uma linha do BRT de Cali, na Colômbia, em diferentes grupos socioeconômicos. As autoras analisaram a acessibilidade a pé até estações do sistema de BRT e a acessibilidade a hospitais, bibliotecas e locais de lazer e verificaram que os bairros de renda menor apresentaram ganhos de acessibilidade inferiores do que os bairros de renda maior.

Quando os estudos se focalizam em avaliações antes da implantação de uma infraestrutura ou sistema de transporte, de uma maneira *ex-ante*, é possível utilizar seus resultados para estimar os efeitos das mudanças que estão sendo previstas e avaliar se as

mudanças propostas aumentam ou reduzem os níveis de acessibilidade da população (Palmateer; Owen; Levinson, 2016). Esse é o caso, por exemplo, do estudo de Pereira (2019), que avaliou qual seria o impacto no número de oportunidades de emprego acessíveis pela população de diferentes níveis de renda da implantação do projeto do BRT TransBrasil do Rio de Janeiro. Analisando os cenários de implantação total e parcial, a construção do BRT reduziria os níveis de acessibilidade para grupos de renda menor.

Semelhantemente, Braga, Loureiro e Pereira, (2023) avaliaram o impacto da futura implantação da linha leste do metrô de Fortaleza sobre acesso a empregos, escolas e hospitais. Editando os dados do transporte público para acrescentar a nova linha do metrô, os autores simularam os impactos da implantação na acessibilidade da população antes e depois das alterações planejadas no sistema. Os resultados apontaram que a nova linha do metrô poderia aumentar entre 3,1 e 5,6% em média o valor da acessibilidade a empregos, escolas e estabelecimentos de saúde acessíveis. Porém, considerando também as mudanças que são previstas no restante do transporte público, com redução de serviços de ônibus, os valores de acessibilidade a empregos, escolas e serviços de saúde cairiam entre -7,4% e 8,1% em média.

2.2.3. Avaliação da distribuição espacial dos serviços ou equipamentos públicos

Estudos de acessibilidade também podem ser utilizados para avaliar a qualidade e a eficácia dos serviços ou equipamentos em termos de disponibilidade e proximidade com diferentes comunidades, com o objetivo de ajudar na identificação de áreas com acesso inadequado e orientar a alocação de recursos para melhorar a acessibilidade e a proximidade desses serviços (Salze *et al.*, 2011; Siddiq; D. Taylor, 2021). Tomasiello *et al.*, (2024) estimaram para as 20 maiores cidades do Brasil, utilizando dados relacionados a tempo e distância entre local de residência e estabelecimentos de saúde, que aproximadamente 230 mil pessoas de baixa renda moram a mais de 30 minutos de caminhada de um serviço de saúde.

Em outro estudo, Moreno-Monroy, Lovelace e Ramos (2018) analisaram a relação entre desigualdade de transporte e educação na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Os autores destacam como desigualdades sociais e econômicas se refletem em desigualdades espaciais, especialmente no acesso a escolas estaduais e transporte público acessível. Para isso, foi desenvolvido um índice de acessibilidade escolar que combina a distribuição espacial de adolescentes, a localização das escolas públicas e a oferta de transporte público. O estudo também simula o impacto de uma política de centralização da oferta de educação secundária pública e descobre que isso prejudicaria a acessibilidade ao transporte para estudantes que já possuem níveis baixos de acesso. Assim, a pesquisa sugere que políticas de aglomeração escolar

podem agravar desigualdades existentes e, portanto, é importante considerar os impactos na acessibilidade antes de implementar a centralização escolar.

Alguns trabalhos também têm usado medidas de acessibilidade para avaliar a eficácia dos serviços públicos em termos de tempo de resposta e proximidade de serviços de emergência (Escobar Garcia; Holguin Cardenas; Marin, 2018; Stassen; Ceccato, 2021), como também o desempenho desses serviços em situações de emergência (Zhang *et al.*, 2022). Por exemplo, um estudo em Nanjing, China, usou o tempo de viagem para medir a acessibilidade do atendimento do serviço de bombeiros na região. Os resultados mostraram variações na acessibilidade em diferentes áreas e períodos, com algumas áreas experimentando menor acessibilidade durante o horário de pico (Chen *et al.*, 2021).

2.2.4. Avaliação do uso e ocupação do solo

Tendo em mente que a acessibilidade estabelece uma interação entre transporte e uso do solo, é possível utilizar métricas de acessibilidade para investigar o impacto das mudanças no uso do solo em relação ao acesso a oportunidades e recursos. Tais mudanças têm um impacto significativo na demanda de viagens e na acessibilidade por parte da população de uma determinada região (Jayasinghe *et al.*, 2021; Kuemmerle *et al.*, 2016).

Alguns estudos têm mostrado que políticas de uso do solo, como aumento da densidade, uso misto em edificações e melhoria na conectividade viária, podem reduzir as viagens de veículos por meio de mudança de modo ou redução da duração das viagens (Choi; Paterson, 2019). Outros estudos têm analisado questões relacionadas à otimização do processo de diversificação do uso do solo (Kasraian *et al.*, 2016), bem como buscado compreender os impactos de novos modelos de desenvolvimento urbano, como o desenvolvimento orientado ao transporte público (Hishiyama; Gonzales Taco, 2021).

Estudos também têm mostrado que regiões com maior acessibilidade a oportunidades de emprego, têm uma probabilidade ainda maior de atrair mais empregos e população (Nuissl; Siedentop, 2021), mesmo que o aumento da acessibilidade também seja acompanhado pelo aumento dos preços dos imóveis (Kim; Jin, 2019). Por exemplo, Heres, Jack e Salon (2014) analisaram a implantação do sistema de BRT TransMilenio em Bogotá e constatou um aumento da renda dos moradores que residiam nas proximidades das estações. Os autores discutem a possibilidade que trabalhadores de maior renda se mudaram para as áreas mais próximas, já que, ao tornar a região mais acessível, os custos relacionados à viagem caíram, com a redução do tempo de deslocamento e um menor custo para o transporte.

2.2.5. Avaliação de planos e programas de transporte

Por fim, métricas de acessibilidade podem ser utilizadas para medir o impacto dos planos e programas de transporte (Levinson; King, 2020; Merlin; Levine; Grengs, 2018). Nessas avaliações é possível utilizar a acessibilidade para analisar como as mudanças propostas podem aumentar, ou reduzir, o acesso a oportunidades para a população. De maneira complementar, é possível utilizar a acessibilidade para fazer monitoramento das propostas, analisando se as metas e objetivos estabelecidos estão sendo alcançados (Boisjoly, Genevieve; El-Geneidy, 2017; Handy, 2005).

No entanto, poucos planos têm indicadores específicos baseados em acessibilidade para orientar os processos de tomada de decisão. Boisjoly, Geneviève e El-Geneidy (2017) realizaram uma avaliação de 32 planos de transporte metropolitano na América do Norte, Oceania, Europa e Ásia. Eles constataram que 22 dos 32 planos analisados incluíram metas relacionadas à acessibilidade em seus objetivos e 17 apresentaram indicadores de acessibilidade para avaliar a relação entre uso do solo e projeto de transporte. Em um estudo, Proffitt *et al.*, (2019) avaliou 42 planos regionais de transporte dos Estados Unidos e verificou que, embora a maioria dos planos regionais tenham metas e objetivos associados à acessibilidade, poucos planos e medidas são colocados em prática.

Essa lacuna na implementação de indicadores específicos de acessibilidade nos planos de transporte evidencia desafios estruturais no planejamento e execução de políticas públicas. A ausência de instrumentos práticos para traduzir metas em ações concretas e a falta de integração com políticas de uso do solo resultam em abordagens fragmentadas, incapazes de promover uma acessibilidade eficiente e equitativa. Ademais, a priorização de intervenções rápidas e visíveis desfavorece medidas que demandam uma abordagem sistêmica de longo prazo, tornando a acessibilidade uma meta declarada, mas raramente operacionalizada.

2.2.6. Síntese das possibilidades de uso da Acessibilidade

Ao revisar a literatura sobre as diversas aplicações da acessibilidade em estudos urbanos e de transporte, é possível observar que os princípios fundamentais da acessibilidade, são aplicáveis a uma ampla variedade de contextos e situações urbanas. Nesse sentido, o Quadro 1 oferece uma síntese das principais possibilidades de uso da acessibilidade no planejamento de sistemas de transporte, derivadas da revisão da literatura realizada nesta seção. Ainda que a extensão e a complexidade do tema possam limitar a abordagem de todas as possibilidades de uso, este quadro oferece uma estrutura para contextualizar e compreender as diferentes maneiras pelas quais a acessibilidade pode ser considerada e avaliada em ambientes urbanos.

Quadro 2 - Possibilidades de uso da acessibilidade no planejamento de sistemas de transporte

Possibilidade	Utilização	Descrição	Benefícios	Desafios	Exemplos
Avaliação de desigualdades e participação social	Avaliação de desigualdades socioeconômicas e socioespaciais	Utiliza medidas de acessibilidade para identificar desigualdades sociais	Melhoria da equidade social e acesso a serviços	Falta de validação empírica da relação entre acessibilidade e participação social	Allen e Farber (2020); Giannotti et al. (2021)
	Avaliação da participação social	Mede a inclusão social através da acessibilidade a oportunidades	Aumento da participação social e redução da exclusão social	Limitações em medidas de acessibilidade para capturar heterogeneidade individual	Lucas, van Wee e Maat (2016); Preston e Rajé (2007)
Avaliação de impacto de projetos e infraestruturas	Avaliação <i>ex-ante</i>	Estima os efeitos das mudanças planejadas na acessibilidade antes da implementação	Planejamento mais eficaz e previsível	Dificuldades em prever todos os possíveis impactos de um projeto	Pereira (2019); Braga, Loureiro e Pereira (2023)
	Avaliação <i>ex-post</i>	Analisa o impacto real após a implementação de projetos	Verificação da eficácia dos projetos	Limitações na obtenção de dados para análises <i>ex-post</i> detalhadas	Delmelle e Casas (2012); Turbay, Pereira e Firmino (2024)
Avaliação da distribuição espacial dos serviços ou equipamentos públicos	Avaliação da proximidade e disponibilidade	Mede a qualidade e eficácia dos serviços públicos em termos de proximidade	Melhor alocação de recursos públicos	Dificuldades na obtenção de dados detalhados sobre serviços públicos em áreas específicas	Tomasello et al. (2024); Moreno-Monroy, Lovelace & Ramos (2018)
	Avaliação da resposta e desempenho	Avalia o tempo de resposta e desempenho de serviços públicos	Melhoria na resposta a situações críticas	Necessidade de considerar a efetividade dos serviços além da sua proximidade física	Chen et al. (2021); Zhang et al. (2022)
Avaliação do uso e ocupação do solo	Impacto das mudanças no uso do solo	Investiga como mudanças no uso do solo afetam a acessibilidade a oportunidades	Planejamento urbano mais eficiente	Complexidade das interações entre uso do solo e transporte	Jayasinghe et al. (2021); Kasraian et al. (2016)
	Desenvolvimento orientado ao transporte público	Analisa novos modelos de desenvolvimento urbano baseados na acessibilidade	Redução de viagens e maior eficiência de transporte público	Necessidade de políticas complementares para mitigar efeitos adversos	Hishiyama e Gonzales Taco (2021); Heres, Jack e Salon (2014)
Avaliação de planos e programas de transporte	Medição do impacto	Mede como planos e programas de transporte afetam o acesso a oportunidades	Melhoria na tomada de decisão	Dificuldades na definição e aplicação de indicadores específicos de acessibilidade	Boisjoly, e El-Geneidy (2017); Proffitt et al. (2019)
	Monitoramento e implantação	Acompanha se as metas e objetivos de acessibilidade dos planos de transporte estão sendo atingidos	Garantia de cumprimento dos objetivos	Dados insuficientes para monitoramento contínuo	Boisjoly, e El-Geneidy (2017); Proffitt et al. (2019)

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Embora nem todos os estudos empreguem os mesmos métodos, ou tenham objetivos semelhantes, é possível observar que a acessibilidade é utilizada principalmente para identificar disparidades no acesso a oportunidades, entre diferentes grupos populacionais e em diferentes

regiões geográficas. Fazendo com que mesmo os estudos que não tenham como abordagem principal identificar desigualdades socioespaciais, possam inadvertidamente contribuir para a compreensão dessas disparidades.

Isso ocorre principalmente porque a acessibilidade é sensível a variáveis sociais e econômicas, como renda, idade, gênero, e localização geográfica. O que significa que os estudos de acessibilidade podem capturar as diferentes necessidades e capacidades de acesso de grupos diversos, destacando as desigualdades que podem surgir devido a essas diferenças.

2.3. MANEIRAS DE SE MEDIR ACESSIBILIDADE

Em função do caráter multidisciplinar do estudo de acessibilidade, existem diversas formas de se medir a acessibilidade, e nas últimas décadas, diversos avanços foram alcançados relacionado a capacidade de mensuração dos níveis de acessibilidade (Marwal; Silva, 2022; Van Wee, 2016). Porém, é possível afirmar que condições favoráveis de acessibilidade vão depender de uma relação entre o uso do solo; a capacidade de deslocamento dos indivíduos utilizando os modos de transportes; e de questões socioeconômicas ligadas a cada indivíduo.

Com base nisso, Geurs e Wee (2004) colocam que medidas de acessibilidade possuem quatro componentes essenciais:

- a) **Componente do Uso do Solo:** se relaciona com a quantidade e a qualidade da distribuição das oportunidades espacialmente; com a demanda por essas oportunidades a partir dos locais de viagem, onde as pessoas vivem; e com a relação entre a oferta e a demanda dessas oportunidades;
- b) **Componente do Transporte:** se relaciona com a distância entre a origem e destino a partir de um modo de transporte. A análise desse componente avalia variáveis como tempo de viagem e de espera; presença de estacionamentos; custos da viagem; confiabilidade da viagem; e conforto e risco da viagem;
- c) **Componente Temporal:** se relaciona com a disponibilidade das oportunidades em função de diferentes horários e dias;
- d) **Componente Individual:** se relaciona com as dificuldades, de acordo com as características dos indivíduos, de alcançarem as oportunidades. A análise desse componente avalia variáveis como: renda; níveis de qualificação para as próximas oportunidades; gênero etc.

Uma das análises colocada pelos autores é de que todos os componentes possuem capacidade de influenciar outros os componentes de acessibilidade. Por exemplo, uma boa

oferta de uso do solo, a partir da distribuição das oportunidades (componente do uso do solo), pode diminuir as distâncias e consequentemente, influenciar a escolha do modo de transporte e o tempo das viagens (componente do transporte). Entretanto, nada disso pode ser relevante se o indivíduo não possuir disponibilidade (componente temporal), ou apresentar dificuldades para alcançar aquela oportunidade (componente individual).

Considerando as múltiplas possibilidades de análise, a partir da relação entre os componentes, existem diversas variáveis que podem ser levadas em consideração para a construção de medidas de acessibilidade. Atualmente, a maioria das aplicações utilizam medidas baseadas em lugares (*location-based measures*); na infraestrutura (*infrastructure-based measures*) e na utilidade (*utility-based measures*), mas também existem algumas abordagens focadas nos indivíduos (*person-based measures*) (Geurs; Van Wee, 2004).

As "*location-based measures*" (medidas baseadas em lugares) referem-se a uma abordagem que avalia a acessibilidade com base na proximidade espacial entre as oportunidades (como empregos, escolas e serviços de saúde) e a população que busca acessá-las. Essas medidas consideram a distribuição geográfica dos serviços e as características das redes de transporte para determinar quão facilmente as pessoas podem alcançar essas oportunidades a partir de diferentes pontos de origem. O foco dessas medidas está em quantificar a facilidade, ou a dificuldade, de acesso que uma localização específica oferece.

Já as "*infrastructure-based measures*" (medidas baseadas na infraestrutura) focam na qualidade e capacidade da infraestrutura de transporte em suportar o movimento de pessoas e bens. Essas medidas avaliam a eficiência e a capacidade da rede viária, do transporte público e de outras formas de transporte em permitir que as pessoas alcancem as oportunidades desejadas. Elas consideram fatores como a densidade e conectividade das redes de transporte, a frequência e cobertura dos serviços de transporte público, bem como a condição e capacidade das vias. Essa abordagem ajuda a avaliar como a infraestrutura existente pode facilitar ou limitar a mobilidade e, indiretamente, a acessibilidade, permitindo a identificação de gargalos e de áreas que requerem melhorias para garantir um acesso mais equitativo e eficiente.

Além disso, essas medidas não capturam a distribuição espacial das oportunidades (como empregos, serviços e áreas de lazer) em relação aos locais de residência dos usuários. Um sistema de transporte eficiente em termos de mobilidade pode não necessariamente resultar em alta acessibilidade se as oportunidades estiverem distribuídas de forma desigual ou distante das áreas residenciais. Por exemplo, uma infraestrutura viária de alta capacidade pode permitir deslocamentos rápidos, mas se o local de destino dos usuários estiver a longas distâncias ou

concentrado em áreas específicas, a acessibilidade será limitada para a maior parte da população.

As "*utility-based measures*" (medidas baseadas na utilidade) utilizam conceitos econômicos derivados da teoria da utilidade para avaliar os benefícios econômicos que os usuários obtêm com o nível de acessibilidade disponível. Essas medidas consideram a satisfação ou utilidade que um usuário experimenta ao acessar uma determinada quantidade de serviços ou atividades, levando em conta fatores como a distância ou o tempo necessário para chegar a esses destinos. No entanto, devido à necessidade de incorporar uma variedade de fatores e variáveis individuais, a aplicação dessas medidas pode exigir análises mais sofisticadas e modelagens complexas. Isso torna as medidas baseadas na utilidade mais difíceis de serem implementadas em comparação com outras medidas de acessibilidade.

Quadro 3 - Síntese das principais características de cada tipo de medida segundo Geurs e Wee (2004).

Tipo de Medida	Descrição	Foco Principal	Vantagens	Desvantagens
<i>Location-based measures</i>	Avaliam a acessibilidade com base na proximidade espacial entre oportunidades e a população.	Proximidade entre locais de residência e oportunidades.	Simples de aplicar; útil para identificar áreas com baixa acessibilidade.	Não considera a qualidade da infraestrutura ou as preferências individuais.
<i>Infrastructure-based measures</i>	Avaliam a qualidade e capacidade da infraestrutura de transporte em permitir o acesso a oportunidades.	Eficiência e qualidade das redes de transporte.	Foco em melhorias na infraestrutura de transporte.	Não considera diretamente o uso do solo ou as características individuais.
<i>Utility-based measures</i>	Utilizam conceitos econômicos para avaliar os benefícios percebidos pelos usuários com a acessibilidade.	Percepções e preferências individuais em relação ao transporte e acesso.	Fornece uma análise detalhada e personalizada da acessibilidade.	Requer modelagem complexa e análises sofisticadas; difícil de aplicar amplamente.
<i>Individual-based measures</i>	Consideram as características e circunstâncias individuais para avaliar a acessibilidade.	Características específicas de cada indivíduo (renda, idade, etc.).	Personalizada; identifica barreiras específicas enfrentadas por diferentes grupos.	Exige dados detalhados; mais complexa para implementar.

Fonte: Elaboração Própria.

Como o foco desta dissertação é avaliar o acesso a empregos, será dado um maior destaque às medidas baseadas em lugares, que permitem uma análise clara da proximidade entre as áreas residenciais e as oportunidades de trabalho. No entanto, isso não implica que outras medidas, como as baseadas em infraestrutura, utilidade ou características individuais, não possam ser aplicadas em contextos semelhantes de análise. Essas outras abordagens podem complementar a análise aqui realizada, oferecendo perspectivas adicionais sobre a qualidade da infraestrutura, as preferências dos indivíduos ou as barreiras específicas que diferentes grupos populacionais enfrentam ao acessar oportunidades de emprego.

2.3.1. Medidas baseadas em lugares

As medidas baseadas na localização são as mais comumente utilizadas (Geurs; Van Wee, 2004; Marwal; Silva, 2022; Van Wee, 2016). Por serem simples de calcular e interpretar, permitem uma análise mais direta e uma compreensão mais ampla dos níveis de acessibilidade de uma região (Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, 2017). Elas focam nos atributos locais dos destinos e são comumente aplicadas para avaliar a acessibilidade em termos de proximidade geográfica entre pontos de origem e destino. Existem quatro principais tipos de medidas dentro dessa abordagem (Marwal; Silva, 2022):

- a) **Medidas Baseadas em Distância**, que avaliam a acessibilidade pela proximidade entre dois ou mais pontos, utilizando distâncias lineares, menores distâncias entre pontos, ou medidas topológicas que consideram a conectividade dentro de uma rede;
- b) **Medidas de Oportunidades Cumulativas**, que contam o número de oportunidades acessíveis dentro de um determinado tempo ou raio de distância, oferecendo uma medida agregada da acessibilidade;
- c) **Medidas Gravitacionais**, que combinam medidas de distância e cumulativas para calcular o potencial de interação entre dois pontos espaciais, considerando a atratividade dos locais e a resistência ao deslocamento;
- d) **Medidas de Competição**, que avaliam a acessibilidade considerando a competição pelas oportunidades disponíveis, levando em conta a relação entre a oferta de serviços e a demanda populacional dentro de uma área de captação.

Embora essas medidas sejam eficazes para capturar a acessibilidade em termos de localização e proximidade, elas possuem limitações, como a incapacidade de considerar a qualidade das oportunidades acessíveis e a competição por essas oportunidades. Além disso, essas medidas tendem a simplificar a complexidade da interação entre o uso do solo e o sistema de transporte, muitas vezes ignorando variações como as preferências individuais, e as barreiras específicas enfrentadas por diferentes grupos populacionais.

No entanto, essas medidas são especialmente úteis para avaliar disparidades espaciais no acesso ao emprego, permitindo identificar áreas onde a população tem mais ou menos facilidade de acessar oportunidades de trabalho. Assim, nessa dissertação para os cálculos de acessibilidade, serão utilizadas medidas de oportunidades cumulativas (**Subseção 5.5**). Devido à sua simplicidade, essas medidas são amplamente utilizadas em estudos de planejamento urbano e de transporte, fornecendo uma base sólida para a formulação de políticas públicas que buscam melhorar o acesso a serviços essenciais (Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, 2017).

2.3.2. Medida de oportunidades cumulativas

A medida de oportunidades cumulativas é uma das abordagens mais simples e amplamente utilizadas para avaliar a acessibilidade, pois fornece uma visão clara e intuitiva do nível de acesso que uma área ou grupo populacional possui a diferentes tipos de oportunidades (Geurs; Van Wee, 2004). Sua principal vantagem é a facilidade de interpretação, o que a torna extremamente útil para o planejamento urbano e a formulação de políticas públicas. Além disso, é fácil de implementar, aplicável em diversas escalas geográficas e eficaz para comparar a acessibilidade entre regiões, facilitando a identificação de áreas que necessitam de melhorias. A simplicidade na comunicação dos resultados também permite que tanto tomadores de decisão quanto o público em geral compreendam as necessidades e os impactos das políticas, auxiliando na identificação de zonas críticas que requerem intervenções para melhorar o acesso (Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, 2017; Curl; Nelson; Anable, 2011; Van Wee, 2016).

A medida de oportunidades cumulativas é calculada utilizando uma fórmula que soma a quantidade de oportunidades acessíveis dentro de um limite de tempo ou distância estabelecido (Ver **Subseção 5.5**) (Geurs; Van Wee, 2004). Mas, a aplicação da medida envolve uma metodologia, que deve conter:

- a) Seleção dos pontos de origem e das oportunidades a serem avaliadas;
- b) Coleta de dados sobre a localização geográfica das oportunidades de interesse;
- c) Coleta de dados sobre o tempo de viagem ou distância entre os pontos de origem e as oportunidades com base nos modos de transporte selecionados;
- d) Definição de um limite de tempo ou distância dentro do qual as oportunidades serão consideradas acessíveis.

Apesar de sua simplicidade e ampla utilização, a medida de oportunidades cumulativas apresenta algumas limitações. Uma das principais é a definição arbitrária do limite de tempo ou distância dentro do qual as oportunidades são consideradas acessíveis. Esse limiar pode variar de acordo com a região ou o modo de transporte analisado, o que pode influenciar os resultados e tornar as comparações entre diferentes contextos menos precisas (Braga; Loureiro; Pereira, 2023). Além disso, essa abordagem não leva em conta a variação na qualidade das oportunidades acessíveis; todas as oportunidades dentro do limite são tratadas como igualmente desejáveis, o que pode não refletir a realidade de escolha dos indivíduos. Isso significa que uma oportunidade de emprego próxima, mas de baixa qualidade, é tratada da mesma forma que uma oportunidade mais desejável, mas que está um pouco além do limite definido.

Outra limitação importante é a incapacidade de capturar a complexidade das interações entre o uso do solo e o sistema de transporte. A medida foca apenas na contagem das oportunidades acessíveis, sem considerar fatores como a competição por essas oportunidades, o que pode resultar em uma superestimação da acessibilidade real. Por fim, como já mencionado na subseção anterior, medidas baseadas em lugares simplificam a diversidade de comportamentos e preferências individuais, muitas vezes, não sendo capazes de avaliar como diferentes grupos populacionais podem enfrentar barreiras distintas no acesso a oportunidades (Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, 2017; Merlin; Hu, 2017; Van Wee, 2016).

2.3.3. Medida de oportunidades cumulativas no acesso ao mercado de trabalho

Mesmo diante das limitações, a medida de oportunidades cumulativas é amplamente utilizada para avaliar o acesso ao mercado de trabalho, devido à sua simplicidade e capacidade de fornecer uma análise clara e quantitativa do número de empregos acessíveis a partir de diferentes locais (Merlin; Hu, 2017). Isso é especialmente útil em contextos de planejamento regional, onde a simplicidade e a clareza são essenciais para tomar decisões sobre alocação de recursos e intervenções em infraestrutura (Boisjoly, Geneviève; El-Geneidy, 2017).

No entanto, a maioria das análises de acessibilidade a empregos utiliza bancos de dados formais, como os registros administrativos de empregos formais (ex: CAGED no Brasil). Esses bancos de dados, embora abrangentes para captar empregos formais, muitas vezes não incluem o setor informal, onde está uma parcela significativa dos trabalhadores de baixa renda. Essa ausência de dados limita a compreensão das oportunidades de emprego reais disponíveis para esses trabalhadores, que, em muitos casos, dependem de atividades e demandas esporádicas não registradas formalmente. Outra questão relevante é que os padrões de deslocamento desses trabalhadores podem diferir substancialmente dos trajetos convencionais até grandes centros de emprego: trabalhadores informais tendem a buscar ocupações em áreas residenciais ou comerciais locais, o que lhes permite otimizar tempo e reduzir custos de deslocamento (Boisjoly; Moreno-Monroy; El-Geneidy, 2017).

Apesar dessas condições, é importante avaliar o acesso ao mercado de trabalho formal porque ele representa uma fonte significativa de estabilidade econômica e social para os trabalhadores. Empregos formais geralmente oferecem condições mais seguras de trabalho, benefícios trabalhistas e previdenciários, além de contribuir para a arrecadação fiscal e o desenvolvimento econômico do país. Estudos demonstram que o aumento da acessibilidade ao emprego formal está correlacionado com uma diminuição nas taxas de desemprego e uma

melhora na renda domiciliar, especialmente para grupos de baixa renda e minorias que tendem a enfrentar barreiras de acessibilidade (Jin; Paulsen, 2018).

Além disso, o acesso ao mercado de trabalho influencia diretamente a capacidade dos indivíduos de obter emprego, o que impacta sua renda, estabilidade econômica e, conseqüentemente, sua qualidade de vida. Ademais, o deslocamento casa-trabalho constitui o padrão de deslocamento mais prevalente e significativo na dinâmica da população, podendo influenciar diretamente decisões como:

- a) a **escolha da moradia**, considerando a proximidade ao local de trabalho, com o objetivo de minimizar o tempo e os custos associados ao deslocamento;
- b) a **seleção do modo de transporte**, considerando fatores como custo, tempo e conforto, de modo a otimizar a relação custo-benefício e maximizar a eficiência e o bem-estar durante o deslocamento;
- c) a **organização temporal das atividades diárias**, considerando a necessidade de equilibrar o tempo entre atividades laborais, lazer e demais responsabilidades pessoais.

Um bom acesso a empregos também aumenta as chances de as pessoas encontrarem posições que correspondam às suas habilidades e necessidades, permitindo uma melhor adequação entre oferta e demanda no mercado de trabalho. Por exemplo, Aslund *et al* (2010) utilizou medidas de oportunidades cumulativas para avaliar a acessibilidade ao mercado de trabalho. Nesse estudo foi observado que indivíduos alocados em áreas com maior densidade de empregos tiveram maior probabilidade de se estabelecerem em posições que se alinhavam melhor com suas qualificações. Isso resultou em melhores desfechos econômicos a longo prazo, como maior estabilidade no emprego e salários mais altos.

Um outro exemplo de aplicação da medida de oportunidades cumulativas pode ser visto em um estudo realizado no Canadá, que avaliou a acessibilidade e a equidade no acesso a empregos por transporte público em 11 cidades. Os resultados mostraram que a acessibilidade média aos empregos varia significativamente entre elas, sendo que Toronto apresentou os maiores níveis de acessibilidade, mas Montreal se destacou em termos de acessibilidade a empregos de baixa renda para populações vulneráveis. Os resultados também que a acessibilidade a empregos varia significativamente entre as cidades. Por exemplo, Toronto apresenta altos níveis de acessibilidade, mas quando focado em empregos de baixa renda, grupos vulneráveis em Montreal têm melhores níveis de acessibilidade do que em Toronto, mesmo com um menor número de empregos disponíveis (Deboosere; El-Geneidy, 2018).

No Brasil, um estudo realizado na RMSP analisou a relação entre empregos informais e a acessibilidade ao trabalho por transporte público. Os resultados mostraram que trabalhadores de baixa renda, especialmente aqueles que ganham menos do que o salário-mínimo, têm maior probabilidade de estarem empregados informalmente quando residem em áreas com baixa acessibilidade ao trabalho por transporte público. A cada 1% de aumento na acessibilidade ao emprego, a probabilidade de um trabalhador de baixa renda estar empregado informalmente diminui em 3% (Boisjoly; Moreno-Monroy; El-Geneidy, 2017).

Especificamente em São Paulo, capital, o projeto do IPEA "Acesso a Oportunidades", que também utiliza a medida de oportunidades cumulativas revelou profundas desigualdades na acessibilidade ao emprego. Os dados mostram que moradores das áreas centrais da cidade têm um acesso significativamente maior a empregos formais, enquanto os residentes das periferias, que dependem mais do transporte público, enfrentam severas limitações para acessar essas oportunidades. Esse padrão de desigualdade na acessibilidade ao emprego, observado em São Paulo, também foi identificado em outras capitais do país, como Curitiba, Belo Horizonte e Recife. Essa desigualdade é especialmente acentuada quando se considera a população de baixa renda que têm acesso muito mais inferior a empregos formais, especialmente em comparação com populações de alta renda nas mesmas cidades (Pereira *et al.*, 2019).

Além do IPEA, outras instituições e órgãos internacionais têm aplicado medidas de oportunidades cumulativas para avaliar o acesso ao mercado de trabalho. Nos Estados Unidos, o *Accessibility Observatory* da Universidade de Minnesota é uma referência na utilização dessas métricas, avaliando como diferentes modos de transporte influenciam a acessibilidade ao emprego em diversas RMs. Da mesma forma, na Europa, o *International Transport Forum* (ITF) colabora com a Comissão Europeia para avaliar a acessibilidade em várias cidades, utilizando medidas de oportunidades cumulativas para analisar o acesso a empregos e outros serviços essenciais, como escolas e hospitais (Levinson; King, 2020).

2.4. ACESSIBILIDADE COMO DESAFIO METROPOLITANO

Apesar do aumento significativo no número de estudos e aplicações relacionados à acessibilidade (Levinson; Ermagun, 2021; Levinson; King, 2020; Van Wee, 2016) ela ainda é subutilizada no planejamento e gestão dos sistemas de transporte (Handy, 2020). Isso ocorre principalmente por (Boisjoly, Genevieve; El-Geneidy, 2017; Ferreira; Papa, 2020; Handy, 2005, 2020; Proffitt *et al.*, 2019):

- a) o planejamento tradicional de transportes ainda privilegiar a mobilidade, focando em métricas como a velocidade de deslocamento e a capacidade das vias, em vez de como as pessoas acessam oportunidades e serviços. Tal enfoque simplifica a modelagem e o planejamento, mas não captura a complexidade das necessidades de acessibilidade;
- b) a mensuração da acessibilidade envolve uma variedade de fatores, incluindo a distribuição espacial de atividades, a eficiência dos sistemas de transporte e as características socioeconômicas dos usuários. Essa complexidade metodológica dificulta sua aplicação em processos de planejamento que são muitas vezes simplificados e padronizados;
- c) a implementação de análises de acessibilidade eficazes requer dados detalhados e de alta qualidade sobre o uso do solo, transporte e características demográficas. No entanto, a disponibilidade e a qualidade desses dados variam consideravelmente, o que pode limitar a capacidade das instituições de aplicar essas análises;
- d) instituições públicas frequentemente têm uma inércia em mudar práticas estabelecidas. A integração de novos conceitos como a acessibilidade exige mudanças nos procedimentos, formação de pessoal e, o que gera resistência;
- e) muitas vezes, as prioridades políticas não estão alinhadas com a promoção da acessibilidade. Políticos e gestores podem preferir projetos visíveis de curto prazo, como novas estradas ou sistemas de transporte, que são mais facilmente quantificáveis e publicitáveis, em vez de focar em melhorias de acessibilidade que, embora mais sustentáveis, podem ter impactos menos imediatos ou visíveis;
- f) a falta de conhecimento e treinamento em conceitos e ferramentas de acessibilidade entre planejadores e gestores de transporte também contribui para sua subutilização. Mesmo quando há interesse, a falta de capacitação técnica pode ser uma barreira significativa para a aplicação prática desses conceitos.

Outro importante fator é a separação entre as estruturas organizacionais de planejamento de transporte e planejamento urbano em muitos órgãos governamentais (Ferreira; Papa, 2020). Essa divisão estrutural reflete uma abordagem segmentada que não considera o impacto recíproco entre o uso do solo e os sistemas de transporte. Assim, o planejamento de transporte, frequentemente focado em melhorar a mobilidade por meio de indicadores como a velocidade e capacidade de tráfego, opera de forma isolada das decisões sobre o desenvolvimento urbano. Isso resulta em políticas que favorecem a expansão da infraestrutura de transporte sem levar em conta como a localização das atividades influencia a demanda por deslocamentos.

Por exemplo, é comum que revisões de leis de uso e ocupação do solo ocorram sem a participação direta de órgãos responsáveis pela mobilidade urbana. Da mesma forma, o licenciamento de novos empreendimentos habitacionais ou comerciais muitas vezes é realizado sem uma análise de mobilidade que considere o impacto desses empreendimentos na infraestrutura de transporte e na acessibilidade local. Essa falta de coordenação resulta em decisões que aumentam a pressão sobre o sistema de transporte sem que haja uma expansão planejada para suportar o crescimento urbano.

Como consequência, essa divisão estrutural pode levar a um ciclo vicioso onde a expansão da infraestrutura de transporte encoraja um desenvolvimento urbano disperso, aumentando ainda mais a dependência do automóvel e criando áreas urbanas onde a mobilidade é favorecida em detrimento da acessibilidade. Nesse contexto, a acessibilidade não apenas deixa de ser considerada para avaliação e construção de política pública, como é piorada, pois o desenvolvimento urbano disperso aumenta as distâncias entre as áreas residenciais e os serviços essenciais, como escolas, hospitais, e locais de trabalho. E, como demonstrado ao longo desta seção, a piora na acessibilidade acaba afetando principalmente aqueles que não possuem fácil acesso a um automóvel, como pessoas de baixa renda, fazendo com que esse grupo fique ainda mais isolado e com um menor acesso as oportunidades.

Em regiões metropolitanas (RMs), essas condições tendem a ser ainda mais agravadas por dois motivos principais: Primeiramente, existe uma falta de coordenação intergovernamental entre as diferentes esferas de governo que atuam em uma RM. O que resulta na formulação de políticas de desenvolvimento urbano divergentes entre os municípios; correlativamente, a integração com a política de uso e ocupação do solo, que geralmente é tratada como uma responsabilidade municipal e não metropolitana, acaba fragmentando os esforços de planejamento. Cada município pode adotar políticas de uso do solo que atendem apenas aos seus interesses imediatos, sem considerar os impactos em escala regional. Isso resulta em uma falta de coordenação na ocupação do solo, o que pode levar ao crescimento desordenado e à criação de áreas urbanas desconectadas entre si (Pedroso; Neto, 2015).

Por exemplo, um município pode, por meio de suas leis de zoneamento urbano, promover o desenvolvimento de áreas residenciais em determinadas regiões, sem considerar adequadamente a disponibilidade e a eficiência do transporte público, ou a proximidade de empregos e serviços essenciais. Paralelamente, outro município pode direcionar esforços para atrair atividades comerciais ou industriais, estabelecendo polos geradores de viagens, sem integrar essas iniciativas à provisão de habitação acessível nas proximidades.

Cabe mencionar também que a segmentação de dados ou mesmo a ausência de dados integrados entre municípios de uma mesma RM resulta em análises que não consideram de forma adequada a conurbação das áreas e a dinâmica real da população, especialmente dos habitantes fronteiriços. Essa fragmentação prejudica a compreensão do fluxo intermunicipal e das reais necessidades de mobilidade, além de comprometer a aplicação de políticas que atendam às necessidades da população de forma equitativa e eficiente.

Na atualidade, esforços legais buscam melhorar a coordenação e integração do planejamento urbano e metropolitano. (i) A Lei Federal nº 6.766/1979 exige que a conversão de solo rural para urbano em RMs passe por audiência do órgão metropolitano, após aprovação municipal (Brasil, 1979). (ii) A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) demanda que os Planos de Mobilidade sejam compatíveis com os planos diretores e metropolitanos (Brasil, 2012). (iii) O Estatuto da Metrópole, por sua vez, estabelece o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) como instrumento-chave para definir diretrizes estratégicas e projetos estruturantes nas RMs, exigindo a compatibilização dos planos diretores municipais com o PDUI para promover um desenvolvimento urbano mais coeso (Brasil, 2015).

Todavia, não existem esforços legais explícitos voltados especificamente para a acessibilidade urbana. Além disso, o que se observa, em termos práticos, é uma aplicação limitada do conceito de acessibilidade tanto nos municípios quanto nas RMs. Mesmo nas RMs onde há esforços para integrar a gestão dos sistemas de transporte público, ainda há uma desarticulação significativa entre os diferentes níveis de governo e uma falta de integração com as demais FPICs. Isso resulta em uma aplicação prática limitada do conceito de acessibilidade, visto que as estruturas de gestão não conseguem coordenar outros serviços comuns, especialmente o uso e ocupação do solo urbano e transporte (Oliveira; Meira; Santos, 2021).

O cenário é agravado nos casos em que ocorre uma coexistência de múltiplos sistemas de transporte em uma mesma região, sem uma integração efetiva entre eles, o que compromete a eficiência do acesso a oportunidades. Sendo assim, diante de tudo o que foi exposto até aqui, a próxima seção irá discutir a importância da integração metropolitana no contexto do transporte público no Brasil, abordando como a desarticulação entre os diferentes sistemas de transporte e as esferas de governo impacta negativamente a mobilidade urbana. A discussão destacará a relevância de uma coordenação eficaz e a implementação de um planejamento integrado, essencial para superar as barreiras existentes e garantir um sistema de transporte público mais eficiente e conectado nas RMs.

3 INTEGRAÇÃO METROPOLITANA E TRANSPORTE PÚBLICO NO BRASIL

A integração dos sistemas de transporte público desempenha importante papel no desenvolvimento urbano e na melhoria da acessibilidade nas grandes cidades brasileiras (ANTP, 2007). No entanto, além das políticas direcionadas ao transporte público, uma integração eficiente requer a harmonização com as políticas de desenvolvimento urbano, envolvendo não apenas as entidades de transporte, mas também agências e órgãos responsáveis pelo planejamento e gestão urbana (Lima Neto; Orrico Filho, 2015; Pedroso; Neto, 2015).

Em RMs, essa condição torna-se ainda mais desafiadora, dada a presença de múltiplas esferas governamentais (Oliveira; Meira; Santos, 2021). Por isso, esse capítulo tem como objetivo fornecer uma análise sobre gestão metropolitana, planejamento e integração do transporte público e metropolitano no Brasil. O capítulo é dividido em três partes distintas. A primeira parte, aborda o surgimento das RMs e sua institucionalização, destacando a evolução histórica e as mudanças legais que reconheceram oficialmente essas áreas como unidades administrativas. A segunda parte examina o histórico do transporte metropolitano no país, desde suas origens até as transformações nos modelos de gestão ao longo do tempo. Por fim, é apresentada uma breve contextualização do que é, e a importância da integração no transporte público.

Embora essas partes possam ser distintas em seus enfoques, todas convergem para a mesma conclusão: a necessidade imperativa de um planejamento integrado das políticas de transporte do país. A metodologia para revisão da literatura adotada para este capítulo combina uma abordagem narrativa, com foco histórico, nas duas primeiras partes, e uma análise conceitual na última. Na primeira parte, que trata do surgimento das RMs e sua institucionalização, a pesquisa histórica será conduzida com base em documentos oficiais, legislação e registros históricos relevantes.

Na terceira parte, referente à integração do transporte público, a metodologia adotará uma abordagem mais conceitual. Será realizada uma revisão de literatura focada em estudos que abordem os conceitos de integração no transporte público, seus tipos e os benefícios associados.

3.1. RMS E TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO

Durante o século XX, o Brasil vivenciou um processo de transformação econômica e social, através da expansão da atividade industrial, concentração de investimentos nas áreas urbanas, modernização do campo e crescimento demográfico (Fausto, 2021; Santos, 2013, 2021; Villaça, 1998). Tais condições fizeram com que o processo de urbanização do país passasse a ir além dos limites político-administrativos dos municípios, criando um cenário de interdependência e integração socioeconômica entre áreas urbanas vizinhas (Azevedo, 1975).

Essas áreas enfrentavam problemas comuns, como o crescimento acelerado, que pressionava os recursos naturais, impactando a mobilidade, a habitação e o meio ambiente, e demandando, assim, um planejamento integrado. No entanto, a falta de uma estrutura político-administrativa adequada ocasionava falta de gestão e coordenação, levando a disparidades socioeconômicas, ineficiências e dificuldades na implementação de políticas públicas (Guimarães, 1984). Para superar esses problemas, era necessário formalizar mecanismos de cooperação entre os governos: federal, estadual e municipal. Assim, em 1967, a Constituição Federal introduziu o conceito de RMs na legislação brasileira, como “Municípios que, independentemente de sua vinculação administrativa, integrem a mesma comunidade socioeconômica, visando à realização de serviços de interesse comum” (Brasil, 1967).

