



MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM CURITIBA: PROPOSTA DE ÍNDICE COMPOSTO DE ACESSIBILIDADE (MOBILIDADE URBANA E DIREITO À CIDADE)

Paulo de Almeida Correia Junior

Instituto Federal Catarinense | paulo.correia@ifc.edu.br

Cristina de Araújo Lima

Universidade Federal do Paraná | cristinadearaujolima@gmail.com

Ana Margarida Condeço-Melhorado

Universidad Complutense de Madrid | acondeco@ucm.es

Sessão Temática 8: Mobilidade Urbana e Direito à Cidade

Resumo: A equidade na distribuição da acessibilidade tem relação direta com a qualidade de vida e a sustentabilidade socioambiental, assim, medidas de acessibilidade ganham espaço em estudos sobre exclusão social, principalmente nas cidades, já que a maior parte da população mundial é urbana. Este estudo concentra-se em Curitiba, onde surgiu uma solução de mobilidade – o BRT (Bus Rapid Transit) implantado em etapas desde 1974, mas que representa rápido crescimento das periferias e matriz modal baseada em transporte não sustentável, cujas infraestruturas favorecem grupos de rendas mais altas. Assim, procurou-se investigar como se configura a variação espacial do acesso a oportunidades por meio de transporte público e pedonal aos serviços essenciais, propondo um índice composto de acessibilidade sustentável, a fim de contribuir à análise da equidade na distribuição do acesso às oportunidades e sua relação com características socioeconômicas. O índice composto e os parciais mostram que os valores estão muito aquém do que poderia ser considerado uma distribuição equitativa.

Palavras-chave: acessibilidade, transporte público, equidade; sustentabilidade; socioambiental

SUSTAINABLE MOBILITY IN CURITIBA: PROPOSAL FOR A COMPOSITE ACCESSIBILITY INDEX

Abstract: Equity in the distribution of accessibility is directly related to quality of life and socio-environmental sustainability. Accessibility measures gain ground in studies on social exclusion, especially in cities, since most of the world's population is urban. This study focuses on Curitiba, where a mobility solution has emerged - the BRT - implemented in stages since 1974, but which presents rapid growth in the peripheries and a modal matrix based on unsustainable transport, whose infrastructure favors higher income groups. Thus, an attempt was made to investigate

how the spatial variation of access to opportunities through public and pedestrian transport to essential services is configured, proposing a composite index of sustainable accessibility, in order to contribute to the analysis of equity in the distribution of access to opportunities and its relationship with socioeconomic characteristics. The composite and partial indexes show that the values are far below what could be considered an equitable distribution.

Keywords: *accessibility; public transportation; equity; socio-environmental; sustainability*

MOVILIDAD SOSTENIBLE EN CURITIBA: PROPUESTA DE ÍNDICE COMPUESTO DE ACCESIBILIDAD

Resumen: *La equidad en la distribución de la accesibilidad está relacionada con la calidad de vida y la sostenibilidad socioambiental, por lo que las medidas de accesibilidad ganan terreno en los estudios sobre exclusión social, especialmente en las ciudades, ya que la mayor parte de la población mundial es urbana. Este estudio se centra en Curitiba, donde ha surgido el, que ha presentado un rápido crecimiento en las periferias y una matriz modal basada en un transporte insostenible, cuya infraestructura favorece a los grupos de mayores ingresos. Así, se intentó investigar cómo se configura la variación espacial del acceso a las oportunidades a través del transporte público y peatonal, proponiendo un índice compuesto de accesibilidad sostenible, contribuir al análisis de equidad en la distribución del acceso y su relación con las características socioeconómicas. Los índices muestran que los valores están muy por debajo de lo que podría considerarse una distribución equitativa.*

Palabras clave: *accesibilidad; transporte público; equidad; sostenibilidad; socioambiental.*

INTRODUÇÃO

A recente pandemia de Covid-19 e suas consequentes restrições às aglomerações e ao deslocamento provocou diversos debates sobre a acessibilidade e o uso do solo urbano no que diz respeito à distribuição das atividades essenciais à vida do cidadão, tendo como uma de suas principais vertentes as novas concepções de **cronourbanismo**, tendo como principal exemplo a “cidade dos 15 minutos” (Moreno, 2016), baseando-se nos conceitos de proximidade, diversidade, densidade, onipresença, e “digitalização”, este último tendo em vista as novas necessidades que a vida digital trouxe aos habitantes das cidades e as novas possibilidades que os dados trazem aos planejadores (Murgante; Valluzzi; Annunziata, 2024).