As aglomerações metropolitanas não constituem fenômeno de âmbito local, a ser equacionado isoladamente pelas autoridades municipais ou por entidades intermunicipais que venham a ser criadas. A magnitude dos problemas nelas encerrados, de natureza não só urbanística mas econômica e social, vem exigindo maior participação do Governo Federal na criação de melhores condições para o encaminhamento de soluções cabíveis. (IPEA, 1969, p.5)

Apesar da introdução do conceito de RM na legislação, a falta de definição do formato administrativo dessas regiões ainda gerava grandes desafios. Isso porque, a Constituição Federal de 1967 não permitia a criação de um quarto nível de governo federado, o que suscitou debates acerca do caráter administrativo dessas tais regiões. E essa indefinição tornava complexo estabelecer uma estrutura eficaz de gestão para lidar com os problemas socioespaciais, ambientais e urbanos entre os municípios (Azevedo, 1975).

Para lidar com esse impasse, o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU) propôs um modelo de administração via entidade metropolitana, centralizado na esfera Estadual. A base para essa abordagem residia no entendimento de que os serviços comuns, ao abrangerem diversos municípios, ultrapassavam o âmbito local, assumindo uma dimensão estadual. Nessa configuração, os municípios não teriam participação efetiva ou direta na administração desses serviços, ficando dependentes do planejamento estadual (Garson, 2009).

3.1.1. A Institucionalização das Regiões Metropolitanas

Posteriormente, em 1973, a Lei Complementar nº 14 criou as primeiras RMs do Brasil. Essa iniciativa, caracterizada por um processo centralizador, definiu o conceito de RM, estabelecendo as oito primeiras RMs específicas no país: São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. A lei também definiu o que era “serviço comum”, e como deveria ser a gestão metropolitana, a partir de entidade metropolitana³ vinculada ao governo estadual (Brasil, 1973).

O estabelecimento das RMs, no entanto, ocorreu sem um diálogo adequado com os estados e municípios (Adeodato, 2010; Garson, 2009). Consequentemente, uma estrutura administrativa uniforme foi implementada em várias regiões, mesmo que estas estivessem em diferentes estágios de desenvolvimento. O Objetivo central por trás dessa ação era de fortalecer a integração nacional com instituições centralizadas responsáveis pela alocação de recursos federais, com o mínimo envolvimento do nível local (Azevedo, 1975).

A principal forma de participação da União era por meio da liberação de recursos financeiros para as RMs. Através de planos elaborados pelo governo federal, os recursos eram alocados para financiar projetos, de transporte, infraestrutura urbana, saneamento básico, entre outros (Maricato, 2011). Além disso, a União também tinha um papel ativo na elaboração de políticas públicas, definindo diretrizes para o desenvolvimento urbano (Adeodato, 2010).

Ficava evidente assim, o interesse do governo federal em implantar um modelo centralizado, tecnocrata e pouco participativo de gestão dessas regiões. No entanto, frequentemente, decisões eram tomadas sem o envolvimento significativo das autoridades estaduais e municipais, resultando em soluções que não se alinhavam às características e necessidades únicas dos municípios envolvidos (Guimarães, 1984). Além disso, a concentração da autoridade decisória na União impediu a adaptabilidade e a agilidade necessárias para abordar eficazmente questões específicas de cada RM. Consequentemente, o modelo centralizado de gestão, levantou preocupações sobre sua adequação e eficácia no gerenciamento das questões diversas e presentes em cada uma das RMs.

³ Entre elas, destacam-se: Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém – CODEM (1970 -); Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PLAMBEL (1974 - 1996); Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC (1974 -); Autarquia da Região Metropolitana de Fortaleza – AUMEF (1975 - 1991); Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife – FIDEM (1975 -); Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador – CONDER (1974 -); Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – FUNDREM (1975- 1989); Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional de Porto Alegre – METROPLAN (1975 -); Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A. – EMPLASA (1975 - 2018).

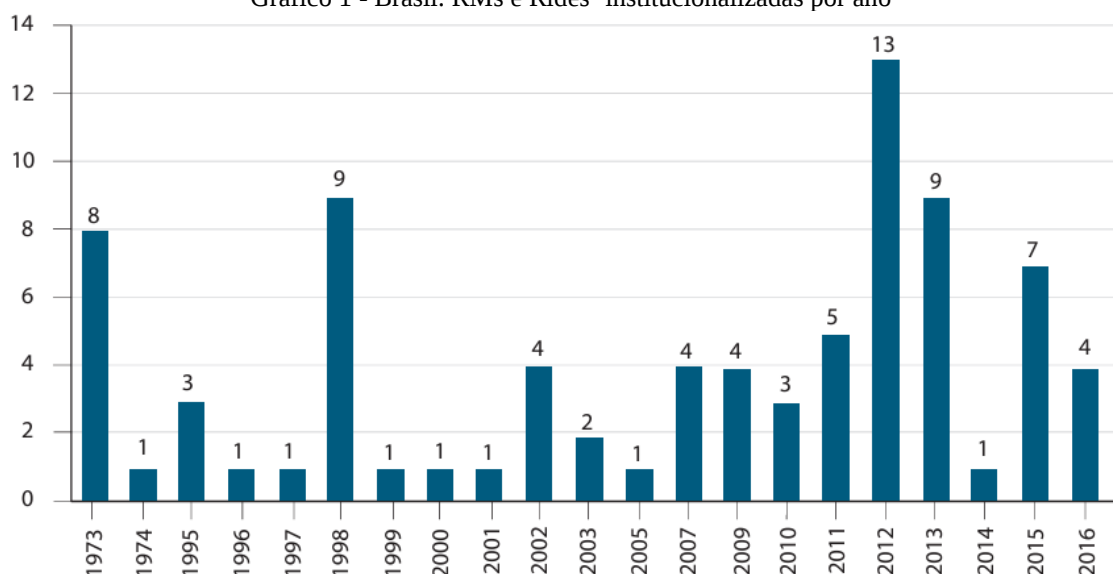
3.1.2. As regiões metropolitanas na Constituição de 1988

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, houve uma mudança significativa na abordagem de gestão das RMs. A nova Constituição concedeu maior autonomia aos estados e municípios na organização e gestão dessas regiões, buscando um modelo mais descentralizado e participativo (Souza, 2003). A preocupação era evitar ações centralizadoras da União, permitindo que as decisões fossem tomadas de forma mais próxima à realidade local, com o intuito de enfrentar a profunda desigualdade regional que o país já vinha enfrentando. Essa descentralização visava fortalecer o papel das esferas estaduais e municipais no planejamento e execução das políticas públicas voltadas para as RMs (Rolnik; Somekh, 2000).

No entanto, apesar da descentralização, o texto constitucional não foi suficientemente detalhado quanto à organização e ao funcionamento das RMs, deixando várias lacunas a serem preenchidas (Costa, 2016). Essa falta de clareza gerou desafios na implementação de políticas metropolitanas, especialmente no que se refere à articulação e integração das ações entre os municípios (Balbim *et al.*, 2011).

A ausência de um arcabouço normativo mais detalhado para reger as relações entre os diferentes níveis de governo e definir responsabilidades claras gerou desafios na articulação e cooperação entre estados e municípios. Paralelamente, na década de 1990, o Brasil enfrentou uma profunda crise fiscal que demandou uma redução da máquina pública e afetou a capacidade dos governos estaduais em manter e fortalecer as instituições voltadas para a gestão e planejamento dessas regiões. Tais condições fizeram com que, muitas entidades metropolitanas fossem extintas ou tivessem suas estruturas enfraquecidas na década de 1990.

Essa situação gerou um vácuo institucional e dificultou ainda mais a articulação e cooperação entre os diferentes níveis de governo. Ao mesmo tempo, com o poder concedido aos estados para criar RMs, o número delas aumentou significativamente no Brasil (Gráfico 1). Em um período de quase cinco décadas, o país passou de apenas 8 RMs em 1973 para 74 em 2021 (Costa, 2021). Em muitos casos, esse processo de criação não foi pautado por critérios técnicos ou pelo compartilhamento efetivo de funções públicas de interesse comum (FPICs) entre os municípios envolvidos (Branco; Pereira; Nadalin, 2013). Em vez disso, a criação de RMs passou a ocorrer de forma política, visando atender a interesses específicos dos governos, como acesso a recursos públicos ou fortalecimento político da região (Santos, 2018).

Gráfico 1 - Brasil: RMs e Rides⁴ institucionalizadas por ano

Fonte: (Costa *et al.*, 2018).

A consequência disto foi à criação de várias RMs apenas em teoria, sem funcionalidade real ou capacidade de atuação. Ademais, esse aumento significativo no número de RMs, somado com o declínio gradual e, às vezes, a completa dissolução dos órgãos de planejamento metropolitano, ressaltou ainda mais a fragilidade o conceito de RMs (Costa, 2016). Nesse contexto, a aprovação do Estatuto da Cidade, em 2001, estabeleceu diretrizes gerais para a política urbana, buscando promover o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras. Contudo, ainda que o Estatuto da Cidade tenha reforçado a necessidade de um planejamento urbano integrado, ele não abordou de forma específica os desafios de governança metropolitana.

Na sequência, a Lei nº 11.107/2005, conhecida como Lei dos Consórcios Públicos, representou um avanço ao regulamentar mecanismos de cooperação entre entes federativos para a gestão de interesses comuns. Contudo, a lei não enfrentou plenamente os desafios específicos de coordenação e planejamento metropolitano. Esse contexto foi ampliado pelo julgamento da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 1842, no Supremo Tribunal Federal, em 2013, que definiu que Estados e Municípios deveriam gerir conjuntamente os serviços comuns, reconhecendo a necessidade de integração entre essas esferas para tratar das funções públicas de interesse comum.

⁴ Rides (Regiões Integradas de Desenvolvimento Econômico) são regiões criadas pelo governo federal brasileiro para promover a integração econômica e administrativa entre diferentes municípios de estados vizinhos, com objetivo de impulsionar o desenvolvimento econômico e social. Diferentemente das Regiões Metropolitanas (RMs), que são formadas por municípios de um mesmo estado e voltadas para questões urbanas e funcionais de grandes centros urbanos, as Rides abrangem áreas que extrapolam fronteiras estaduais, possibilitando uma gestão compartilhada para planejamento territorial e desenvolvimento regional, o que inclui ações em infraestrutura, transporte, saneamento, e outras áreas de interesse comum.

3.1.3. Estatuto da Metrópole

Assim, em resposta aos problemas de funcionalidade e colaboração nas RMs, foi sancionada em 2015 a Lei Federal nº 13.089, conhecida como Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015). Este estatuto estabeleceu um conjunto mínimo de regulamentações que todas as RMs e aglomerações urbanas devem seguir, visando integrar e coordenar eficazmente as ações de planejamento, gestão e tomada de decisão em relação às FPICs.

O desafio institucional do novo dispositivo foi de garantir a autonomia municipal, presente na Constituição de 1988, como também, balizar as diretrizes para que se fossem formadas estruturas mínimas de gestão metropolitana. Nesse sentido, a legislação não se atreve a definir qual modelo administrativo seria o ideal, ou como deveria ser a estrutura dos órgãos, sendo determinado somente que (Martins de Sá *et al.*, 2017):

- a) As RMs devem prever diretrizes para o planejamento, gestão e execução das FPICs, por meio da elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI);
- b) Deve haver o predomínio do interesse comum, em função do interesse local, mesmo que o interesse comum vá de encontro com a autonomia municipal;
- c) Seja garantido o predomínio do interesse comum deve haver o compartilhamento da tomada de decisão pelo estado, municípios e sociedade civil;
- d) O compartilhamento da tomada de decisão deve ser acompanhado da estruturação de um sistema integrado e independente de financiamento, que conte com a participação de todos os entes federados.

Um dos principais pontos do Estatuto da Metrópole é a definição de Função Pública de Interesse Comum como “política pública ou ação nela inserida cuja realização por parte de um município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em municípios limítrofes” (Brasil, 2015). Nesse sentido, o Estatuto explicita que quando uma determinada política urbana é realizada a nível municipal, não dependendo ou causando impacto a outro município, ela deixa de ser uma função pública de interesse comum e passa a ser somente uma “função pública de interesse local”, uma função pública, conforme preconizado no Estatuto da Cidade. Não obstante, a partir deste entendimento, e considerando que a natureza do compartilhamento das FPICs entre os municípios é o que define uma RM, fica evidente que, não havendo FPIC, não existe a constituição socioespacial de uma RM.

Porém, também é necessário delinear os limites de atuação para cada uma das FPICs, o Estatuto define que a função pública é de interesse comum quando ela depende ou causa impacto a um município limítrofe. Mas não se explicita os limites da autonomia municipal para

prestação do serviço local e quais são as obrigações regionais quanto ao interesse comum. No caso do serviço de transporte público, a própria PNMU já diferencia o interesse local do interesse comum a partir das definições de transporte público coletivo, presentes no seu Art. 4º

Art. 4º Para os fins desta Lei, considera-se: I - transporte urbano: conjunto dos modos e serviços de transporte público e privado utilizados para o deslocamento de pessoas e cargas nas cidades integrantes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; (...) VI - transporte público coletivo: serviço público de transporte de passageiros acessível a toda a população mediante pagamento individualizado, com itinerários e preços fixados pelo poder público; XI - transporte público coletivo intermunicipal de caráter urbano: serviço de transporte público coletivo entre Municípios que tenham contiguidade nos seus perímetros urbanos; XII - transporte público coletivo interestadual de caráter urbano: serviço de transporte público coletivo entre Municípios de diferentes Estados que mantenham contiguidade nos seus perímetros urbanos; e XIII - transporte público coletivo internacional de caráter urbano: serviço de transporte coletivo entre Municípios localizados em regiões de fronteira cujas cidades são definidas como cidades gêmeas (Brasil, 2012).

Ou seja, assume-se como interesse comum todo serviço de transporte público intermunicipal, interestadual ou internacional que tenha continuidade entre diferentes perímetros urbanos. Para o caso das RMs, o Art. 17 da PNMU explicita que é atribuição dos estados "prestar, diretamente ou por delegação ou gestão associada, os serviços de transporte público coletivo intermunicipais de caráter urbano, em conformidade com o § 1º do art. 25 da Constituição Federal" (Brasil, 2012). Nesse caso, uma interpretação em conjunto com o Estatuto da Metrópole permite entender que essa gestão deve ser compartilhada de maneira conjunta entre estados e municípios e não centralizada unicamente nos governos estaduais.

Entretanto, não existe uma definição do nível participação do estado nos serviços locais dos municípios no contexto das RMs. Considerando que os diferentes sistemas de transporte fazem parte de uma mesma rede metropolitana, é possível supor que uma abordagem colaborativa e sistêmica seria essencial para gerenciar essa rede de forma coesa. Essa lacuna pode suscitar um cenário de maior fragmentação e descoordenação, onde cada município opera seus sistemas de transporte de forma isolada, sem a devida integração com os municípios vizinhos. Municípios com menos capacidade administrativa pode encontrar dificuldades para manter serviços de transporte adequados, agravando as disparidades regionais.

Em suma, embora o Estatuto da Metrópole tenha sido um passo significativo para uma gestão mais integrada das RMs no Brasil, ainda existem lacunas e desafios práticos que comprometem seus objetivos. Problemas como a sobreposição de competências, falta de mecanismos claros de financiamento conjunto e ausência de uma estrutura unificada de decisão continuam a ser obstáculos.

3.1.4. Panorama do transporte público metropolitano no Brasil

Como demonstrado na subseção anterior, as lacunas no modelo de governança metropolitana do Brasil têm impacto direto na gestão urbana. No caso específico do transporte público, os desafios são ainda maiores em virtude da sobreposição de competências para gestão dos sistemas (Pedroso; Neto, 2015). Isso ocorre porque a Constituição Federal de 1988 atribuiu competências aos municípios a organização, planejamento, regulação e prestação do serviço de transporte público coletivo urbano, enquanto os governos estaduais ficaram responsáveis pelo serviço de transporte público coletivo intermunicipal (Brasil, 1988).

Todavia, não houve definição sobre quem deveria fazer a gestão do transporte intermunicipal de caráter urbano, o transporte metropolitano, e cada estado acabou adotando um modelo de gestão institucional (Pedroso; Neto, 2015). Em alguns casos, como Recife e Goiânia, o estado assumiu a gestão direta do sistema urbano, enquanto em outros, como São Paulo e Curitiba, foram estabelecidas estruturas distintas para a gestão do transporte metropolitano do urbano. Em tese, é possível afirmar que os governos estaduais assumiram a gestão do transporte metropolitano, muito em função da competência de gestão do serviço intermunicipal de transporte dada aos estados na Constituição de 1988.

No entanto, é importante reconhecer que essa tendência também foi influenciada pela estruturação de órgãos de gestão do transporte metropolitano nos governos estaduais desde a criação das RMs em 1973 (Brasil, 1973). Por exemplo, em 1975, a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) criou a Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU). A EBTU buscava viabilizar a criação das Empresas Metropolitanas de Transportes Urbanos (EMTU) nas RMs do país, com o objetivo de integrar o planejamento do sistema metropolitano com o transporte intraurbano (Gomide; Galindo, 2013).

Dois casos de sucesso da criação da EMTU são observados em São Paulo e Recife, em ambas as regiões foi possível consolidar uma política de estruturação e continuidade do sistema de transporte público metropolitano. No entanto, é igualmente importante reconhecer que a estruturação da EMTU apresentou desafios, o que levou à não implementação desse modelo nas outras RMs do país. A proposta enfrentou obstáculos como a pluralidade regional, desafios políticos e administrativos, barreiras financeiras, resistência local e dificuldade em alcançar a integração intraurbana (Morales; Macêdo, 2007).

Mesmo sem o avanço na criação das EMTUs, o GEIPOT continuou atuando nas questões relativas ao planejamento regional, participando ativamente nos projetos de elaboração dos Planos de Desenvolvimento Integrado das RMs na década de 1970. Porém, com

a promulgação da Constituição de 1988, e a responsabilidade dos municípios de gerir o transporte público municipal, os modelos de prestação de serviço de transporte público assumiram, em tese, um caráter municipalista. Isso dificultou a criação de um modelo de gestão integrada do transporte público nas RMs, visto que cada município passou a ter autonomia para tomar decisões relacionadas ao transporte dentro de seus limites (Gomide; Galindo, 2013).

Acrescenta-se à problemática o fato de que com a redemocratização no final de 1980, a União perdeu força nas questões relativas ao planejamento regional. A extinção da EBTU (1991) e do GEIPOT (2002), enfraqueceram ainda mais a capacidade de coordenação e planejamento centralizado do transporte público em nível nacional. O que fez com que, cada estado e município passasse a agir de forma mais autônoma na gestão de seus sistemas. Essa lacuna na definição de diretrizes e políticas nacionais para o setor contribuiu para a proliferação de abordagens heterogêneas e frequentemente desarticuladas na gestão do transporte público.

No caso específico da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), a descentralização da gestão do transporte público revelou-se bastante problemática. Com a extinção da Companhia de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belo Horizonte (METROBEL) na década de 1990, a responsabilidade pelo serviço foi transferida para o Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER/MG). Paralelamente, a criação da Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) concentrou a titularidade das operações de transporte e trânsito dentro dos limites municipais, resultando na ausência de integração entre os sistemas (Oliveira; Meira; Santos, 2021).

Em contrapartida aos desafios enfrentados na RMBH, duas RMs no país ainda conseguiram estruturar um único sistema de transporte público abrangendo tanto o polo quanto os demais municípios da RM. Na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), o governo estadual assumiu a titularidade do serviço na capital e nos municípios da RMG por meio da Rede Metropolitana de Transportes Coletivos desde a década de 1980. Já na Região Metropolitana do Recife (RMR), o governo do estado instituiu o Grande Recife Consórcio de Transporte como uma iniciativa para gerenciar de forma integrada o sistema de transporte público da região.

Os exemplos da RMR e da RMG, sugerem que arranjos menos complexos, nos quais a responsabilidade é centralizada no governo do estado, podem facilitar a implementação de sistemas integrados de transporte público em uma RM. No entanto, o cenário da RMR e da RMG é uma exceção em relação à maioria das RMs do país, onde a gestão fragmentada e a falta de coordenação entre os diferentes níveis de governo dificultam a criação de políticas e sistemas integrados de transporte (Pedroso; Neto, 2015).

Em boa parte das RMs do Brasil, o município polo geralmente possui um sistema próprio de transporte público urbano. Nesse cenário, existe a necessidade de coordenação intergovernamental entre diferentes órgãos institucionais e em diferentes níveis de governo para a gestão do sistema (ANTP, 2007). Essa circunstância não apenas dificulta, mas em muitos casos inviabiliza a formulação de políticas de integração ou a unificação de sistemas de transporte público (Oliveira; Meira; Santos, 2021).

Dois exemplos dessa complexidade podem ser observados nas RMs de São Paulo (RMSP) e do Rio de Janeiro (RMRJ). Nessas regiões, além da presença de múltiplos sistemas de transportes, a gestão do transporte público é fragmentada entre diferentes municípios e esferas de governo, o que dificulta a implementação de uma política totalmente integrada. Assim, as políticas de integração tendem a ser mais focalizadas, envolvendo condições de uso e de tarifa específicas, como é o caso do Bilhete Único em São Paulo.

Além disso, em grandes cidades, a capacidade institucional do órgão de gestão municipal do transporte público coletivo do município polo tende a ser igual ou maior do que no nível estadual (Oliveira; Meira; Santos, 2021). Alguns fatores podem explicar esse desbalanceamento na capacidade institucional, tais como:

- a) os sistemas tendem a ser maiores e mais complexos, mesmo a área de cobertura sendo menor, o que demanda uma estrutura de gestão mais desenvolvida para lidar com essa complexidade;
- b) os órgãos municipais têm uma maior proximidade com as demandas locais da comunidade do que no nível estadual, permitindo uma gestão mais direcionada e eficaz dos serviços de transporte público;
- c) A estrutura federativa brasileira tende a enxergar o transporte público coletivo como uma necessidade municipal, o que favorece a alocação de recursos e responsabilidades para os municípios;
- d) Os governos estaduais precisam atuar em várias áreas a nível regional, e em alguns casos o serviço de transporte público metropolitano pode ser confundido como uma abordagem municipalista, o que limita o foco e a capacidade de gestão desses órgãos em relação ao transporte público.

O que se observa é que a questão da governança do transporte público metropolitano no Brasil é um tema complexo e multifacetado, que envolve não apenas a sobreposição de competências, mas também uma série de desafios estruturais e políticos. A fragmentação e a falta de coordenação entre os diferentes níveis de governo têm conduzido a soluções pontuais

e muitas vezes ineficazes, que não conseguem abordar de maneira integrada e sustentável os problemas de mobilidade urbana que transcendem os limites municipais.

Sem uma coordenação centralizada ou uma estrutura colaborativa eficaz, os entes municipais, estaduais e, às vezes, até federais operam de forma isolada, seguindo agendas próprias que muitas vezes não se alinham. Isso resulta em sistemas descoordenados que não operam em rede e atuam de maneira isolada, comprometendo a eficiência e a eficácia do transporte público metropolitano.

Portanto, há uma clara necessidade de reformulação dos modelos de gestão do transporte público, com a adoção de uma abordagem mais colaborativa e integrada que possa efetivamente atender às demandas complexas das RMs. Isso incluiria o desenvolvimento de políticas nacionais que direcionem e suportem esforços locais e estaduais, promovendo a integração entre os diferentes sistemas de transporte e facilitando o desenvolvimento de infraestruturas de transporte coletivo mais eficientes e inclusivas.

3.2. INTEGRAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO

A subseção anterior discutiu os desafios da governança metropolitana no Brasil e a complexidade da gestão do transporte público metropolitano no país, destacando a necessidade de uma abordagem coordenada para superar o cenário fragmentação administrativa atual. Um aspecto fundamental após isso, é abordar o que significa integração neste contexto.

De maneira geral, é possível tratar da integração desde políticas setoriais ligadas ao ordenamento territorial (Manaugh; Badami; El-Geneidy, 2015), até questões institucionais ligadas ao planejamento urbano e de transportes (Marsden; May, 2006). Neste trabalho, tratando de uma maneira mais específica e exclusivamente relacionada aos sistemas de transporte público, a integração é abordada a partir de duas perspectivas distintas, mas complementares entre si (Preston, 2010):

- a) **Integração institucional**, discutida nas subseções anteriores, focada na coordenação entre diferentes entidades e níveis de governo responsáveis pelo planejamento e gestão do transporte e do ordenamento territorial (Pedroso; Neto, 2015);
- b) **Integração da rede de transporte público**, discutida nesta seção, focada nos sistemas de transporte público a partir da articulação entre elementos físicos e operacionais de diferentes sistemas de transportes públicos (Hrelja; Khan; Pettersson, 2020).

Como este trabalho não examina a integração com outros modos de deslocamento, como serviços de *ride-hailing*, *bike sharing*, e o conceito de *Mobility as a Service* (MaaS), esses aspectos não são discutidos nesta subseção. No entanto, isso não ofusca a importância dessas integrações, na capacidade de conectar eficientemente diferentes modos de transporte dentro de uma única rede de transporte multimodal (Preston, 2010).

No caso específico da integração do transporte público, diversos estudos têm demonstrado que esse aspecto afeta diretamente o desempenho de toda a rede (Cervero, 1998; Chowdhury *et al.*, 2018). Entre os benefícios observados estão a redução do impacto ambiental (Cheng; Madanat; Horvath, 2016), a diminuição do tempo de deslocamento (Yao *et al.*, 2014) e a redução dos custos da viagem (Setiawan; Susilo; Setyadi, 2022), o que, por sua vez, contribui para o aumento da acessibilidade para a população (Hull, 2008; Preston, 2010).

No âmbito institucional, uma rede de transporte público integrada permite ao poder público unificar a tomada de decisões, promovendo uma maior sinergia com os instrumentos de planejamento territorial e assegurando uma alocação mais racional dos investimentos no sistema de transporte (Marsden; May, 2006). No âmbito operacional, em um primeiro momento, a integração de sistemas de transporte pode reorganizar a rede possibilitando a

otimização do uso do espaço viário e a redução de prejuízos operacionais como a sobreposição de linhas (O'Sullivan; Patel, 2004). Em um segundo momento, ela pode permitir que a rede de transporte público alcance áreas menos densamente povoadas, proporcionando cobertura a regiões que anteriormente eram negligenciadas (Cheng; Madanat; Horvath, 2016).

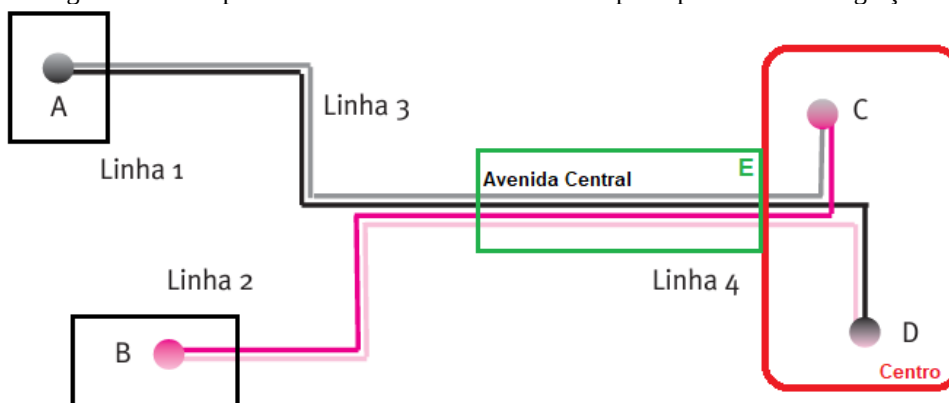
Todavia, apesar dos diversos ganhos que uma rede integrada de transporte público pode oferecer, na maioria das cidades brasileiras, historicamente, foram estruturadas redes que consistem em viagens diretas, conectando diretamente os locais de produção (bairros de origem) e atração (áreas comerciais, educacionais, etc.) de viagens (ANTP, 2007; Fernandes, 2007). Essa abordagem fragmentada resultou na constituição de redes com pouca interconexão e integração entre as diferentes linhas e modos de transporte. Como consequência, esses sistemas frequentemente não atendem adequadamente às necessidades da população.

Um dos principais problemas de redes de transporte público com pouca interconexão ou integração é que elas frequentemente sofrem com falta de cobertura adequada, principalmente porque as linhas são planejadas de forma isolada, sem considerar uma estratégia unificada para toda a rede (Figura 4). Como resultado, áreas densamente povoadas e economicamente ativas acabam sendo superatendidas devido à concentração de linhas que visam conectar outros núcleos urbanos a essa região. Por outro lado, as regiões periféricas sofrem com a subcobertura, uma vez que a lógica de planejamento direto e sem integração, frequentemente não considera a necessidade de conectividade mais ampla que beneficiaria essas áreas.

Esta subcobertura em regiões periféricas não apenas impede o acesso eficiente aos principais centros urbanos e serviços, mas também contribui para a desigualdade socioespacial. Frequentemente, as linhas de ônibus disponíveis nessas regiões são planejadas de forma subótima, resultando em paradas mais distantes e tempos de viagem prolongados. Residentes dessas áreas também enfrentam dificuldades para alcançar oportunidades de emprego, educação e saúde, o que limita o desenvolvimento socioeconômico geral da região. Além disso, a falta de serviços adequados de transporte público nessas áreas pode forçar os moradores a dependerem de transportes alternativos, muitas vezes mais caros como o *ride-hailing*, ou mesmo a assumirem o ônus financeiro e ambiental de veículos particulares.

Em contraste, a superabundância de serviços em áreas centrais pode levar à redundância de rotas, resultando em ineficiências operacionais como o congestionamento de ônibus em certos corredores, subutilização de veículos e aumento dos custos operacionais. Isso não apenas representa um maior custo operacional para a manutenção da rede, mas também pode piorar a qualidade do ar e aumentar a congestão geral do tráfego (Fernandes, 2007).

Figura 4 – Exemplo de estrutura de uma rede de transporte público sem integração.



Fonte: Adaptado de Fernandes (2007).

A rede de transporte público ilustrada na Figura 4 opera sem conexões eficazes entre si. Essa figura exemplifica os problemas associados à falta de integração. Neste sistema, cada linha opera isoladamente, e as linhas que conectam B a C e B a D se sobrepõem em uma parte significativa de seus trajetos na área central, assim como as linhas de A para C e de A para D. Essa sobreposição, não só resulta em custo operacional maior para o sistema, como em redundância de atendimento em áreas como a Avenida Central (E), ao mesmo tempo em que outras regiões, como os bairros A e B, enfrentam uma cobertura menor.

A cobertura menos eficiente nos bairros A e B significa que os residentes dessas regiões podem enfrentar desafios maiores em acessar as mesmas oportunidades, do que quem reside na Avenida Central (E). Essa condição pode contribuir para o aumento da disparidade socioespacial, já que o acesso limitado ao transporte público pode dificultar o acesso a oportunidades de emprego (Bastiaanssen; Johnson; Lucas, 2022), educação (Moreno-Monroy; Lovelace; Ramos, 2018) e outros serviços, perpetuando ciclos de desigualdade (Lucas, 2012).

Considerando as consequências negativas de um sistema sem integração, diversos estudos têm apresentado diferentes possibilidades para a integração das redes de transporte público (May; Kelly; Shepherd, 2006), com um foco particular nas operações (Liu; Cats; Gkiotsalitis, 2021) e, principalmente, nas transferências dos usuários (Chowdhury *et al.*, 2018). Esses estudos sugerem uma variabilidade de possibilidades para definir formas e tipos de integração, especificamente porque cidades e regiões têm necessidades e prioridades variadas, tornando a padronização difícil e a definição de atributos claros complexa.

Uma abordagem amplamente adotada é a proposta por Chowdhury e Ceder (2013), que identifica cinco atributos principais para um sistema integrado de transporte público: (i) **integração de rede**, que visa conectar eficientemente rotas e modos de transporte; (ii) **integração de tarifas**, que simplifica os custos e pagamentos unificando diferentes modos de

transporte sob uma única tarifa; (iii) **integração de informações em tempo real**, que fornece aos usuários informações atualizadas sobre horários e atrasos; (iv) **integração física de estações**, que facilita as transferências entre diferentes sistemas de transporte; e (v) **coordenação de horários**, que reduz os tempos de espera através de uma coordenação eficiente entre os diferentes modos de transporte.

Esses atributos podem ser sistematizados em três tipos principais de integração segundo o Art. 8º da PNMU: Integração Física, Integração Tarifária e Integração Operacional (Brasil, 2012). Esses tipos de integração não operam de forma isolada; ao contrário, são interdependentes e se complementam mutuamente (Hidalgo, 2009). Por exemplo, a eficácia da Integração física, que envolve a criação de infraestruturas como estações e terminais, é reforçada pela possibilidade de integração tarifária, que permite aos usuários acessarem diferentes linhas sob uma única tarifa (Ferraz, 2008).

Em paralelo, a integração operacional busca maximizar o desempenho da rede de transportes através da coordenação e otimização das operações de diferentes linhas de transporte dentro da rede. Além disso, pode abranger a coordenação de serviços especiais durante eventos de alta demanda ou em resposta a interrupções temporárias do serviço, garantindo que o sistema como um todo continue a funcionar de forma eficaz, mesmo em situações atípicas.

Todavia, esta dissertação não busca discutir as formas de integração operacional, embora reconheça sua importância na configuração de um sistema de transporte público eficaz. O foco principal deste trabalho está na integração tarifária. Assim, as seções seguintes explorarão duas subdivisões principais da integração tarifária: a integração físico-tarifária e a integração tarifária temporal.

3.2.1. Integração físico-tarifária

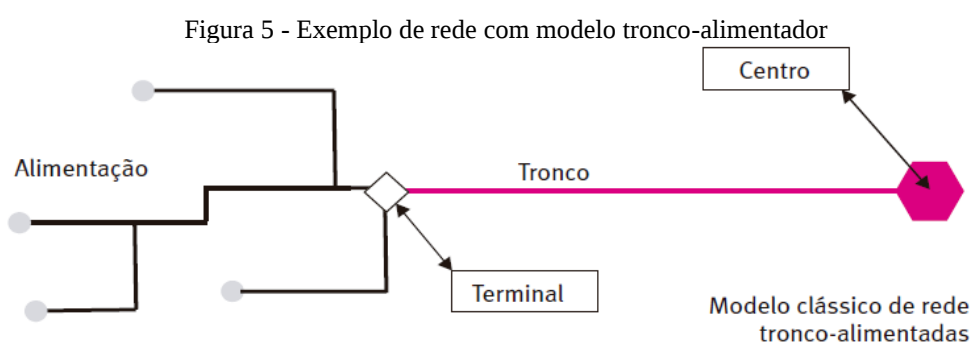
A integração física consiste na interligação da rede de transporte a partir de estruturas físicas que permitam a transferência do passageiro de um veículo para outro (Chowdhury *et al.*, 2018). Quando essas estruturas são fechadas e permitem que os passageiros façam transferências sem a necessidade de efetuar um novo pagamento de tarifa, pode-se chamar de integração físico-tarifária. Essas estruturas são conhecidas como estações de transferência, que podem variar entre estações convencionais e terminais integrados.

Por meio dessa estruturação, a integração físico-tarifária ajuda a racionalizar o sistema de transporte, minimizando redundâncias e maximizando a eficiência do sistema. Para tal, duas

estratégias principais podem ser implementadas para a constituição de redes com integrações físico-tarifárias (Fernandes, 2007):

- a) **Seccionamento de linhas para formação de linhas estruturais**, dividindo linhas de transporte mais longas em segmentos mais curtos e gerenciáveis, que são então reorganizados em linhas estruturais que servem grandes corredores ou áreas de alta demanda;
- b) **Integração por contato de rede**, integrando diferentes linhas em pontos específicos dos seus itinerários comuns ou nas suas intersecções, sem necessidade de seccionar as linhas existentes;

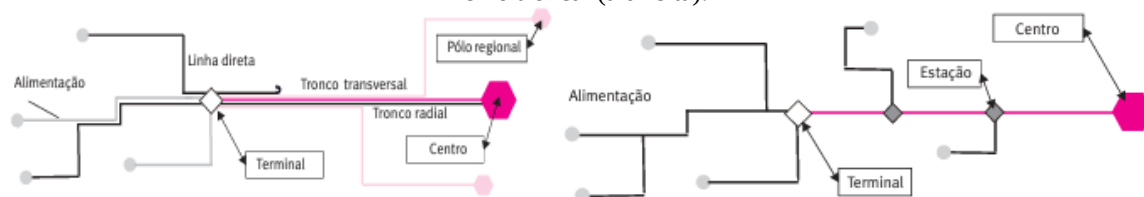
O seccionamento de linhas para formação de linhas estruturais geralmente adota um modelo tronco-alimentador, onde linhas alimentadoras conectam áreas periféricas e de menor demanda a linhas troncais que servem os principais corredores e centros urbanos de alta demanda. Este método é o mais adequado para racionalizar grandes volumes de tráfego e otimizar a utilização de veículos de alta capacidade, concentrando passageiros em rotas principais antes de distribuí-los em suas respectivas direções.



Fonte: Fernandes (2007).

Em alguns casos, a alta demanda nas estações de transferência pode tornar o modelo tronco-alimentador insuficiente. Para resolver isso, soluções mistas (Figura 6) que combinam elementos de ambos os modelos de integração podem ser implementadas. Por exemplo, estações de transferência podem ser projetadas para acomodar tanto a função tronco-alimentadora quanto transferências diretas entre serviços expressos e outras linhas de alta demanda. Além disso, a criação de múltiplas estações de transferência ao longo do eixo troncal pode facilitar a integração de linhas que não conseguem alcançar a estação principal, distribuindo melhor a carga de passageiros e melhorando a cobertura e a conveniência para os usuários (Cavalcante, 2002).

Figura 6 - Exemplo de rede com solução mista (a esquerda) e rede com estações de transferência ao longo do eixo troncal (a direita).



Fonte: Adaptado de Fernandes (2007).

Embora a integração físico-tarifária seja uma alternativa para a otimização da rede de transporte público, as estações de transferência apresentam limitações que podem impactar a eficiência e a experiência dos usuários. Em primeiro lugar, a necessidade de deslocar-se até pontos de transferência previamente definidos pode resultar em trajetos indesejados ou ineficientes, obrigando os usuários a viajar em direções opostas às de seus destinos. Esses deslocamentos adicionais, aumentam o tempo total de viagem e podem desencorajar o uso do transporte público (Soriano *et al.*, 2016).

Além disso, a construção de estações de transferência (terminais) é muitas vezes um processo caro e complexo, exigindo grandes investimentos em infraestrutura, espaço físico e equipamentos. Esses custos elevados são particularmente problemáticos em regiões densamente povoadas, onde o espaço é limitado e os preços do terreno são altos. A dependência de terminais fixos pode restringir a flexibilidade e a habilidade de ajustar a rede de transporte público a mudanças nas demandas de mobilidade urbana, limitando assim a capacidade de resposta do sistema às variações dinâmicas nas necessidades dos usuários.

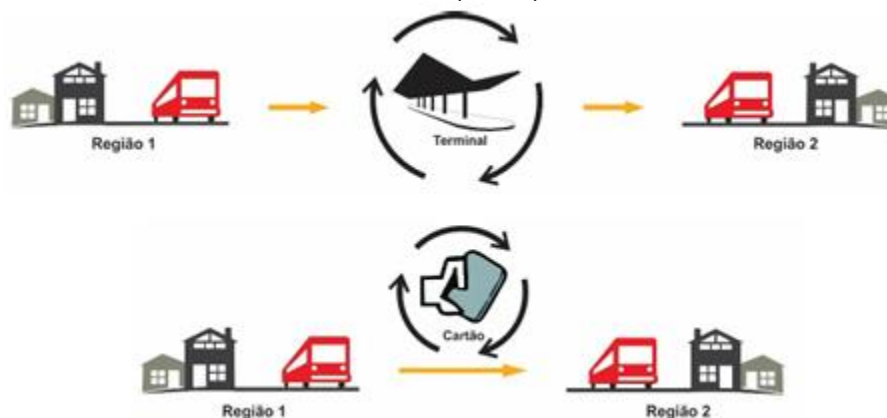
3.2.2. Integração tarifária temporal

Para superar as limitações do modelo de integração físico-tarifária, que depende de pontos específicos de transferência, como terminais e estações integradas, foi desenvolvido o modelo de integração tarifária temporal. A integração tarifária temporal pode ser definida como uma modalidade de integração no transporte público que permite ao usuário realizar uma viagem dentro de uma rede utilizando múltiplas rotas ou modos de transporte, combinados de maneira articulada dentro de um intervalo de tempo predeterminado. Nesse sistema, a cobrança é realizada por meio de uma tarifa única, calculada de forma a ser inferior ao valor total das tarifas que seriam aplicadas em cada trecho individualmente (Oliveira, 2013).

O modelo oferece maior liberdade e flexibilidade, permitindo que os usuários escolham a rota mais eficiente e conveniente para suas necessidades, sem a necessidade de se restringirem a pontos específicos para realizar transferências, como é exigido na integração físico-tarifária (Figura 7). Dessa forma, os passageiros podem realizar múltiplas transferências em qualquer

ponto da rede de transporte dentro do período estipulado, otimizando seu tempo de viagem e reduzindo os custos associados ao deslocamento.

Figura 7 - Esquemas de integração tarifária em transporte público: terminal fechado (acima) e ponto de parada aberto (abaixo)



Fonte: Consórcio ITDP GITEC Brasil (2017).

Nessas situações, a integração pode ocorrer em locais não fechados, viabilizada por sistemas de bilhetagem eletrônica. Essa tecnologia possibilita o uso de um único bilhete/cartão para múltiplas transferências entre diferentes linhas de transporte com restrições de tempo, de três modos principais:

- a) **através de uma área física específica que funciona como uma zona de integração**, semelhante a um terminal fechado em uma determinada região, onde dentro dessa área, os passageiros podem realizar as transferências;
- b) **a partir da transferência entre linhas específicas em pontos estratégicos ao longo de trechos do itinerário**, como cruzamentos de corredores de alta demanda, independentemente, ou não, da localização física da transferência;
- c) **a partir de uma integração completa**, onde os passageiros podem utilizar múltiplas linhas dentro, respeitando, ou não, o sentido da viagem ou um número máximo de transferências.

Em alguns modelos de integração tarifária temporal que utilizam bilhetagem eletrônica, pode ser cobrado um valor diferenciado para as transferências, geralmente menor do que a tarifa inicial do sistema. Embora os estudos analisados não estabeleçam um valor específico que determine o desconto necessário para classificar uma prática como integração tarifária temporal, é razoável supor que essas viagens sejam consideradas integradas quando a tarifa combinada oferecida seja significativamente mais acessível do que o custo total de várias tarifas individuais (Consórcio ITDP GITEC Brasil, 2017; Oliveira, 2013).

Nesse sentido, a simples disponibilização da integração temporal, conforme um modelo de tarifação e regras predefinidas, por si só, cria uma rede integrada, mesmo sem qualquer modificação na situação existente. Isso ocorre porque a integração tarifária temporal permite que os diferentes sistemas de transporte operem de maneira mais coesa e interligada, maximizando a conectividade entre as rotas e facilitando o acesso dos usuários a diversas áreas da cidade. Com a possibilidade de realizar múltiplas transferências dentro de um período estipulado, o sistema de transporte público se torna mais atrativo e eficiente, incentivando maior adesão ao transporte coletivo em detrimento do transporte individual.

No entanto, mesmo com os benefícios evidentes, a implantação da integração tarifária temporal no transporte público enfrenta desafios significativos, principalmente devido à fragmentação institucional e às questões técnicas envolvidas. O principal desafio é a necessidade de coordenação entre diferentes operadores de transporte, que frequentemente são geridos por órgãos distintos e têm interesses conflitantes.

Em muitas RMs, os sistemas de transporte são operados por diversas entidades, incluindo governos municipais e estaduais, cada um com suas próprias políticas tarifárias, prioridades operacionais e modelos de gestão. Essa diversidade de gestores dificulta a criação de uma governança unificada que possa supervisionar a implementação de uma integração tarifária harmonizada. A falta de alinhamento entre os diferentes entes envolvidos pode resultar em resistências, onde cada operador procura proteger suas receitas e sua autonomia, dificultando a adoção de um sistema tarifário integrado que beneficie a coletividade.

Em um segundo momento, a complexidade técnica se torna um desafio central para a implementação da integração tarifária temporal. A criação de um sistema de bilhetagem eletrônica que funcione de maneira interoperável entre diferentes sistemas de transporte público é uma tarefa que exige investimentos significativos em tecnologia. Além disso, garantir que todos os operadores adotem e integrem seus sistemas de bilhetagem a uma plataforma comum requer um alto nível de coordenação e padronização. Além disso, garantir que todos os operadores adotem e integrem seus sistemas de bilhetagem a uma plataforma comum poderia depender de um alinhamento dos contratos de concessão. Isso significa que, para viabilizar a interoperabilidade, os contratos existentes precisariam ser revisados ou renegociados para incluir cláusulas que estabeleçam requisitos técnicos e operacionais compatíveis entre os diferentes sistemas de bilhetagem.

Em um terceiro momento, a criação e operação de uma câmara de compensação tarifária se tornam indispensáveis para garantir a distribuição equitativa das receitas entre os diversos

operadores envolvidos na rede. Essa estrutura seria responsável por centralizar a arrecadação das tarifas e redistribuir os valores com base em critérios previamente acordados. A governança dessa câmara deve ser estruturada de modo a incluir representantes de todas as partes interessadas, como previsto no Estatuto da Metrópole, assegurando a participação de governos municipais e estaduais, operadores de transporte e a sociedade civil.

Superados os desafios institucionais, observa-se os desafios operacionais que envolvem pelo menos: (i) a necessidade de definir o limite de tempo para a utilização da integração tarifária temporal, e; (ii) a definição da quantidade de transferências permitidas dentro desse período. Esses parâmetros devem ser equilibrados para assegurar que a integração tarifária atenda às necessidades dos usuários sem comprometer a viabilidade financeira do sistema de transporte, mas, em alguns casos, eles podem comprometer a acessibilidade do usuário. Por exemplo, se o limite de tempo for muito curto, pode não ser suficiente para que passageiros que vivem em áreas periféricas, ou que necessitam de múltiplas transferências, completem suas viagens. Da mesma forma, limitar severamente o número de transferências pode restringir o acesso a determinados destinos, especialmente em regiões onde o transporte é fragmentado e requer múltiplas transferências para alcançar serviços essenciais.

Na próxima seção, a dissertação se aprofundará na análise específica da Rede Integrada de Transporte (RIT) da RMC. A seção analisará a estrutura atual da RIT, com ênfase na distribuição dos terminais e na organização das linhas troncais e alimentadoras, discutindo como esses elementos contribuem para a eficiência e capilaridade da rede. Serão examinados também os desafios enfrentados pela RIT, incluindo as áreas com baixa presença de terminais e a necessidade de uma maior integração tarifária para melhorar a acessibilidade em regiões periféricas.

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) foi instituída em 1973, a partir da Lei Complementar nº 14 junto com outras 8 RMs no país. Formada inicialmente por 14 municípios, que possuíam relação de interdependência, teve no ano seguinte a sua criação a instituição da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC)⁵, a partir da Lei Estadual nº 6517/74, seguindo o que havia sido estabelecido na legislação federal (COMEC, 2006).

A COMEC foi encarregada de coordenar o planejamento da RMC de maneira integrada. Isso envolveu a elaboração e execução de políticas públicas que contemplassem os interesses comuns dos municípios da RMC. Esses municípios tiveram que lidar com um acelerado crescimento populacional graças ao elevado valor dos terrenos na capital, o que dificultava o acesso a moradias acessíveis para as pessoas de renda mais baixa. Paralelamente, o sistema de transporte metropolitano evoluiu para acomodar essa demanda crescente, caracterizando-se por um sistema que facilitava o deslocamento da população desses municípios para Curitiba.

Na capital, consolidava-se o conceito da Rede Integrada de Transporte (RIT), projetada para otimizar a eficiência e a abrangência do transporte público, por meio de integrações físico-tarifárias nos terminais urbanos e corredores estruturais conectando os bairros às áreas centrais. No entanto, essa rede limita-se em sua maioria a integrações físico-tarifárias que ocorrem apenas nos terminais principais, restringindo a flexibilidade e a abrangência das conexões diretas entre bairros periféricos e outras regiões da cidade.

Diante desse apanhado, esta seção tem como objetivo proporcionar uma visão geral concisa da RMC, com uma ênfase particular nas condições atuais da rede de transporte público, em especial com relação a integração entre o sistema metropolitano e o sistema municipal de Curitiba. Ela é dividida em duas partes:

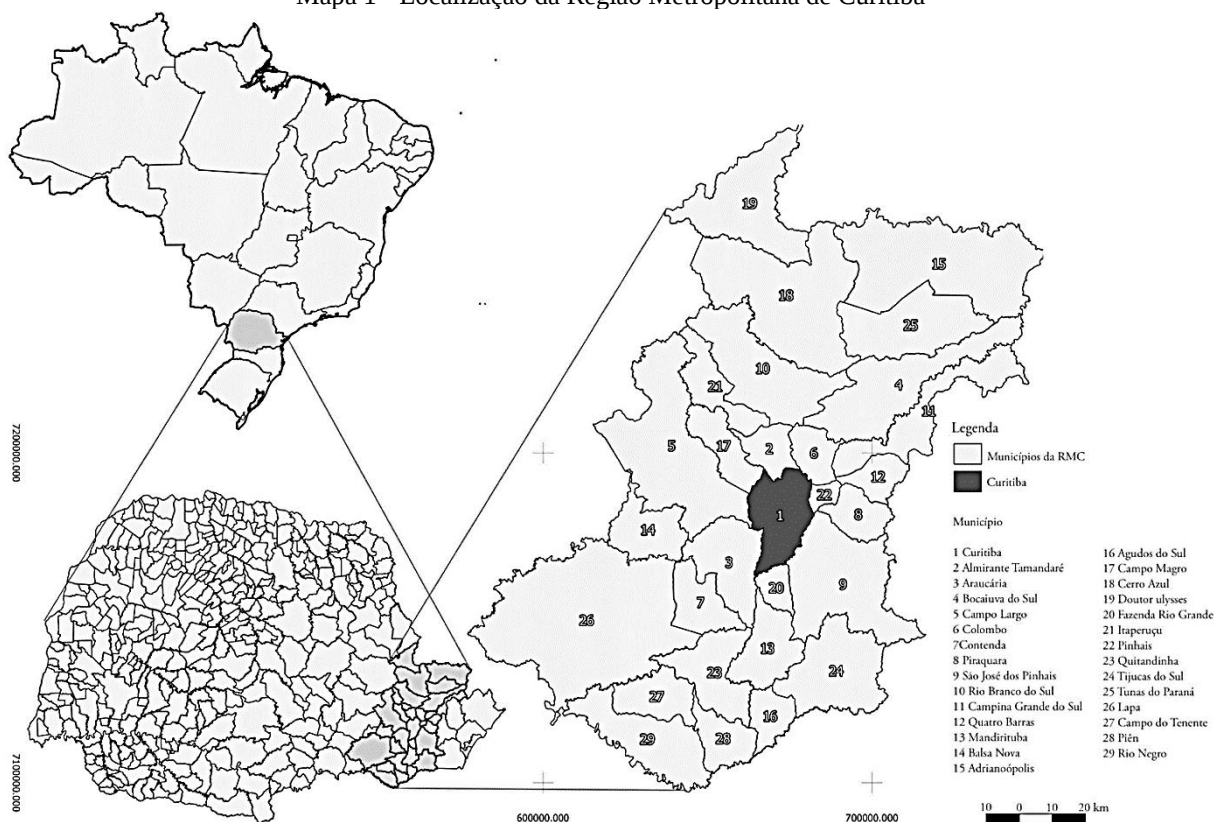
- a) a primeira parte apresenta uma contextualização histórica e demográfica da formação da RMC, destacando os principais fatores que influenciaram o crescimento populacional e urbano na região;
- b) A segunda parte foca na estrutura atual da rede de transporte público, detalhando as características operacionais e os desafios da integração físico-tarifária entre os sistemas de transporte metropolitano e municipal.

⁵ Em 2023, o Governo do Estado do Paraná promulgou a Lei nº 21.353/24. Esta lei estabeleceu a criação da Agência de Assuntos Metropolitanos do Paraná (AMEP), que assumiu as funções anteriormente desempenhadas pela Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC).

4.1. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA RMC

O processo de crescimento demográfico e econômico da RMC (Mapa 1), começou antes mesmo de sua institucionalização (1973), a partir do crescimento da cidade de Curitiba na década de 1960. Naquele momento, o êxodo rural, motivado principalmente pela mecanização da agricultura, concentração de terras e busca por melhores oportunidades de emprego, educação e serviços urbanos, fez com que a população se deslocasse de regiões mais afastadas do estado para morar na capital e nos municípios limítrofes (Stroher, 2014).

Mapa 1 - Localização da Região Metropolitana de Curitiba



Fonte: (Carmo; Moreira, 2020).

Na década de 1970, a promulgação do segundo plano diretor de Curitiba, trouxe a proposta de crescimento em torno de eixos estruturais de transporte com alta densidade, a fim de maximizar a eficiência da rede de transporte público. A proposta introduziu o conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT), integrando o planejamento do uso e ocupação do solo aos sistemas de transporte. Todavia, embora fosse objetivo principal do DOT de Curitiba incentivar a ocupação nas áreas próximas aos dos eixos de transporte, a implantação desses eixos acabou por aumentar o valor dos terrenos nessas áreas, dificultando o acesso à moradia para grupos de renda mais baixa da população (Oliveira, 2000).

Na década de 1980, o processo de ocupação dos municípios limítrofes a Curitiba se intensifica atingindo uma taxa de crescimento populacional superior a 6% ao ano, valor quase 3 vezes maior que o da capital. Já na década de 1990, grande parte da área urbana do município de Curitiba já se encontrava consolidada. Nesse sentido, os municípios limítrofes passaram a desempenhar papel essencial na configuração urbana da RMC, formando uma mancha contínua de ocupação, entre os municípios de Curitiba, Araucária, Almirante Tamandaré, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Quatro Barras, Pinhais e São José dos Pinhais. Essa região, ficou denominada como Núcleo Urbano Central (NUC), formada por municípios que apresentam "um padrão de ocupação semelhante e que concentra a dinâmica regional mais intensa" (COMEC, 2006, p. 56).

Se analisada como um todo, a RMC, entre as décadas de 1970 e 1980 obteve um crescimento populacional de 5.38% aa., com as áreas urbanas crescendo 7,19% a.a. O crescimento era maior que o de outras RMs do país, tendo o valor total de sua população elevado de 900 mil habitantes em 1970, para 2 milhões e 700 mil no início do século XXI — valor superior à taxa de crescimento da população brasileira no período (COMEC, 2006).

O crescimento populacional nas bordas das divisas municipais provocou um distanciamento entre as sedes municipais e esses núcleos fronteiriços da capital, caracterizada pela vulnerabilidade social e uma grande dependência do centro urbano para empregos, atividades comerciais e serviços essenciais (Carmo; Moreira, 2020; Stroher, 2014). Em três casos o crescimento dessas áreas foi tão elevado que ocasionou o desmembramento de municípios. Ao Sul, Fazenda Rio Grande desmembrou-se em 1990 de Mandirituba, ao Norte, em 1995 Campo Magro desmembrou-se de Almirante Tamandaré e a Leste, Pinhais desmembrou-se de Piraquara em 1992 (COMEC, 2006).

Além dos desmembramentos, a inclusão de novos municípios também alterou a configuração da RMC. Entre 1994 e 1995, foram incorporados Cerro Azul, Doutor Ulysses, Quitandinha, Tijucas do Sul, Adrianópolis e Agudos do Sul, seguidos pela adição da Lapa em 2002, e mais recentemente, em 2011, Campo do Tenente, Piên e Rio Negro. No entanto, muitos dos municípios incluídos nesse processo não apresentam características metropolitanas significativas, levantando questões sobre a coerência dessas inclusões (Ver **subseção 3.1.2**). Uma das possibilidades é que municípios em processo de crescimento podem ter buscado a inclusão na RMC como uma estratégia para alavancar oportunidades de investimento e desenvolvimento econômico, aproveitando-se da dinâmica econômica já estabelecida na área metropolitana (Bernardi; Hardt, 2017).

4.1.1. Aspectos de distribuição populacional, de renda, e de empregos na RMC

Em termos práticos, os municípios que foram incluídos a partir de 1994 não sofreram alterações significativas nas últimas décadas, nem se tornaram dependentes economicamente de Curitiba. Estes municípios também apresentam um padrão de estagnação ou declínio demográfico, observado nos censos de 2010 e 2022. Isso sugere que a integração com a metrópole não foi efetiva ou que os investimentos e políticas necessários não foram suficientemente implementados para estimular o crescimento dessas regiões.

Situação oposta, por exemplo, aos municípios do NUC que, por estarem próximos à capital, passaram por significativas alterações, impulsionadas pelo rápido desenvolvimento econômico e mudanças demográficas de Curitiba. Por exemplo, considerando a própria capital, os municípios de São José dos Pinhais, Colombo, Pinhais, Araucária, Campo Largo, Almirante Tamandaré e Fazenda Rio Grande, constituem hoje boa parte da população total da RMC e apresentam um populacional superior até mesmo ao da própria capital (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição populacional dos municípios do NUC e Arranjo Populacional (AP) de Curitiba (IBGE) para o período de 2000-2022.

Região ⁶	Município	População (Hab.)			Variação (%)	
		2000	2010	2022	2000/2010	2010/2022
Núcleo Urbano Central (NUC)	Curitiba	1.587.315	1.751.907	1.773.733	10%	1%
	Colombo	183.329	212.967	232.056	16%	9%
	Pinhais	102.985	117.008	127.019	14%	9%
	Campo Magro	20.409	24.843	29.879	22%	20%
	Campo Largo	92.782	112.377	136.237	21%	21%
	Almirante Tamandaré	88.277	103.204	119.825	17%	16%
	Araucária	94.258	119.123	151.666	26%	27%
	Piraquara	72.886	93.207	118.730	28%	27%
	Quatro Barras	16.161	19.851	24.191	23%	22%
	Campina Grande do Sul	34.566	38.769	47.799	12%	23%
	São José dos Pinhais	204.316	264.210	329.222	29%	25%
	Fazenda Rio Grande	62.877	81.675	148.873	30%	82%
Arranjo Populacional de Curitiba (AP)	Itaperuçu	19.344	23.887	23.887	23%	31%
	Rio Branco do Sul	29.341	37.558	37.558	4%	23%
	Mandirituba	17.540	22.220	27.434	27%	23%
	Bocaiúva do Sul	9.050	10.987	13.281	21%	21%
	Balsa Nova	10.153	11.300	13.395	11%	19%
Subtotal NUC (Sem Curitiba)		972.846	1.187.234	1.465.497	22%	23%
Total NUC		2.560.161	2.939.141	3.239.230	15%	13%
Subtotal AP (Sem Curitiba)		1.058.274	1.286.278	1.657.247	26%	23%
Total AP		2.645.589	3.038.185	3.362.115	15%	10%

Fonte: Elaboração Própria com base em IBGE (2000, 2010 e 2022).

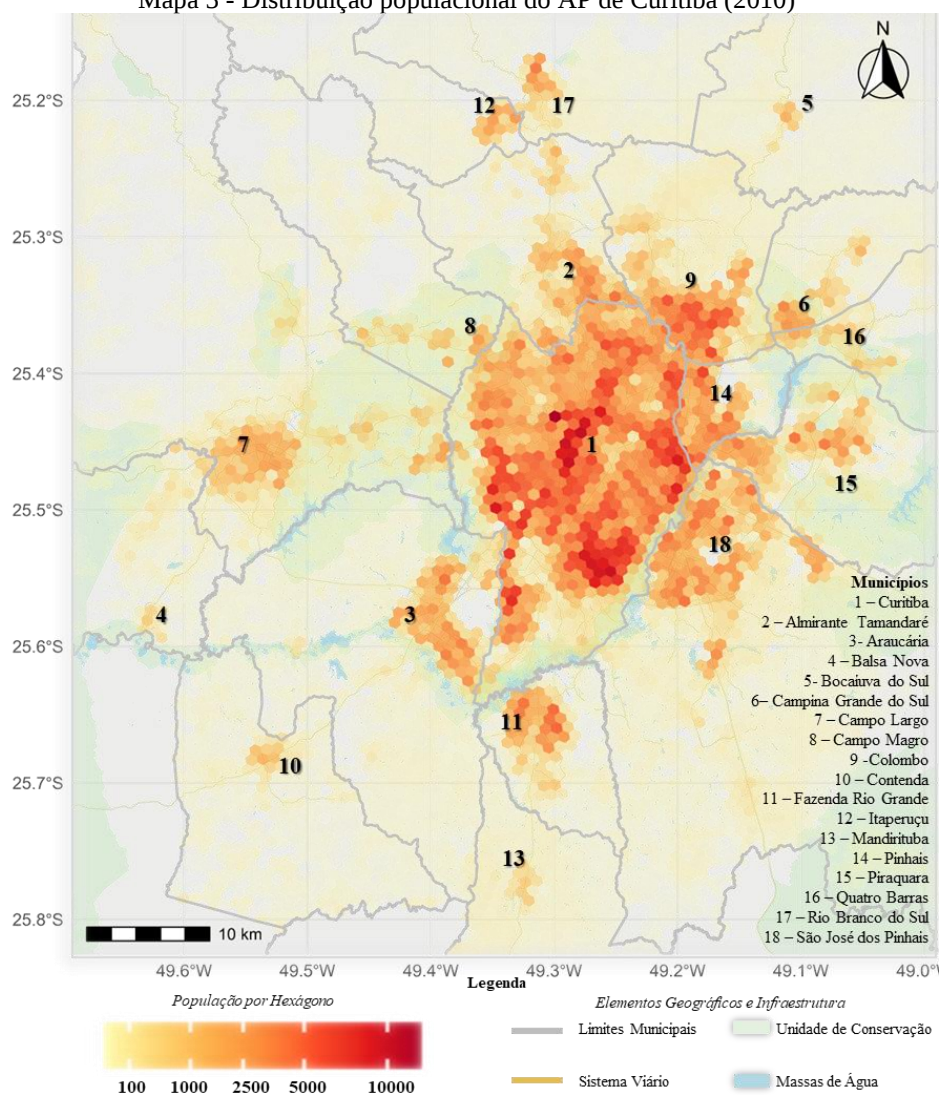
Adicionando à análise os municípios que fazem parte somente do Arranjo Populacional de Curitiba (AP de Curitiba) — como Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Balsa Nova, Mandirituba e Bocaiúva do Sul — observa-se uma tendência de descentralização do polo central de Curitiba,

⁶ Refere-se somente aos municípios incluídos nessa região. Por exemplo, todos os municípios do NUC estão presentes no Arranjo Populacional de Curitiba. Todavia, nem todos os municípios do Arranjo Populacional de Curitiba estão presentes no NUC.

e uma expansão demográfica diversificada em torno dos municípios periféricos. Os vetores de crescimento mais significativos concentram-se no vetor Sul, com municípios como São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande e Araucária, que juntos representam uma parcela considerável do incremento populacional nesse período.

Esta tendência de descentralização populacional é melhor corroborada quando se observa a distribuição espacial da população (Mapa 3), que revela uma expansão urbana contígua ao redor de Curitiba, limitada somente por áreas de fragilidade ambiental. Notavelmente, também se observa uma alta concentração populacional na Capital — que ainda possui população superior ao dos municípios do NUC e da AP de Curitiba — especialmente no vetor sul, nas áreas centrais e ao longo dos eixos estruturantes de transporte.

Mapa 3 - Distribuição populacional do AP de Curitiba (2010)⁷



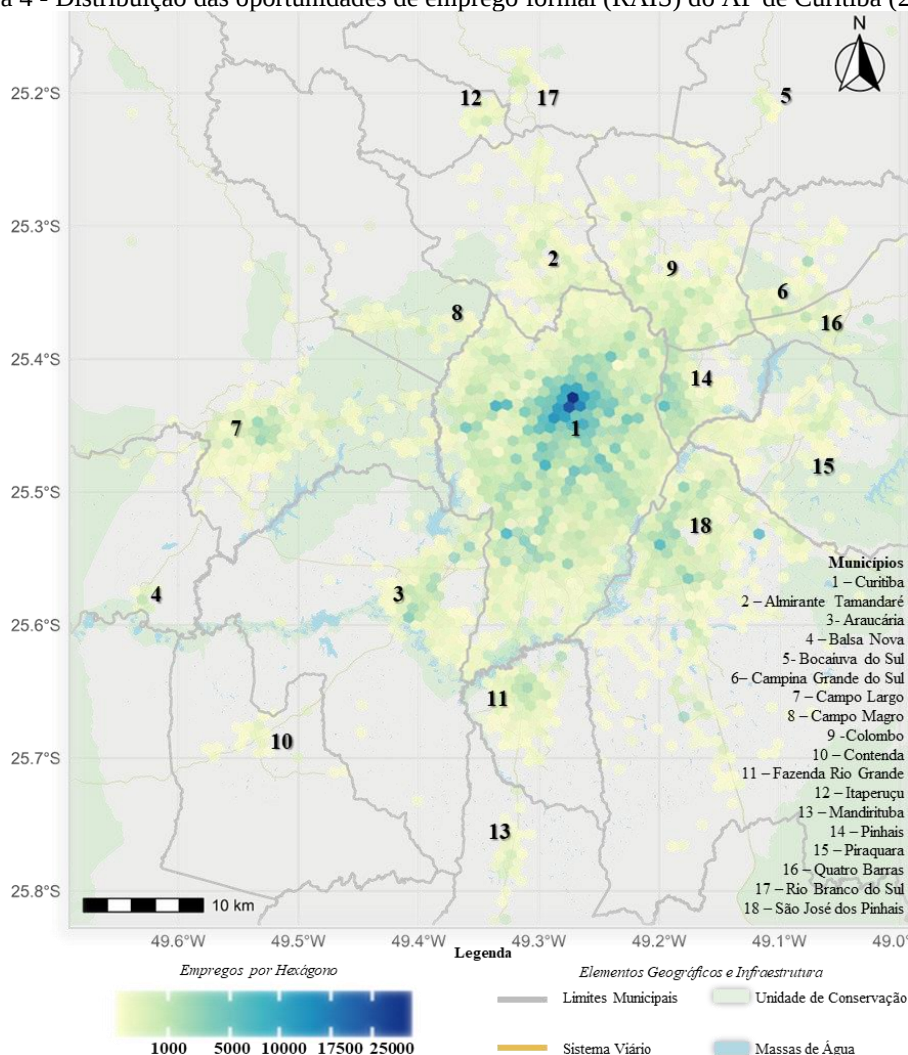
Fonte: Elaboração Própria com base nos dados disponibilizados por IPEA (2024).

⁷ Até a finalização dessa pesquisa, não havia sido disponibilizado pelo IBGE os dados populacionais consolidados por setor censitário para o censo de 2022, o que impossibilitou a utilização destes no trabalho.

Neste mapa, cada hexágono representa uma área de aproximadamente 0,737 km² (Ver **subseção 5.1.3**). Os municípios mais afastados, como Campo Largo, Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Contenda e Mandirituba, exibem uma densidade populacional menor em comparação com os municípios mais próximos de Curitiba. Desses municípios, ao norte, Rio Branco do Sul e Itaperuçu apresentam concentrações populacionais limítrofes entre si. Contrastando com a região oeste e sul que apresentam fragilidades ambientais que impedem a conurbação direta dos municípios de Campo Largo e Fazenda Rio Grande com a Capital.

A maioria dos municípios apresentam um padrão de distribuição populacional disperso, alguns mais (Campo Largo e São José dos Pinhais), outros menos (Pinhais e Campina Grande do Sul). No entanto, é relevante notar que esse padrão não se reflete em distribuição de postos de trabalho, a maior parte das oportunidades de emprego ainda está concentrada significativamente em Curitiba e em menor parte, nos municípios limítrofes, como São José dos Pinhais e Araucária (Mapa 4).

Mapa 4 - Distribuição das oportunidades de emprego formal (RAIS) do AP de Curitiba (2019).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados por IPEA (2024).

O Mapa 4 apresenta a distribuição das oportunidades de emprego formal na RMC, a partir dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2019 (ver **subseção 5.1.2**). Nele é possível observar, que Curitiba concentra a maior parte das oportunidades de trabalho na sua região central — destacada pelos tons de azul mais escuro —, bem como ao longo dos corredores de transporte. No entanto, a periferia de Curitiba exibe uma baixa disponibilidade de empregos formais, o que sugere que parcela dessa população dessa região precisa se deslocar diariamente para o centro da cidade ou para municípios vizinhos. Em algumas regiões de conurbação, é possível observar que a disponibilidade de emprego seja até maior no município vizinho do que na própria periferia de Curitiba, como é o caso de Pinhais.

Analisando os outros municípios da RMC, poucos apresentam uma disponibilidade de empregos formais comparável à de Curitiba. Alguns municípios, como São José dos Pinhais, Araucária e Pinhais, destacam-se por terem uma maior disponibilidade de empregos, beneficiando-se da proximidade com a capital e de incentivos fiscais. Em Pinhais e São José dos Pinhais, essa distribuição é mais pulverizada, com empregos dispersos por várias áreas, enquanto em Araucária, o mapa sugere uma concentração de empregos é mais centralizada.

Em contraste, municípios mais afastados, como Bocaiúva do Sul, Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Balsa Nova e Mandirituba, apresentam uma menor densidade de oportunidades de emprego, refletindo uma menor diversificação econômica. Uma das possibilidades para isso seria esses municípios possuírem um contingente populacional menor; no entanto, esses municípios também apresentam uma alta proporção de população por empregos. Isso indica que, mesmo para o tamanho da população, a oferta de empregos é insuficiente.

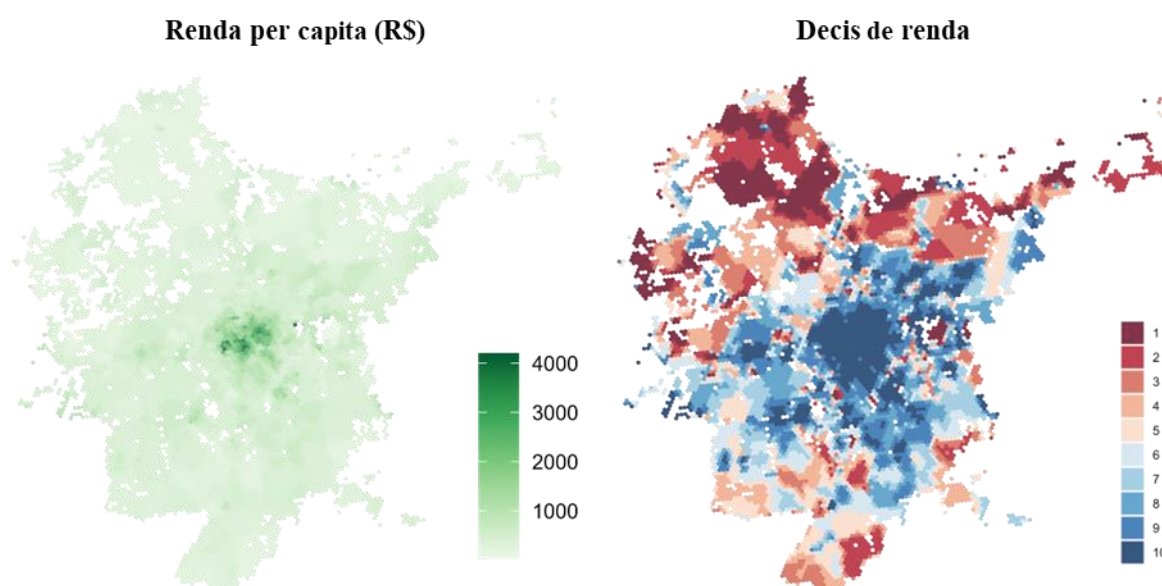
A alta proporção de empregos formais em um número limitado de setores pode indicar uma economia local concentrada, com menos diversidade de oportunidades de trabalho. Esse cenário pode ser insuficiente para absorver toda a mão de obra disponível, o que aumenta a busca por empregos informais, que frequentemente são menos estáveis e oferecem menos benefícios. Em alguns casos, essa limitação no mercado de trabalho local leva muitos trabalhadores a se deslocarem diariamente para Curitiba ou outros municípios em busca de oportunidades formais ou informais.

Paralelamente, regiões com alta disponibilidade de empregos, como o centro de Curitiba e áreas adjacentes, podem apresentar uma dinâmica imobiliária e econômica distinta. Nessas áreas, a maior oferta de empregos formais pode atrair um fluxo constante de trabalhadores, elevando a demanda por habitação e, conseqüentemente, os preços dos imóveis. Isso pode levar a um aumento do custo de vida, tornando essas áreas menos acessíveis para famílias de renda

mais baixa. Como resultado, essas pessoas frequentemente se veem obrigadas a se deslocar para as periferias ou para municípios mais distantes, onde o custo da habitação é menor.

Essa condição é mais bem observada nos mapas de Renda per Capita e Decis de renda (Mapa 3), elaborados com base nos dados do censo 2010 (ver **subseção 5.1.1**). No mapa à esquerda, que mostra a renda per capita, as áreas centrais de Curitiba são destacadas em tons de verde mais escuro, indicando uma alta concentração de renda. Em contraste, as periferias e os municípios mais afastados aparecem em tons de verde mais claro, revelando uma renda per capita significativamente menor.

Mapa 5 - Distribuição da renda e decil de renda no AP de Curitiba (2010).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados disponibilizados por IPEA (2024).

A distribuição desigual é mais evidenciada quando se observa a distribuição por decis de renda: quase toda a população de Curitiba encontra-se nos decis mais altos. Quando se observa na RMC, os decis mais altos concentram-se em regiões não urbanizadas, com baixa concentração populacional, o que sugere que essas áreas são predominantemente ocupadas por propriedades rurais.

Todas essas condições fazem com que a população de baixa renda, com baixa disponibilidade de empregos na região, acabe dependendo do transporte público metropolitano para acessar o mercado de trabalho em outros municípios e, especialmente, em Curitiba. Esse processo é histórico e remonta ao surgimento da RMC, não sendo um fenômeno novo, conforme discutido na subseção seguinte.

4.1.2. Panorama do transporte metropolitano na RMC

O crescimento da RMC pode ser dividido em dois momentos distintos. Primeiro, como mencionado nas subseções anteriores, houve um acelerado processo de urbanização e expansão territorial nos municípios próximos à capital. Esse processo foi caracterizado pelo aumento da população nas áreas limítrofes de Curitiba, atraída pelo menor custo de habitação. Posteriormente, iniciou-se uma intensificação da oferta de transporte entre a capital e esses municípios, com a expansão da rede de transporte público metropolitano para acomodar o crescente número de trabalhadores que se deslocavam diariamente para Curitiba.

Comumente, a implementação de conjuntos habitacionais em municípios limítrofes a Curitiba era rapidamente acompanhada pela expansão das linhas de transporte público, estendendo-se destes locais até a região central da Capital, que se consolidou como o "ponto terminal" das linhas metropolitanas (COMEC, 1999). Com a infraestrutura de transporte focada em facilitar o acesso à capital, a população dessas áreas periféricas frequentemente buscava oportunidades de emprego em Curitiba. Isso resultou em um padrão diário de deslocamento, caracterizado por um fluxo de residentes que se deslocam para a capital durante o período diurno para atividades e retornam aos seus municípios finais do dia.

Na década de 1980, o sistema de transporte coletivo da RM já movimentava 57 mil passageiros por dia, com um volume de 1.624 viagens diárias (COMEC, 1999). Até então, não havia distinção entre transporte intermunicipal e metropolitano. Essa distinção ocorreu apenas com o Decreto Estadual nº 1660/1992, que atribuiu à COMEC o gerenciamento do Sistema de Transporte Coletivo da RMC, enquanto o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER-PR) manteve a gestão dos sistemas de transporte intermunicipais rodoviários (Paraná, 1992).

Essa distinção possibilitou que fossem construídos os primeiros terminais de transporte na RMC, a reformulações nos itinerários das linhas metropolitanas e a implantação de linhas alimentadoras dentro dos próprios municípios conectando bairros mais afastados aos novos terminais (COMEC, 1999). Embora essas linhas tenham melhorado a acessibilidade interna dos municípios, o modelo ainda perpetuava uma forte dependência dos municípios periféricos em relação ao centro de Curitiba. Isso ocorria porque a maioria dos municípios da RMC não desenvolveu seus próprios sistemas de transporte público municipais — com exceção de Campo Largo, Araucária e São José dos Pinhais. Em paralelo, o sistema metropolitano era estruturado para facilitar viagens direcionadas à capital, fazendo com que, a população só

tivesse essa alternativa de transporte público. Em muitos casos, era mais rápido chegar ao centro de Curitiba do que a outras localidades dentro do próprio município.

A partir de 1996, essa relação entre polo-periferia se intensificou ainda mais quando começaram a ocorrer as primeiras integrações físico-tarifárias com o sistema municipal da Capital. Naquela época o Governo do Paraná, havia assinado um convênio com a prefeitura de Curitiba, por meio da URBS, que passou a operacionalizar além do sistema municipal de Curitiba, o sistema de transporte público coletivo metropolitano (COMEC, 1999).

Foram criadas as primeiras do tipo “ligeirinho” com Curitiba nos municípios de Campo Largo, Piraquara, Fazenda Rio Grande, Pinhais e São dos Pinhais. O sistema metropolitano deixou de ser um sistema que levava os usuários somente até a área central de Curitiba e passou a ser um sistema que se integrava fisicamente com o sistema de Curitiba, nos seus terminais urbanos (COMEC, 1999). Tais ações promoveram uma maior capilarização da rede, permitindo à população desses municípios limítrofes ao polo, com apenas uma tarifa, alcançar mais oportunidades na capital, além daquelas distribuídas nas áreas centrais da cidade.

A URBS gerenciou operacionalmente o sistema urbano de Curitiba e o sistema metropolitano até o fim de 2014. Durante esse período, a integração físico-tarifária entre o sistema metropolitano e o urbano era possibilitada pela alocação de subsídios do Estado para a Prefeitura de Curitiba. A separação da gestão do sistema ocorreu em janeiro de 2015, devido às divergências sobre o valor da tarifa técnica. As linhas metropolitanas, anteriormente geridas pela URBS, passaram novamente a ser responsabilidade da COMEC.

Isso, inicialmente, resultou na ruptura total da rede de integração entre o sistema urbano e o metropolitano, impossibilitando qualquer parada dos ônibus metropolitanos nos terminais urbanos de Curitiba. Como consequência, houve a necessidade da implantação de uma nova bilhetagem eletrônica para os usuários do sistema metropolitano. Além disso, a população passou a enfrentar um aumento no custo da viagem, refletido tanto no custo tarifário — devido à necessidade de adquirir novos cartões e pagar passagens adicionais — quanto no custo de tempo — com o aumento do tempo de viagem causado pelos cortes e readequações de linhas.

Entre 2017 e 2018, novos convênios entre a COMEC e a URBS foram firmados para permitir aportes tarifários e operações conjuntas em linhas específicas da RMC. Embora tenha sido possível restabelecer a integração físico-tarifária com o sistema de Curitiba nos terminais urbanos, as disputas sobre os aportes tarifários persistiram. Além disso, a COMEC continuou com a gestão operacional das linhas metropolitanas, enfrentando desafios contínuos relacionados à integração do sistema.

4.2. ESTRUTURA ATUAL DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO NA RMC

A rede de transporte público na RMC é organizada em dois tipos distintos de sistemas de gestão e operação:

- a) O **Sistema de Transporte Público de Passageiros Metropolitano** que opera em parcela dos municípios da RMC, servindo todos os municípios da AP de Curitiba e estendendo-se aos municípios de Agudos do Sul, Campo do Tenente, Contenda, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Quitandinha, Mandirituba, Piên, Rio Negro e Tunas do Paraná;
- b) Os **Sistemas de Transporte Público de Passageiros municipais**⁸ que operam nos municípios de Curitiba, Campo Largo, São José dos Pinhais e Araucária e se caracterizam por gestões locais através de concessões próprias.

Os demais municípios da RMC que não possuem sistemas próprios municipais, dependem da AMEP para a administração de suas linhas locais. Essa gestão inclui serviços que, embora operem dentro dos limites municipais, são considerados extensões do sistema metropolitano, abrangendo os municípios de: Almirante Tamandaré, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara e Quatro Barras.

É importante destacar que, nem todas as linhas nos sistemas da RMC possuem integração tarifária, seja internamente (dentro do mesmo sistema) ou entre diferentes sistemas (municipal e metropolitano). Além disso, a maioria das integrações são do tipo físico-tarifária⁹, e as linhas que permitem essa integração fazem parte da Rede Integrada de Transporte (RIT), que atende um total de 14 municípios, incluindo Curitiba (Figura 8).

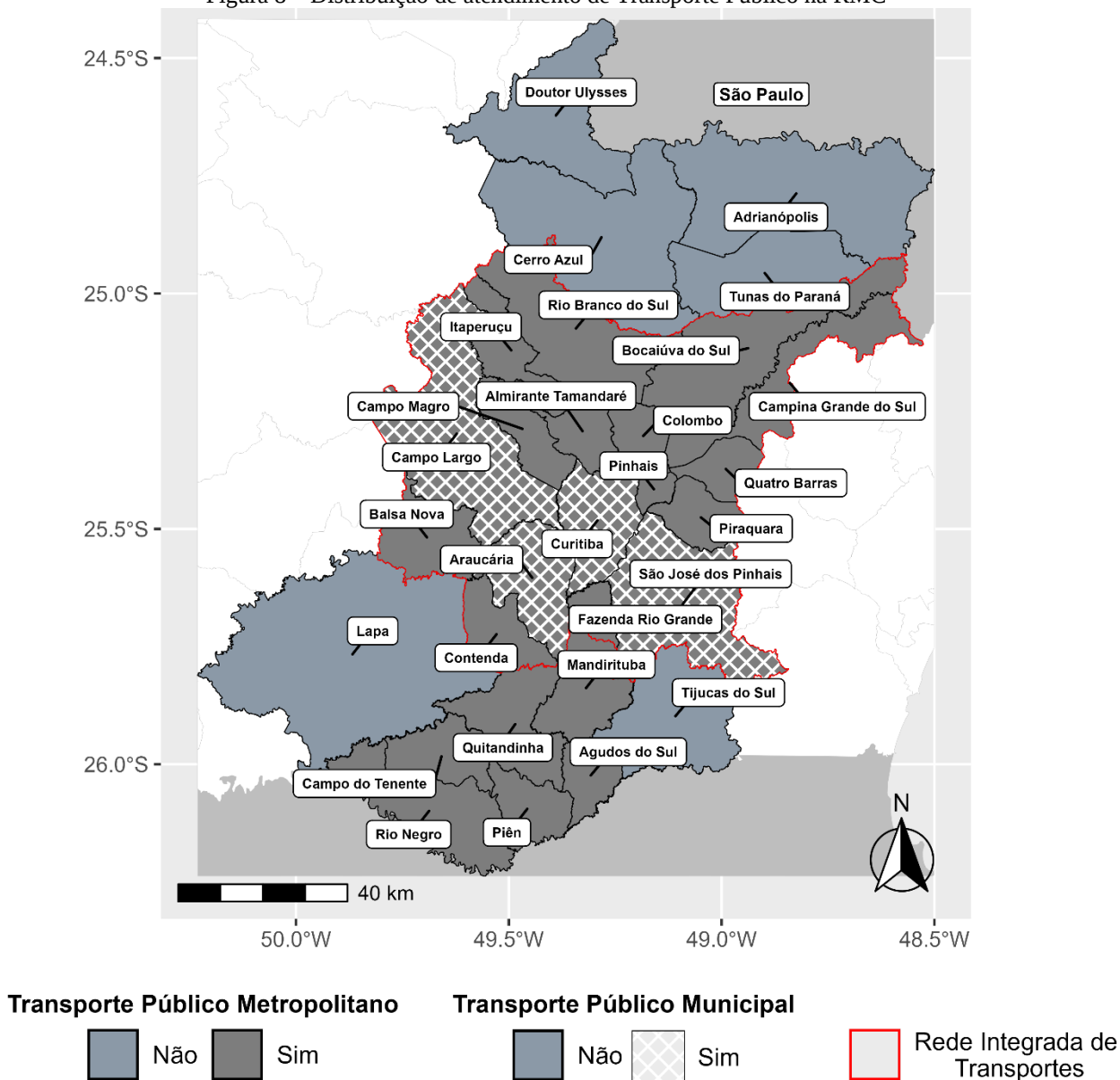
A RIT compreende todos os municípios do NUC e apresenta uma configuração geográfica que se assemelha bastante ao Arranjo Populacional de Curitiba definido pelo IBGE — que agrupa municípios contíguos com intensa integração socioeconômica. No entanto, municípios como Agudos do Sul, Balsa Nova, Campo do Tenente, Mandirituba, Piên, Quitandinha e Rio Negro, apesar de serem atendidos pelo sistema metropolitano, não são

⁸ Alguns municípios contam com serviços de transporte operados de maneira não formalizada, os quais não são formalmente reconhecidos nem regulamentados pelas autoridades de transporte, seja estadual ou municipal. Esses serviços podem incluir vans, micro-ônibus, ou até mesmo carros particulares que operam de forma similar aos táxis ou serviços de *ridesharing*, mas sem a devida licença ou aprovação das autoridades de transporte público.

⁹ Em 2022, o sistema metropolitano passou a contar com integração tarifária temporal no Terminal metropolitano Guadalupe (área central de Curitiba), que é do tipo "aberto" e atende os municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais. No entanto, como essa integração tarifária temporal ocorre apenas em um terminal físico, na prática, ela apresenta características semelhantes às de uma integração físico-tarifária em um terminal do tipo "fechado".

integrados à RIT. Isso ocorre devido à sua localização geográfica e ao menor nível de integração socioespacial com a capital e os demais municípios do NUC.

Figura 8 – Distribuição de atendimento de Transporte Público na RMC



Devido à extensão territorial e à falta de cobertura do sistema, nem todos os municípios da RMC possuem atendimento do sistema metropolitano. Se observado os municípios do segundo anel — municípios que fazem fronteira com aqueles que são limítrofes a Curitiba — apenas os municípios de Balsa Nova e Mandirituba não estão integrados à RIT e fazem parte do Arranjo Populacional de Curitiba. Isso significa que, apesar de fazerem parte da dinâmica metropolitana e do arranjo populacional de Curitiba, esses municípios enfrentam barreiras para acessar o sistema de transporte público integrado.