A mobilidade deveria ser centrada no residente, isto é, os destinos deveriam ter a maior proximidade possível das pessoas, reduzindo ao máximo a necessidade de deslocamento. Sendo assim, esse viés da mobilidade urbana centrado na acessibilidade deve ter como objetivo principal a integração dos serviços, inclusive até o deslocamento à última milha (*last mile*), que é quando a pessoa se desloca do último modo de transporte, desde um sistema de transporte público em **nível macro** – a cidade ou a região, até o **nível micro** – o bairro até a sua residência (Habitat, 2023).

Outro fator além da pandemia que expôs a vulnerabilidade da atual configuração da maioria das cidades do mundo (Lu; Diab, 2023) é a crise climática, a qual também levou os especialistas a reforçarem a importância de que as cidades tenham mudanças a fim de incentivarem a inclusão, a sustentabilidade, a participação e a qualidade de vida (Murgan; Valluzzi; Annunziata, 2024). Em relação a esse tema, Poorthuis e Zook (2023) colocam que a proeminência do cronourbanismo também poderá moldar a gestão urbana no enfrentamento tanto da crise habitacional quanto da crise climática, ao diminuir o uso de veículos motorizados privados e também ao evitar viagens desnecessárias (De Leâniz; Lobo, 2023).

Tendo portanto um grande viés ambiental, é no deslocamento ativo, em especial na caminhada, que esse modelo de urbanismo focado na acessibilidade busca estabelecer sua matriz modal, sendo que, para que uma cidade alcance esse objetivo, ela deve melhorar a mobilidade pedonal em diversos quesitos, como por exemplo nos de usabilidade, conforto, segurança e atratividade (Gorriani *et al.*, 2023). Sobre esse aspecto, o urbanista Jan Gehl, autor de “Cidades para Pessoas”, reforça que os requisitos para a vida urbana numa cidade saudável, agradável, segura e sustentável são justamente as boas oportunidades para se caminhar (Gehl, 2010), tendo portanto a “dimensão humana” como premissa.

Do ponto de vista da tecnologia digital, a crescente oferta de dados abertos e ferramentas de análise espacial têm permitido aos especialistas compreenderem melhor quais são os serviços de que a população mais necessita e onde estão as áreas mais deficitárias, permitindo assim que as **iniquidades espaciais** sejam conhecidas e que sejam alocados recursos para que a gestão urbana nesses locais melhore a qualidade de vida da população. (Allam *et al.*, 2022) salientam igualmente o papel das novas tecnologias no sucesso de uma cidade de 15 minutos, destacando a Internet das Coisas (IoT), a tecnologia 6G - que se refere à 6ª geração de comunicação *wireless* - e também os *digital twins*, tecnologia para a criação de réplicas de objetos reais em ambiente virtual, permitindo simulações e testes de diferentes cenários para auxiliar nas tomadas de decisões.

Nesta mesma direção, as medidas de acessibilidade são parte essencial para se conhecer os sucessos, as possibilidades e os gargalos das cidades no que tange à **acessibilidade pedonal**. Atualmente, autores como (Liu; Kwan; Wang, 2024), através do método “*modified two-step floating catchment area*” (2SFCA); (Yang *et al.*, 2023), utilizando oportunidades acumuladas com função de *distance decay*; e Yu; Higgins (2024), utilizando o método gravitacional de Hansen, calcularam medidas a destinos de **serviços essenciais**, como saúde, educação, alimentação, transporte público e entretenimento, munindo-se de dados geoespaciais, adquiridos de plataformas como OpenStreetMap e AutoNavi Map, para analisar a acessibilidade aos pontos de interesse. Na mesma linha de pesquisa que interessa a este trabalho, Jeon; Jung (2024) empregaram os *big data* com o objetivo de considerarem não somente a população oficial registrada pelas estatísticas do censo, como também a **população flutuante** em relação à iniquidade de acesso a parques públicos.

Essas medidas de acessibilidade baseadas em **novas fontes de dados**, conforme (Basbas *et al.*, 2023), servem para destacar que as cidades de x-minutos devem também ter como características a **equidade** socio-econômica e a redução do uso de **veículos privados**, com objetivo de atingir a **sustentabilidade** socioambiental.

Embora a cada vez mais utilizada **abordagem temporal** do planejamento tenha um grande potencial para lidar com os atuais problemas de iniquidade espacial urbana (Aristizábal; Sarache; Escobar, 2023), diversos autores têm feito uso de outros limiares que não somente os tão utilizados “15 minutos” para caracterizar este novo cronourbanismo (Logan *et al.*, 2022), procurando uma abordagem mais pragmática em relação às realidades locais, principalmente em cidades do **Sul Global**, onde a iniquidade espacial em relação ao acesso às oportunidades tende a acompanhar a média de rendimentos das áreas estudadas e que, em períodos de restrições, como no caso de pandemias, são os que têm menos poder de decisão para escolher morar próximo ao trabalho, sendo assim obrigados a viajar grandes distâncias para obter seu sustento diário (Guzman *et al.*, 2021). Igualmente sobre este aspecto, Papadopoulos; Sdoukopoulos; Politis (2023) salientam que nas pesquisas o acesso aos empregos têm sido pouco considerados em relação a outros tipos de destino e Birkenfeld *et al.* (2023) colocam que os limiares de tempo mais longos - neste caso, mais longo que os 15 minutos – costumam estar mais de acordo com o que se observa em deslocamentos reais na maior parte dos casos.

Na mesma linha de crítica ao modelo de cidade de 15 minutos, Casarin; MacLeavy; Manley (2023) enxergam com cautela a questão do uso urbano misto, lembrando que esse tipo de mudança urbana pode ocasionar na gentrificação de bairros, levando os mais pobres a terem de se deslocar ainda mais para poderem ter acesso a oportunidades. Além das iniquidades provocadas pela má-distribuição de renda, há também uma iniquidade etária, na qual há uma variação diária da acessibilidade de acordo com a idade, com a desvantagem para os mais idosos (Willberg; Fink; Toivonen, 2023).

Apesar de haver críticas ao modelo, a constante geração de dados geoespaciais e o maior conhecimento das cidades e do comportamento dos cidadãos faz as cidades baseadas em cronourbanismo apresentarem-se como novos paradigmas a serem seguidos no objetivo de diminuir-se o **gap** de acessibilidade entre os mais ricos e os mais pobres, entre os motorizados e os não-motorizados, entre os centrais e os periféricos, trazendo para um maior protagonismo na matriz modal das cidades os modos de deslocamento sustentáveis, em especial o modo pedonal.

Além do deslocamento ativo, nomeadamente o pedonal, outro modo de deslocamento também considerado como sustentável e que merece atenção ao se pensar num planejamento urbano mais equitativo - o transporte público - vem sofrendo um grande decréscimo de passageiros, mesmo antes da pandemia, devido a diversos fatores, como alto percentual do gasto com transporte em relação aos rendimentos, falta de confiança no serviço e migração para outros modos privados, isto tudo acontecendo especialmente nas grandes cidades brasileiras (Pitombo; Marques; Oliveira, 2024). Este é um problema que deve ser considerado como um importante objeto de estudo, pois o transporte público é indicado como o principal meio de acesso das classes de rendimentos mais baixos aos **destinos com finalidade de trabalho**, de acordo com os dados da pesquisa origem-destino de Curitiba (Mobilidade, 2017).

Levando em conta que tanto o modo de **deslocamento pedonal** quanto o **transporte público** são classificados pela ONU como modos sustentáveis, o objetivo deste capítulo vai no sentido de elaborar um **índice composto de acessibilidade sustentável**. Os índices compostos têm sido ferramentas muito utilizadas para se avaliar aspectos diversos de medidas de acessibilidade (Bartzokas-Tsiompras; Bakogiannis; Nikitas, 2023; Moreno *et al.*, 2021) e, neste caso, cálculos de acessibilidade pedonal e por transporte público foram utilizados em conjunto para que fosse avaliado o nível da acessibilidade a destinos de importância cotidiana à vida do cidadão, como **saúde, educação, alimentação e trabalho**.