4.2.1. Aspectos estruturais e operacionais do Sistema municipal de Curitiba

Embora a RIT se estenda por diversos municípios da RMC, sua estrutura e concepção são centralizadas em torno da capital, Curitiba, e articuladas através dos eixos estruturantes (Figura 9) que servem como principais acessos da cidade. Esta centralização segue o estabelecido no Plano Diretor municipal aprovado na década de 1970, que introduziu esses mesmos eixos estruturais, interligados por um sistema trinário de vias destinadas a otimizar o fluxo de veículos e o transporte público. Este plano buscou promover o adensamento construtivo ao longo desses eixos com o objetivo de facilitar o acesso a empregos e moradias e descentralizar as atividades da área central (Stroher, 2014).

Figura 9 - Esquema de ilustração do modelo de eixo estruturante, ao centro, corredor exclusivo para veículos expresso do tipo BRT.



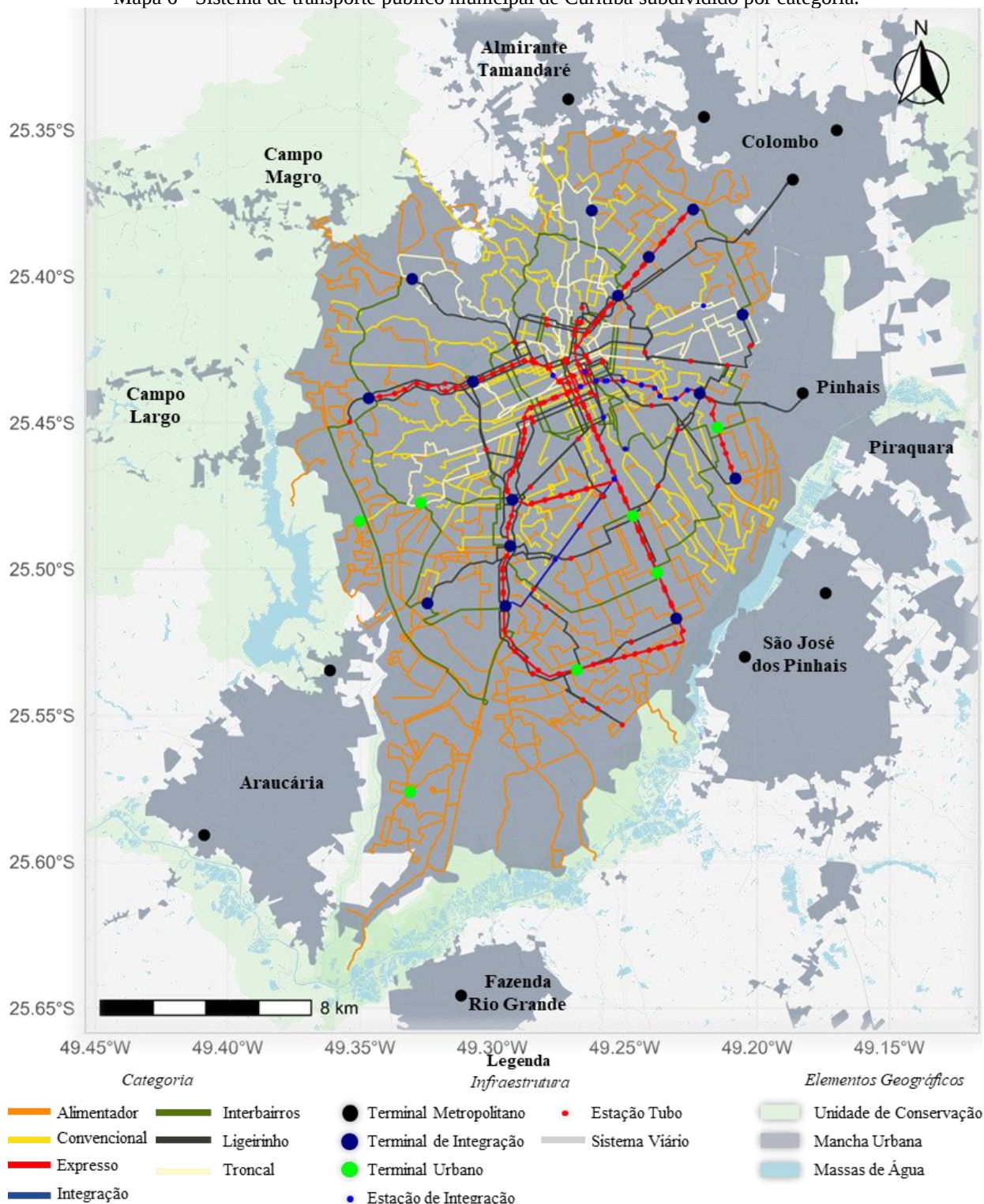
Fonte: IPPUC (2021).

Na disposição espacial da cidade, esses eixos são configurados de forma diametral, estendendo-se através da área urbanizada e tangenciando o anel de circulação central, que serve como um corredor de transporte de alta capacidade, operando no sistema *Bus Rapid Transit* (BRT). A rede tem como concepção um modelo tronco-alimentador, estruturado através de um sistema hierárquico onde linhas alimentadoras transportam passageiros de áreas periféricas para estações de transferência, e linhas troncais distribuem esses passageiros para destinos mais específicos dentro de Curitiba.

Todos os eixos em Curitiba contam com terminais de integração (Figura 10) dispostos ao longo dos corredores, com o objetivo de servir como pontos de conexão entre as linhas troncais, que percorrem os corredores; as linhas alimentadoras, que se estendem até os bairros mais distantes, e as linhas metropolitanas, que conectam Curitiba aos municípios vizinhos. Paralelamente, os terminais de integração são interligados por um sistema de linhas circulares, conhecido como interbairros, que opera em itinerários horário e anti-horário, conectando bairros sem transitar pela região central. Além disso, as linhas diretas, “ligeirinhos” complementam esse sistema ao oferecer um serviço expresso entre os terminais, municípios vizinhos e outras regiões da cidade, com poucas paradas.

disposição dos terminais de integração (metropolitano) e urbano ao longo dos eixos estruturantes, a cobertura das linhas troncais, alimentadoras e interbairros, assim como a presença dos "ligeirinhos". O mapa também evidencia as áreas atendidas pela rede convencional de ônibus, ilustrando a abrangência do sistema de transporte público de Curitiba.

Mapa 6 - Sistema de transporte público municipal de Curitiba subdividido por categoria.



Fonte: Elaboração Própria com base em URBS (2024).

4.2.2. Aspectos estruturais e operacionais do sistema metropolitano

No que tange ao sistema metropolitano, este apresenta uma estrutura radial, focada predominantemente em deslocamentos do tipo polo-periferia. Essa configuração é distribuída de três modos principais: (i) direcionada para a região central de Curitiba, em linhas troncais ou do tipo convencionais; (ii) para os terminais de integração da capital, cujo sua maioria estão localizados nos eixos estruturantes de Curitiba, com linhas do tipo integração ou direta do tipo “ligeirinho”; (iii) diametralmente, cruzando a região central de Curitiba, com linhas diretas¹⁰.

O sistema também conta com linhas alimentadoras, que são restritas a um único município e não apresentam características intermunicipais; linhas locais que atende pequenas localidades e; perimetrais entre os municípios adjacentes à capital, possibilitando a interligação dos terminais metropolitanos, sem a necessidade de passar por Curitiba. As linhas perimetrais funcionam de maneira similar às interbairros do sistema municipal de Curitiba e são chamadas de intercidades, sendo denominadas de intercidades integrado quando passam pelos terminais.

Essa interligação é particularmente intensa no vetor leste, entre os municípios de Piraquara, Pinhais e Colombo, resultando em uma maior concentração de linhas intercidades nessa região. Além disso, esses municípios, juntamente com Almirante Tamandaré, possuem a maior quantidade de linhas alimentadoras dentro do sistema metropolitano. Em contraste, municípios mais distantes e não limítrofes a Curitiba, como Mandirituba e Bocaíuva do Sul, apresentam uma quantidade menor de linhas de modo geral. Esta disparidade é influenciada pela menor densidade populacional e pela menor demanda de transporte nesses locais mais afastados, resultando em serviços menos frequentes e com menos opções.

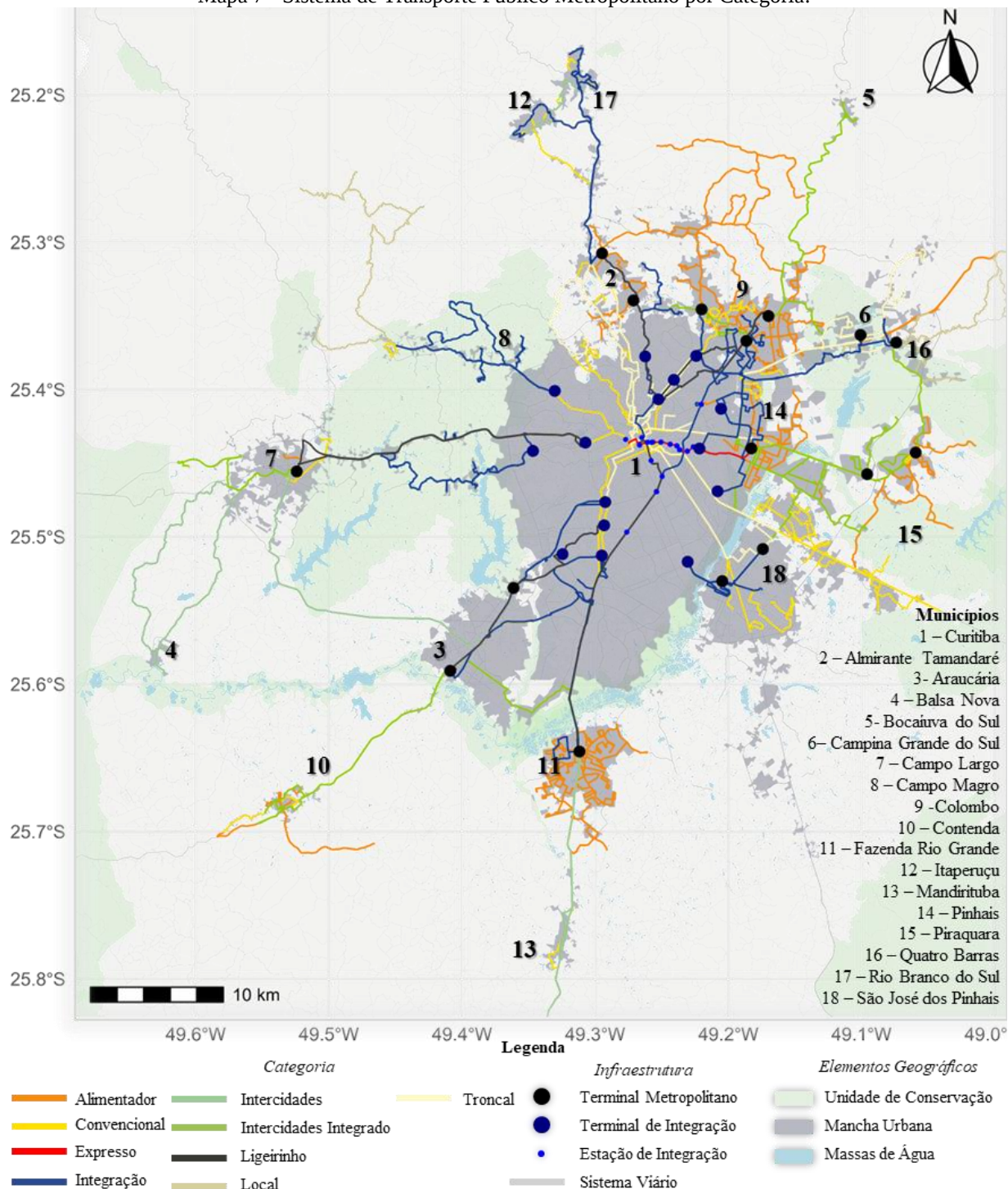
Um aspecto relevante do sistema metropolitano é que, embora os municípios limítrofes estejam conectados aos eixos estruturantes da capital, esses corredores principais não se estendem até a maioria desses municípios. A exceção notável ocorre em Pinhais, onde a linha expressa Pinhais/Centro possui uma conexão direta de BRT com a região central de Curitiba. Para as demais conexões, as linhas metropolitanas, de integração, que chegam aos terminais de integração acabam funcionando como uma alimentação do sistema municipal de Curitiba.

A configuração detalhada do sistema de transporte metropolitano, suas linhas, terminais e áreas atendidas podem ser visualizadas no Mapa 7, elaborado com base nos dados de transporte público disponibilizados pela AMEP/Metrocard (ver **subseção 5.1.5**). Este mapa

¹⁰ Essas linhas, por cruzarem diametralmente a capital, têm sua operação compartilhada com a prefeitura de Curitiba: metade da frota é gerida pela AMEP e a outra metade pela URBS. Em virtude dessa particularidade, essas linhas também aparecem no Mapa 6 do sistema urbano de Curitiba.

ilustra a abrangência do sistema e sua interconexão com o transporte urbano de Curitiba, destacando a importância da integração regional para a mobilidade na RMC.

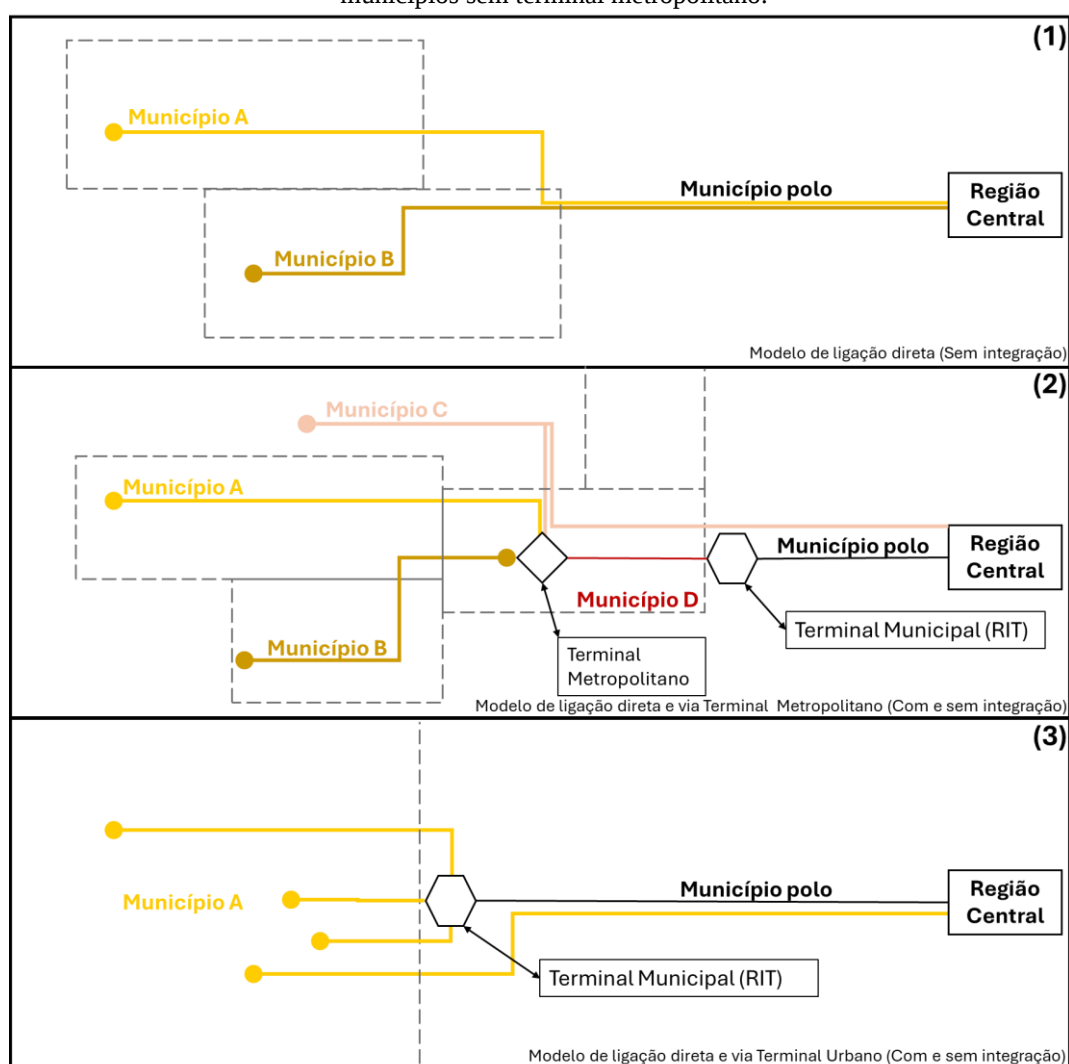
Mapa 7 - Sistema de Transporte Público Metropolitano por Categoria.



4.2.3. Aspectos de Integração tarifária nos Sistemas de Transporte da RMC

Conforme discutido anteriormente, nem todos os municípios da RMC fazem parte da RIT. Além disso, existem variados níveis de integração de cada município com a rede, uma vez que a integração é predominantemente físico-tarifária. Isso significa que a extensão e a eficácia da integração de um município dependem da quantidade de linhas que se conectam fisicamente a rede. Por exemplo, municípios que não dispõem de terminais metropolitanos próprios, enfrentam uma menor frequência de atendimento e apresentam diferentes padrões de conexão com a capital, podendo ter ou não integração com a RIT (Figura 11).

Figura 11 - Modelos de ligação com o município polo utilizados no sistema de transporte público da RMC para municípios sem terminal metropolitano.



Fonte: Elaboração Própria.

O primeiro modelo, de ligação direta, demonstra as linhas que vão diretamente à região central de Curitiba, mas que não possuem nenhum tipo de integração. Embora esse modelo possa gerar viagens mais rápidas, ele limita o acesso dos usuários a apenas as oportunidades

localizadas ao longo do trajeto da linha, exigindo o pagamento de uma nova tarifa para quaisquer transferências adicionais. Além disso, essas linhas, por terem uma quilometragem maior, apresentam um custo operacional mais elevado, o que resulta em uma frequência de viagens menor. Mandirituba é um exemplo de município atendido por esse tipo de modelo.

O segundo modelo, de conexão via terminal intermediário, localizado nos municípios do primeiro anel, apresenta diferentes soluções para a integração desses municípios a RIT. A possibilidade mais comum é uma espécie de “solução mista” (como no caso do Município C do exemplo) que oferece tanto a opção de ligação direta para a região central, sem integração com outras linhas, quanto a opção de ligação via terminal intermediário antes de alcançar a capital. Esse modelo é adotado nos municípios de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, que utilizam o Terminal Tamandaré em Almirante Tamandaré como terminal intermediário, e em Contenda, que utiliza o Terminal Central de Araucária.

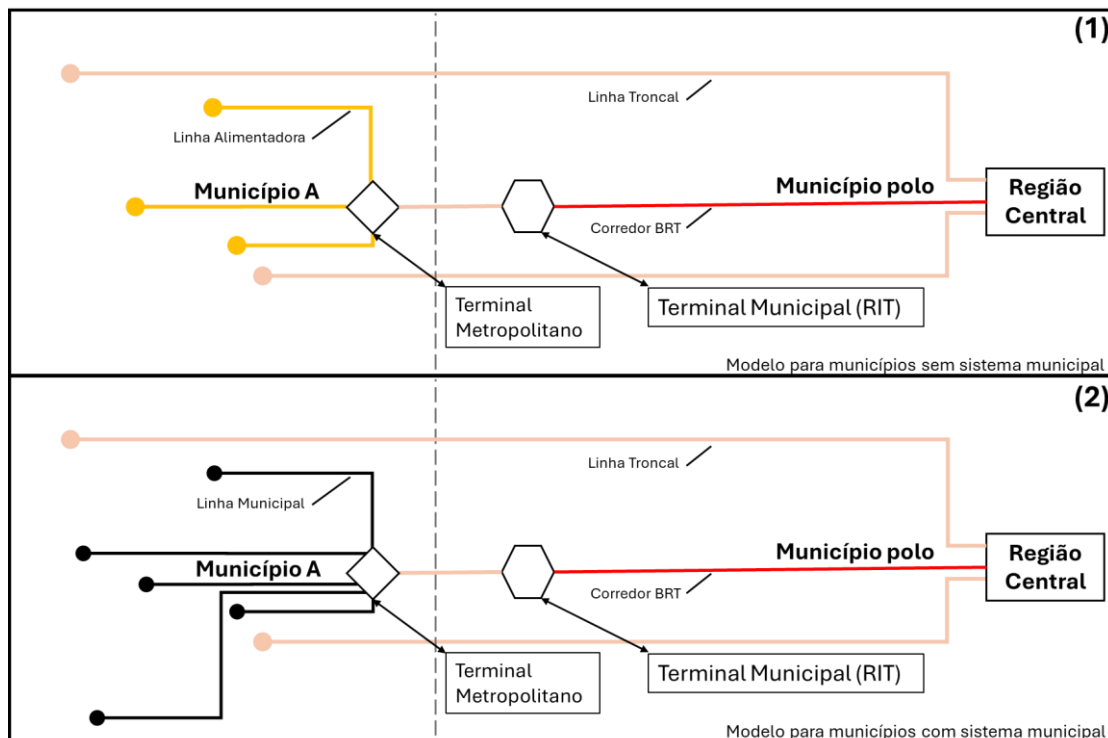
Esse segundo modelo também é adotado nos municípios de Balsa Nova (Município A) e Bocaúva do Sul (Município B). Para os residentes de Balsa Nova que desejam se deslocar até a capital ou para outros municípios da RMC, é necessário realizar uma transferência em Campo Largo e pagar uma nova tarifa, devido à falta de integração direta com a RIT. Em contraste, Bocaúva do Sul, que, embora tenha apenas uma linha no município, se conecta à RIT pelo Terminal Guaraituba em Colombo, sem a necessidade de tarifas adicionais para se chegar à capital, mas com um aumento na necessidade de transferências, o que pode tornar o deslocamento menos eficiente.

O terceiro e último modelo, cobre o município de Campo Magro, limítrofe à capital. Este também é o único município limítrofe que não tem terminal metropolitano, mas, por estar muito próximo (5 km aproximadamente) do bairro de Santa Felicidade em Curitiba, realiza a integração com a RIT no terminal urbano — embora também tenha ligação direta com a região central. Nesse modelo, as linhas metropolitanas de Campo Magro funcionam como alimentadoras das linhas urbanas de Curitiba, transportando passageiros até o terminal de Santa Felicidade, onde podem fazer transferências para linhas que acessam diretamente a região central e outras áreas da cidade.

Quando se observa os municípios que possuem terminal metropolitano, existem duas diferenciações importantes nessa configuração: nos municípios que possuem um sistema municipal próprio, são as linhas municipais que alimentam o sistema metropolitano; nos municípios sem sistema municipal próprio, que é a configuração mais comum, as linhas metropolitanas desempenham tanto funções troncais quanto alimentadoras. Em ambos os casos,

as linhas metropolitanas se conectam ao polo, ou a partir dos corredores de BRT da capital, nos terminais de “ponta”; ou através das linhas diretas/troncais.

Figura 12 - Modelos de ligação com o município polo utilizados no sistema de transporte público da RMC para municípios com terminal metropolitano.



Fonte: Elaboração Própria.

Os municípios com sistemas municipais oferecem uma maior capilaridade, permitindo um controle mais detalhado na gestão do sistema de transporte, adaptando-o às necessidades específicas locais. As linhas municipais também tendem a atender melhor os deslocamentos intramunicipais da população, proporcionando trajetos que não se limitam apenas a funções de alimentação para os terminais metropolitanos. Todavia, em muitos casos, a população desses municípios precisa gerenciar múltiplos cartões de transporte, frequentemente três: um para o sistema municipal local, outro para o sistema metropolitano e um terceiro para o sistema municipal de Curitiba.

Isso é relevante de se destacar porque torna-se mais complexo o arranjo de uma política de integração tarifária. Em alguns casos, a complexidade tarifária e a necessidade de múltiplos cartões podem levar a população a comprometer o custo de tempo para reduzir o custo monetário associado ao pagamento de tarifas adicionais. Isso pode resultar em decisões onde os usuários optam por evitar o uso do transporte público para o segmento inicial de suas viagens, escolhendo alternativas como deslocamento a pé ou bicicleta que, apesar de mais lentas, eliminam a necessidade de pagar tarifas adicionais.

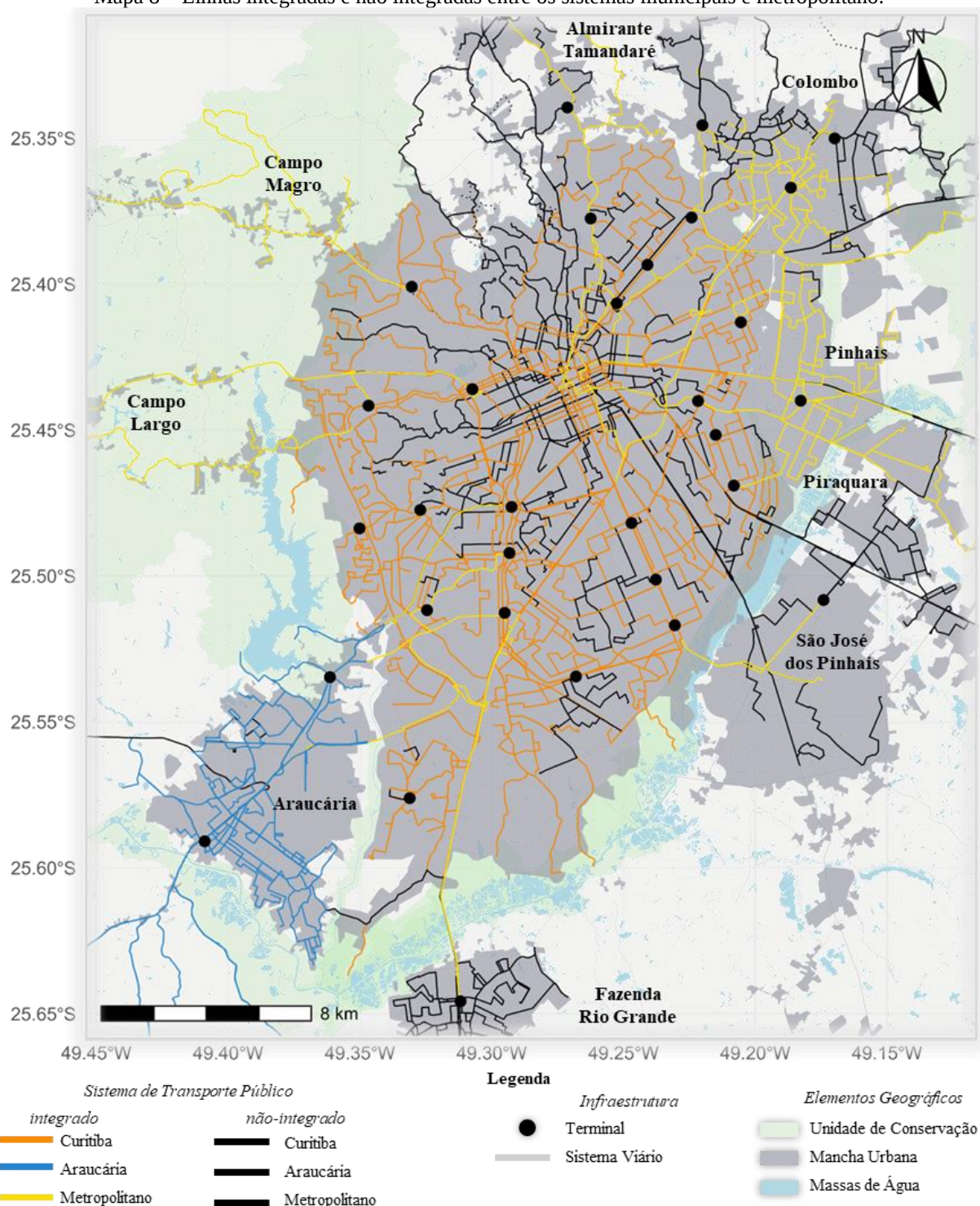
Outra condição que merece ser destacada diz respeito ao fato que em modelos de rede como a RIT, onde ainda existem linhas convencionais e troncais que não possuem nenhum tipo de integração físico-tarifária e não adentram terminais urbanos, as restrições de deslocamento tendem a ser ainda maiores. Nessas circunstâncias, as possibilidades de acesso a oportunidades dos usuários sem a necessidade de realizar o pagamento de uma nova tarifa ficam restritas às opções disponibilizadas no ponto inicial da viagem.

Essa condição é ainda mais problemática para a população dos municípios limítrofes à capital, porque o sistema metropolitano não alcança todas as regiões de Curitiba. Paralelamente, as únicas conexões possíveis com o sistema urbano são realizadas nos terminais. Assim, não é possível realizar transferências para linhas convencionais ou troncais da capital, pois estas não estão integradas à RIT.

Para melhor visualizar essa problemática, o Mapa 9 busca apresentar uma representação gráfica das linhas metropolitanas que possuem algum tipo de integração com as municipais. Cada cor no mapa representa um sistema específico e a cor preta representa as linhas sem nenhum tipo de integração. O Mapa sugere que existem regiões que possuem baixo atendimento da RIT, em especial no vetor noroeste da capital, região que não apresenta nenhum eixo estruturante, logo, não é atendida pelo sistema BRT.

Outra leitura possível, é que a RIT é bastante troncalizada em torno dos terminais. Essa configuração torna o sistema dependente desses terminais, criando desafios para a acessibilidade nas áreas que estão fora destes principais eixos de transporte. Nessas regiões, onde a presença de terminais é escassa, a ausência de integração tarifária agrava ainda mais a situação, limitando o acesso da população a oportunidades com apenas uma única tarifa.

Mapa 8 – Linhas integradas e não integradas entre os sistemas municipais e metropolitano.



Fonte: Elaboração Própria com base em Metrocard, URBS e TRIAR (2024).

O mapa serve principalmente para ilustrar graficamente a estrutura atual das linhas de transporte e suas interações dentro da RIT, mas deve ser interpretado com cautela. Ele fornece uma visual útil da distribuição das linhas integradas e não integradas, ajudando a identificar as áreas servidas e as lacunas no serviço. No entanto, a eficácia real dessas conexões, em termos

de frequência, e tempo total de viagem, não pode ser completamente capturada através deste formato visual.

Dado esse contexto, torna-se importante avaliar não apenas a distribuição espacial das linhas de transporte, mas também como a integração tarifária, ou a falta dela, afeta a acessibilidade para a população da RMC. Sendo assim, os próximos capítulos serão dedicados especificamente a explorar o potencial impacto da integração metropolitana dos sistemas de transporte público no acesso da população a oportunidades de trabalho, utilizando uma métrica de acessibilidade, discutida na **seção 2**, as possibilidades de integração apresentadas na **seção 3**, dentro das características da rede atual apresentadas nessa seção.

A análise focará em três cenários distintos: o primeiro simula a RIT na situação atual, refletindo as condições existentes de integração parcial; o segundo cenário projeta uma RIT ideal com integração tarifária temporal completa entre todas as linhas municipais e metropolitanas; e o terceiro cenário representa uma RIT sem qualquer integração entre agências, onde não haveria possibilidade de integração físico-tarifária, exigindo que os usuários paguem tarifas adicionais para transferências entre diferentes sistemas. No próximo capítulo, será apresentada a metodologia utilizada para construir e analisar esses cenários, detalhando as fontes de dados, o tratamento das informações e os procedimentos de simulação adotados para avaliar o impacto dessas diferentes configurações de integração sobre a acessibilidade da população a oportunidades de trabalho na RMC.

5 METODOLOGIA

Este capítulo detalha a metodologia empregada nessa dissertação para avaliar o potencial impacto de integração metropolitana dos sistemas de transporte público no acesso da população a oportunidades. O objetivo da pesquisa é analisar como uma alteração nas regras de integração tarifária, permitindo que passageiros realizem transferências entre linhas de sistemas diferentes sem custo adicional, poderia aumentar o número de empregos acessíveis na RMC.

Para isso, adota-se uma abordagem quantitativa baseada na análise de acessibilidade por meio de um indicador de oportunidades cumulativas (ver **subseção 2.3.2**), que consiste em estimar o número de empregos acessíveis a partir de um determinado ponto de origem em um tempo máximo de viagem. A metodologia utiliza como referência a metodologia empregada no projeto ‘Acesso a Oportunidades’ do IPEA, que desenvolveu uma plataforma para estimar acessibilidade a empregos e serviços públicos em diversas cidades brasileiras (Pereira *et al.*, 2019). No entanto, o projeto original, se limita a análises na escala de municípios e não capta possíveis cenários de integração de sistemas de transporte em uma RM.

Especificamente, a metodologia empregada se trata de uma avaliação *ex ante* (ver **subseção 2.2.2**) de cenários hipotéticos de alterações na rede de transporte relacionadas à integração tarifária (ver **subseção 3.2**). A partir de um cenário base que simula a realidade atual (ver **subseção 4.2**) da rede, são analisados cenários alternativos que modificam a possibilidade de integração entre os sistemas de transporte público: um cenário que busca simular o cenário real, com somente integrações físico-tarifárias; um cenário desejável, com integrações físico-tarifárias e temporal integral, e; um cenário sem integração tarifária temporal e sem integração físico-tarifária entre sistemas diferentes.

Assim, a estrutura deste capítulo é organizada em duas partes principais:

- a) A primeira parte descreve a fonte e o tratamento dos dados utilizados na pesquisa, incluindo a consolidação, agregação, padronização e criação de regras para análise da integração da rede de transportes na RMC;
- b) A segunda parte apresenta o processamento e a análise desses dados, incluindo a criação de cenários com diferentes níveis de integração para o cálculo da acessibilidade.

Toda a análise e o processamento dos dados foram conduzidos em linguagem de programação R, e no ambiente de desenvolvimento integrado R Studio. Contou-se com o auxílio do *Microsoft Copilot*, um modelo de linguagem de grande escala (LLM), que auxiliou na criação e manipulação dos scripts e funções elaborados.

5.1. FONTE DOS DADOS UTILIZADOS

Quatro fontes de dados principais são utilizadas para os cálculos de acessibilidade. Duas delas estão associadas à distribuição espacial da população e da quantidade de empregos disponíveis, e as outras duas estão relacionadas à oferta dos serviços de transporte, como a rede viária e o transporte público. Além desses, a pesquisa incorpora dados adicionais relacionados à configuração da rede de transporte público na RMC. Esses dados adicionais incluem informações sobre as linhas dos sistemas, a política tarifária associada a cada linha e a localização das estações de transferência (terminais e estações).

5.1.1. Dados de distribuição espacial da população e caracterização socioeconômica

A caracterização socioeconômica e a distribuição espacial da população na RMC baseiam-se nos dados do censo demográfico de 2010 e foram disponibilizados pelo IPEA para todos os municípios da Concentração Urbana de Curitiba seguindo a mesma metodologia utilizada no projeto Acesso a Oportunidades (Pereira *et al.*, 2022). Essas informações, que abrangem renda domiciliar per capita, e contagem populacional foram agregadas espacialmente à uma malha hexagonal, empregando um método de ponderação que leva em consideração tanto a área quanto o tamanho da população em cada hexágono. Esse método permitiu estimar, para cada hexágono, o número total de moradores, bem como seu nível de renda.

5.1.2. Dados de distribuição espacial da quantidade de empregos

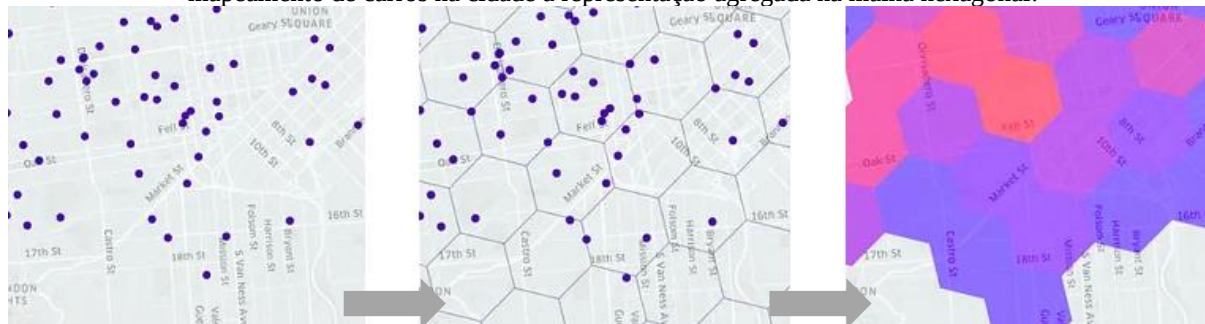
Já para quantificar a quantidade de empregos disponíveis em uma determinada área foram utilizados dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), para o ano de 2019 gerada pelo Ministério do Trabalho. Estes dados apresentam os endereços de empresas e a quantidade de vínculos de trabalho ativos. A RAIS é obrigatória para todos os empregadores que oferecem oportunidades de trabalho formal no país e ela traz a relação da quantidade de empregados contratados por estes empregadores. Esses dados são utilizados no Projeto Acesso a Oportunidades (Pereira *et al.*, 2022) e foram disponibilizados, pelo IPEA, de maneira espacialmente agregadas na malha hexagonal para toda a concentração urbana de Curitiba. O projeto exclui empregos públicos devido à inconsistência na informação de local de trabalho e trata inconsistências identificadas em alguns setores de atividade econômica.

5.1.3. Dados da malha Hexagonal (H3)

Os dados de emprego (**subseção 5.1.2**) e população (**subseção 5.1.1**) foram fornecidos pelo IPEA, agregados em uma malha hexagonal H3 — um sistema de indexação geoespacial

desenvolvido pela Uber (Brodsky, 2018). Cada hexágono nesta malha (Figura 13) possui uma resolução espacial 8 e uma área de aproximada de 0.737 km² (H3geo, [s. d.]).

Figura 13 - Ilustração do processo de agregação de dados geoespaciais com o sistema de indexação H3: do mapeamento de carros na cidade à representação agregada na malha hexagonal.



Fonte: (Brodsky, 2018).

A escolha da malha H3, oferece várias vantagens significativas para a análise de dados espaciais. Em primeiro lugar, a estrutura hexagonal proporciona uma distribuição uniforme do espaço, que evita as distorções que podem ocorrer com outras formas de grade, como as retangulares. Isso significa que a distância de um hexágono para seus vizinhos é sempre a mesma, independentemente da sua localização. Além disso, ao contrário das outras formas geométricas, que podem ter lacunas ou sobreposições entre células, a malha hexagonal cobre a superfície de maneira uniforme. Isso garante que todos os pontos de dados sejam representados de maneira uniforme e que nenhuma área seja sub ou super-representada.

5.1.4. Dados da rede viária

Dados sobre o sistema viário (calçadas, ruas, avenidas, estradas e rodovias) presente na RMC foram extraídos do *OpenStreetMap* (OSM) por ser uma base de dados geoespaciais colaborativa, aberta e global, mantida por uma comunidade diversa de voluntários (Jokar Arsanjani *et al.*, 2015). Devido ao seu caráter colaborativo, os dados do OSM tendem a ser atualizados com maior frequência, refletindo mudanças recentes realizadas no sistema viário (Bastani *et al.*, 2021). Além disso, a RMC abrange vários municípios, e cada município pode ter bases cartográficas distintas, com diferentes projeções e anos. Integrar essas diversas fontes em uma análise conjunta pode ser complexo e demorado. Em paralelo, o OSM oferece uma representação única com padronização de projeção e escala, facilitando a integração de dados de múltiplas áreas em um único conjunto.

Por fim, os dados do OSM no Brasil e em todo o mundo tendem a apresentar melhor cobertura e qualidade em regiões mais desenvolvidas e áreas urbanas com grandes populações (Elias *et al.*, 2023), como é o caso da área urbana da RMC. Nesse sentido, os dados da rede viária foram extraídos a partir de um arquivo *.pbf* (*Portable Binary Format*) do OSM. Este

formato é o utilizado no software de roteamento que foi utilizado nessa pesquisa e é mais eficiente em termos de armazenamento e velocidade de leitura e escrita, permitindo uma manipulação mais eficiente dos dados em larga escala.

5.1.5. Dados dos sistemas de transporte público

Os dados da oferta de transporte público consistem nas informações sobre rotas, horários, localização de paradas e outros aspectos relevantes para entender a dinâmica do transporte público. Para tal, foram utilizados dados organizados no formato da Especificação Geral sobre Feeds de Transporte Público (GTFS)¹¹. O uso do GTFS é benéfico porque ele padroniza a estrutura dos dados, o que facilita sua organização e integração em várias análises. Esse benefício é ampliado em regiões com múltiplos sistemas de transporte público, já que o GTFS ajuda a consolidar essas informações distintas em um único formato padronizado.

Nesta pesquisa, foram utilizados os dados de GTFS fornecidos por três entidades do poder público:

- a) a **Agência de Assuntos Metropolitanos do Paraná (AMEP)** (METROCARD, 2024);
- b) a **Urbanização de Curitiba S.A (URBS)** (URBS, 2024), e;
- c) a **Superintendência de Transporte Coletivo de Araucária (TRIAR)** (TRIAR, 2023).

Cada uma dessas entidades forneceu dados para um sistema de transporte específico na RMC. A AMEP e a URBS disponibilizaram seus dados atualizados para janeiro de 2024, enquanto a TRIAR forneceu dados atualizados para setembro de 2023.

Alguns municípios possuem sistemas de transporte municipal que não foram incluídos nesta pesquisa devido à indisponibilidade ou à falta de acesso aos dados GTFS. Especificamente, os municípios de São José dos Pinhais e Campo Largo possuem dados GTFS, mas estes não foram disponibilizados para a pesquisa. Consequentemente, a pesquisa considera apenas as linhas metropolitanas nesses municípios, o que pode subestimar o nível de acessibilidade e o potencial ganho de interação entre os sistemas de transporte.

É importante ressaltar que os dados GTFS fornecidos pela AMEP, URBS e TRIAR não incluíam informações adicionais relacionadas às regras de transferência. Essa ausência exigiu um tratamento específico dos dados. Para contornar essas informações faltantes, foram utilizados dados adicionais do sistema de transporte público, descritos na **subseção 5.1.6**. O

¹¹ O formato GTFS é composto por vários arquivos de texto (.txt) em um arquivo .zip, que incluem: *agency.txt* (informações sobre as agências de transporte); *stops.txt* (dados das paradas, como nome e localização); *routes.txt* (informações sobre rotas, como nome e tipo); *trips.txt* (detalhes das viagens, como horários e paradas); e *stop_times.txt* (horários de partida e chegada em cada parada).

processo de tratamento desses dados adicionais, juntamente com os dados GTFS, que permitiu o cálculo das regras de transferência, será descrito em detalhes na **subseção 5.2**.

5.1.6. Dados adicionais sobre a rede de transporte público

Na presente pesquisa, foram utilizados dados adicionais dos sistemas de transporte público contidos em dois arquivos .csv e um arquivo do tipo *shapefile* (.shp). Os arquivos .csv foram disponibilizados pela AMEP e URBS e contêm informações detalhadas sobre as linhas de transporte, como o código da linha, o nome, a tarifa em dinheiro, a tarifa com cartão, os pontos de paradas e a categoria da linha (ex: expresso, alimentador, convencional). Esses arquivos .csv foram utilizados complementarmente aos dados do GTFS devido à sua capacidade de fornecer atributos específicos que não estão tão representados nos dados do GTFS.