Este índice composto possui aqui um sentido de **inovação**, por ser o primeiro a ser elaborado para o município de Curitiba, a partir de medidas de acessibilidade que utilizam dados abertos, desta forma trazendo uma contribuição aos estudos de metrópoles latinoamericanas, em especial, as brasileiras.

METODOLOGIA

DADOS

Para a constituição da base de dados dos projetos, foram utilizados dados provenientes de diversas fontes, de governamentais a colaborativas. Para as bases cartográficas, utilizaram-se os arquivos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) contendo os limites de municípios, bairros, setores censitários e grade estatística, os quais possuem relação direta com os dados tabulares do censo demográfico de 2010 e também pela grade hexagonal disponibilizada pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) que traz diversos dados sociodemográficos agregados do referido censo.

Os dados geoespaciais sobre o sistema viário e equipamentos urbanos (escolas e centros de saúde) de Curitiba foram retirados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e complementados, quando necessário, com dados do *OpenStreetMap* e os dados sobre a localização de supermercados e feiras livres obtidos a partir do *Google Earth*.

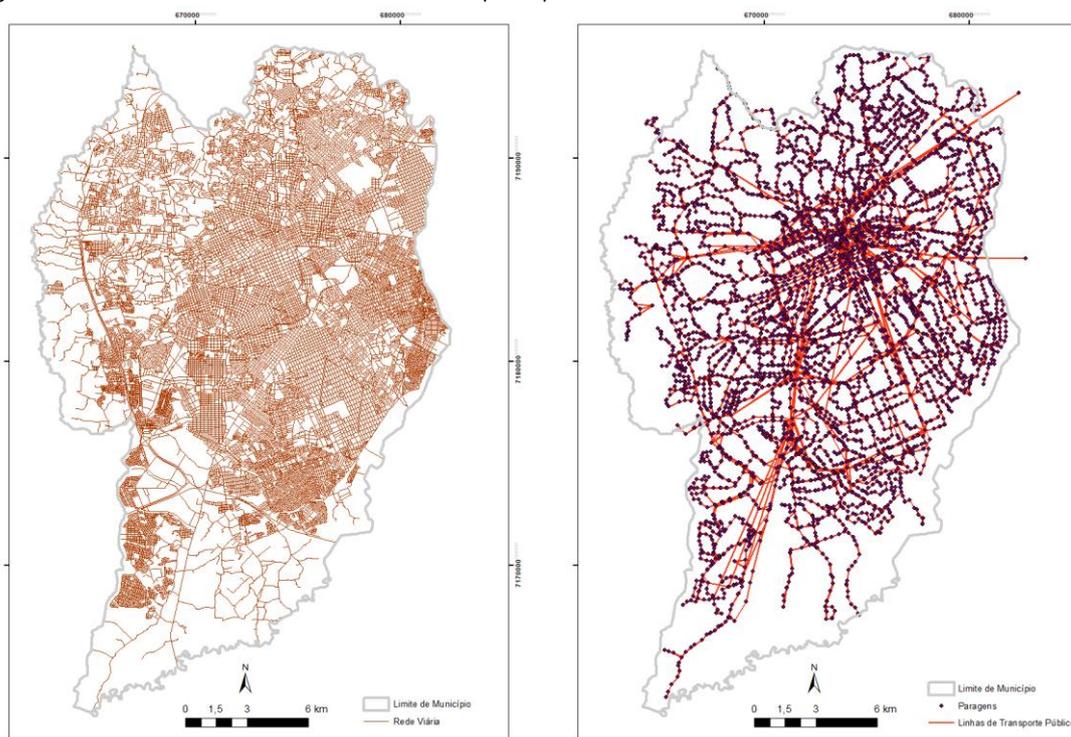
Também do site da prefeitura de Curitiba foram adquiridos os dados da Pesquisa Origem-Destino, tanto das tabelas com os resultados dos inquéritos, quanto dos arquivos geoespaciais como os locais de coleta dos dados e divisões territoriais utilizadas no estudo. As tabelas dos inquéritos possuem campos de setores censitários e bairros, o que permite representá-los cartograficamente com facilidade. Dessas tabelas foram retirados os dados para composição da função de *distance decay* para as medidas de acessibilidade potencial baseadas na gravidade. Também da prefeitura foram extraídos os dados em formato *shapefile* (shp) com a localização das empresas em arquivo de pontos que posteriormente foram utilizados para estimar os indicadores de acessibilidade.

Neste estudo foram usadas três redes de estradas e ruas de Curitiba. Inicialmente a rede da Prefeitura foi completada com a rede do *OpenStreetMaps*. Esta rede combinada foi usada para o cálculo do indicador de tempos de viagem aos serviços mais próximos e para o cálculo dos tempos de viagem em transporte público. Posteriormente foram obtidos os dados de TomTom, caracterizados por uma melhor cobertura espacial e sobretudo pela variação horária dos valores de velocidade. Esta rede mais completa foi usada em todos os demais indicadores. O uso de diferentes redes para o cálculo dos indicadores pode supor pequenas variações nos resultados, mas tem um impacto pequeno nos resultados globais, dado que o algoritmo de cálculo de caminhos mais curtos, no seu processo de minimizar as distâncias entre origens e destinos, tende a usar as ruas e estradas principais, sendo que estas estão bem representadas em todas as redes.

Para a análise da mobilidade por transporte público, foram utilizados arquivos abertos do tipo *General Transit Feed Specification* (GTFS), que permitem estimar os tempos de viagens para dias e horas concretos, de acordo com os serviços previstos em agenda. O formato de dados GTFS foi lançado pela *Google Developers* em 2008 e são disponibilizados de forma voluntária pelos gestores do transporte público, permitindo estudos comparativos ao redor do globo ((Bok; Kwon, 2016; Liu; Cirillo, 2015; Prommaharaj et al., 2020).

Os dados GTFS permitem representar o funcionamento do transporte público e considerar fatores como a localização das paragens, a frequência do serviço, diferenças da oferta de serviços em horários de pico ou de normalidade, assim como dias úteis, fins de semana ou exceções ao calendário, que constituem aspectos importantes para caracterizar a acessibilidade deste meio de transporte ((Kwan, 2013; Stępnik et al., 2019)). Sendo assim, para estes cálculos, foi utilizada a rede de transportes, representada pela camada "*Transit Lines*" (1, b). Para poder ser modelada, esta rede de transporte público necessita complementar-se com uma rede urbana que represente as ruas e que permita fazer a ligação das paragens do transporte público com os locais iniciais e finais de cada trajeto, o que na literatura de transporte se conhece como a última milha ou *last mile* ((Zuo et al., 2020; Zhang et al., 2017). A rede combinada da Prefeitura de Curitiba e *OpenStreetMaps* foi utilizada para este efeito (figura 1).

Figura1: a) Rede de arruamento e b) Rede de transporte público



Fonte: Rede combinada Prefeitura + *OpenStreetMaps* ; GTFS. Elaboração própria

Apesar de toda a conveniência em seu uso, os dados GTFS têm algumas limitações. Slovic *et al.*, (2019) salienta que estes dados baseados nos horários teóricos dos serviços de transporte público oferecem uma visão otimista dos mesmos, uma vez que o tráfego em grandes cidades pode sofrer inúmeras modificações no horário estipulado, devido a congestionamentos provocados por acidentes, erros nos semáforos, eventos com grande atratividade de pessoas, entre outros, podendo superestimar a frequência dos serviços em determinadas horas do dia (Pereira, 2018b). Para contornar esse impasse, autores como Pritchard et al. (2019), utilizaram dados suplementares de GPS do transporte público em conjunto com os de GTFS. Vale aqui lembrar que há disponível o formato de dados em tempo real, chamado de “GTFS *Realttime*”, serviço focado nos usuários, para que obtenham informações sobre atualizações de viagem, alertas de serviço e posição do veículo. No entanto, este serviço ainda não está disponível para o município de Curitiba.