Já o arquivo .shp, por sua vez, foi construído para essa dissertação e mapeia a localização geográfica de cada estação de transferência (estação ou terminal) na RMC. Este arquivo é de tipo polígono, onde cada polígono representa a área geográfica de uma estação de transferência específica.

5.2. TRATAMENTO DOS DADOS

A próxima etapa desta pesquisa envolveu o tratamento dos dados. Este processo é dividido em duas partes principais: o tratamento dos dados espaciais de população e de emprego e o tratamento dos dados do GTFS. Os dados espaciais a serem tratados referem-se aos dados populacionais e de emprego. O tratamento envolveu a implementação de um processo de agregação desses dados. Por outro lado, o tratamento dos dados GTFS, envolveu principalmente a inclusão de informações adicionais relacionadas às regras de transferência.

5.2.1. Tratamento dos dados espaciais

A etapa inicial do tratamento dos dados envolveu a análise dados de população e emprego. Primeiramente, os hexágonos que não continham registros de população ou emprego foram removidos da análise. Em seguida, os centroides de cada hexágono foram utilizados para identificar qual município cada hexágono representava. Para isso, os centroides foram associados aos limites municipais da RMC, disponibilizados em formato *shapefile* (.shp) pelo Instituto Água e Terra do Paraná (IAT) para o ano de 2024. Optou-se por utilizar os limites do IAT por estes apresentarem maior grau de precisão e atualização do que os disponibilizados pelo IBGE. Essa associação permitiu determinar em qual município cada centroide estava localizado, relacionando corretamente os hexágonos aos respectivos municípios.

Logo após, foram excluídos da análise os municípios da RMC que: (i) não possuíam sistema de transporte metropolitano na região, e/ou (ii) não estavam localizados no Arranjo Populacional de Curitiba (ver **subseção 4.1.1**). Essa exclusão foi necessária para dar mais foco à análise, uma vez que a RMC é muito extensa e inclui muitos municípios que não apresentam o fenômeno físico metropolitano no contexto do transporte público. Com isso, a análise foi restrita à 18 dos 29 municípios da RMC, considerando seguintes municípios: Curitiba, Pinhais, Almirante Tamandaré, Campo Magro, Itaperuçu, Campo Largo, Quatro Barras, Colombo, Mandirituba, Araucária, Contenda, Balsa Nova, Piraquara, Campina Grande do Sul, Bocaiúva do Sul, Rio Branco do Sul, Fazenda Rio Grande, São José dos Pinhais.

Finalmente, foi calculada a distribuição da renda por meio da criação de decis para a RMC. Os decis de renda foram calculados com base na renda per capita e na população total de cada hexágono, permitindo uma categorização dos hexágonos de acordo com seu nível de renda. Esse processo envolveu a ordenação dos hexágonos pela renda per capita e a divisão da população total em dez grupos iguais, ou decis. Cada decil representa 10% da população total da região, classificando os hexágonos em categorias que variam do menor ao maior nível de renda.

5.2.2. Tratamento dos dados GTFS

Na presente pesquisa, o tratamento dos dados GTFS permitiu a integração e a análise dos dados das diferentes entidades que atuam na região. Os dados GTFS, embora ricos em informações, são fornecidos por diferentes entidades e podem variar em termos de qualidade e nível de detalhe. Com isso em mente, essa etapa teve dois objetivos principais: integrar os diferentes conjuntos de dados das três agências em um único conjunto que possa ser usado para as análises da rede¹², e; criar uma tabela de regras de transferência entre os diferentes sistemas que estão atuando na mesma rede¹³.

Para isso, o tratamento dos dados GTFS envolveu quatro etapas principais:

- a) Padronização das informações sobre as paradas dos GTFS;
- b) Unificação dos dados GTFS;
- c) Identificação das linhas que passam por cada parada do GTFS unificado;
- d) Estabelecimento das regras de transferência física para cada linha.

¹² Embora o *software* de roteamento seja capaz de operar com dados separados de cada agência, a unificação dos dados facilita a identificação e a conexão dos elementos comuns da rede de transporte, tais como paradas e terminais de transporte, que costumam ser registrados de forma independente em cada GTFS.

¹³ Embora as regras de transferências possam ser disponibilizadas no próprio GTFS, por não ser um elemento obrigatório do GTFS, as agências no Brasil não têm o hábito de construir essas regras.

5.2.2.1. Padronização das paradas na base de dados

Como mencionado anteriormente, um dos problemas de se trabalhar com 3 arquivos de GTFS distintos de diferentes agências é a fragmentação dos dados. Uma mesma parada de ônibus, por exemplo, pode aparecer repetidamente no dado de cada agência, mas com identificadores diferentes. Diante disso, a primeira etapa do tratamento dos dados GTFS foi integrar as paradas que são compartilhadas entre as agências de transporte, mas que possuem cadastros diferentes em cada GTFS.

Essas paradas são aquelas que estão situadas no mesmo local fisicamente, mas que têm nomes, códigos ou coordenadas geográficas distintas em cada GTFS. Isso ocorre porque o cadastro de coordenadas geográficas é diferente para cada agência, pois elas podem usar métodos ou fontes diferentes para obter as coordenadas das paradas. Isso pode causar problemas para as análises da rede, pois pode haver duplicidade ou inconsistência nos dados. Por exemplo, se uma parada tem dois IDs diferentes, um da AMEP e outro da URBS, ela pode ser contada duas vezes na hora de calcular o número de paradas, e quais linhas passam por cada parada.

Para corrigir a inconsistência, as paradas cadastradas pelo GTFS da AMEP foram comparadas individualmente com as paradas cadastradas pelas outras agências (URBS e TRIAR), usando uma função que retorna a distância entre cada par de paradas. Essa função percorre cada parada da AMEP e compara a distância com todas as paradas das outras agências. A função então procura o menor valor de distância, que corresponde à parada mais próxima da parada da AMEP e cria uma estrutura de dados, que contém os nomes, os IDs e as distâncias dos pares de paradas mais próximas.

Em seguida, foi atribuído um critério de proximidade de 20 metros que define a distância máxima entre duas paradas para que elas sejam consideradas equivalentes. Esse valor foi escolhido por considerar um limite razoável para o erro de distância de cadastro da coordenada geográfica, que pode variar de acordo com o método ou a fonte utilizada por cada agência. Além disso, esse valor representa a largura comum de uma caixa de via, que é a largura da pista de circulação dos veículos. Dessa forma, evita-se que duas paradas em sentidos opostos da via sejam entendidas como uma mesma parada.

5.2.2.2. Padronização das estações de transferência na base de dados

De maneira semelhante ao passo anterior, foi preciso também realizar um processo de padronização das estações de transferência — que são indicadas no formato GTFS como *parent_station*. As estações de transferência são paradas que estão associadas a um terminal ou estação, por exemplo, em um único terminal é possível ter várias plataformas. No entanto, as

agências podem ter diferentes formas de definir as estações de transferência, ou podem não definir esse campo em algumas paradas. Isso pode causar problemas para a associação das linhas que passam em cada terminal ou estação. Por exemplo, se uma parada tem uma estação de transferência definida pela AMEP, mas não pela URBS, ela pode não ser reconhecida como parte de uma estação de transferência pela URBS.

Para identificar as paradas de ônibus que pertencem a um mesmo terminal ou estação, foi utilizado um arquivo geoespacial do tipo *shapefile* (.shp) que contém um polígono que representa as áreas fechadas que delimitam o perímetro de cada terminal e estação. Assim, foi possível criar uma função que seleciona as paradas que estão dentro do terminal, ordena-as por distância ao centroide do terminal ou estação, e retorna à primeira parada que tem uma estação de transferência definida ou a parada mais próxima do centroide do terminal ou estação. Com isso foi possível atribuir a todas as paradas dentro do polígono do terminal as mesmas estações de transferência, independentemente da agência de transporte.

5.2.2.3. Identificação das linhas que passam por cada parada e estação de transferência

Essa etapa permite entender como os diferentes sistemas de transporte interagem entre si na mesma rede, e como os usuários podem realizar as conexões de um sistema para o outro a partir de cada parada ou estação de transferência. O processo de identificação é realizado em duas etapas principais:

- a) A primeira etapa envolve a identificação de todas as linhas que passam por cada parada. Isso é feito utilizando uma função que combina os dados das tabelas *stop_times*, *trips* e *routes* dos arquivos GTFS. Esta função agrupa as paradas por identificador (*stop_id*) e retorna a lista das linhas que passam por cada parada;
- b) Após a identificação inicial das paradas, a segunda etapa envolve a identificação e o agrupamento das estações de transferência. Uma segunda função é utilizada para filtrar todas as paradas que estão associadas a uma estação de transferência. Esta função agrupa todas as paradas associadas a uma estação de transferência e retorna todas as linhas que passam por cada estação de transferência.

Após identificar as linhas que passam por cada estação de transferência, são estabelecidas as regras de transferência para cada linha. Essa informação permite determinar as conexões possíveis entre as linhas em cada estação. Por exemplo, considerando um sistema de transporte que possui três linhas: Linha A, Linha B e Linha C. Cada uma dessas linhas serve várias estações de transferência. A Linha A passa pelas Estações de Transferência 1 e 2, enquanto a Linha B e a Linha C passam pela Estação de Transferência 2 e 1, respectivamente.

Isso significa que a Estação de Transferência 2 permite a integração físico-tarifária entre as Linhas A e B, e a Estação de Transferência 1 permite a integração entre as Linhas A e C.

5.2.2.4. Criação da tabela de transferências possíveis

Com base nas informações sobre o número de linhas associadas a cada estação de transferência, é possível determinar quantas e quais linhas estão conectadas em cada estação de transferência. Essa análise permite identificar quais linhas adicionais podem ser acessadas a partir de cada linha original sem o pagamento de uma nova tarifa, utilizando as estações de transferência como pontos de conexão (integração físico-tarifária).

Para essa análise, optou-se por descartar as possibilidades de integração tarifária temporal que atualmente existem dentro das próprias agências, porque: (i) essas integrações tarifárias temporais representam um número muito baixo dentro da RIT (ver **subseção 4.2**); (ii) todas essas integrações funcionam com restrições adicionais além do tempo, como: linhas específicas, ou locais específicos, o que compromete a qualidade da integração (ver **subseção 3.2.2**); (iii) assim, cada linha tem uma regra de integração tarifária temporal específica, considerar essas transferências exigiria adicionar uma variável para cada linha, o que aumentaria o tempo necessário para a função utilizada realizar os cálculos.

Quadro 4 - Exemplo de linhas com linhas de transferência possível pagando-se uma única tarifa com base nos dados GTFS disponibilizados e na RIT.

Linha	Tarifa	Agência	Linhas de Transferência Possíveis
COLOMBO/CIC	6,00	AMEP/ URBS	203, 027, 020, 023, 508, H02, H20, 607, 024, 022, 610, 502, 603, 602, 623, 021, 654, 620, 629, 628, 627, 658, 622, 030, 657, 621, 625, 624, 828, 831, 507, 652, 644, 668, 040, 685, 653, 712, 612, F05, 506 (...).
PINHEIRINHO /RUI BARBOSA	6,00	URBS	502, 507, 603, 602, 550, 635, 633, 649, 641, 639, 642, 638, 040, 659, H11, H24, 646, 680, 681, 631, 630, 644, 637, F03, F01, 060, 636, 650, 617, 640, 690, 684, 610, 508, 643, 203, 027, 020, 023, H02, H20, 607, 024, 022, 614, 050, 216, H12, 616, 612, 611 (...).
COLOMBO/ SÃO JOSÉ	5,50	AMEP	D22, C41, C13, C27, C36, C38, I20, C01, C29, C22, C20, C28, C17, C39, C03, C25, I14, I17, C15, C18, C05, C11, C12, C04, 304, E11, E03, E01, I60 (...).
AREIA BRANCA/ RUI BARBOSA	5,50	AMEP	Sem transferências possíveis.
FAZENDA/ PINHEIRINHO	5,50	AMEP	F02, F17, F25M, F13, F03, F24M, F32, F18, I11, F71, F05, F19, F14, F26, F15, F30, F16, F12, F21M, F22, F23M (...).
RECANTO ARAUCÁRIAS - CIRCULAR	1,00	TRIAR	H12, I32, H02, R11, F54B, F49A, F49B, F56A, F55A, F64B, S15, F56B, F58B, F54C, S18A, S18B, S57A, S59A, S62A, S62D, F58A, S62C, S57C, S48, S62B, S40, S59B, F52B, F53, F49E, F50B, F49D, F49G, F49F, F50A, F49H, F49C, S57B, F55C, S62E, F51, H01, H11, I11, F00C, F06, I01A, I01B, I02A, I02B, F04, F20C, F20A, F20D, F20E, F21A, F23A, F23B, F24, S11, F27A, S12C, F27B, S14, S07, F20B, F21B, S38A, S31, S47A, S43A, S59B, F20F, F25, F23C, S42A, S42B, S47B ¹⁴ (...).
SANTA BÁRBARA	6,00	URBS	Sem transferências possíveis.

Fonte: Elaboração Própria.

¹⁴ Foi adicionado um sufixo, por ordem alfabética de repetição nas linhas de Araucária por estas apresentarem códigos idênticos entre si e entre o sistema metropolitano.

A partir da identificação das linhas associadas, foram desenvolvidas regras de transferência que determinam se uma viagem é considerada integrada ou não integrada dentro da matriz origem-destino. Essas regras são descritas na **subseção 5.3.2**.

5.3. CRIAÇÃO DA MATRIZ OD E REGRAS DE TRANSFERÊNCIA

Antes de calcular as estimativas de acessibilidade, foi necessário criar uma matriz origem-destino que quantificasse o custo das viagens em termos de tempo de deslocamento. Essa matriz representa viagens potenciais entre todas as possíveis combinações entre as zonas de origem (onde reside a população) e as zonas de destino (onde estão as oportunidades de emprego) na RMC. Esses cálculos levaram em consideração a infraestrutura da rede viária, utilizando dados da rede viária do OSM, e os dados GTFS ajustados na subseção anterior. Em seguida, foram elaboradas as regras de transferência, que foram aplicadas aos resultados da matriz origem-destino.

5.3.1. Criação da matriz origem-destino

Uma matriz origem-destino é uma representação tabular de dados que exhibe a relação entre pontos de origem e destinos em análises do sistema de transporte. No contexto dessa pesquisa, ela é construída a partir dos centroides das células hexagonais descrita na **subseção 5.1.3**, que agrega os dados espaciais de população (zonas de origem) e emprego (zonas de destino).

Para a criação da matriz origem-destino optou-se por utilizar a matriz de tempo viagem expandida do pacote *r5r*¹⁵ (Pereira *et al.*, 2021a). O uso dessa matriz expandida é particularmente vantajoso, pois considera múltiplos horários de partida dentro de uma janela de tempo específica, o que ajuda a capturar a variabilidade dos tempos de viagem ao longo do intervalo analisado. Isso permite uma análise mais precisa das condições de transporte, refletindo melhor as incertezas e variações que os usuários enfrentam (Levinson; King, 2020).

Nesta pesquisa, a janela de tempo especificada para a estimativa da matriz origem-destino foi de 30 minutos. Isso significa que a análise considera uma faixa temporal de 30 minutos no intervalo de 06:45 – 07:15. O horário de partida foi definido de maneira a capturar os períodos críticos dos sistemas de transporte, que ocorrem aproximadamente às 6:45, durante o pico do sistema metropolitano, e às 7:00-07:15, quando o sistema municipal da capital também enfrenta alta demanda.

¹⁵ O *r5r* é um pacote do R que permite a geração rápida de estimativas de tempo de viagem porta a porta em sistemas de transporte multimodal.

Para lidar com a incerteza e a variabilidade dos tempos de viagem, o *r5r* utiliza simulações repetidas a partir de simulações de Monte Carlo. No caso em questão, foi definido um parâmetro de 2 amostras por minuto. Esse procedimento implica a geração de duas simulações independentes para cada minuto dentro da janela de 30 minutos. Cada amostra reflete uma possível condição de viagem baseada na disponibilidade de transporte e frequência do transporte público, permitindo uma estimativa mais precisa dos tempos de deslocamento.

No entanto, em dois casos específicos, a matriz não capturou viagens relevantes dos municípios. A linha Campo Magro/Curitiba¹⁶ não registrou as saídas de Campo Magro para Curitiba às 06:20. A linha Contenda/Curitiba¹⁷ não registrou a saída de Contenda para Curitiba às 06:10. Essas ausências podem ter afetado a representatividade dos resultados para esses municípios. Porém, optou-se por manter a janela e o intervalo de tempo especificados devido às limitações computacionais, que não permitiram a geração de uma matriz com uma janela de tempo maior, bem como para evitar impactos na precisão dos resultados para outros municípios com concentração populacional maior.

É importante salientar que, os parâmetros (Quadro 5) de modo e tempo máximo de deslocamento na matriz foram escolhidos para refletir as características específicas da rede de transporte público da RMC. Nesse sentido, a análise se concentra especificamente nos deslocamentos a pé e por transporte público¹⁸. Foram estabelecidos dois limites máximos de tempo de viagem. O primeiro limite, de 30 minutos, refere-se ao tempo máximo permitido para deslocamentos a pé. O segundo limite, de 90 minutos, aplica-se à duração total da viagem, englobando o tempo de deslocamento a pé e o tempo de viagem por transporte público. Estes limites asseguram que a análise considere apenas viagens que possam ser concluídas dentro de

¹⁶ Até agosto de 2024, a linha P01 - Campo Magro/Curitiba tinha partidas programadas em dias úteis da seguinte forma: a partir da Prefeitura, Sentido Lagoa da Pedra às 06:10, 16:23, 16:47, 17:11, 17:35, 17:59, 18:23, 18:47, 19:11 e 19:35; de Campo Magro às 06:20, 16:59, 00:00, 17:23, 17:47, 18:11, 18:35, 18:59, 19:23, 19:47, 20:11 e 20:35; e de Fernando Moreira às 07:20 e 18:05.

¹⁷ Até agosto de 2024, a linha R71 - Curitiba/Contenda contava com partidas em dias úteis programadas às 06:10 no sentido Contenda-Curitiba e 16:30 Curitiba-Contenda.

¹⁸ Esses deslocamentos representam 27% (a pé) e 25% (transporte público), de todos os deslocamentos realizados na RMC, segundo a pesquisa Origem-destino da grande Curitiba (IPPUC, 2017). Optou-se por não considerar deslocamentos por bicicleta, não somente por estes representarem somente 2,2% dos deslocamentos como também por envolverem uma quantidade maior de variáveis que precisariam ser consideradas para garantir a precisão das estimativas, como a disponibilidade de infraestrutura cicloviária, do veículo, segurança das rotas e a presença de bicicletários nos locais de trabalho (De Groote; Van Ommeren; Koster, 2019; Rodrigues; Uriarte; Cybis, 2019). Dado o contexto da pesquisa e as limitações práticas, a inclusão desses deslocamentos poderia introduzir complexidades adicionais e não proporcionaria um resultado significativo na análise do impacto da integração dos sistemas de transporte público no acesso a oportunidades de emprego da RMC.

um período típico¹⁹, evitando a inclusão de trajetos excessivamente longos que poderiam distorcer a compreensão dos tempos de viagem normais e viáveis para os usuários.

Quadro 5 - Síntese dos parâmetros adotados para a criação da matriz origem-destino.

Parâmetro	Descrição
Modos de Transporte	Caminhada e transporte público.
Data	14-05-2024 (terça-feira)
Janela de Tempo	30 minutos.
Horário	06:45-07:15
Tempo Máximo de Caminhada	30 minutos.
Duração Máxima da Viagem	90 minutos.
Velocidade de Caminhada	4.5 km/h.
Número Máximo de Transferências	4.
Número de mostras por minuto	2.

Fonte: Elaboração Própria.

O número máximo de transferências refere-se ao número máximo permitido de mudanças de linhas de ônibus durante uma única viagem. Esse número foi definido como 4 com base na consideração de que uma maior quantidade de transferências possibilita um acesso mais amplo a oportunidades durante o deslocamento. Este parâmetro é particularmente relevante para a análise, pois permite avaliar como a integração tarifária temporal dos sistemas de transporte metropolitano e urbano pode influenciar a acessibilidade dos usuários. A escolha desse limite busca refletir a realidade de um sistema de transporte que oferece múltiplas opções de conexão, o que é essencial para avaliar o impacto da integração sobre a eficiência e a amplitude das possibilidades de deslocamento na região.

5.3.2. Criação das regras de transferências entre os sistemas

Como esta dissertação tem como objetivo analisar como uma alteração nas regras de integração tarifária, permitindo que passageiros realizem transferências entre linhas de sistemas diferentes sem custo adicional, poderia aumentar o número de empregos acessíveis, é necessário definir as regras de transferências que representem, a simulação das condições de deslocamento

¹⁹Para deslocamentos a pé, a pesquisa origem-destino da Grande Curitiba (IPPUC, 2017) revelou que a média de tempo de viagem é de 15 minutos, com a maior parte das viagens situando-se entre 11 e 21 minutos. Esse dado justifica a escolha de um limite de 30 minutos para deslocamentos a pé, que cobre a maioria dos deslocamentos observados e permite uma margem adicional para variações. Quanto ao tempo total de viagem, a pesquisa mostrou que a média para viagens de ônibus urbanos de 50 minutos e metropolitanos de 83 minutos, com a maioria das viagens ocorrendo entre 56 e 106 minutos. Esse intervalo cobre o tempo total de deslocamento, incluindo tanto o tempo embarcado quanto o tempo gasto para locomoção até e a partir dos pontos de acesso. Assim, o limite de 90 minutos foi selecionado para capturar a maioria dos trajetos de forma abrangente, enquanto exclui valores extremos que podem resultar em situações excepcionais.

entre os diferentes sistemas de transporte. Para isso, foram criadas duas regras de transferências distintas, semelhante ao método desenvolvido por (Herszenhut *et al.*, 2022):

- a) **Regra de transferência geral**, considerando todas as possíveis transferências entre qualquer combinação de sistemas, incluindo transferências dentro do mesmo sistema (por exemplo, municipal-municipal ou metropolitano-metropolitano) e entre sistemas diferentes (por exemplo, metropolitano-municipal);
- b) **Regra de transferência entre agências**, focando exclusivamente nas transferências entre sistemas distintos, ou seja, entre o sistema metropolitano e cada sistema municipal.

5.3.2.1. Regra de transferência geral

A regra de transferência geral foi desenvolvida para verificar se é possível realizar uma viagem que envolve transferências entre diferentes linhas de ônibus pagando-se uma única tarifa, respeitando o limite de até 4 transferências por viagem. Este processo assegura que as análises de viagens considerem a identificação de uma viagem com integração físico-tarifária ou sem integração físico-tarifária na RIT.

A regra funciona através de um processo de verificação nas viagens realizadas na matriz origem-destino com 2 etapas principais:

- a) **Verificação do número de transferências:** Inicialmente, a regra considera o número de transferências realizadas. Se uma viagem inclui uma única linha, ou é realizada a pé, ela é automaticamente aceita, pois não há necessidade de transferência;
- b) **Verificação da sequência de linhas utilizadas na viagem:** Se a viagem envolve múltiplas linhas, a sequência de linhas é analisada para verificar se todas as transferências necessárias são permitidas. Isso envolve comparar cada linha na sequência com a lista de linhas disponíveis e suas respectivas linhas de transferência permitidas.

Para cada linha na sequência, a verificação é feita em duas etapas. Primeiramente, é confirmado se a linha atual está na lista de linhas disponíveis. Em seguida, verifica-se se a próxima linha na sequência está entre as linhas de transferência permitidas para a linha atual (criada na **subseção 5.2.2.4**). Se, em qualquer ponto, uma linha seguinte não for permitida como transferência da linha atual, **a viagem é considerada não-integrada**. Se todas as linhas na sequência permitirem transferências conforme as regras estabelecidas, **a viagem é considerada como integrada**. Este procedimento assegura que seja possível identificar na matriz origem-destino as viagens que permitem integração dentro da rede de transporte metropolitano. O

Quadro 6 apresenta exemplos de diferentes tipos de viagens e como elas são avaliadas de acordo com a regra de transferência geral.

Quadro 6 - Exemplos de viagens consideradas integradas e não-Integradas.

Descrição da Viagem	Verificação na Lista de Transferências	Validação
Passageiro inicia a viagem na linha X (metropolitana), transfere para a linha Y (metropolitana) e, em seguida, para a linha Z (municipal).	Transferências entre X e Y e entre Y e Z são permitidas conforme a lista de transferências.	Integrada
Passageiro inicia a viagem na linha W (metropolitana), transfere para a linha X (metropolitana), depois para a linha Y (metropolitana) e, finalmente, para a linha Z (metropolitana).	Transferências entre W e X, X e Y, e entre Y e Z são permitidas conforme a lista de transferências.	Integrada
Passageiro inicia a viagem na linha M (urbana), transfere para a linha N (municipal) e depois para a linha O (municipal).	Transferências entre M e N não são permitidas conforme a lista de transferências.	Não-Integrada
Passageiro inicia viagem na linha A (municipal), transfere para a linha B (metropolitana) e depois para a linha C (municipal).	Transferências entre A e B e entre B e C são permitidas conforme a lista de transferências.	Integrada
Passageiro inicia a viagem na linha T (municipal), transfere para a linha U (municipal), e depois para a linha V (metropolitana).	Transferência entre a linha T e a linha U não é permitida conforme a lista de transferências.	Não-Integrada
Passageiro inicia na linha C (metropolitana), transfere para a linha D (metropolitana) e depois para a linha E (metropolitana).	Transferência entre a linha C e D é permitida, mas entre a linha D e E não é permitida conforme a lista de transferências.	Não-Integrada

Fonte: Elaboração Própria.

A limitação principal da regra de transferência geral é que ela não identifica a localização exata das estações de transferência. Portanto, se uma viagem envolve uma transferência em um ponto que não é oficialmente classificado como uma estação de transferência, a análise pode considerar a transferência como válida, mesmo que na realidade a troca de linhas não seja possível nesse local. No entanto, na prática, essa condição pouco altera os resultados, pois a maioria desses casos vão estar localizados nos pontos de parada próximos aos terminais, onde ocorre uma maior aglutinação de linhas. Como resultado, o efeito real da limitação é uma subestimação do tempo total da viagem, considerando que nas condições reais, a transferência deveria ter sido realizada na estação de transferência (terminal).

Além de verificar a possibilidade de integração entre as linhas, a função também calcula o custo tarifário total da viagem somando as tarifas de todos os segmentos. O cálculo é baseado em uma tabela que contém os valores das tarifas praticadas por cada agência de transporte, construída a partir dos dados disponíveis nos sites das agências. Quando há integração físico-tarifária, a tarifa desse segmento não é incluída no cálculo, refletindo a isenção de custos adicionais nas transferências permitidas. Isso garante que o custo final da viagem leve em conta as tarifas reais e as regras de integração entre os diferentes sistemas de transporte na RMC.

5.3.2.2. Regra de transferência entre agências

A regra de transferência entre agências foi elaborada para focar exclusivamente nas transferências entre sistemas distintos, ou seja, entre o sistema metropolitano e os sistemas municipais, ou entre sistemas municipais de agências diferentes. Essa regra é considerada apenas para viagens que, de acordo com a regra geral de transferências — descrita na subseção anterior — já foram identificadas como integradas.

Basicamente, a regra verifica, para viagens com transferências entre múltiplas linhas, se essas linhas pertencem a diferentes agências de transporte. O Quadro 7 ilustra diferentes cenários de viagens e a validação das transferências entre agências com base na regra descrita.

Quadro 7 - Exemplos de viagens e validação de transferência entre agências

Descrição da Viagem	Verificação de Agências	Validação
Passageiro inicia a viagem na linha X (metropolitana), transfere para a linha Y (metropolitana) e, em seguida, para a linha Z (municipal).	Linha X e Y pertencem à mesma agência; Linha Z a outra agência.	Transferência entre sistemas distintos.
Passageiro inicia a viagem na linha M (municipal), transfere para a linha N (municipal) e depois para a linha O (municipal).	Todas as linhas M, N e O pertencem à mesma agência.	Sem transferência entre sistemas distintos.
Passageiro inicia viagem na linha P (municipal), transfere para a linha Q (metropolitana), depois para a linha R (metropolitana), e finalmente para a linha S (municipal).	Linhas P e S pertencem à mesma agência; Linhas Q e R a outra agência.	Transferência entre sistemas distintos.
Passageiro inicia a viagem na linha G (metropolitana), transfere para a linha H (metropolitana), depois para a linha I (metropolitana) e, finalmente, para a linha J (municipal).	Linha G, H e I pertencem à mesma agência; Linha J a outra agência.	Transferência entre sistemas distintos.
Passageiro inicia a viagem na linha T (municipal), transfere para a linha U (municipal), e depois para a linha V (metropolitana).	Linha T e U pertencem à mesma agência; Linha V a outra agência.	Transferência entre sistemas distintos.
Passageiro inicia a viagem na linha C (metropolitana), transfere para a linha D (metropolitana) e depois para a linha E (metropolitana).	Todas as linhas C, D e E pertencem à mesma agência.	Sem transferência entre sistemas distintos.

Fonte: Elaboração Própria.

5.4. CENÁRIOS DE INTEGRAÇÃO

Com base na matriz origem-destino criada na subseção anterior, três cenários distintos foram gerados para análise. A matriz origem-destino foi utilizada para identificar a viagem mais rápida para cada par de hexágonos dentro do período de 30 minutos da janela de tempo. A partir dessa matriz, foram aplicadas funções específicas para implementar as regras de transferência descritas nas **subseções 5.3.2.1 e 5.3.2.2**, gerando os seguintes cenários:

- a) **Cenário Integrado**, sendo selecionadas as viagens mais rápidas entre pares de origem e destino. Este cenário inclui todas as viagens, assumindo-se que seria permitida integrações físico-tarifárias e tarifária temporal entre todas as linhas independentemente do sistema;
- b) **Cenário Real**, considerando exclusivamente as viagens mais rápidas que permitem transferências entre diferentes linhas sem custo adicional, conforme as regras de integração descritas na subseção 5.3.2.1. Esta matriz exclui todas as viagens que não atendem a essas regras, assegurando que apenas as viagens que cumprem com as condições de integração físico-tarifária especificadas sejam incluídas;
- c) **Cenário Sem Integração**, que inclui somente as viagens mais rápidas que permitem transferências entre as linhas de um mesmo sistema, mas exclui aquelas que envolvem múltiplas agências, conforme detalhado na subseção 5.3.2.2. Esta matriz é baseada na filtragem das viagens integradas que não são permitidas entre diferentes agências, focando apenas nas transferências que ocorrem dentro da mesma agência de transporte.

Desse modo, o Cenário Integrado refletiria a integração de todos os sistemas de transporte presentes na RMC, permitindo a eficiência máxima das viagens dentro do limite de tempo especificado. O Cenário Real proporciona uma visão das viagens que oferecem a melhor integração entre diferentes modos de transporte sem custos extras, refletindo as condições mais reais de deslocamento dentro da RMC. E, por fim, o Cenário Sem Integração destaca as viagens que, embora integrem diferentes modos de transporte, não envolvem múltiplas agências, oferecendo uma perspectiva mais restritiva sobre as possibilidades de integração.

5.5. ESTIMATIVAS DE ACESSIBILIDADE

Por fim, foram calculadas estimativas de acessibilidade para cada cenário utilizando uma medida cumulativa de acesso a oportunidades (CMA). Este indicador avalia o número total de oportunidades de emprego que podem ser acessadas a partir de cada hexágono dentro de um tempo máximo de viagem determinado.

Equação 1 - Equação de cálculo acessibilidade cumulativa (CMA)

$$CMA_{oT} = \sum Emp_d \times f(t_{od})$$

Onde:

- a) CMA_{oT} é o número de empregos acessíveis a partir de uma determinada zona de origem o dentro do limite de tempo de viagem T ;
- b) Emp_d é a quantidade de oportunidades de emprego disponíveis em um hexágono d ;
- c) t_{od} é o tempo de viagem entre a zona de origem o e a zona de destino d ;
- d) $f_{(tod)}$ é uma função do tempo-limite que pode assumir valor de 0 ou 1, dependendo se o tempo de viagem t_{od} é maior (0) ou menor (1) que o tempo limite T .

Foram definidos diferentes cortes temporais (T) que representam o limite máximo de tempo de viagem considerado para acessar oportunidades de emprego. Esses cortes variam com intervalos de 5 minutos, em um tempo mínimo de 10 minutos e máximo de 90 minutos.

Para avaliar o impacto dos diferentes cenários de integração sobre a acessibilidade ao emprego, foram calculadas as diferenças de acessibilidade entre os cenários. As diferenças foram determinadas da seguinte forma:

Equação 2 - Diferença de acessibilidade entre o Cenário Integrado e o Cenário Real (1) e entre o Cenário Sem integração e o Cenário Real (2).

$$\begin{aligned} \text{diff_int}_o &= CMA_{\text{int},o} - CMA_{\text{real},o} \\ \text{diff_desint}_o &= CMA_{\text{desint},o} - CMA_{\text{real},o} \end{aligned}$$

Fonte: Elaboração Própria.

$CMA_{\text{int},o}$ é a acessibilidade cumulativa para a origem o no cenário integrado; $CMA_{\text{real},o}$ e $CMA_{\text{desint},o}$ representam a mesma medida no cenário real e sem integração, respectivamente. A diferença diff_int_o indica o impacto da integração total dos sistemas de transporte sobre a acessibilidade a empregos para cada hexágono de origem o , e; a diferença diff_desint_o reflete o impacto da limitação a transferências apenas dentro da mesma agência sobre a acessibilidade a empregos para cada hexágono de origem o .

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na análise dos resultados, foi constatado que a integração tarifária dos sistemas de transporte público na RMC poderia trazer impacto significativo na expansão do acesso a oportunidades de emprego para a população. Além disso, os dados indicaram variações significativas na acessibilidade a empregos entre os municípios da RMC, influenciadas por características locais como a concentração de oportunidades de trabalho e a densidade populacional. Municípios mais próximos do centro de Curitiba, particularmente no norte-noroeste da RMC, tenderiam a se beneficiar mais da integração, enquanto aqueles mais distantes enfrentariam desafios adicionais devido ao tempo de viagem já elevado.

Os resultados também revelaram nuances sobre como a integração tarifária afeta de forma diferenciada os diversos segmentos da população da RMC. Apesar da integração tarifária melhorar o acesso geral aos empregos, ela não corrige a desigualdade existente entre os grupos de renda. Os mais ricos têm acesso a um número significativamente maior de empregos do que os mais pobres, mesmo com a integração.

Observando os resultados por intervalo de tempo, verificou-se que a integração tarifária oferece benefícios mais evidentes para viagens com duração superior a 30 minutos. Para viagens de até 30 minutos, as vantagens da integração não são tão expressivas, o que sugere que o impacto da política tarifária é mais significativo em deslocamentos mais longos. Em função disso, os resultados mais detalhados e representativos foram apresentados ao longo dessa seção com recortes de 60 e 90 minutos.

É importante destacar também que, a análise do cenário sem integração serve para destacar que, embora o nível atual de integração tarifária não seja ideal, ele representa uma melhoria significativa em relação a contextos anteriores, onde a integração era ainda mais limitada. Esta comparação sublinha que, apesar das deficiências no sistema atual, o estado atual da integração não deve ser considerado como insatisfatório, pois é um avanço em relação a níveis de integração muito piores experimentados anteriormente.

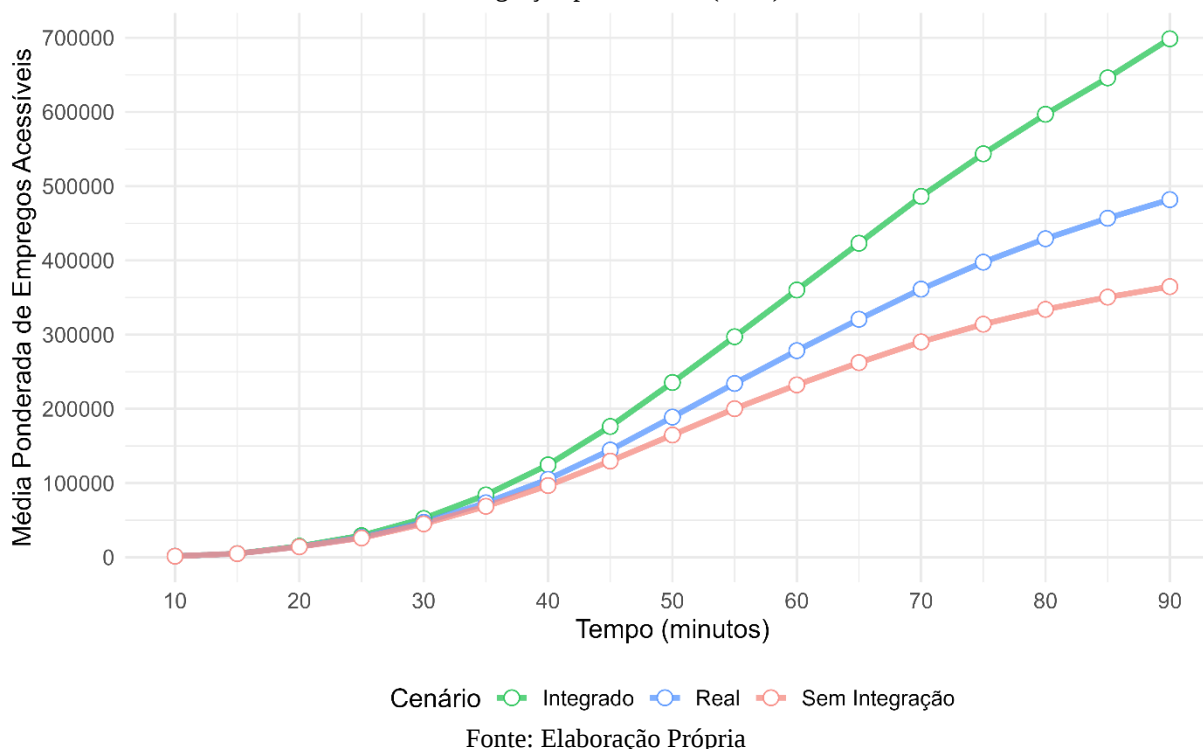
A seguir, este capítulo apresentará uma análise detalhada dos impactos da integração tarifária nos padrões de acessibilidade na RMC. Inicialmente, será realizada uma análise espacial para avaliar como a integração influencia a acessibilidade em diferentes áreas da região metropolitana. Em seguida, será feita uma análise por município, destacando as variações no impacto da integração tarifária entre as diferentes localidades. Por último, a análise abordará a influência da integração sobre diversos grupos socioeconômicos, ressaltando como a política afeta diferentes segmentos da população em termos de acesso a oportunidades de emprego.

6.1. IMPACTOS DA INTEGRAÇÃO NA ACESSIBILIDADE DA RMC

Os resultados mostram que a integração total dos sistemas de transporte público na RMC (cenário integrado) aumentaria significativamente a acessibilidade da população a empregos, com impactos maiores para viagens mais longas (Gráfico 2). A integração dos sistemas poderia adicionar em média cerca de **81 mil** e **216 mil** empregos acessíveis em até 60 e em 90 minutos de deslocamento, respectivamente. Isso representaria um aumento de aproximadamente 30% e 45% em comparação com a atualidade (cenário real).

Por outro lado, no cenário sem integração, que simularia a completa falta de coordenação entre os sistemas de transporte público da RMC, o acesso da população a oportunidades de emprego seria substancialmente reduzido. Nestes mesmos intervalos de tempo (60 e 90 minutos), o número de empregos acessíveis seria de aproximadamente **232** e **364 mil** por pessoa, uma diminuição de cerca de 16% e 25% em relação ao cenário real, que oferece aproximadamente **278** e **481 mil** empregos acessíveis nos mesmos intervalos de tempo.

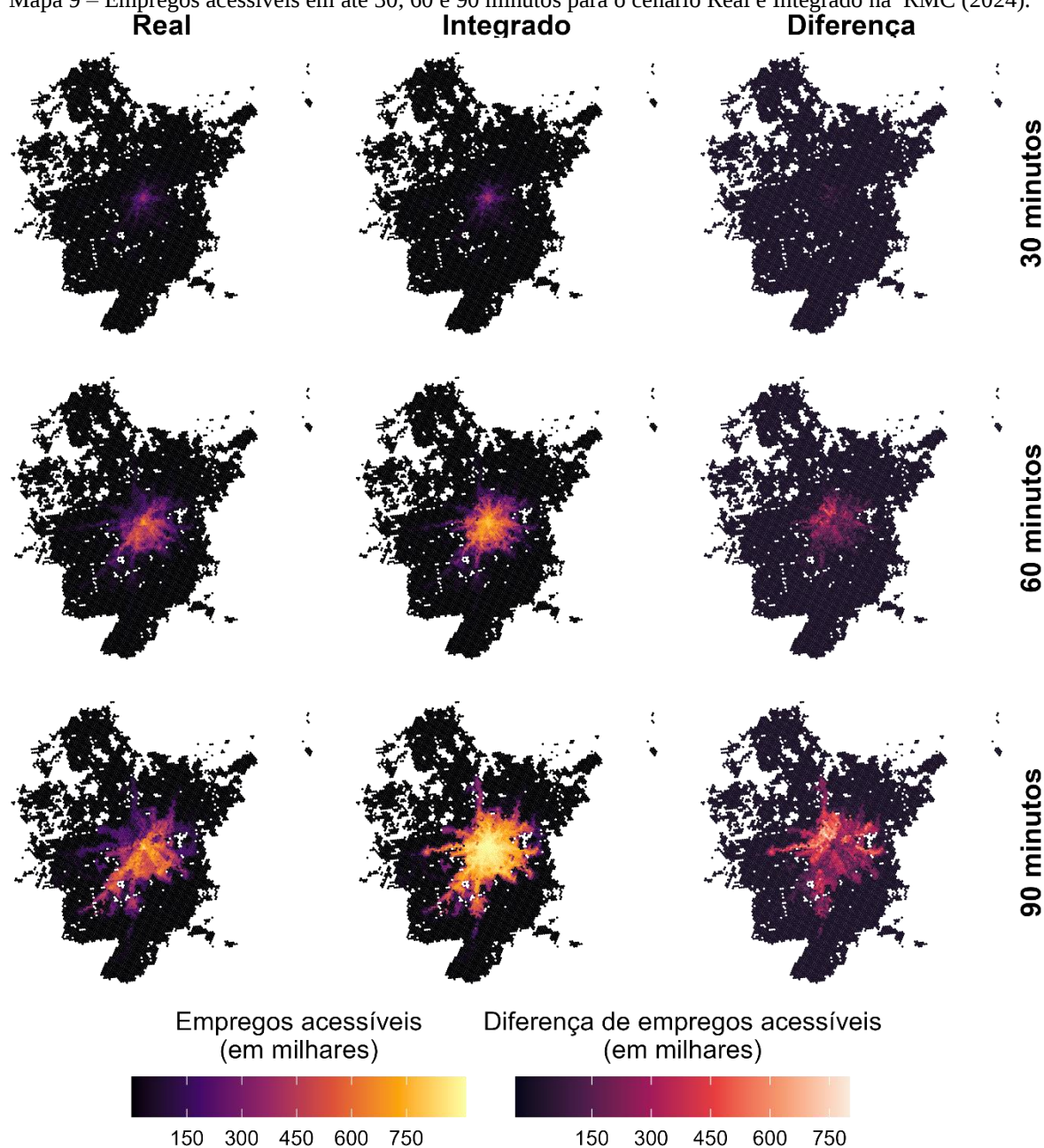
Gráfico 2 - Número médio de empregos acessíveis em diferentes tempos de viagem segundo diferentes cenários de integração para a RMC (2024).



Ao longo do tempo, observa-se uma tendência em todos os cenários: conforme o tempo de deslocamento aumenta, a acessibilidade média também cresce. Isso é esperado, pois um tempo de deslocamento mais longo permite que a população alcance uma área geográfica maior, proporcionando acesso a um maior número de empregos. No entanto, é importante notar que a

proporção de aumento na acessibilidade não varia significativamente entre os cenários em viagens de até 30 minutos (Mapa 9). Por exemplo, o aumento no número médio de empregos acessíveis no intervalo de tempo de 30 a 60 minutos é aproximadamente 4x maior do que no intervalo de tempo de 0 a 30 minutos. Além disso, com tempo máximo de viagem de 30 minutos, a proporção de aumento na acessibilidade é semelhante em todos os cenários — “Real”, “Integrado” e “Sem Integração”. Isso sugere que, para viagens mais curtas, o nível de integração do sistema de transporte público metropolitano — seja ele integrado ou não — pode não ter um impacto significativo na acessibilidade ao emprego.

Mapa 9 – Empregos acessíveis em até 30, 60 e 90 minutos para o cenário Real e Integrado na RMC (2024).

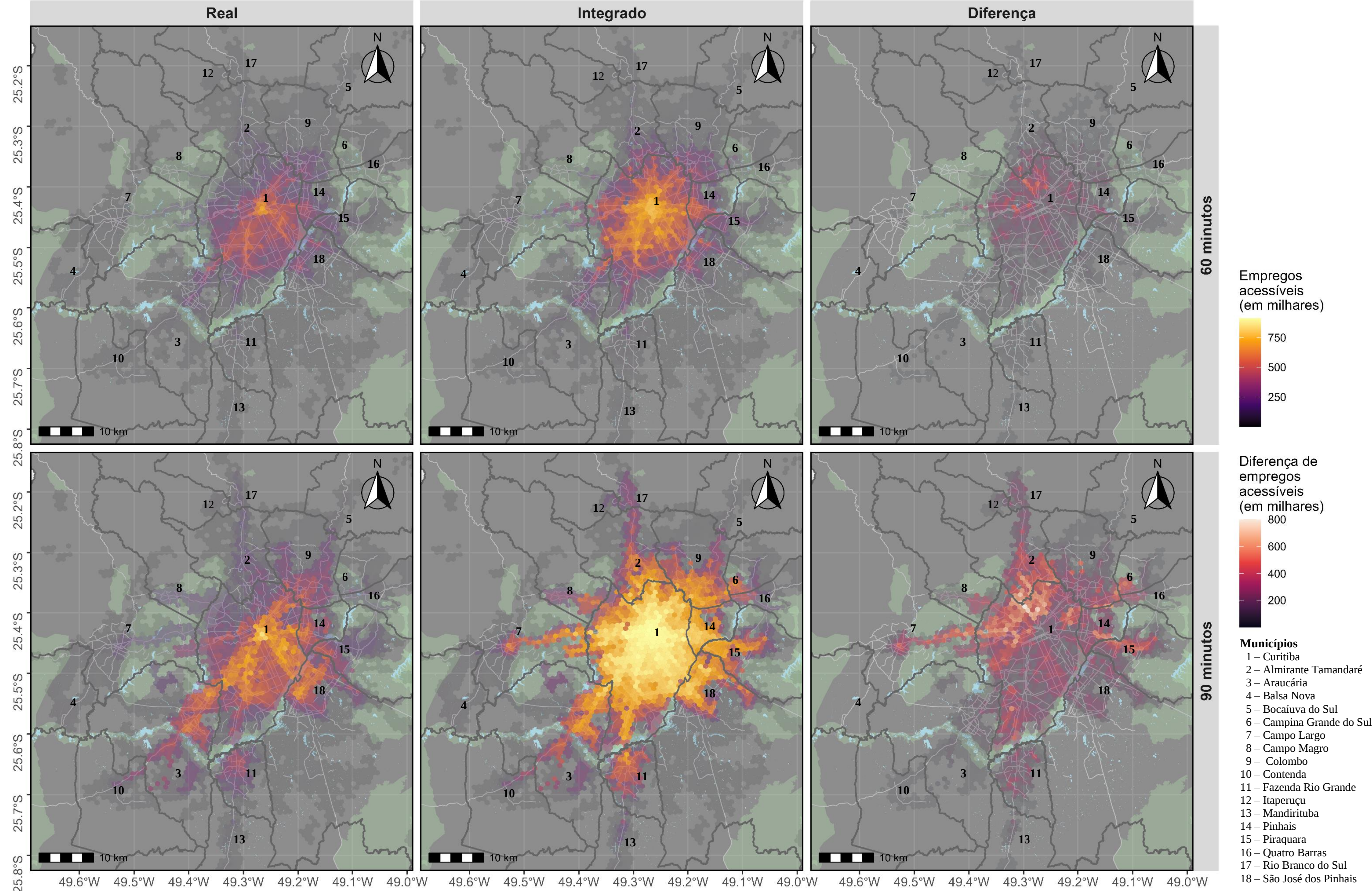


Existem algumas possíveis explicações para isso. Uma delas pode ser devido aos efeitos do tempo de viagem, onde limitações no tempo máximo de deslocamento podem restringir as mudanças na quantidade de oportunidades acessíveis dentro dessas áreas. Assim, em viagens mais curtas, a acessibilidade é mais influenciada pela densidade de empregos na região imediata, que é menos afetada por viagens de transporte público e mais sensível a viagens realizadas a pé. Além disso, em viagens curtas, os usuários podem ser menos propensos a fazer transferências entre diferentes sistemas de transporte, o que minimiza eventuais benefícios do sistema integrado. Uma outra condição que contribui para isso é que, as alterações realizadas na rede de transporte, como uma política de integração, podem não ter afetado significativamente determinadas regiões.

Também se nota que há uma relação inversamente proporcional entre a acessibilidade e a distância de áreas com alta densidade de empregos, como é o caso de Curitiba, indicando que quanto maior a distância desses centros, menor é a acessibilidade. Isso sugere que existe uma disparidade associada à distribuição de empregos na RMC. Por exemplo, para os residentes da região de maior população do município de Fazenda Rio Grande, apenas cerca de 1,26% de todos os empregos na RMC são acessíveis dentro de 30 minutos, mesmo no cenário integrado. Em contraste, para os residentes do hexágono mais populoso de Curitiba, 26,2% de todos os empregos são acessíveis no mesmo período. Ou seja, regiões com alta disponibilidade de empregos, como a região central de Curitiba, apresentam valores de acessibilidade mais elevados em comparação com outras regiões, o que faz com que os ganhos desses municípios não sejam tão notórios quando comparados com os ganhos da capital.

Viagens de até 90 minutos (Mapa 10) permitem mais facilmente que os residentes de municípios vizinhos acessem oportunidades de emprego na capital, onde a concentração de atividades econômicas é tipicamente mais alta. Isso é particularmente relevante no cenário integrado, onde regiões de maior concentração populacional em Almirante Tamandaré, Pinhais e Colombo, chegam a alcançar aproximadamente 40% de todos os empregos da RMC dentro de 60 minutos de viagem. Se analisado especificamente o caso de Almirante Tamandaré, é possível observar um aumento médio de 25% entre o cenário real e integrado. O aumento é maior do que o da própria capital que, varia de 50% para 73%. Este resultado é esperado, dada a integração relativamente baixa dos sistemas de transporte da capital e metropolitano. Sugerindo que a integração dos sistemas de transporte pode trazer benefícios não apenas para os residentes dos municípios vizinhos à capital, mas também para os próprios usuários do sistema municipal de Curitiba.

Mapa 10 - Empregos acessíveis em até 60 e 90 minutos e em diferentes cenários de integração para a RMC (2024).



No intervalo de 60 minutos, também é possível observar a importância dos corredores de alta capacidade (BRT) em Curitiba — sendo possível visualizar no Mapa 10 por meio da intensidade da cor — a concentração de empregos ao longo desses corredores. No entanto, também se observa uma integração insuficiente entre os corredores de BRT e o restante do sistema de transporte, tanto o municipal da própria capital quanto o metropolitano. Essa falta de integração é evidente quando se visualiza que existem regiões de Curitiba, próximas à região central, que ainda apresentam valores de acessibilidade não tão elevados quando comparados com a região central da cidade no cenário real. No contexto metropolitano, fenômeno parecido é observado nas principais rodovias de acesso a capital. Apesar desses acessos não serem dotados de infraestrutura de transporte público de alta capacidade (com a exceção da conexão entre Curitiba e Pinhais) e não serem polos de concentração de emprego, os ganhos de acessibilidade tendem a se concentrar majoritariamente ao redor dessas vias.

Essa relação sugere mais uma vez a dependência dos municípios da região metropolitana do mercado de trabalho formal da capital. Como essas rodovias são vias de acesso para Curitiba, e existe uma alta frequência na oferta de linhas de transporte público metropolitano, os ganhos de acessibilidade acabam sendo amplificados quando são ofertadas mais conexões a partir do cenário integrado. Em intervalos de viagem superiores a 60 minutos, torna-se mais evidente como as principais vias de acesso à capital funcionam como “corredores” de acessibilidade ao redor de Curitiba. No intervalo máximo de 90 minutos, esses “corredores” se tornam ainda mais proeminentes. Nesse cenário, dois acessos se destacam em comprimento: a oeste, a BR-277, que conecta Campo Largo a Curitiba, e a norte a Rodovia dos Minérios, que liga Rio Branco do Sul, Itaperuçu e Almirante Tamandaré à capital.

Em intensidade, no cenário integrado, em viagens de até 90 minutos, é possível observar a formação de uma mancha com altos valores de acessibilidade que vai da área central de Curitiba até a regiões centrais dos municípios limítrofes. Essa mancha tende a ter valores mais altos em Pinhais e Colombo. Ambos os municípios chegam a ter regiões que conseguem alcançar valores de 76% e 79% de acesso a todas as oportunidades de emprego existentes na RMC no cenário integrado. Um aumento de 14% e 17% respectivamente, comparado com os resultados do cenário real.

Isso evidencia não apenas a tendência já vista nos resultados até o momento, da baixa integração do sistema municipal de Curitiba, mas também sugere que, em um sistema integrado, há maior possibilidade da população de Curitiba alcançar empregos fora do município. Por exemplo, no cenário atual, apenas 35% da população de Curitiba consegue acessar mais

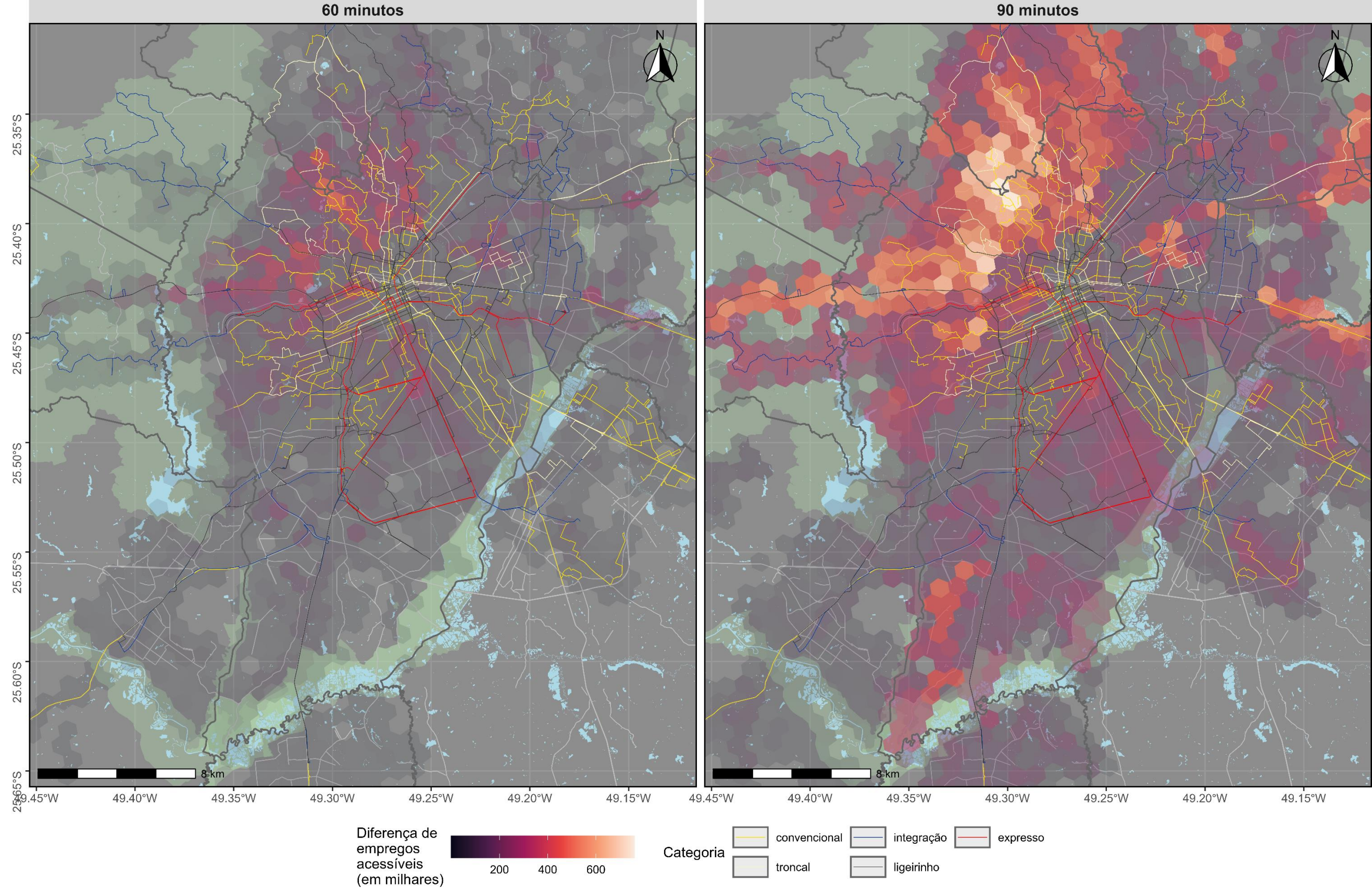
oportunidades de emprego em até 90 minutos de viagem do que o total de postos de trabalho disponíveis na própria cidade, mas, com a integração, esse percentual poderia subir para 92%.

No entanto, acessar essas oportunidades adicionais depende principalmente de uma integração eficaz com o sistema metropolitano. Por isso, nota-se que as regiões que mais sofreram ganhos de acessibilidade entre os cenários são aquelas que estão servidas pelos sistemas de transporte (metropolitano e municipal), mas que carecem de uma integração eficiente entre esses sistemas, ou dentro de seus próprios sistemas (como aponta o caso de Curitiba). Essas regiões, naturalmente, já possuem algum grau de acessibilidade no cenário real, devido à presença de sistema de transporte. O que o cenário integrado promove é ampliar o alcance dos sistemas, permitindo que os residentes acessem um maior número de oportunidades de emprego dentro de um determinado tempo de viagem. Isso quer dizer que a integração não implica na criação ou adição de novas linhas de transporte, mas sim na expansão das possibilidades de conexões entre as linhas.

Quando analisada a diferença entre o cenário integrado e o cenário real (Mapa 11), os resultados indicam que os benefícios da integração são mais perceptíveis em determinadas regiões. Essas regiões equilibram a proximidade de áreas com grande concentração de oportunidades de emprego, como a região central de Curitiba, com regiões mais distantes que enfrentam desafios de acesso, como os municípios de Bocaiúva do Sul e Mandirituba.

Especialmente, os vetores norte e noroeste são mais sensíveis às alterações provocadas pela integração, possivelmente por concentrar a maioria de suas linhas em serviços convencionais e troncais, que possuem baixa ou nenhuma integração com a Rede Integrada de Transportes. Isso significa que, nessas regiões, a falta de integração resulta em acessibilidade limitada, já que os passageiros dependem de transferências entre linhas não conectadas. A integração poderia transformar significativamente a acessibilidade nessas áreas, permitindo conexões mais diretas e rápidas aos principais corredores de transporte e, conseqüentemente, melhorando o acesso a oportunidades de emprego e outros serviços essenciais.

Mapa 11 - Diferença de empregos acessíveis (CMA) entre o cenário Real e Integrado em 60 e 90 minutos para Curitiba e municípios limítrofes (2024).



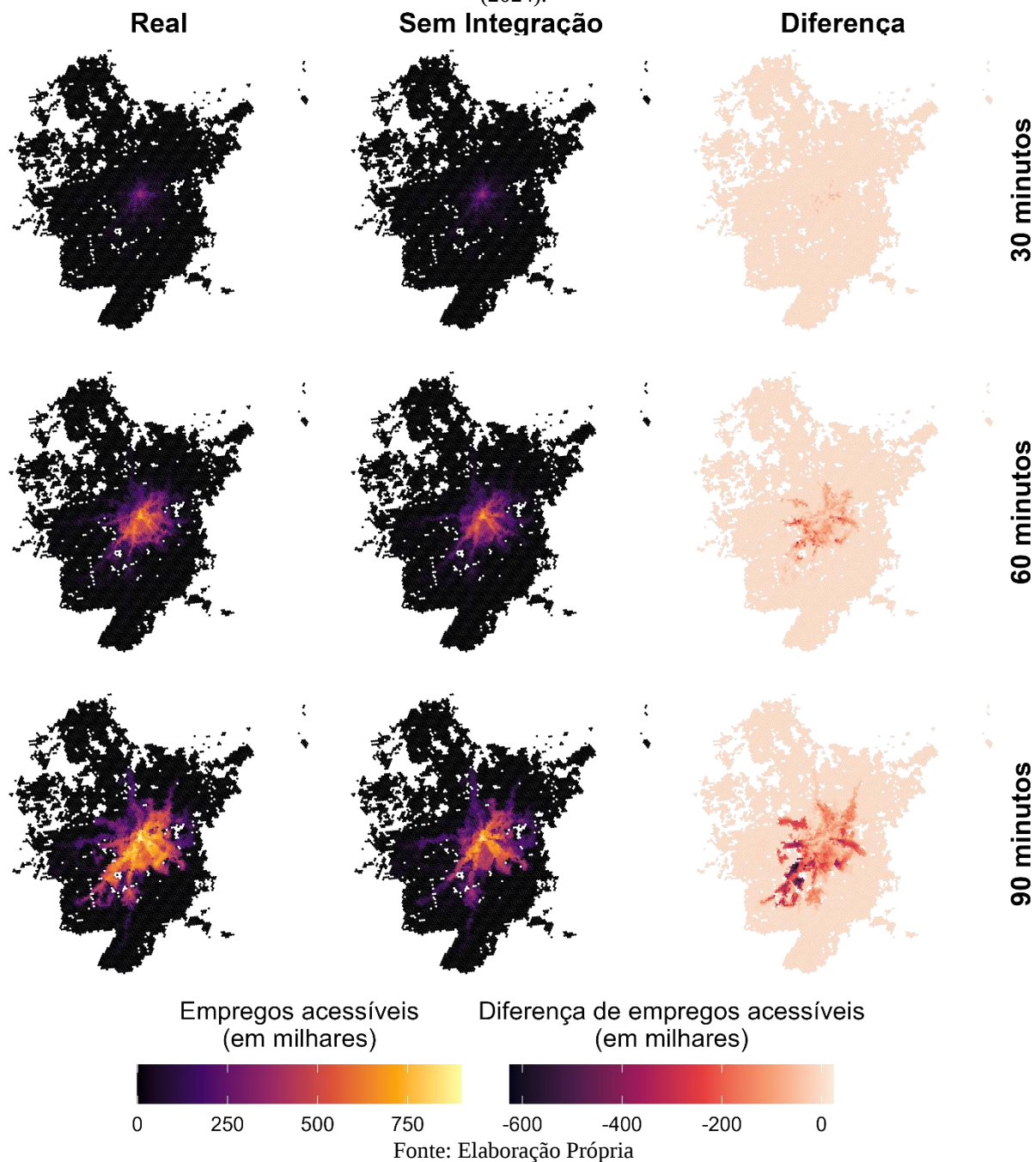
Além disso, é interessante notar que algumas regiões localizadas no entorno das estações de BRT, apresentam uma variação relativamente baixa de acessibilidade entre o cenário real e com integração. Apenas dois corredores de Curitiba — a Linha Verde e o eixo Boqueirão — apresentam variações mais significativas de acessibilidade, registradas em tempos de viagem acima de 60 minutos. Essa dinâmica pode ser explicada pelo fato de que, mesmo no cenário atual, as regiões ao longo dos corredores de BRT já possuem alta acessibilidade, devido a dois principais fatores: os BRTs operam com maior velocidade e frequência, e; os BRTs já apresentam um nível relativamente alto de integração dentro da RIT. Consequentemente, a integração do restante do sistema proporciona ganhos relativamente pequenos para estes corredores. As regiões que realmente se beneficiam são aquelas localizadas um pouco mais afastadas dos corredores de BRT, que, com a integração, conseguem agora se conectar à RIT e, assim, acessar um maior número de empregos.

Caso semelhante pode ser observado no vetor sul de Curitiba, especificamente na região dos bairros Caximba e Tatuquara. Essas duas regiões, apesar de apresentarem os resultados mais baixos de toda a capital no cenário real, mostram ganhos significativos de acessibilidade no cenário de integração. Isso pode ser atribuído à sua localização nas divisas de Curitiba com Fazenda Rio Grande e Araucária, sugerindo que a população dessas áreas pode estar acessando oportunidades nesses municípios vizinhos.

Para verificar essas conjecturas, uma possível abordagem seria analisar o comportamento da acessibilidade das regiões de Curitiba no cenário sem integração. O cenário sem integração simula uma desconexão entre os sistemas municipais e metropolitanos de transporte. Qualquer perda de acessibilidade nesse cenário seria devido à necessidade de utilizar tanto o sistema metropolitano quanto o municipal para viagens. Perdas de acessibilidade na capital, sugerem que a rota mais rápida para acessar uma determinada oportunidade envolve o uso de ambos os sistemas de transporte.

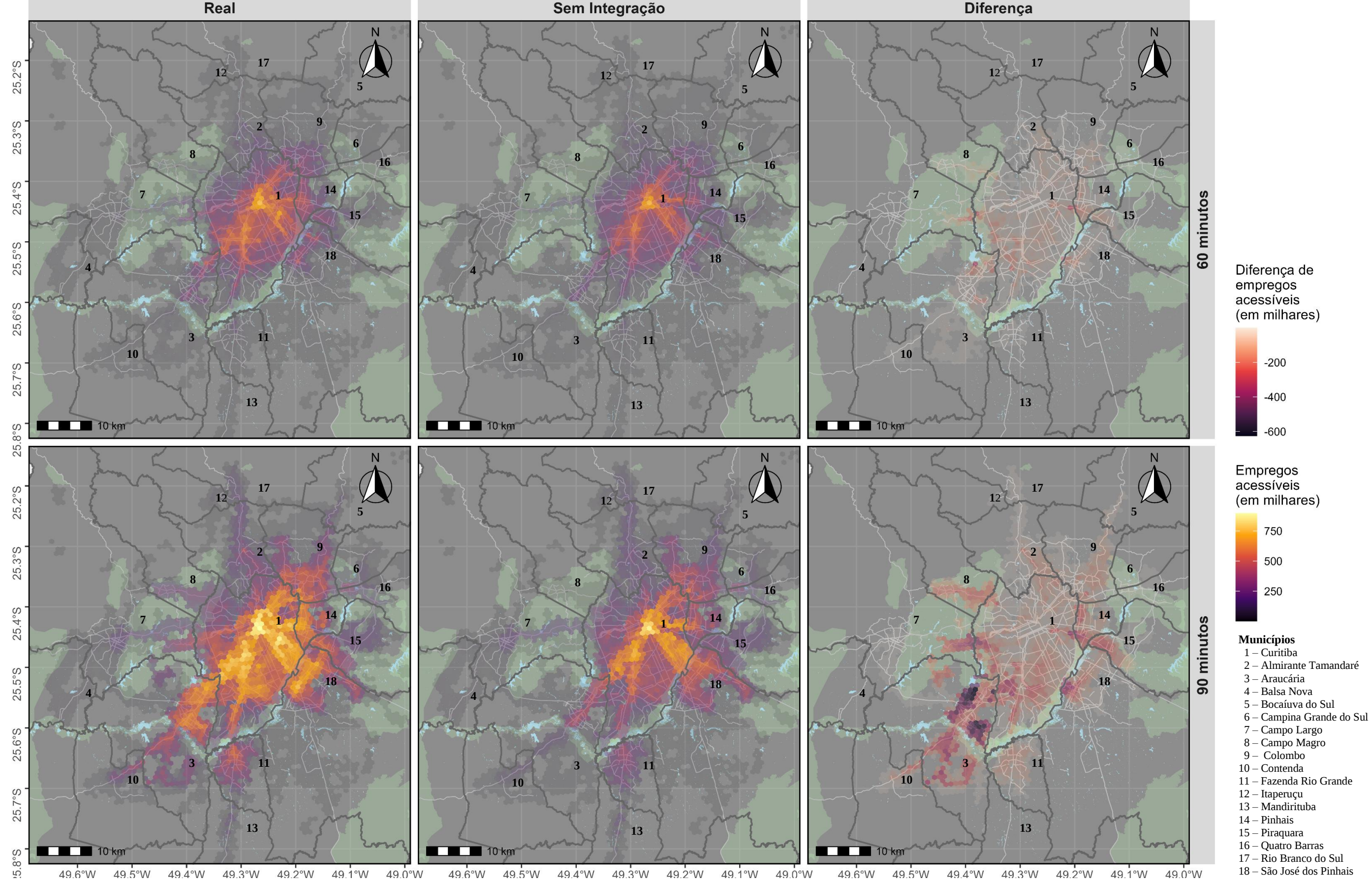
O Mapa 12 apresenta como se distribui espacialmente a perda de acessibilidade urbana que decorreria de uma eventual suspensão do atual nível de integração do sistema de transporte metropolitano com os municipais. Observa-se novamente pouca variação nos resultados para viagens de até 30 minutos. Isso ocorre porque, as regiões onde os cortes realizados nesse intervalo se concentram nos terminais de integração e estações de transferência de Curitiba. As viagens que conectam os municípios a Curitiba geralmente terão uma duração de tempo superior a 30 minutos. Portanto, em um cenário de análise de acessibilidade com um intervalo de 30 minutos, essas viagens podem não ser totalmente captadas.

Mapa 12 - Empregos acessíveis em até 30, 60 e 90 minutos para o cenário Real e Sem Integração na RMC (2024).



No intervalo de viagem de 60 e 90 minutos (Mapa 13), a perda de acessibilidade está direcionada principalmente para as áreas periféricas em todas as direções. A perda é mais pronunciada no vetor sudoeste em viagens de 90 minutos no município de Araucária. Araucária, assim como Curitiba, apresenta sistema municipal, o que pode indicar que embora o município apresente alta conectividade de sua rede de transporte interna, a ausência de integração com o sistema metropolitano poder reduzir significativamente a acessibilidade no município ao não possibilitar viagens para outros municípios da RMC e em especial a capital.

Mapa 13 - Empregos acessíveis no cenário Real e Sem Integração em 60 e 90 minutos para Curitiba e municípios limítrofes (2024).



Fonte: Elaboração Própria.

Esses resultados, do cenário sem integração, devem ser interpretados com cautela, especialmente porque se houvesse uma ruptura na integração atual entre o sistema metropolitano e municipais, é provável que seriam observadas adaptações em ambos os sistemas para compensar essa perda. Isso poderia incluir a criação de linhas adicionais e o estabelecimento de novas ofertas de serviços. Desse modo, a análise deste cenário serve como exercício capaz de ilustrar de maneira concreta quais são os benefícios de acessibilidade que são existentes atualmente na rede de transporte da RMC, dando uma noção da magnitude da perda dessa acessibilidade caso essa integração não existisse.

Do mapa, é possível observar que não há uma correlação direta entre as regiões que ganham acessibilidade no cenário integrado (Mapa 10) e aqueles que perdem no cenário sem integração. Uma das razões pelas quais não há uma correlação direta entre as regiões que ganham e que perdem é porque as regiões afetadas por esses cenários podem ser diferentes. Como essas regiões possuem características específicas relacionadas a distribuição de empregos e de população os resultados são distintos entre si.

As perdas de acessibilidade observadas concentram-se em dois locais específicos: os principais acessos a Curitiba, por onde transita o sistema metropolitano, e nos terminais metropolitanos. Apesar de Curitiba contar com uma rede de transporte consolidada, há perdas significativas nas regiões onde o sistema metropolitano opera, especialmente nos corredores de acesso à cidade. Esse padrão reforça a hipótese de que a população de Curitiba pode, em certa medida, depender do sistema metropolitano para acessar oportunidades de trabalho, evidenciando a importância da integração entre os sistemas de transporte municipal e metropolitano para a manutenção da acessibilidade urbana.

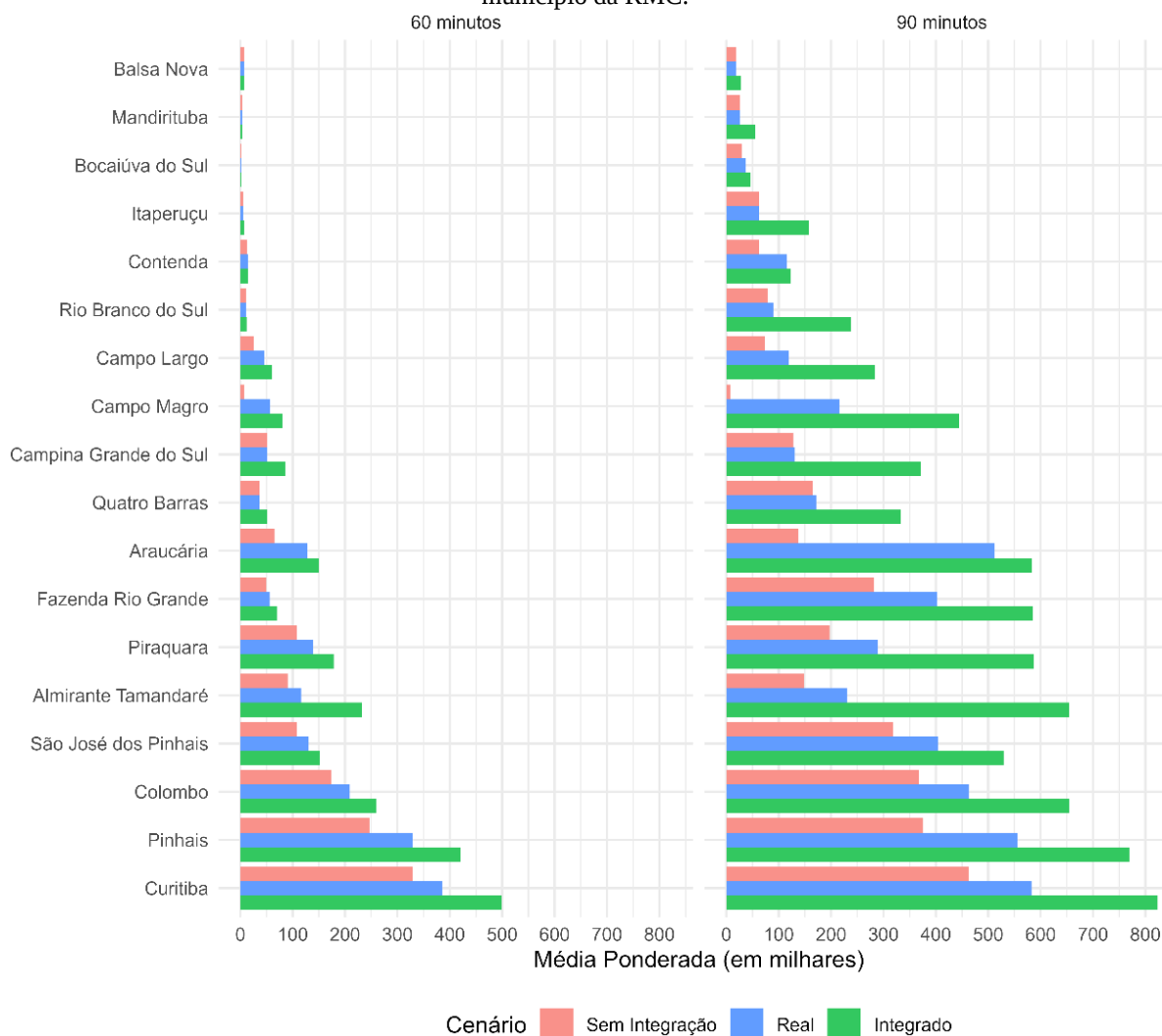
Estes resultados apresentados evidenciam a importância da integração dos sistemas de transporte metropolitano e municipal para a manutenção da acessibilidade urbana na RMC. A distribuição espacial das perdas de acessibilidade destaca a interdependência entre os sistemas. Nesse contexto, a fragmentação na gestão do transporte pode levar a ineficiências e desigualdades no acesso às oportunidades, prejudicando tanto os municípios periféricos quanto a própria capital. A seguir, a **subseção 6.2** aprofunda essa análise, examinando como a integração (ou a falta dela) afeta a acessibilidade a empregos em cada município da RMC, proporcionando uma visão detalhada dos impactos locais dessa dinâmica.

6.2. IMPACTOS DA INTEGRAÇÃO NA ACESSIBILIDADE POR MUNICÍPIO

Os resultados também permitem compreender os impactos específicos da integração tarifária na acessibilidade em nível municipal. Isso possibilita uma avaliação mais detalhada dos efeitos das políticas de transporte público considerando as particularidades de cada município da RMC.

No entanto, ao analisar esses resultados, é importante considerar as diferenças estruturais e contextuais entre os municípios em termos de população, composição do mercado de trabalho e extensão territorial. Por exemplo, o acesso a oportunidades de empregos em São José dos Pinhais pode ser maior do que Bocaiúva do Sul e Mandirituba por ter uma maior concentração de oportunidades de empregos na região. À luz disso, o Gráfico 3 apresenta a média ponderada de acessibilidade a empregos em 60 e 90 minutos para cada cenário e município da RMC, considerando o tamanho da população de cada hexágono.

Gráfico 3 - Média Ponderada de empregos acessíveis em 60 e 90 minutos para cada cenário e para cada município da RMC.



O Gráfico 3 revela uma disparidade significativa na acessibilidade a empregos entre os diferentes municípios da RMC. Curitiba apresenta os maiores valores em todos os intervalos de tempo e cenários analisados. Em média, a população da capital acessaria no cenário integrado, **113 mil** e **241 mil** empregos a mais que no cenário real para viagens de 60 e 90 minutos, respectivamente. Nesse mesmo intervalo de tempo, um morador de Curitiba seria capaz de acessar 51% e 85% de todas as oportunidades de emprego da RMC. Isso também consiste em 242 e 148 mil empregos a mais que a população de Pinhais conseguiria alcançar.

Ademais, nota-se que os municípios que exibem valores mais elevados de acessibilidade são aqueles que possuem maior proximidade e estão conurbados com a capital. Em particular, a Leste, Pinhais apresenta valores mais altos de acessibilidade para todos os cenários em todos os intervalos de tempo avaliados. Em média, no cenário integrado e em um tempo de viagem de até 60 minutos, um morador de Pinhais consegue alcançar, aproximadamente, 333 e 368 mil oportunidades de emprego a mais do que um morador de Quatro Barras e Campina Grande do Sul — municípios limítrofes a Pinhais, mas não conurbados com Curitiba — respectivamente.

As razões para isso são diversas. Primeiramente, Pinhais possui a menor densidade demográfica do Paraná devido a restrições ambientais a leste de seu território, que limitam a expansão urbana e resultam em uma maior concentração populacional em uma extensão territorial menor. Além disso, Pinhais é o município da RMC mais próximo do centro de Curitiba em termos de tempo de deslocamento, o que facilita o acesso rápido a uma grande quantidade de empregos na capital.

Semelhantemente, a Norte de Curitiba, Colombo e Almirante Tamandaré sobressaem-se não somente pela conurbação com Curitiba, mas também pela maior concentração populacional nas regiões contíguas a bairros da capital. Ambos os municípios apresentam padrões de ocupação territorial parecidos e abrigam 25% de toda a população da RMC, residente fora da capital. No entanto, apesar do alto contingente populacional, ambos apresentam uma distribuição de empregos menos favorável, com Almirante Tamandaré e Colombo concentrando apenas 1,12% e 3,33% de toda a oferta de empregos da RMC, respectivamente.

Isso resulta em uma maior dependência desses municípios em relação às oportunidades de emprego localizadas nos municípios vizinhos, especialmente as concentradas na capital. Esses municípios tendem a apresentar ganhos mais expressivos em intervalos de tempo maiores do que outros municípios. Por exemplo, se analisado somente o cenário real, Colombo e Almirante Tamandaré mostram um aumento de 121,31% e 98,32%, respectivamente, na

acessibilidade média a empregos de 60 para 90 minutos, enquanto Pinhais apresenta um aumento de 68,51%. Com a integração, Colombo e Almirante Tamandaré apresentariam um aumento de 152,89% e 181,19%, respectivamente entre os intervalos de 60 e 90 minutos, enquanto em Pinhais esse aumento seria de 83,38%.

O impacto da integração é mais acentuado para Almirante Tamandaré em comparação com Colombo e Pinhais devido à sua menor densidade de empregos, o que permite que a integração dos sistemas amplie significativamente as oportunidades de emprego para sua população. A mesma tendência é observada em Piraquara — que apresenta a menor proporção de habitantes por emprego na RMC (14,49) e 0,66% do total de empregos — e Fazenda Rio Grande. Piraquara apresenta um aumento de acessibilidade de 108,49% no cenário real e 229,39% no cenário integrado entre 60 e 90 minutos. Fazenda Rio Grande, devido à sua maior distância da região com maior concentração de empregos, mostra um aumento significativo de acessibilidade de quase 10 vezes (947,8%) no mesmo intervalo com o cenário integrado.

Todos esses municípios, juntamente com São José dos Pinhais a sudeste, e Araucária, a sudoeste, já apresentam valores relativamente altos de acessibilidade no cenário real quando comparados com os demais da RMC. Estes dois últimos, são os únicos que apresentam sistemas de transporte municipal e, especialmente São José dos Pinhais, boa distribuição de postos de trabalho (9,5% do total). Em Araucária, os ganhos proporcionais de acessibilidade entre os intervalos de tempo de 60 e 90 minutos, são ligeiramente mais expressivos no cenário real (299,43%) do que no cenário integrado (288,13%). Isso acontece porque o cenário real já apresenta alta integração entre o sistema urbano municipal de Araucária com o sistema metropolitano e o cenário integrado apenas aumenta a integração nas viagens realizadas para outros municípios, em especial a capital.

Por isso, no intervalo máximo de 90 minutos de viagem, o acesso as oportunidades de empregos da população de Araucária no cenário real só não são maiores do que os de Pinhais e Curitiba. Isso destaca a importância de um sistema municipal próprio, pois uma rede de transporte municipal eficiente pode ampliar a capilaridade e a acessibilidade local, alcançando mais regiões do que o sistema metropolitano por si só é capaz.

Em paralelo, se observado especificamente o caso de São José dos Pinhais e Campo Largo os resultados aqui apresentados são subestimados em função da ausência de dados GTFS do sistema de transporte municipal dessas cidades. Isso significa que todas as estimativas de acessibilidade apresentadas na área urbana destes municípios consideram apenas viagens realizadas a pé, ou através do sistema de transporte metropolitano.

Decidiu-se manter os resultados para estes municípios principalmente porque os resultados indicaram ganhos significativos de acessibilidade em viagens de até 60 e 90 minutos. Por exemplo, no cenário real de viagens de até 60 minutos, Campo Largo apresenta, 98 mil oportunidades de empregos acessíveis a mais que Quatro Barras e, em média, 386 mil a mais que Contenda, Rio Branco do Sul, Balsa Nova, Itaperuçu, Mandirituba e Bocaiúva do Sul. Isso destaca duas questões centrais: a dependência desses municípios em relação ao mercado de trabalho da capital – particularmente em Campo Largo – e a importância do sistema metropolitano para alcançar oportunidades dentro do próprio município – notadamente em São José dos Pinhais.

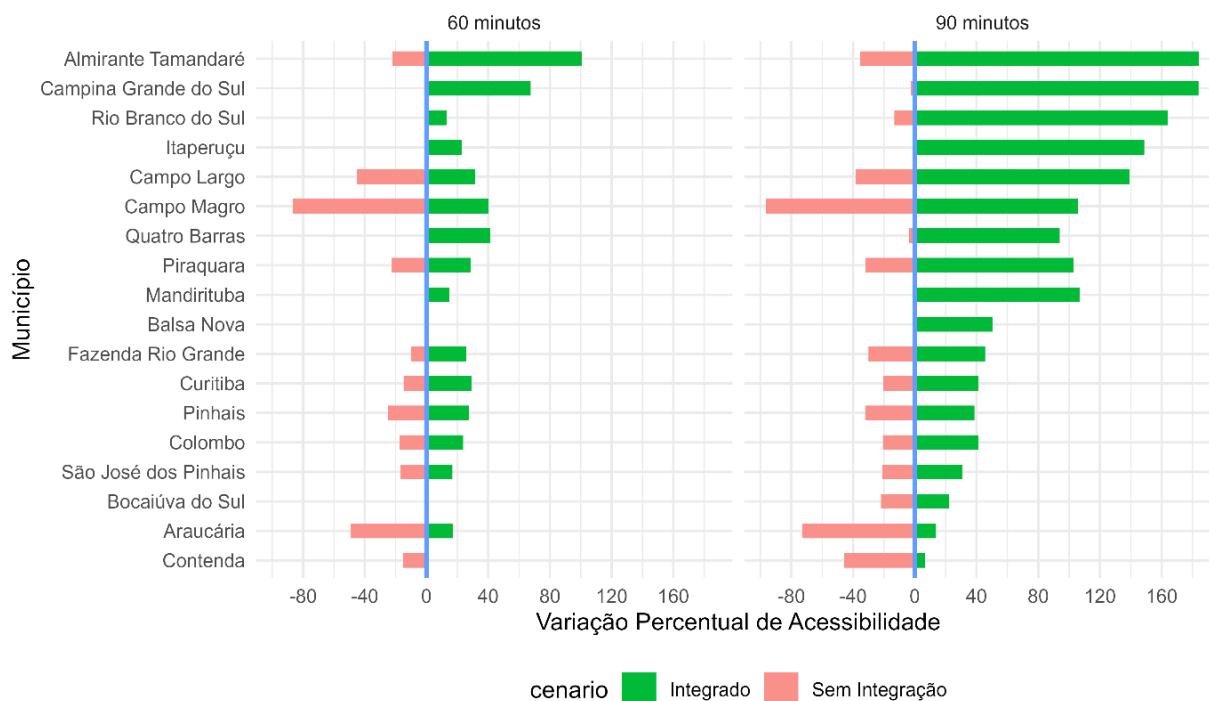
Analisando os resultados para os municípios que apresentaram os menores valores de acessibilidade média, é possível identificar que, se somados, Rio Branco do Sul, Contenda, Itaperuçu, Bocaiúva do Sul, Mandirituba e Balsa Nova representam apenas uma pequena fração (1,6%) de todos os postos de trabalho da RMC. Além disso, esses municípios, por não serem limítrofes a capital, apresentam uma distância física maior das regiões com maior concentração de oportunidades. Isso faz com que, esses municípios apresentem níveis de acessibilidade relativamente baixos quando comparados aos limítrofes a capital, e só apresentem valores significativos em intervalos de tempo de viagem máxima de 90 minutos.