Importante salientar que apenas os dados referentes ao município de Curitiba foram considerados, pois dados como grade hexagonal com dados censitários agregados e os dados GTFS não estão disponíveis para os demais municípios da região metropolitana.

INDICADORES

Para os efeitos deste trabalho, a partir dos dados e das técnicas utilizadas, os cálculos serão baseados na perspectiva do local, na qual são utilizados com maior frequência os componentes de uso do solo e de transportes, podendo a componente do indivíduo estar presente por meio de dados demográficos e socioeconômicos (Boisjoly; El-Geneidy, 2017). A componente do transporte será representada principalmente pelo tempo de viagem e frequência do serviço, no caso do transporte público, e a componente de uso do solo será analisada de acordo com as oportunidades e serviços disponíveis na cidade. Foram considerados três indicadores que recolhem visões complementares sobre a acessibilidade: acesso aos postos de trabalho; acesso aos serviços essenciais e acesso à rede de transporte público existente na cidade de Curitiba. Finalmente esses indicadores

foram combinados para oferecer uma visão global sobre a distribuição espacial da acessibilidade e poder assim identificar os espaços com maiores dificuldades de acesso. Seguidamente explica-se o processo de cálculo de cada um dos indicadores de acessibilidade assim como o método utilizado para a sua agregação num indicador composto.

MEDIDA DE ACESSIBILIDADE POTENCIAL

O indicador de acessibilidade potencial é um dos indicadores mais utilizados na literatura dedicada aos estudos desta natureza, porque tenta representar o comportamento dos agentes econômicos na escolha das oportunidades existentes num território. Assim, este indicador simula que ante um conjunto de oportunidades os agentes escolherão aquelas que tenham uma maior importância (pelo seu tamanho, variedade, entre outros fatores) e que estejam mais perto.

Neste estudo o indicador de potencial será usado para estimar o acesso ao mercado laboral, sendo previsível que aqueles territórios com mais empresas sejam também os mais acessíveis. Para calcular os indicadores de acessibilidade é necessário contar com os locais de origem, os locais de destino e uma rede de transporte que viabiliza os movimentos entre os diferentes locais. Para esta finalidade, utilizou-se como origem as residências, representadas aqui pelos centroides da grade hexagonal, com valores de população, e como destino, as empresas. A informação espacial da localização das empresas foi agregada a nível de setor censitário, contabilizando o número de empresas em cada setor e obtendo posteriormente o centroide como o ponto de referência de cada setor (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O custo da viagem é representado pelo tempo em transporte público, de acordo com a fórmula:

$$A_i = \sum_j O_j f(C_{ij}) \quad (1)$$

Onde: i e j são respetivamente a origem e o destino; O_j são todas o número de empresas nos destinos; $f(C_{ij})$ é a função de *distance decay*; C é o tempo de viagem calculado usando a rede de transporte público, apartir dos dados GTFS, considerando o acesso pelo modo "ônibus", gerido diretamente pelo município de Curitiba.

Na cidade não há outras modalidades de transporte público coletivo, como por exemplo o trem, metrô ou VLT. Foi seleccionado um dia e uma hora representativos para o acesso ao trabalho, que neste caso foi uma terça-feira às 7 h. A matriz de custo origem-destino resultou em 11.215.785 relações.

Para o cálculo do *distance decay*, a equação utilizada tem a forma de uma função exponencial negativa, na qual quanto mais alto o valor da impedância, maior a resistência ao movimento e menor é a intenção de realizar uma viagem, utilizando-se a relação:

$$f_{ij} = e^{(-\beta C_{ij})} \quad (2)$$

Onde:

β é o parâmetro que representa a magnitude do *distance decay* obtido a partir de regressão linear, utilizando o logaritmo natural (\ln) da contagem de viagens com origem na residência e mediana do tempo de viagem e C_{ij} é a impedância, neste caso, tempo total de viagem calculado de i a j.

O parâmetro de *distance decay* serviu para medir as relações entre os padrões de interação e a distância, considerando todos os outros fatores de interação como constantes (Fotheringham, 1981). Sobre o parâmetro β , Dalvi; Martin (1976) comentam a relação deste com a acessibilidade na **função de impedância**, isto é, tomando o valor de β como inversamente proporcional à acessibilidade, quanto maior o valor deste parâmetro, maior a distância das viagens e menor será o índice de acessibilidade.