Isso pode ser observado no cenário integrado, onde os aumentos na acessibilidade para esses municípios nos intervalos de 60 e 90 minutos são bem mais significativos: Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Mandirituba e Contenda, apresentam aumentos de 21x 18x, 11x e 7x, respectivamente se comparado com os valores de 60 minutos. Paralelamente, Rio Branco do Sul e Itaperuçu, também apresentam variações significativa na acessibilidade do cenário Integrado se comparado ao cenário real para viagens de até 90 minutos. Esse aumento é perceptível em todos os municípios do vetor norte e oeste e é mais sentido em Almirante Tamandaré, Campo Largo (Gráfico 4).

Esses ganhos são influenciados pela baixa integração do sistema municipal de Curitiba nas regiões ao norte e noroeste da cidade. Como esses municípios estão localizados próximos a essas regiões, e o sistema metropolitano possui linhas que tem trajetos que passam por essas áreas, eles se beneficiam mais significativamente da expansão da rede no cenário integrado. Destes municípios, Rio Branco do Sul e Itaperuçu só integram a RIT através de Almirante Tamandaré. Em outras palavras, esses municípios não têm acesso direto aos terminais e estações de transferência da capital. Desse modo, é natural que esses municípios apresentem ganhos também expressivos de acessibilidade no cenário integrado, pois este permitiria

transferência direta para as linhas municipais da capital, aumentando os ganhos de acessibilidade para a população.

Gráfico 4 - Variação percentual da média ponderada de acessibilidade a empregos em cada cenário, por município da RMC.



Fonte: Elaboração Própria.

Semelhantemente, outros municípios que não fazem integração direta com a capital também apresentam ganhos significativos de acessibilidade entre os cenários. Campina Grande do Sul, tem um aumento médio de 34 e 240 mil empregos acessíveis para 60 e 90 municípios, enquanto Mandirituba apresenta um aumento de 57 e 28 mil para os mesmos intervalos de tempo. Já Balsa Nova, Bocaiúva do Sul e Contenda, apresentam um aumento médio para a população de 9 mil, 8mil e 7 mil empregos acessíveis, respectivamente com a integração somente no intervalo de 90 minutos.

Algumas das possibilidades para a ausência de ganhos de integração em viagens de até 60 minutos para esses municípios residem no fato de que esses municípios possuem uma frequência muito baixa de linhas diretas para Curitiba²⁰ ou, em alguns casos, não possuem conexões diretas com a capital. Por exemplo, Balsa Nova, Contenda e Bocaiúva do Sul são exemplos de municípios que não têm conexões diretas com Curitiba e, portanto, precisam

²⁰ Contenda apresenta uma frequência de linhas para Araucária de em média a cada 30 minutos, e com apenas uma viagem diária às 06h15 da manhã para Curitiba. A matriz origem-destino, que possui um intervalo de 30 minutos entre 06:45 e 07:15, pode não capturar adequadamente essa viagem esporádica. Isso faz com que em 60 minutos de viagem, apenas as viagens no próprio município e para Araucária tenham sido captadas.

utilizar terminais secundários em outros municípios da RMC para acessar oportunidades na capital²¹. Essa necessidade de múltiplos pontos de transbordo e a falta de uma linha direta com a capital limitam a acessibilidade dessas localidades, pois cada transbordo adicional pode aumentar o tempo de viagem, o que faz com que o ganho de acessibilidade com a integração só se torne perceptível em viagens mais longas (superiores a 60 minutos).

Nesses casos, é possível supor que a acessibilidade em viagens de até 60 minutos está limitada a oportunidades localizadas nos municípios onde as transferências são realizadas. Chama-se atenção para o caso específico de Contenda, como o município apresenta sua principal conexão sendo com Araucária, município esse que já apresenta integração no cenário real, os ganhos percentuais no cenário integrado são muito baixos. Isso acontece porque, em função da restrição do tempo, a maioria das oportunidades que são acessíveis para a população estão localizadas em Araucária e não em Curitiba.

Isso é mais evidente analisando os resultados do cenário sem integração. Nesse cenário a população de Contenda sofreria redução de 2 mil e 53 mil empregos acessíveis em viagens de até 60 e 90 minutos, respectivamente. Paralelamente, a população de Araucária sofreria efeitos ainda mais significativos, com redução de 62 mil e 372 mil empregos acessíveis nos mesmos intervalos de tempo. Essa é a maior redução em valor bruto de todos os municípios da RMC. Isso ocorre porque, a falta de integração entre o sistema municipal de Araucária e o sistema metropolitano resulta em uma significativa redução na acessibilidade para a população local. Sem coordenação, os moradores de Araucária ficam limitados às oportunidades dentro do próprio município e perdem acesso a empregos e serviços em Curitiba e outros municípios da RMC.

Paralelamente, Campo Magro apresenta uma redução significativa na acessibilidade, em média, um morador do município deixaria de acessar de 50 mil empregos em viagens de até 60 minutos e 208 mil empregos em viagens de até 90 minutos. Esta é a maior redução percentual de todos os municípios da RMC. A razão principal é que quase todas as linhas metropolitanas do município são direcionadas ao terminal de Santa Felicidade em Curitiba. Sem integração tarifária, essas viagens diretas se tornam inviáveis, resultando em uma drástica diminuição da acessibilidade para a população local.

Outro município em situação semelhante é Campo Largo, que sofre uma redução de 20 mil empregos acessíveis em viagens de até 60 minutos e 25 mil empregos em viagens de até 90

²¹ Balsa Nova acessa o Terminal Campo Largo, enquanto Bocaiúva do Sul utiliza o Terminal Guaraituba em Colombo e Contenda o terminal central de Araucária.

minutos. Embora Campo Largo possua um terminal metropolitano, a maior parte das viagens se concentra no terminal Campina do Siqueira em Curitiba. A falta de viagens diretas e sem transferências para o centro de Curitiba limita a eficiência do transporte público, reduzindo a acessibilidade.

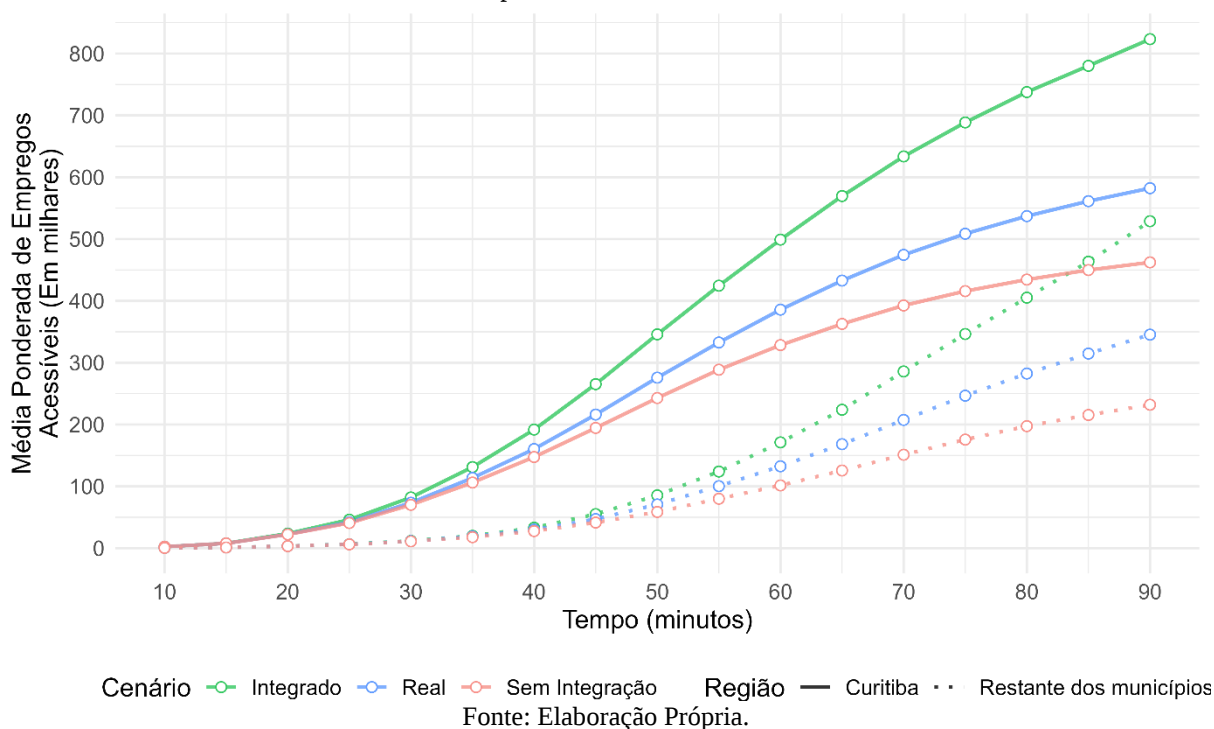
Assim como Campo Magro, Campo Largo e Araucária, os demais municípios limítrofes a Curitiba também são os que sofrem mais perdas de acessibilidade por parte da população com a eventual ausência de integração²². Isso ocorre porque, para esses municípios, a distância menor da capital e as integrações físicas já existentes, permitem que estes acessem um número muito maior de empregos na capital em comparação com municípios mais distantes. Em um cenário que essa integração com o sistema municipal não existe, essas localidades não conseguem acessar essas oportunidades, resultando em uma perda proporcionalmente maior de empregos acessíveis, tanto em viagens mais curtas quanto mais longas para esses municípios.

De maneira semelhante, a população da capital também deixaria de acessar um grande número de oportunidades de emprego no cenário sem integração — 57 mil empregos para viagens de até 60 minutos e 119 mil empregos para viagens de até 90 minutos (Gráfico 4). Isso é importante por duas razões principais: primeiramente, destaca que o sistema metropolitano ajuda a ampliar o alcance das oportunidades localizadas na própria capital e acessíveis para a própria população de Curitiba. Em segundo lugar, evidencia a possibilidade da população de Curitiba de acessar mercados de trabalhos localizados nos municípios próximos.

Nessa perspectiva, faz sentido observar mais especificamente os resultados de Curitiba. Isso é importante não só porque a capital concentra quase metade da população da RMC, mas também para compreender como o comportamento de acessibilidade em Curitiba se distingue dos outros municípios da RMC. O Gráfico 5 permite analisar essas diferenças ao comparar a média ponderada de empregos acessíveis em diferentes intervalos de tempo para Curitiba e para o restante dos municípios da RMC em cada cenário.

²² Além de Campo Magro e Campo Largo. Pinhais, Colombo, Piraquara, Almirante Tamandaré, São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande sofreriam redução de 83, 36, 31, 25, 21 e 5 mil empregos acessíveis, respectivamente, em viagens de até 60 minutos. Da mesma forma, em viagens de até 90 minutos, a população desses municípios sofreria redução média de 179, 96, 92, 81, 85 e 120 mil empregos acessíveis, respectivamente.

Gráfico 5 - Média Ponderada da empregos acessíveis em diferentes intervalos de tempo para Curitiba e restante dos municípios da RMC em cada cenário.



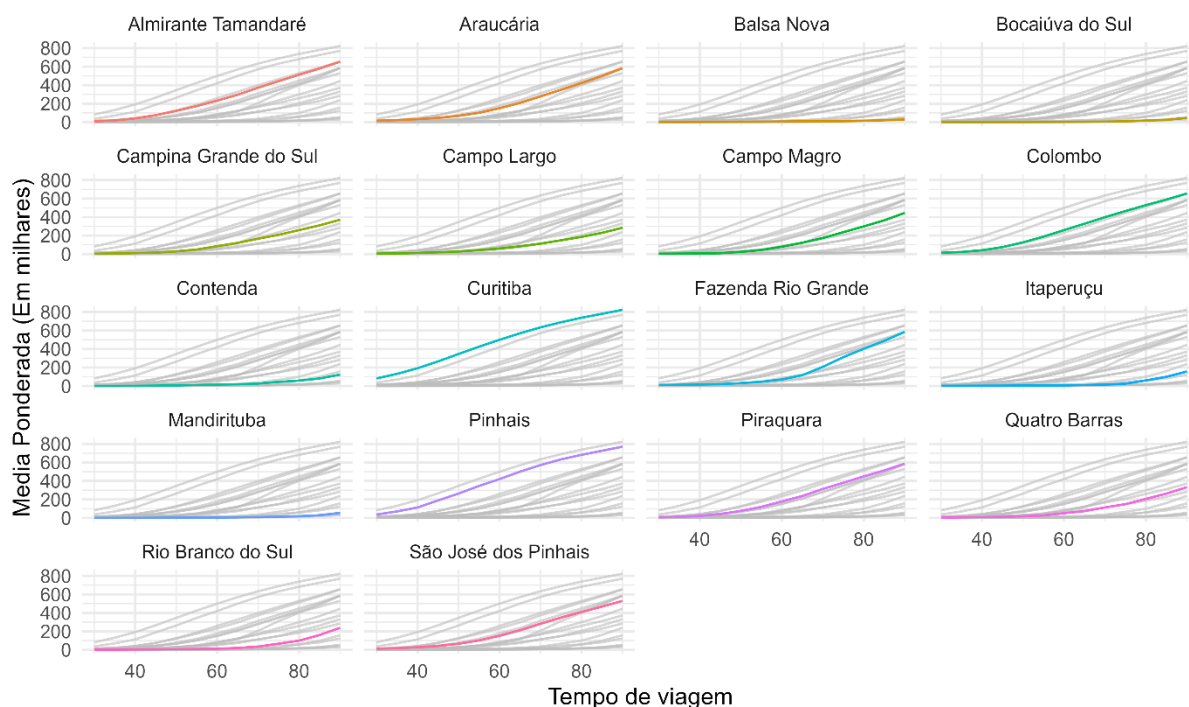
O gráfico sugere que a população da capital se beneficiaria dos efeitos da integração em viagens com duração superior a 30 minutos, com um crescimento significativo no número de empregos acessíveis. Como já apontado nesse trabalho, isso tem forte influência da baixa integração tarifária temporal do próprio sistema municipal de Curitiba que limita o acesso da população ao mercado de trabalho. Para os demais municípios, o crescimento significativo na acessibilidade começaria a ser mais evidente a partir dos 60 minutos de viagem, sugerindo que este seria o intervalo de tempo necessário para acessar as oportunidades de emprego localizadas em Curitiba usando o sistema metropolitano.

Ademais, a curva de acessibilidade de Curitiba mostra que os ganhos de acessibilidade são progressivamente menores para viagens mais longas, indicando que a maioria dos empregos acessíveis dentro desse intervalo já foi atingida. Esse comportamento sugere que aparentemente a rede de transporte e as oportunidades de emprego indicam tendências de saturação em termos de alcance, com uma taxa de crescimento menos acentuada. Por exemplo, no cenário real e sem integração, a população de Curitiba já teria alcançado 85% e 68% de todas as oportunidades de empregos localizadas na capital (679 mil) em 90 minutos de viagem, respectivamente.

Todavia, nos demais municípios da RMC, a curva de acessibilidade ainda mostra crescimento além dos 90 minutos, especialmente no cenário integrado. Isso ocorre porque o aumento do tempo de viagem continua a expandir o acesso ao mercado de trabalho,

especialmente para os municípios mais distantes da capital (Gráfico 6). Apesar de mais oportunidades de trabalho serem acessíveis com tempos de viagem mais longos, isso pode não refletir a condição ideal para deslocamentos diários, especialmente aqueles casa-trabalho.

Gráfico 6 - Média Ponderada da empregos acessíveis em diferentes intervalos de tempo para os municípios da RMC no cenário integrado.



Fonte: Elaboração Própria.

O Gráfico 6 revela uma tendência de que municípios próximos entre si apresentem curvas de crescimento bastante semelhantes. Por exemplo, Pinhais, localizado a leste de Curitiba, apresenta uma curva de crescimento no acesso a oportunidades de trabalho muito semelhante à da capital. Esse comportamento indica que Pinhais funciona quase como um "bairro" de Curitiba, com uma relação muito mais integrada. Ao Norte, municípios como Almirante Tamandaré e Colombo, que são conurbados com Curitiba e entre si, também exibem curvas de crescimento quase idênticas. Essa semelhança se estende a Rio Branco do Sul e Itaperuçu, que, apesar de estarem mais distantes da capital, mostram um comportamento similar de crescimento em viagens acima de 70 minutos.

Os municípios ao sul de Curitiba, como Fazenda Rio Grande, apresentam ganhos mais significativos em tempos de viagem superiores a 60 minutos. Isso ocorre porque essa região está mais distante da área de maior concentração de oportunidades em comparação com outras regiões, e os ganhos de acessibilidade no cenário integrado se concentram especificamente no vetor norte e noroeste. Essas condições combinadas resultam em um incremento mais substancial no acesso a oportunidades somente para viagens com tempo total superior a 60

minutos, o que reflete um padrão geral na RMC de que a proximidade ao centro urbano, representado por Curitiba, é um fator determinante para o nível de acesso ao mercado de trabalho.

Curitiba e seus municípios limítrofes, tendem a apresentar níveis de acessibilidade significativamente mais altos, beneficiando-se de uma maior concentração de oportunidades e de uma rede de transporte mais eficiente. Em contrapartida, as regiões mais distantes da capital exibem desertos de oportunidades, onde o acesso a empregos é substancialmente mais baixo. Esse contraste evidencia as desigualdades espaciais de acesso, onde a proximidade geográfica ao centro urbano desempenha importante papel na determinação do nível de acessibilidade das populações.

No entanto, tanto a análise espacial (Seção 6.1) quanto a nível municipal (Seção 6.2), apesar de fornecerem uma visão abrangente do impacto da integração tarifária no acesso ao mercado de trabalho da RMC, não são capazes de explorar como esses padrões se manifestam em diferentes grupos socioeconômicos da população. Mesmo dentro de um município, os ganhos de acessibilidade podem não ser igualmente distribuídos entre diferentes grupos de renda da população.

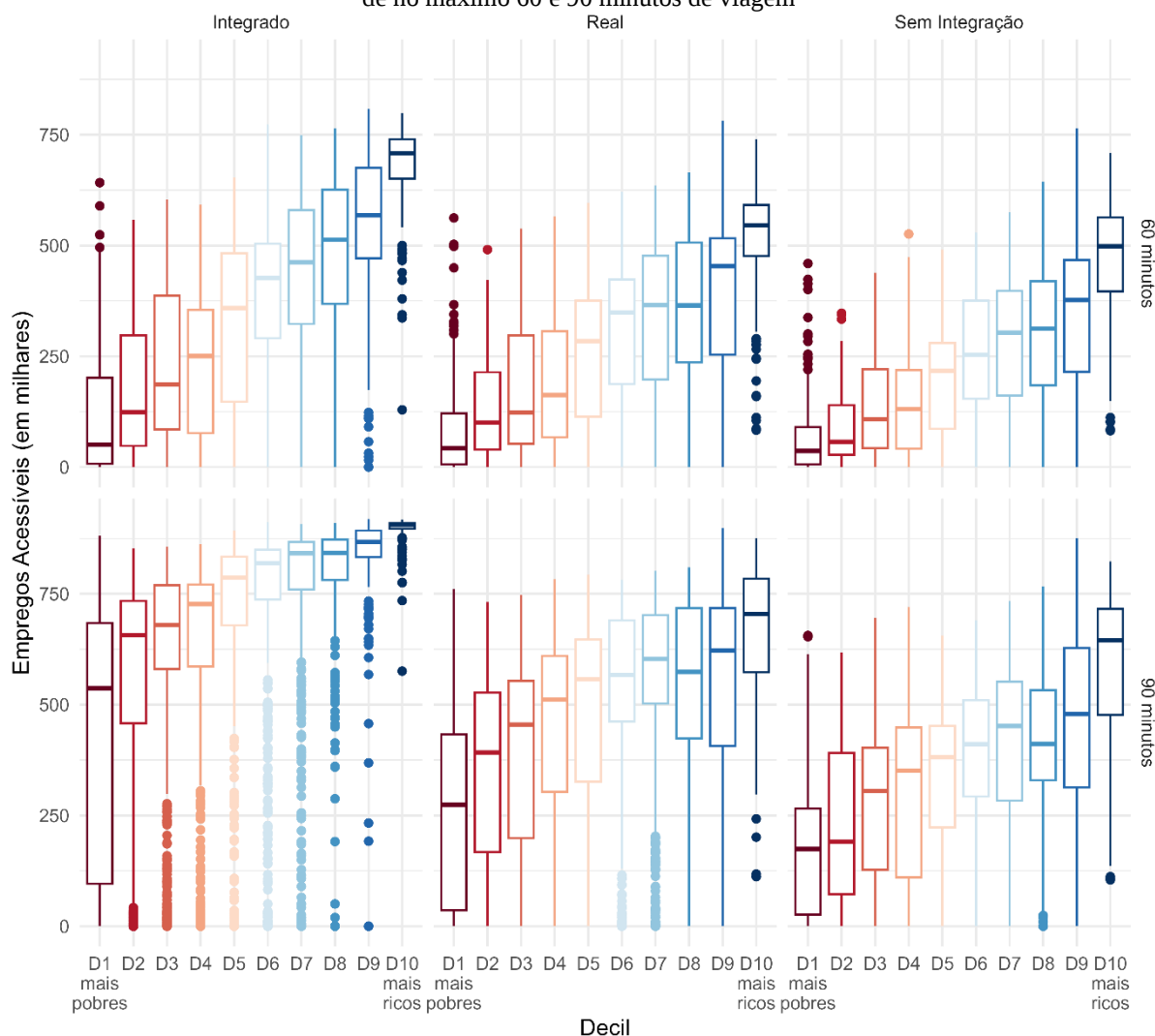
Com isso em mente, a próxima subseção se dedicará a uma análise mais detalhada dos impactos da integração tarifária por faixa de renda na RMC. Esta abordagem permite visualizar se os ganhos proporcionados pela integração tarifária beneficiam de maneira equitativa todos os grupos da população ou se há uma concentração de benefícios em grupos de maior renda. Ao focar na relação entre renda e acessibilidade, pretende-se obter uma compreensão mais clara de como políticas de transporte e integração podem ser otimizadas para atender às necessidades de todos os segmentos da sociedade e reduzir as desigualdades existentes no acesso a oportunidades de emprego.

6.3. DESIGUALDADES DE RENDA NO ACESSO A EMPREGOS NA RMC

Os resultados revelam um contraste significativo entre os mais ricos e os mais pobres em termos de acessibilidade na RMC. No cenário real, os mais ricos (D10), em viagens de até 60 e 90 minutos, podem acessar **325 e 200 mil** empregos **a mais** do que a média total da população, e **250 e 400 mil** no cenário integrado, respectivamente. Em contraste, os mais pobres (D1) acessam **250 e 265 mil** empregos **a menos** que a média da população no cenário integrado, e **194 e 220 mil a menos** que no cenário real, para os mesmos intervalos de tempo.

Esses resultados apontam que, apesar de trazer melhorias gerais, a integração não corrigiria a desigualdade existente, com mais ricos continuando a se beneficiar mais do que os mais pobres, em todos os cenários (Gráfico 7). Isso significa que a integração tarifária, embora promova redução do custo monetário da viagem, não é suficiente para proporcionar a equidade no acesso a oportunidades de emprego na RMC.

Gráfico 7 - Distribuição dos níveis de acessibilidade ao emprego entre decis de renda por cenário para intervalos de no máximo 60 e 90 minutos de viagem



Os resultados corroboram padrões já identificados em estudos anteriores sobre desigualdades de acesso por nível de renda (Pereira *et al.*, 2019), onde a proximidade geográfica dos bairros de alta renda em relação aos centros de emprego e a capacidade econômica dos residentes influenciam o acesso ao mercado de trabalho. Em Curitiba, e na RMC, esse fenômeno é evidenciado pela localização dos bairros mais ricos próximos aos centros de emprego, enquanto os residentes de áreas periféricas — que geralmente pertencem a grupos de renda mais baixa — enfrentam maiores desafios para acessar essas oportunidades devido à distância e ao acesso limitado ao transporte público (Turbay; Pereira; Firmino, 2024).

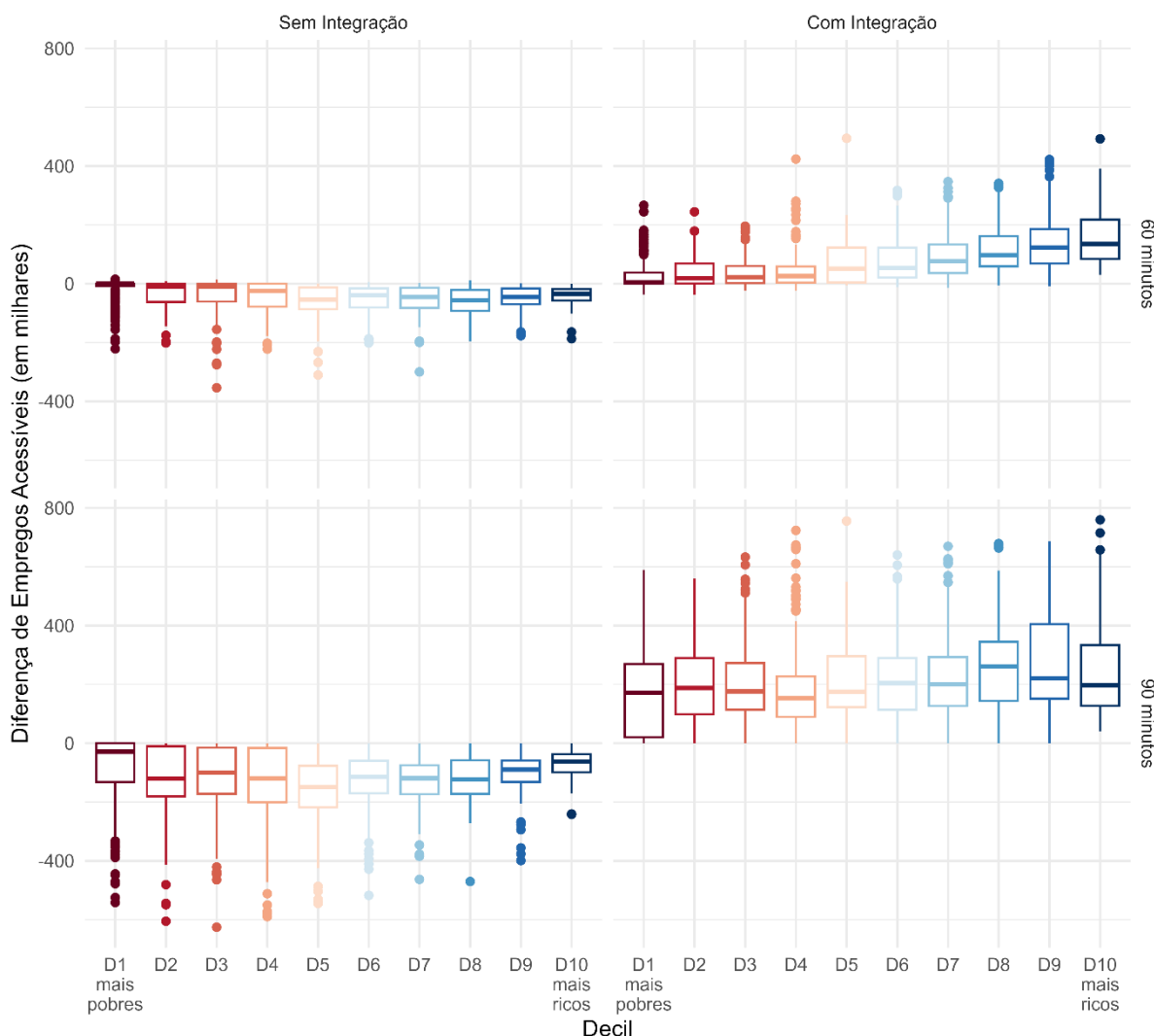
Por exemplo, mesmo em um cenário integrado, os grupos D1 à D5 só acessariam, em média, 22 %, e 60% do total de empregos da RMC em viagens de até 60 e 90 minutos. Esse número é 30% e 24% menor do que a média de acesso dos grupos de renda mais alta (D5 à D10). No caso específico do grupo D10, essa população tem acesso a até 93% de todos os empregos da RMC em um intervalo de 90 minutos de viagem, contra 45% de D1.

Um aspecto relevante a destacar é que os grupos de renda mais baixa, embora tenham um acesso mais limitado a empregos em viagens mais curtas de até 60 minutos, apresentam ganhos mais significativos em viagens mais longas de até 90 minutos. Isso reforça a compreensão de que esses grupos frequentemente residem em áreas com menor acesso a oportunidades de emprego e precisam viajar por períodos mais longos para alcançar um número maior de oportunidades.

Essa variabilidade pode ser atribuída a dois fatores principais: (1) a população de baixa renda em Curitiba, particularmente nos bairros Tatuquara e Campo de Santana — as únicas regiões da capital com população do decil D1 — tem acesso a um número maior de empregos em comparação com a população de baixa renda dos municípios mais distantes; (2) mesmo com a integração tarifária, a população D1 de municípios mais afastados da capital — como a região periférica de Itaperuçu, Bocaiuva do Sul e Contenda — não são capazes de alcançar um número significativo de oportunidades.

No entanto, essas condições não significam que não existam ganhos de acessibilidade com a integração tarifária para grupos de renda menor (Gráfico 8), especialmente quando se avalia tempos de viagem maiores. Em média, os decis de 1 a 5, experimentariam um aumento de 27,6% na quantidade de empregos acessíveis entre o cenário integrado e real, em viagens de até 60 minutos. Esse aumento chega a 58,1% em viagens de até 90 minutos — superior à média de aumento de toda a população.

Gráfico 8 - Distribuição da diferença níveis de acessibilidade a empregos em relação ao cenário base por decis de renda e cenários de integração em intervalos de no máximo 60 e 90 minutos de viagem na RMC.



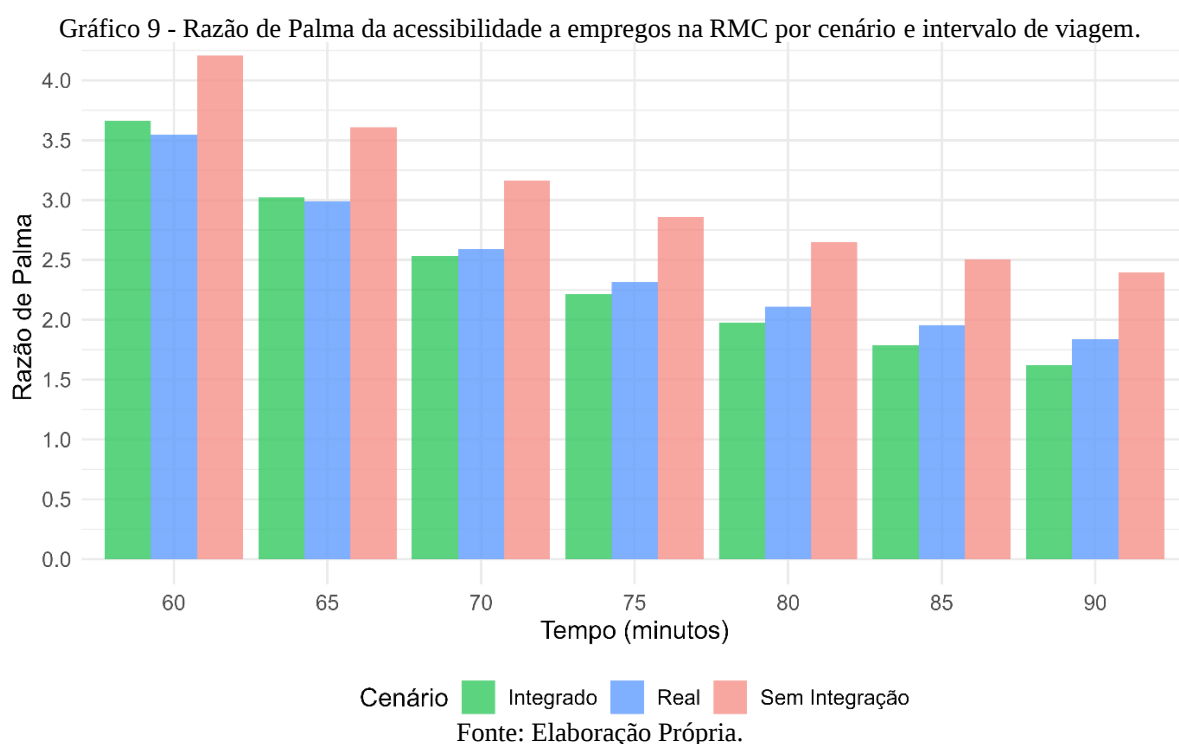
Fonte: Elaboração Própria.

Em 60 minutos, o grupo que mais ganha em acessibilidade é o D10. Em viagens de até 90 minutos, os grupos que mais se beneficiam são D7, D8 e D9. Isso sugere que, num possível cenário de integração do sistema metropolitano, os indivíduos desses grupos, em sua maioria localizados em Curitiba, estariam acessando uma quantidade significativamente maior de oportunidades de emprego não apenas dentro da cidade, mas também em municípios vizinhos. O grupo D10 não apresenta ganhos adicionais expressivos em viagens mais longas (até 90 minutos) porque a quantidade de oportunidades acessíveis em até 90 minutos já seria quase o total de oportunidades disponíveis na região.

No cenário sem integração, as perdas de acessibilidade em 60 minutos são distribuídas entre todos os grupos, sendo mais acentuadas para D9, D8 e D7. Em 90 minutos, D1 e D10 são os que menos perdem acessibilidade, enquanto D5, D4 e D3 sofrem as maiores reduções. Duas

coisas devem ser destacadas: a baixa perda de D1 significa que essa população não sofreria tantos impactos da falta de integração entre os sistemas, provavelmente porque já tem um baixo acesso inicial (isso se reflete nas perdas quase inexistentes em 60 minutos). Por outro lado, a alta perda de D5, D4 e D3 mostra que esses grupos, que estão localizados principalmente na região mais próxima a capital e dependem fortemente da integração física para acessar as oportunidades de emprego em Curitiba.

Para entender melhor o impacto dessas variações na acessibilidade e como elas refletem desigualdades mais amplas, é útil analisar a razão de palma (Gráfico 9). Esse indicador fornece uma visão mais detalhada sobre a distribuição desigual de oportunidades entre os grupos de renda, sendo calculado a partir da divisão da acessibilidade média pela população dos 10% mais ricos pela acessibilidade média pela população dos 40% mais pobres. Valores superiores a 1 na razão de palma indicam que os grupos de renda mais alta têm níveis médios de acessibilidade superiores aos dos grupos mais pobres, enquanto valores abaixo de 1 refletem o contrário.



Esses resultados apontam que a integração tarifária poderia reduzir a disparidade no acesso às oportunidades de emprego entre os grupos de alta e baixa renda em 11,8% para viagens de até 90 minutos. Em contraste, em um cenário sem articulação entre os sistemas metropolitano e urbanos, a desigualdade entre mais pobres e mais ricos aumentaria em 30% em viagens no mesmo intervalo de tempo. Isso significa que, apesar de a rede atual não ser

totalmente integrada, ela é significativamente mais eficaz em reduzir a desigualdade de acesso a empregos do que um cenário sem qualquer articulação entre os municípios da região.

Essa diferença significativa no impacto pode ser atribuída ao fato de que a população da RMC que usa o sistema metropolitano, tende a pertencer a grupos de renda mais baixa, que também residem em municípios com baixa concentração de empregos. Assim, esses grupos são mais dependentes da articulação entre diferentes sistemas de transporte para terem ampliadas suas possibilidades de acesso ao mercado de trabalho na capital. Isso ajuda a explicar também porque os efeitos da perda de integração, são maiores do que os ganhos de integração, e porque o acesso só tende a ser mais equitativo em tempos de viagens mais longos.

Por exemplo, se observados os valores da razão de palma para viagens de até 60 minutos, os resultados mostram que no cenário integrado mais ricos acessam 3,65x mais oportunidades de emprego que mais pobres. Esse valor é ligeiramente maior do que no cenário real (3,54x). Tais diferenças sugerem que, para viagens de até 60 minutos, a integração tarifária não alteraria substancialmente o nível de desigualdade; pelo contrário, poderia até aumentá-la marginalmente. Isso quer dizer que, mesmo uma política de integração pode não abordar adequadamente as barreiras enfrentadas por grupos de baixa renda em áreas menos atendidas ou mais distantes das oportunidades, que ainda dependem fortemente da disponibilidade e da cobertura do transporte público.

No entanto, essas circunstâncias não diminuem a importância de políticas públicas que fomentam a integração dos sistemas de transporte; elas apenas demonstram um desafio adicional em proporcionar acesso equitativo a todos os grupos de renda. É preciso reforçar que os vetores que mais ganham com a integração tarifária (norte e noroeste) são onde estão localizados os municípios que possuem os maiores déficits em indicadores socioespaciais na RMC. Isso indica que mesmo que os mais ricos se beneficiem mais da integração, essa política também se direciona para melhorias em municípios que mais necessitam.

Não obstante, embora, a princípio, os resultados possam sugerir que a política de integração tarifária possa apresentar um caráter regressivo — favorecendo proporcionalmente mais os grupos de maior renda — esse efeito é, em grande parte, um reflexo da dimensão espacial e da configuração urbana da cidade. A acessibilidade está fortemente vinculada à morfologia e à estrutura urbana, sendo que a ocupação do solo e a localização das atividades urbanas são amplamente influenciadas pelo mercado de terras, o que pode resultar em padrões de segregação socioespacial. Dado esse contexto, é necessário também considerar o impacto da política sobre a renda disponível dos usuários do transporte público.

A política de integração tarifária reduz o custo da viagem para aqueles que precisam realizar mais transbordos em suas viagens, o que pode representar uma economia significativa para os grupos de menor renda, que tendem a morar mais longe dos locais de emprego. Portanto, para além de um impacto sobre o número de empregos acessíveis, a integração tarifária pode ter um impacto redistributivo positivo, aumentando a renda disponível dos mais pobres e diminuindo a desigualdade de acesso ao emprego.

Essa análise pode ser referenciada pela estimativa do custo médio das viagens no cenário real, comparado com o custo dessas mesmas viagens no cenário integrado. Para as viagens de até 90 minutos que ocorre no cenário integrado, caso essas viagens fossem realizadas na atualidade sem integração, o custo médio seria de R\$12,93, enquanto para viagens de até 60 minutos, o custo seria de R\$12,36. No cenário real, o custo médio das viagens é de R\$4,96 e R\$4,64, respectivamente. Isso significa que, nas condições atuais, a população precisaria desembolsar, em média, um valor adicional de R\$7,97 para viagens de até 90 minutos e R\$7,72 para viagens de até 60 minutos, para acessar os 81 mil e 216 mil empregos adicionais disponíveis no cenário com integração físico tarifária e tarifária temporal a nível metropolitano.

Considerando um deslocamento casa-trabalho típico, com duas viagens diárias, cinco dias por semana, o custo mensal adicional para acessar essas oportunidades seria de aproximadamente R\$516,10 para viagens de até 90 minutos (R\$12,93 por viagem) e R\$494,40 para viagens de até 60 minutos (R\$12,36 por viagem). Para um trabalhador que recebe um salário-mínimo mensal (R\$1.412,00 em 2024), isso significa um comprometimento de renda de aproximadamente 36,5% para viagens de até 90 minutos e 35,0% para viagens de até 60 minutos, o que pode ter um efeito significativo sobre a renda disponível dos mais pobres, que gastam uma parcela maior de seu orçamento com transporte.

Dado o custo elevado dessas viagens, é razoável supor que muitas destas nem cheguem a ser realizadas. Dessa forma, a política de integração tarifária vai além da racionalização do sistema de transporte público: ela tem o potencial de reduzir as desigualdades no acesso ao emprego. Ao diminuir os custos das viagens, a integração tarifária pode aliviar o comprometimento da renda dos trabalhadores de menor renda, o que facilita o acesso a uma gama mais ampla de oportunidades de emprego e aumenta suas chances de inserção no mercado formal. Em síntese, verifica-se que, a integração tarifária tem possibilidade de fortalecer o sistema de transporte como vetor de coesão territorial e inclusão econômica, mitigando os efeitos da segregação socioespacial e potencializando o alcance do mercado de trabalho para grupos tradicionalmente marginalizados.

CONCLUSÃO

Esta dissertação se propôs a investigar em que medida a falta de integração tarifária dos sistemas de transporte público atuantes em uma RM pode comprometer o acesso da população a oportunidades de trabalho. Para isso, foi utilizada uma metodologia que combinou a análise espacial de dados de emprego e população, a aplicação de um indicador de acessibilidade cumulativa baseado na distribuição espacial da oferta de empregos formais e a simulação de diferentes cenários de integração tarifária na RMC. Essa abordagem permitiu quantificar e comparar a capacidade de acesso a empregos para diferentes grupos de renda e municípios da RMC considerando variados tempos de viagem e regras de integração entre os sistemas de transporte público da região.

Os resultados mostraram que a integração tarifária poderia aumentar de maneira substantiva o acesso ao mercado de trabalho para a população da RMC, especialmente para viagens mais longas (até 90 minutos), reduzindo a desigualdade no acesso entre os grupos de alta e baixa renda. Além disso, a população dos municípios mais próximos ao centro de Curitiba, particularmente no norte-noroeste da RMC, como Almirante Tamandaré, Rio Branco do Sul, Itaperuçu e Campo Magro, poderiam se beneficiar mais das políticas de integração tarifária, enquanto municípios mais distantes, como Bocaíuva do Sul e Contenda, enfrentariam desafios adicionais.

No entanto, para implementar o cenário de integração simulado, seriam necessárias mudanças não somente na rede de transporte metropolitano, como também nas estruturas institucionais e na governança das agências de transporte que atuam na RMC. A necessidade dessas alterações decorre do fato de que, apesar da integração física existente entre os sistemas atuais, o pagamento da tarifa é realizado exclusivamente ao primeiro sistema utilizado pelo usuário. Isso gera disparidade na arrecadação, pois o sistema que realiza a segunda parte da viagem não recebe diretamente pela viagem. Além disso, os convênios firmados entre o estado (AMEP) e os municípios se limitam a subsídios tarifários e operações conjuntas em um número restrito de linhas, que não são suficientes para alcançar um cenário de integração tarifária total (integração físico-tarifária e integração tarifária temporal) entre os sistemas de transporte.

Essa condição é ainda mais evidente quando se observa que, naturalmente, dentro dos próprios sistemas municipais/metropolitanos, há dificuldades significativas para as agências em acertar os critérios de divisão das receitas para os operadores e compensações tarifárias decorrentes de viagens com integração tarifária. Essas dificuldades são amplificadas no contexto de uma integração metropolitana, onde a presença de múltiplos sistemas, operadores

e contratos de concessão com regras e condições de remuneração distintas torna o processo de divisão de receitas e compensações tarifárias extremamente complexo, se não impraticável.

Diante disso, uma alternativa de curto prazo seria a melhoria parcial do cenário real, focado em beneficiar principalmente os grupos de menor renda e os municípios com maior déficit de acessibilidade, poderia trazer ganhos expressivos mesmo sem uma integração completa. Por exemplo, a extensão da RIT para incluir determinados municípios, juntamente com a criação de linhas específicas de conexão entre regiões de baixa acessibilidade e os principais polos de emprego, já poderia proporcionar melhorias significativas no cenário atual.

Essa abordagem gradual permitiria avanços rápidos e direcionados, concentrando-se em atender as áreas e grupos mais vulneráveis, sem a complexidade e os custos de uma unificação total do sistema. Com isso, seria possível observar os efeitos diretos das intervenções em grupos específicos e ajustar aspectos práticos, como a distribuição de receitas entre sistemas, sem a necessidade de uma reestruturação total e imediata do sistema. Além disso, a implementação de um sistema de integração parcial com compensação tarifária simplificada entre alguns operadores selecionados ou em rotas estratégicas ajudaria a mitigar disparidades sem a necessidade de uma unificação total do sistema. Esse enfoque gradual permitiria à RMC avançar em direção a uma integração mais eficaz, construindo a base para um modelo de governança mais coordenado a médio/longo prazo.

Para uma integração total dos sistemas de transporte, seria necessário estabelecer um modelo de governança interfederativa que possibilitasse uma coordenação eficaz entre os diferentes níveis de governo e agências de transporte. Tendo como referência a literatura revista na seção 3, esse arranjo poderia ser estruturado de duas maneiras: (i) através da criação órgão coordenador integrado, responsável pela administração unificada dos sistemas de transporte; ou, (ii) por meio de um mecanismo de coordenação e administração composto por uma associação de municípios e o governo estadual, ou ainda, uma entidade especialmente constituída para essa finalidade, como um consórcio público.

Esta estrutura de governança poderia promover a concessão integrada dos sistemas de transporte, unificando os diversos sistemas municipais e metropolitanos em um só. Esse novo regime de governança seria também importante para promover a interoperabilidade dos sistemas de bilhetagem eletrônica — onde um único cartão de transporte pode funcionar em diferentes sistemas — e na criação de mecanismos para a compensação tarifária, como uma câmara de compensação tarifária metropolitana. Isso incluiria a capacidade de lidar com

diferentes contratos de concessão e regras de remuneração, além da habilidade de equilibrar as necessidades e demandas de diferentes municípios.

Independentemente da forma, tal estrutura deve seguir os preceitos de governança interfederativa do Estatuto da Metrópole, com participação social e dos municípios, e ser robusta e flexível o suficiente para acomodar as complexidades da gestão de múltiplos sistemas de transporte. Além disso, precisa dialogar com outros setores, como meio ambiente, sistema viário e uso do solo, para garantir que a rede de transporte opere de maneira eficaz no contexto urbano mais amplo. Como colocado no final da seção 2, a integração multissetorial é essencial, pois a acessibilidade envolve não apenas a eficiência do transporte, mas também sua relação com o uso do solo, a distribuição de serviços e as características da população. Nesse sentido, o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) pode desempenhar um papel crucial ao alinhar o transporte com outros aspectos do crescimento urbano, definindo diretrizes que melhorem o desempenho dos sistemas de transporte e promovam uma distribuição mais equitativa das oportunidades.

Essas condições são importantes, pois a análise revelou que, embora a integração tarifária facilite o acesso da população a oportunidades de emprego, ela não resolveria o problema subjacente da desigualdade socioespacial. Os mais ricos continuariam tendo acesso a um número significativamente maior de empregos do que os mais pobres. Isso ocorre principalmente porque a distribuição de empregos na RMC é altamente desigual, concentrando-se em poucas regiões de poucos municípios.

De maneira correlata, nessas regiões com alta concentração de empregos e melhor infraestrutura, a demanda por terrenos é elevada, o que resulta em um maior custo da terra. Em contraste, áreas com menos oportunidades têm uma demanda reduzida por terrenos, resultando em preços mais baixos e menor valorização da terra (Turbay; Pereira; Firmino, 2024). Esse fenômeno atrai populações com menor poder aquisitivo para essas áreas, que frequentemente enfrentam desafios adicionais devido à escassez de oportunidades de emprego local.

Por isso, os municípios que apresentam os piores indicadores socioespaciais, onde se concentram os grupos de menor renda da RMC, são também aqueles que oferecem menos oportunidades de emprego local. Essa baixa distribuição de empregos faz com que os residentes dessas áreas frequentemente necessitem de um deslocamento mais longo para encontrar oportunidades de trabalho em outros municípios. Como resultado, a integração tarifária só melhoraria o acesso ao mercado de trabalho para esses grupos em viagens acima de 60 minutos.

Em contraste, no cenário analisado nesta dissertação, que simula uma situação em que o nível de integração entre os sistemas de transporte na RMC seria ainda menor do que o observado atualmente, a falta de coordenação entre as agências de transporte ampliaria a desigualdade no acesso a oportunidades de emprego entre grupos de alta e baixa renda. Sem essa coordenação, os custos e o tempo de deslocamento aumentariam significativamente para os grupos de menor renda, tornando o acesso a empregos mais distante e menos viável. Nesse cenário, a população dos municípios de Contenda e Campo Magro sofreria os maiores impactos, especialmente devido ao tamanho reduzido de suas populações e à limitação na oferta de empregos dentro dos próprios municípios.

Os resultados também mostraram que, sem coordenação entre as agências de transporte, os municípios da RMC com sistemas municipais próprios, exceto a capital, seriam mais afetados. Nesses locais, a falta de integração entre os sistemas municipais e o metropolitano dificultaria a transição entre os diferentes sistemas de transporte, limitando o acesso da população a oportunidades em outras áreas, como na própria capital.

Isso é particularmente relevante porque, com a gestão atual do transporte metropolitano, a AMEP cobre tanto as viagens intermunicipais quanto os deslocamentos intraurbanos de vários municípios fora da capital. No entanto, se a responsabilidade pelos deslocamentos internos dentro desses municípios passar a ser exclusivamente dos próprios municípios e esses sistemas municipais não tiverem integração tarifária com o sistema metropolitano, a acessibilidade da população às oportunidades localizadas em Curitiba pode ser significativamente comprometida. Sem essa integração tarifária, os passageiros teriam que pagar tarifas separadas para cada parte do trajeto, resultando em um aumento significativo no custo total das viagens. Para muitos usuários, especialmente aqueles de menor renda, esses custos adicionais podem se tornar um obstáculo.

Futuros estudos poderão avaliar mais detalhadamente o impacto potencial, ou real, dessa transferência de tutela na acessibilidade da população da RMC. Esses estudos também poderão explorar como a falta de integração tarifária entre os possíveis novos sistemas municipais e o sistema metropolitano pode influenciar no custo das viagens, identificando o comprometimento de renda e as barreiras financeiras associadas. Essa análise é relevante porque esta dissertação não abordou diretamente os custos associados a cada viagem realizada com ou sem integração-tarifária. Assim, não foi possível avaliar como o custo financeiro das viagens, combinado com o tempo de deslocamento, afeta a decisão das pessoas de realizar ou não uma viagem.

Isso é particularmente importante em uma análise de acessibilidade porque passageiros que optam por trajetos mais rápidos podem enfrentar tarifas adicionais para cada segmento da viagem, o que pode elevar o custo total, mas não necessariamente invalidar a possibilidade de realização dessa viagem. Por outro lado, passageiros que optam por alternativas mais econômicas, mas com trajetos mais longos, podem ter um custo total menor, mas enfrentam um tempo de viagem mais extenso. Alguns estudos têm abordado métodos, para avaliar essas escolhas de forma mais abrangente, permitindo a consideração das diferentes alternativas de viagem e seus *trade-offs* (Herszenhut *et al.*, 2022), futuras pesquisas podem explorar esses fatores de forma mais detalhada na RMC.

Além do *trade-off* entre custo e tempo de viagem, a metodologia empregada nesta dissertação também possui outras limitações que podem ser aprimoradas em trabalhos futuros. Em primeiro lugar, as regras de integração tarifária frequentemente têm limitações relacionadas ao tempo de utilização, ao número de viagens permitidas e sentido dessas viagens, o que pode restringir a eficácia da integração em termos de acessibilidade. Considerou-se um limite de 4 integrações em até 90 minutos, mas essa restrição pode não capturar completamente as complexidades e variações de diferentes cenários de viagem.

Viagens com integração tarifária também podem exigir múltiplas transferências, e a realização dessas transferências pode penalizar o usuário não apenas em termos de tempo de deslocamento, mas também em termos de conforto e segurança. Assim, fatores externos, como a segurança, microacessibilidade das estações, e questões de gênero e raça, também podem influenciar significativamente a disposição dos usuários em realizar essas transferências (Downward; Chowdhury; Jayalath, 2019).

Semelhantemente, outras características pessoais, como escolaridade e níveis de qualificação, não foram capturadas nesta pesquisa. Dessa forma, a análise não considerou a correspondência entre o nível de qualificação dos indivíduos e as oportunidades de trabalho disponíveis para esse nível, nem a disponibilidade de empregos informais que não são registrados na RAIS. Além disso, o indicador de acessibilidade cumulativa utilizado também não leva em conta a competição por essas vagas, nem as mudanças recentes no mercado de trabalho e na demografia da população, devido ao lapso temporal dos dados da RAIS e do IBGE. Esses fatores podem ser explorados em pesquisas futuras utilizando dados mais atualizados e indicadores mais sofisticados, bem como incluindo outras oportunidades, como educação, saúde e lazer.

Cabe também reforçar que o limite ideal de tempo para uma viagem pode variar conforme as necessidades e características específicas da população. Esta pesquisa tentou contornar essa questão da escolha arbitrária de limiares de tempo apresentando os resultados em diferentes recortes temporais. No entanto, esses recortes ainda podem não capturar totalmente as complexidades e variações que ocorrem em uma RM com grande diversidade de padrões de deslocamento. Assim, estudos futuros poderiam considerar uma medida de acessibilidade que reduz a sensibilidade dos resultados às escolhas arbitrárias de duração da viagem, avaliando os resultados em intervalos de tempo e não em recortes de tempo (Tomasiello *et al.*, 2023).

Por fim, esta pesquisa buscou contribuir para a sociedade demonstrando de maneira objetiva como a integração tarifária dos sistemas de transporte na RMC pode representar um avanço significativo para a equidade no acesso ao mercado de trabalho da população. Um dos principais achados desta dissertação é a compreensão da interdependência entre os sistemas de transporte metropolitanos e municipais. Ao invés de tratar esses sistemas como concorrentes, a pesquisa enfatiza que uma colaboração eficaz entre eles é essencial para alcançar uma mobilidade integrada que beneficie toda a população.

Para avançar na compreensão do tema aqui discutido, outros trabalhos poderão explorar com mais profundidade as questões de governança metropolitana, avaliando como diferentes modelos de coordenação e administração metropolitana podem influenciar a eficácia de uma política de integração tarifária a nível metropolitano. Muitos estudos analisados na seção 2, têm se concentrado nos impactos sociais das políticas de transporte, o que é valioso, mas há uma lacuna significativa na análise de como elaborar e implementar efetivamente essas estruturas de coordenação e administração. Sem uma governança interfederativa eficaz, é difícil alinhar os interesses e as operações dos diversos atores envolvidos, o que pode limitar a implementação bem-sucedida dessas políticas públicas e comprometer os benefícios esperados por ela.

Os resultados desta dissertação também destacam a necessidade de aprofundar a investigação sobre como mitigar as disparidades no acesso ao mercado de trabalho da RMC. A análise revelou que as oportunidades de emprego estão concentradas em determinadas áreas, criando uma disparidade significativa no acesso a empregos entre os diferentes bairros e municípios da região metropolitana. Essa concentração pode ser atribuída, por um lado, às economias de aglomeração, que são comuns em RMs e resultam na concentração de empregos em áreas com maior densidade e infraestrutura. Por outro lado, essa desigualdade também

reflete o processo histórico de formação territorial do Brasil, que adotou um padrão de expansão urbana excludente e restritivo (Santos, 2013; Villaça, 1998).

Esse padrão histórico resulta em uma situação em que os grupos de baixa renda são frequentemente forçados a residir em regiões com menor desenvolvimento econômico e infraestrutura urbana limitada, incluindo um acesso deficiente aos serviços de transporte. Alguns trabalhos já têm explorado essas questões em Curitiba e na RMC (Bittencourt, 2023; Moura; Castello Branco; Firkowski, 2005; Stroher, 2017, 2014). Nesse contexto, há uma oportunidade significativa para futuros estudos que investiguem como diferentes estratégias de planejamento urbano e dos transportes podem influenciar a equidade no acesso aos serviços na RMC. Assim, seria igualmente importante investigar mais detalhadamente em que medida os corredores de transporte atuais melhoram a acessibilidade para a população dos municípios limítrofes. Da mesma forma, se poderia avaliar como a criação e a expansão de novos corredores, tanto na capital quanto para outros municípios da RMC, podem impactar positivamente ou negativamente a população.

Espera-se que essas futuras análises possam ser realizadas utilizando abordagens de acessibilidade, especialmente porque ainda existe um predomínio nas agências de planejamento de transportes e urbanismo de abordagens que se concentram exclusivamente na eficiência técnica, muitas vezes sustentadas por modelos de previsão de demanda (Ferreira; Papa, 2020). Essa perspectiva, acaba, muitas das vezes, sendo voltada apenas para atender questões relacionadas à volume de tráfego de veículos privados e maximizar a eficiência do sistema viário, frequentemente negligenciam os aspectos qualitativos e sociais da mobilidade urbana, como a equidade no acesso e o impacto sobre a qualidade de vida das diferentes comunidades.

Embora esses modelos sejam úteis para previsões numéricas, eles frequentemente ignoram a complexidade das questões urbanas e as implicações mais amplas de planejamento territorial. Como resultado, os investimentos muitas vezes acabam sendo direcionados para a ampliação da capacidade viária, incentivando um padrão de desenvolvimento que favorece o uso do automóvel. Esse enfoque fragmentado acaba ajudando a construir um cenário de desigualdade espacial, onde áreas periféricas, majoritariamente habitadas por populações de baixa renda, são desconectadas dos centros econômicos e das oportunidades de emprego.

Em contraste, uma abordagem centrada na acessibilidade proporciona uma perspectiva mais focalizada diretamente em como as pessoas interagem com a infraestrutura urbana e acessam oportunidades. Este trabalho reafirma isso, destacando a importância de uma visão

holística e integrada no planejamento urbano e de transportes, onde a acessibilidade seja tratada como um componente central para o desenvolvimento equitativo das cidades.

Por fim, as recomendações aqui apresentadas buscam não apenas a otimização técnica dos sistemas de transporte, mas também o fortalecimento de políticas que promovam a equidade social e transformem a dinâmica das cidades em espaços mais inclusivos e acessíveis. O impacto potencial de uma política de integração tarifária estende-se para além dos ganhos imediatos de eficiência e acessibilidade; ele representa uma visão de futuro para metrópoles que priorizem a conexão entre comunidades e ofereçam a todos os cidadãos o direito de usufruir plenamente das oportunidades urbanas.

Assim, espera-se que as diretrizes e análises discutidas ao longo desta dissertação sirvam como base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas e futuras pesquisas, incentivando gestores e planejadores urbanos a repensarem o transporte público como um instrumento de justiça social. Em última instância, que este trabalho inspire o compromisso contínuo com a construção de metrópoles mais conectadas, acessíveis e socialmente justas, contribuindo para cidades nas quais todos possam prosperar igualmente, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica.

REFERÊNCIAS

- ADEODATO, M. T. P. C. **A razão e os limites das políticas nacionais de desenvolvimento urbano; uma análise comparativa das proposições de 1975 e 2004**. 2010. PhD Thesis - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2010.
- ALLEN, J.; FARBER, S. Planning transport for social inclusion: An accessibility-activity participation approach. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 78, p. 102212, 2020.
- AMEP, A. de A. M. do P. **Em 12 anos, Região Metropolitana de Curitiba ganha 523 mil habitantes**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.amep.pr.gov.br/Noticia/Em-12-anos-Regiao-Metropolitana-de-Curitiba-ganha-523-mil-habitantes>. .
- ANTP. **Integração nos transportes públicos**. 1. ed. [S. l.]: Associação Nacional de Transportes Públicos, 2007. v. 5 Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/844ED48C-AD51-4C8E-A50C-15B4E13548EE.pdf. Acesso em: 29 mar. 2024.
- ASLUND, O.; OTH, J.; ZENOU, Y. How important is access to jobs? Old question--improved answer. **Journal of Economic Geography**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 389–422, 2010.
- AZEVEDO, E. D. A. Institucionalização das regiões metropolitanas. **Revista de Direito Administrativo**, [s. l.], v. 119, p. 1–15, 1975.
- BALBIM, R. N. *et al.* Desafios contemporâneos na gestão das regiões metropolitanas. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, [s. l.], n. 120, p. 149–176, 2011.
- BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 73–80, 2008.
- BANISTER, D. The trilogy of distance, speed and time. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 950–959, 2011.
- BANISTER, D.; BERECHMAN, J. **Transport Investment and Economic Development**. 0. ed. [S. l.]: Routledge, 2003. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781135802714>. Acesso em: 23 out. 2022.
- BASTANI, F. *et al.* Updating Street Maps using Changes Detected in Satellite Imagery. In: SIGSPATIAL '21: 29TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 2021, Beijing China. **Proceedings of the 29th International Conference on Advances in Geographic Information Systems**. Beijing China: ACM, 2021. p. 53–56. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3474717.3483651>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- BASTIAANSEN, J.; JOHNSON, D.; LUCAS, K. Does better job accessibility help people gain employment? The role of public transport in Great Britain. **Urban Studies**, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 301–322, 2022.

BERNARDI, J. L.; HARDT, C. Região Metropolitana de Curitiba: a constitucionalidade das alterações legais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, [s. l.], v. 38, n. 133, p. 213–226, 2017.

BEZERRA, L. M.; STAUDT, F. H. Análise dos benefícios da integração tarifária durante e após os jogos olímpicos no Rio de Janeiro. In: XVII RIO DE TRANSPORTES, 2020. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2020.

BITTENCOURT, T. A. **Desigualdades de classe, raça e gênero no acesso ao transporte e ao espaço urbano em cidades brasileiras: análises empíricas e métodos para políticas e planejamento**. 2023. Doutorado Direto em Engenharia de Transportes - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-04032024-095101/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

BOISJOLY, G. *et al.* Accessibility measurements in São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba and Recife, Brazil. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 82, p. 102551, 2020.

BOISJOLY, Geneviève; EL-GENEIDY, A. M. How to get there? A critical assessment of accessibility objectives and indicators in metropolitan transportation plans. **Transport Policy**, [s. l.], v. 55, p. 38–50, 2017.

BOISJOLY, Genevieve; EL-GENEIDY, A. Measuring performance: Accessibility metrics in metropolitan regions around the world. [s. l.], 2017.

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**, [s. l.], v. 64, p. 89–96, 2017.

BRAGA, C. K. V.; LOUREIRO, C. F. G.; PEREIRA, R. H. M. Evaluating the impact of public transport travel time inaccuracy and variability on socio-spatial inequalities in accessibility. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 109, p. 103590, 2023.

BRANCO, M. L. G. C.; PEREIRA, R. H. M.; NADALIN, V. G. **Rediscutindo a delimitação das regiões metropolitanas no Brasil: um exercício a partir dos critérios da década de 1970**. [S. l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013. Texto para Discussão.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1967**. Constituição Federal de 1967. Brasília, 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm. Acesso em: 22 out. 2022.

BRASIL. **Constituição Federal**. 1988.

BRASIL. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. 1979.

BRASIL. **Estatuto da Metrópole**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, 12 jan. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 22 out. 2022.

BRASIL. **Institui as diretrizes da Política nacional de mobilidade Urbana**. 2012.

BRASIL. **Lei Complementar n. 14, de 8 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza.** 1973.

BRODSKY, I. H3: Uber's hexagonal hierarchical spatial index. **Available from Uber Engineering website:** <https://eng.uber.com/h3/> [22 June 2019], [s. l.], p. 30, 2018.

CALABRIA, R. G. **Editais de licitação do sistema de transporte coletivo por ônibus em capitais brasileiras.** [S. l.]: Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, 2020. Relatório de Pesquisa. Disponível em: https://idec.org.br/arquivos/movedados/idec_relatorio-de-pesquisa_mobilidade_levantamento-concessoes-sistema-de-onibus_2020.pdf. Acesso em: 29 mar. 2024.

CARMO, J.; MOREIRA, T. Articulações metropolitanas, políticas municipais: desafios e avanços do planejamento territorial na Região Metropolitana de Curitiba (Brasil). **EURE (Santiago)**, [s. l.], v. 46, n. 139, p. 29–45, 2020.

CAVALCANTE, R. A. **Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público.** 2002. [s. l.], 2002.

CERVERO, R. Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis. **Journal of the American Planning Association**, [s. l.], v. 69, n. 2, p. 145–163, 2003.

CERVERO, R. **The Transit Metropolis: A Global Inquiry.** [S. l.]: Island Press, 1998. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=0xC8BwAAQBAJ>.

CHEN, Yuehong *et al.* Exploring Spatiotemporal Accessibility of Urban Fire Services Using Real-Time Travel Time. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 4200, 2021.

CHENG, H.; MADANAT, S.; HORVATH, A. Planning hierarchical urban transit systems for reductions in greenhouse gas emissions. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 49, p. 44–58, 2016.

CHOI, K.; PATERSON, R. Examining interaction effects among land-use policies to reduce household vehicle travel: An exploratory analysis. **Journal of Transport and Land Use**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 839–851, 2019.

CHOWDHURY, S. *et al.* Public transport users' and policy makers' perceptions of integrated public transport systems. **Transport Policy**, [s. l.], v. 61, p. 75–83, 2018.

CHOWDHURY, S.; CEDER, A. Definition of Planned and Unplanned Transfer of Public Transport Service and User Decisions to Use Routes with Transfers. **Journal of Public Transportation**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 1–20, 2013.

CHOWDHURY, S.; CEDER, A. (Avi). Users' willingness to ride an integrated public-transport service: A literature review. **Transport Policy**, [s. l.], v. 48, p. 183–195, 2016.

CHURCH, A.; FROST, M.; SULLIVAN, K. Transport and social exclusion in London. **Transport Policy**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 195–205, 2000.

COMEC, C. da R. M. de C. **Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba: propostas de ordenamento territorial e novo arranjo institucional**. [S. l.: s. n.], 2006.

COMEC, C. da R. M. de C. **Sistema Integração de Transporte Para a Região Metropolitana de Curitiba**. [S. l.: s. n.], 1999.

CONSÓRCIO ITDP GITEC BRASIL. **Relatório de ação técnica: Integração temporal urbelândia**. [S. l.: s. n.], 2017.

COSTA, M. A. (org.). A Agenda metropolitana e a pesquisa aplicada: um balanço. In: **Federalismo, Planejamento e Financiamento: avanços e desafios da governança metropolitana no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Ipea, 2021. (Governança Metropolitana no Brasil).

COSTA, M. A. *et al.* Do processo de metropolização institucional à implementação do Estatuto da Metrópole: dois balanços, suas expectativas e incertezas. [s. l.], 2018.

COSTA, M. A. O impasse metropolitano no Brasil: entre centralidade e incertezas. [s. l.], 2016.

CUI, B. *et al.* Accessibility matters: Exploring the determinants of public transport mode share across income groups in Canadian cities. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 80, p. 102276, 2020.

CURL, A.; NELSON, J. D.; ANABLE, J. Does Accessibility Planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. **Research in Transportation Business & Management**, [s. l.], v. 2, p. 3–11, 2011.

DEBOOSERE, R.; EL-GENEIDY, A. Evaluating equity and accessibility to jobs by public transport across Canada. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 73, p. 54–63, 2018.

DELGADO, P.; MOURA, R.; CINTRA, A. Caracterização dos movimentos pendulares nas regiões metropolitanas do Paraná. **Caderno IPARDES - Estudos e Pesquisas**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 1–24, 2013.

DELMELLE, E. C.; CASAS, I. Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. **Transport Policy**, [s. l.], v. 20, p. 36–46, 2012.

DOWNS, A. The law of peak-hour expressway congestion. **Traffic Quarterly**, [s. l.], v. 16, n. 3, 1962.

DOWNWARD, A.; CHOWDHURY, S.; JAYALATH, C. An investigation of route-choice in integrated public transport networks by risk-averse users. **Public Transport**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 89–110, 2019.

DURANTON, G.; TURNER, M. A. The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. **American Economic Review**, [s. l.], v. 101, n. 6, p. 2616–2652, 2011.

ELIAS, E. N. N. *et al.* Exploring spatio-temporal patterns of OpenStreetMap (OSM) contributions in heterogeneous urban areas. **Boletim de Ciências Geodésicas**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. e2023005, 2023.

ESCOBAR GARCIA, D. A.; HOLGUIN CARDENAS, J. M.; MARIN, M. R. Access to emergency medical services, time of response analysis. Case study: Manizales - Colombia. **Contemporary Engineering Sciences**, [s. l.], v. 11, n. 10, p. 495–505, 2018.

FARRINGTON, J. H. The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 319–330, 2007.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. 14. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2021. (Didática).

FERNANDES, A. Transporte coletivo como rede. In: INTEGRAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO. [S. l.]: ANTP, 2007. p. 16–32.

FERRAZ, A. C. P. **Transporte Público Urbano**. [S. l.]: RiMa Editora, 2008.

FERREIRA, A.; PAPA, E. Re-enacting the mobility versus accessibility debate: Moving towards collaborative synergies among experts. **Case Studies on Transport Policy**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 1002–1009, 2020.

GARSON, S. **Regiões metropolitanas: por que não cooperam?** [S. l.]: Letra Capital Rio de Janeiro, 2009.

GEURS, K. T.; VAN WEE, Bert. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], 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**, [s. l.], v. 109, p. 103016, 2021.

GOMIDE, A. D. Á.; GALINDO, E. P. A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 27, n. 79, p. 27–39, 2013.

GONZÁLEZ, R. M.; MARRERO, G. A. Induced road traffic in Spanish regions: A dynamic panel data model. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 435–445, 2012.

GRISÉ, E. *et al.* Elevating access: Comparing accessibility to jobs by public transport for individuals with and without a physical disability. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 125, p. 280–293, 2019.

GUIMARÃES, J. R. Os serviços comuns metropolitanos e a autonomia municipal. **Revista de informação legislativa**, [s. l.], v. 21, n. 83, p. 273–284, 1984.

H3GEO. **Tables of cell statistics across resolutions**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://h3geo.org/docs/core-library/restable/>. .

HALDEN, D. Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians. **Transport Policy**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 313–324, 2002.

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

HANDY, S. Planning for accessibility: In theory and in practice. *In: ACCESS TO DESTINATIONS*. [S. l.]: Emerald Group Publishing Limited, 2005.

HANSEN, W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.

HCM, H. C. M. Highway capacity manual. **Washington, DC**, [s. l.], v. 2, n. 1, 2000.

HERCE, M. **Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano**. Barcelona: Editorial Reverté, 2009.

HERES, D. R.; JACK, D.; SALON, D. Do public transport investments promote urban economic development? Evidence from bus rapid transit in Bogotá, Colombia. **Transportation**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 57–74, 2014.

HERSZENHUT, D. *et al.* The impact of transit monetary costs on transport inequality. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 99, p. 103309, 2022.

HIDALGO, D. Citywide Transit Integration in a Large City: The Interligado System of São Paulo, Brazil. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s. l.], v. 2114, n. 1, p. 19–27, 2009.

HISHIYAMA, J.; GONZALES TACO, P. W. Medidas de Acessibilidade a Oportunidades em Estudos Urbanos. **Processos Urbanos**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. e514, 2021.

HRELJA, R.; KHAN, J.; PETTERSSON, F. How to create efficient public transport systems? A systematic review of critical problems and approaches for addressing the problems. **Transport Policy**, [s. l.], v. 98, p. 186–196, 2020.

HULL, A. Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities?. **Transport Policy**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 94–103, 2008.

HYMEL, K. If you build it, they will drive: Measuring induced demand for vehicle travel in urban areas. **Transport Policy**, [s. l.], v. 76, p. 57–66, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). A institucionalização de regiões metropolitanas. [s. l.], Documento interno para discussão, elaborado na Área de Desenvolvimento Regional e Social., p. 49, 1969.

IPEA, I. de P. E. A. Distribuição da população e Oportunidades de emprego formal em Curitiba e Região. , 2024. R Data Serialization

IPPUC, I. de P. e P. U. de C. **Pesquisa de Origem e Destino e Modelagem de Transportes, relativas ao Programa de Recuperação Ambiental e Ampliação da Capacidade da Rede Integrada de Transportes**. [S. l.: s. n.], 2017. Relatório de Pesquisa.

JARRETT WALKER + ASSOCIATES; WALKER, J. To Predict with Confidence, Plan for Freedom. **Journal of Public Transportation**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 119–127, 2018.

JAYASINGHE, A. *et al.* A Modeling Framework: To Analyze the Relationship between Accessibility, Land Use and Densities in Urban Areas. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 467, 2021.

JIN, J.; PAULSEN, K. Does accessibility matter? Understanding the effect of job accessibility on labour market outcomes. **Urban Studies**, [s. l.], v. 55, n. 1, p. 91–115, 2018.

JOKAR ARSANJANI, J. *et al.* An Introduction to OpenStreetMap in Geographic Information Science: Experiences, Research, and Applications. In: JOKAR ARSANJANI, J. *et al.* (org.). **OpenStreetMap in GIScience**. Cham: Springer International Publishing, 2015. (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography). p. 1–15. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-14280-7_1. Acesso em: 18 jul. 2024.

JONES, P.; LUCAS, K. The social consequences of transport decision-making: clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 21, p. 4–16, 2012.

KASRAIAN, D. *et al.* Long-term impacts of transport infrastructure networks on land-use change: an international review of empirical studies. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 36, n. 6, p. 772–792, 2016.

KIM, D.; JIN, J. The Effect of Land Use on Housing Price and Rent: Empirical Evidence of Job Accessibility and Mixed Land Use. **Sustainability**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 938, 2019.

KNEIB, E. C.; PORTUGAL, L. da S. Caracterização da acessibilidade e suas relações com a mobilidade e o desenvolvimento. In: PORTUGAL, L. da S. **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. [S. l.]: Elsevier, 2017. p. 65–88. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351765302>. Acesso em: 1 jun. 2024.

KUEMMERLE, T. *et al.* Hotspots of land use change in Europe. **Environmental Research Letters**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 064020, 2016.

LEVINSON, D.; ERMAGUN, A. Applications of Access. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/26890>. Acesso em: 29 mar. 2024.

LEVINSON, D.; KING, D. Transport access manual: A guide for measuring connection between people and places. [s. l.], 2020.

LIMA NETO, V. C.; ORRICO FILHO, R. D. A Governança Metropolitana da Mobilidade: uma análise a partir dos estados. [s. l.], 2015.

LITMAN, T. Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. **Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse**, [s. l.], v. 73(10), 2003.

LIU, T.; CATS, O.; GKIOTSALITIS, K. A review of public transport transfer coordination at the tactical planning phase. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [s. l.], v. 133, p. 103450, 2021.

LÓPEZ, E.; GUTIÉRREZ, J.; GÓMEZ, G. Measuring Regional Cohesion Effects of Large-scale Transport Infrastructure Investments: An Accessibility Approach. **European Planning Studies**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 277–301, 2008.

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

LUCAS, K.; VAN WEE, B.; MAAT, K. A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches. **Transportation**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 473–490, 2016.

MANAUGH, K.; BADAMI, M. G.; EL-GENEIDY, A. M. Integrating social equity into urban transportation planning: A critical evaluation of equity objectives and measures in transportation plans in North America. **Transport Policy**, [s. l.], v. 37, p. 167–176, 2015.

MARETIĆ, B.; ABRAMOVIĆ, B. Integrated Passenger Transport System in Rural Areas – A Literature Review. **Promet - Traffic&Transportation**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 863–873, 2020.

MARICATO, E. Metrôpoles desgovernadas. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 25, n. 71, p. 7–22, 2011.

MARSDEN, G.; MAY, A. D. Do Institutional Arrangements Make a Difference to Transport Policy and Implementation? Lessons for Britain. **Environment and Planning C: Government and Policy**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 771–789, 2006.

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

MARTINS DE SÁ, R. A. *et al.* Estatuto da Metrópole: a governança interfederativa. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 9, p. 203–215, 2017.

MARWAL, A.; SILVA, E. Literature review of accessibility measures and models used in land use and transportation planning in last 5 years. **Journal of Geographical Sciences**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 560–584, 2022.

MATTIOLI, G. *et al.* The political economy of car dependence: A systems of provision approach. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 66, p. 101486, 2020.

MAY, A. D.; KELLY, C.; SHEPHERD, S. The principles of integration in urban transport strategies. **Transport Policy**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 319–327, 2006.

MERLIN, L. A.; HU, L. Does competition matter in measures of job accessibility? Explaining employment in Los Angeles. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 64, p. 77–88, 2017.

MERLIN, L. A.; LEVINE, J.; GRENGS, J. Accessibility analysis for transportation projects and plans. **Transport Policy**, [s. l.], v. 69, p. 35–48, 2018.

METROCARD, A. M. Especificação Geral de Feed de Trânsito (GTFS) da Região Metropolitana de Curitiba. , 2024. General General Transit Feed Specification

MILLER, E. J. Accessibility: measurement and application in transportation planning. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 38, n. 5, p. 551–555, 2018.

MORALES, C. A.; MACÊDO, M. H. Gestão integrada da Mobilidade Urbana. *In*: ANTP, A. N. de T. P. **Integração no Transporte Público**. [S. l.]: ANTP, 2007.

MORENO-MONROY, A. I.; LOVELACE, R.; RAMOS, F. R. Public transport and school location impacts on educational inequalities: Insights from São Paulo. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 67, p. 110–118, 2018.

MOSLEM, S.; ÇELIKBILEK, Y. An integrated grey AHP-MOORA model for ameliorating public transport service quality. **European Transport Research Review**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 68, 2020.

MOURA, R.; CASTELLO BRANCO, M. L. G.; FIRKOWSKI, O. L. C. D. F. Movimento pendular e perspectivas de pesquisas em aglomerados urbanos. **São Paulo em Perspectiva**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 121–133, 2005.

NÆSS, P. *et al.* Second home mobility, climate impacts and travel modes: Can sustainability obstacles be overcome?. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 79, p. 102468, 2019.

NOLAND, R. B.; LEM, L. L. A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the US and the UK. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1–26, 2002.

NUISSL, H.; SIEDENTOP, S. Urbanisation and Land Use Change. In: WEITH, T. *et al.* (org.). **Sustainable Land Management in a European Context**. Cham: Springer International Publishing, 2021. (Human-Environment Interactions). v. 8, p. 75–99. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-50841-8_5. Acesso em: 13 out. 2023.

OLIVEIRA, D. de. **Curitiba e o mito da cidade modelo**. [S. l.]: Editora UFPR, 2000. v. 48

OLIVEIRA, G. S. de. **Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus**. 2013. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [s. l.], 2013.

OLIVEIRA, R. V. A.; MEIRA, L. H.; SANTOS, E. M. dos. GOVERNANÇA METROPOLITANA E GESTÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO: DESAFIOS E PERCALÇOS À LUZ DO ESTATUTO DA METRÓPOLE. In: [S. l.: s. n.], 2021.

OLSSON, L. E.; FRIMAN, M.; LÄTTMAN, K. Accessibility Barriers and Perceived Accessibility: Implications for Public Transport. **Urban Science**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 63, 2021.

O’SULLIVAN, P. J.; PATEL, T. Fragmentation in transport operations and the case for system integrity. **Transport Policy**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 215–225, 2004.

PALMATEER, C.; OWEN, A.; LEVINSON, D. M. Accessibility evaluation of the metro transit A-Line. [s. l.], 2016.

PAPA, E.; BERTOLINI, L. Accessibility and Transit-Oriented Development in European metropolitan areas. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 47, p. 70–83, 2015.

PARANÁ, G. do E. **Atribuição de gerenciamento do sistema de transporte coletivo da região metropolitana de curitiba, à coordenação da região metropolitana de curitiba-COMEC**. 1992.

PEDROSO, F. F. F.; NETO, V. C. L. **Transportes e metrópoles : aspectos da integração em regiões metropolitanas**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015. Texto para Discussão. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10419/121512>. .

PEREIRA, R. H. *et al.* **Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras-2019**. [S. l.]: Texto para discussão, 2019.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **Distribuição espacial de características sociodemográficas e localização de empregos e serviços públicos das vinte maiores cidades do Brasil.** [S. l.]: Texto para Discussão, 2022.

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**, [s. l.], v. 74, p. 321–332, 2019.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R⁵ in R. **Findings**, [s. l.], 2021a. Disponível em: <https://findingspress.org/article/21262-r5r-rapid-realistic-routing-on-multimodal-transport-networks-with-r-5-in-r>. Acesso em: 20 jul. 2024.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil i: o uso do transporte coletivo e individual. **Texto para Discussão**, [s. l.], p. 1–51, 2021b.

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

PHAM, S. T. *et al.* Passenger's intention to use and loyalty towards public transport: A literature review. **Journal of Science and Technology Issue on Information and Communications Technology**, [s. l.], p. 27–38, 2023.

PRESTON, J. What's so funny about peace, love and transport integration? **Research in Transportation Economics**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 329–338, 2010.

PRESTON, J.; RAJÉ, F. Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 151–160, 2007.

PROFFITT, D. G. *et al.* Accessibility planning in American metropolitan areas: Are we there yet?. **Urban Studies**, [s. l.], v. 56, n. 1, p. 167–192, 2019.

ROLNIK, R.; SOMEKH, N. Governar as Metrôpoles: dilemas da recentralização. **São Paulo em Perspectiva**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 83–90, 2000.

ROSIK, P.; STEPNIAK, M.; KOMORNICKI, T. The decade of the big push to roads in Poland: Impact on improvement in accessibility and territorial cohesion from a policy perspective. **Transport Policy**, [s. l.], v. 37, p. 134–146, 2015.

SALZE, P. *et al.* Estimating spatial accessibility to facilities on the regional scale: an extended commuting-based interaction potential model. **International Journal of Health Geographics**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 2, 2011.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** [S. l.]: EDUSP, 2013. (Coleção Milton Santos). Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=cOHkKZgOtwUC>.

SANTOS, M. de O. Interpretando o Estatuto da Metrópole: comentários sobre a Lei nº 13.089/2015. In: BRASIL METROPOLITANO EM FOCO: DESAFIOS À IMPLEMENTAÇÃO DO ESTATUTO DE METRÓPOLE. [S. l.]: Ipea, 2018.

SANTOS, M. **O Espaço do Cidadão.** 7. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2021. (Milton Santos).

SANTOS, T. F. dos; SILVA, M. A. V. da; FERNANDES, V. A. Análise da Resiliência Frente a Ausência de Integração Tarifária: O Caso do Município do Rio de Janeiro–Brasil. [s. l.], 2018.

SCHUSSEL, Z. das G. L. A aglomeração metropolitana de Curitiba e as tendências contemporâneas do planejamento urbano. **Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba**, [s. l.], 2006.

SENKOVSKI, A.; TRISOTTO, F. Fim da tarifa única da RIT dificulta vida de usuários. [s. l.], 2015. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/fim-da-tarifa-unica-da-rit-dificulta-vida-de-usuarios-ek2pazxvyu2pfpjqi043cle8e/>. Acesso em: 8 ago. 2024.

SETIAWAN, D.; SUSILO, D.; SETYADI, A. Integrated Transport System in Yogyakarta, Indonesia: Aspect Policy. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 1000, n. 1, p. 012030, 2022.

SIDDIQ, F.; D. TAYLOR, B. Tools of the Trade?: Assessing the Progress of Accessibility Measures for Planning Practice. **Journal of the American Planning Association**, [s. l.], v. 87, n. 4, p. 497–511, 2021.

ŠIPUŠ, D.; ABRAMOVIĆ, B. Tariffing in Integrated Passenger Transport Systems: A Literature Review. **PROMET - Traffic&Transportation**, [s. l.], v. 30, n. 6, p. 745–751, 2018.

SORIANO, M. *et al.* Operação de sistemas de transporte público metropolitano: terminais fisicamente integrados ou integração temporal. In: , 2016. **7º Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável–PLURIS**. Maceió, AL. [S. l.: s. n.], 2016.

SOUZA, C. Regiões metropolitanas: condicionantes do regime político. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, [s. l.], n. 59, p. 137–158, 2003.

SPECK, J. Understand Induced Demand: Acknowledge that more lanes means more traffic. In: SPECK, J. **Walkable City Rules**. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics, 2018. p. 64–65. Disponível em: http://link.springer.com/10.5822/978-1-61091-899-2_27. Acesso em: 1 jun. 2024.

STASSEN, R.; CECCATO, V. Police Accessibility in Sweden: An Analysis of the Spatial Arrangement of Police Services. **Policing: A Journal of Policy and Practice**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 896–911, 2021.

STROHER, L. E. M. **A metrópole e o planejamento urbano: revisitando o mito da Curitiba-modelo**. 2014. Mestrado em Planejamento Urbano e Regional - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-18092015-154553/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

STROHER, L. Reestruturação da Metrópole Periférica e o impasse da Reforma Urbana em Curitiba. **EURE (Santiago)**, [s. l.], v. 43, n. 128, p. 273–294, 2017.

TOMASIELLO, D. B. *et al.* A time interval metric for cumulative opportunity accessibility. **Applied Geography**, [s. l.], v. 157, p. 103007, 2023.

TOMASIELLO, D. B. *et al.* Racial and income inequalities in access to healthcare in Brazilian cities. **Journal of Transport & Health**, [s. l.], v. 34, p. 101722, 2024.

TRIAR, T. I. de A. Especificação Geral de Feed de Trânsito (GTFS) do município de Araucária. , 2023. General General Transit Feed Specification

TURBAY, A. L. B.; PEREIRA, R. H. M.; FIRMINO, R. The equity implications of TOD in Curitiba. **Case Studies on Transport Policy**, [s. l.], v. 16, p. 101211, 2024.

URBS, U. de C. S. Especificação Geral de Feed de Trânsito (GTFS) do município de Curitiba. , 2024. General General Transit Feed Specification

VAN WEE, B. Accessible accessibility research challenges. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 51, p. 9–16, 2016.

VASCONCELLOS, E. A. A dimensão política da integração: o acesso ao espaço. *In*: INTEGRAÇÃO NOS TRANSPORTES PÚBLICOS. 1. ed. [S. l.]: ANTP, 2007. v. 5. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/844ED48C-AD51-4C8E-A50C-15B4E13548EE.pdf. Acesso em: 29 mar. 2024.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. [S. l.]: Annablume, 2001. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=fp7HJrZZ_qMC.

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

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. [S. l.]: Studio Nobel, 1998. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=04Lmnl2ESVMC>.

YAO, B. *et al.* Transit network design based on travel time reliability. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [s. l.], v. 43, p. 233–248, 2014.

ZHANG, Y. *et al.* Spatial Accessibility Assessment of Emergency Response of Urban Public Services in the Context of Pluvial Flooding Scenarios: The Case of Jiaozuo Urban Area, China. **Sustainability**, [s. l.], v. 14, n. 24, p. 16332, 2022.