Para a composição da tabela de cálculo foram utilizados os dados do inquérito origem-destino, considerando unicamente as relações da pesquisa com origem no lugar de residência e destino o lugar de trabalho, estando em ambos os casos localizados no município de Curitiba. A viagens foram agrupadas em intervalos de 10 minutos (Tabela). Este passo é parte do procedimento para obter-se o parâmetro β da função de *distance decay* e foi utilizada no Microsoft Excel a função "PROJ.LIN", que calcula a estatística de uma linha a partir do método dos mínimos quadrados.

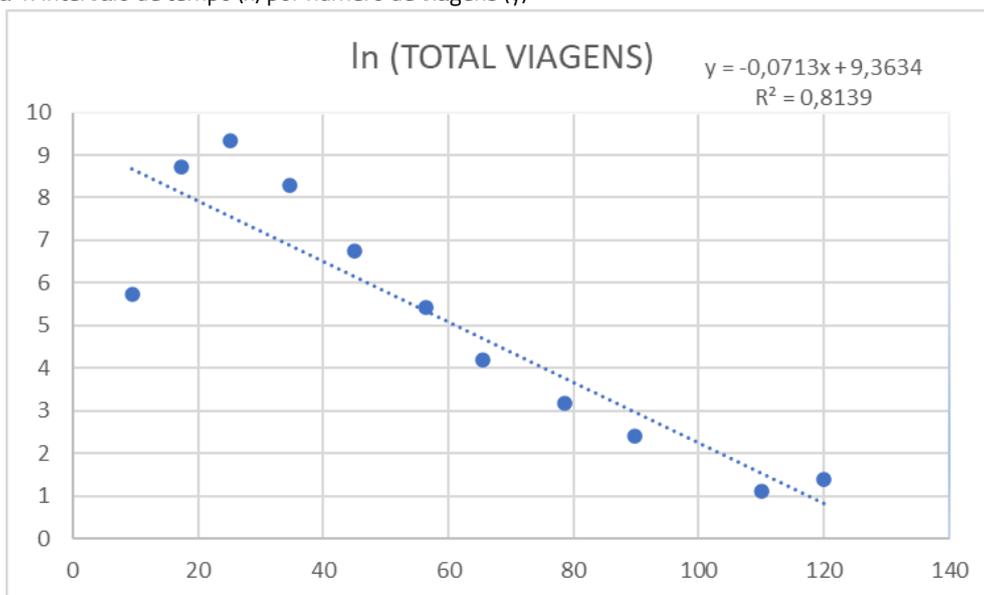
Tabela 1: Dados agregados para cálculo de *distance decay*

INTERVALO (min)	MEDIANA INTERVALOS TEMPO (min)	TOTAL VIAGENS NO INTERVALO	TOTAL VIAGENS (ln)
<10	9,5	308	5,7
Entre 10 e 20	17,3	6136	8,7
Entre 20 e 30	25,2	11476	9,3
Entre 30 e 40	34,6	4014	8,2
Entre 40 e 50	44,9	855	6,7
Entre 50 e 60	56,4	227	5,4
Entre 60 e 70	65,5	66	4,1
Entre 70 e 80	78,5	24	3,1
Entre 80 e 90	89,6	11	2,3
Entre 90 e 100	--	--	--
Entre 100 e 110	110	3	1,0
Entre 110 e 120	120	4	1,3

Fonte: Elaboração própria

O logaritmo natural do total de viagens é calculado para obter-se a forma linear do modelo (Iacono et al., 2008) (Iacono, Krizek e El-Geneidy, 2008)). Conforme verifica-se no gráfico e nos resultados da função, representando a equação da reta ($y = \beta x + \alpha$), chegou-se a um valor de $\beta = -0,0713$, uma relação negativa que indica que quanto maior for a distância/tempo de viagem, menor será o número de viagens realizadas. O coeficiente de determinação (R^2) é de 0,81, o que significa uma relação de mais de 81% entre distância e número de viagens (Figura 1).

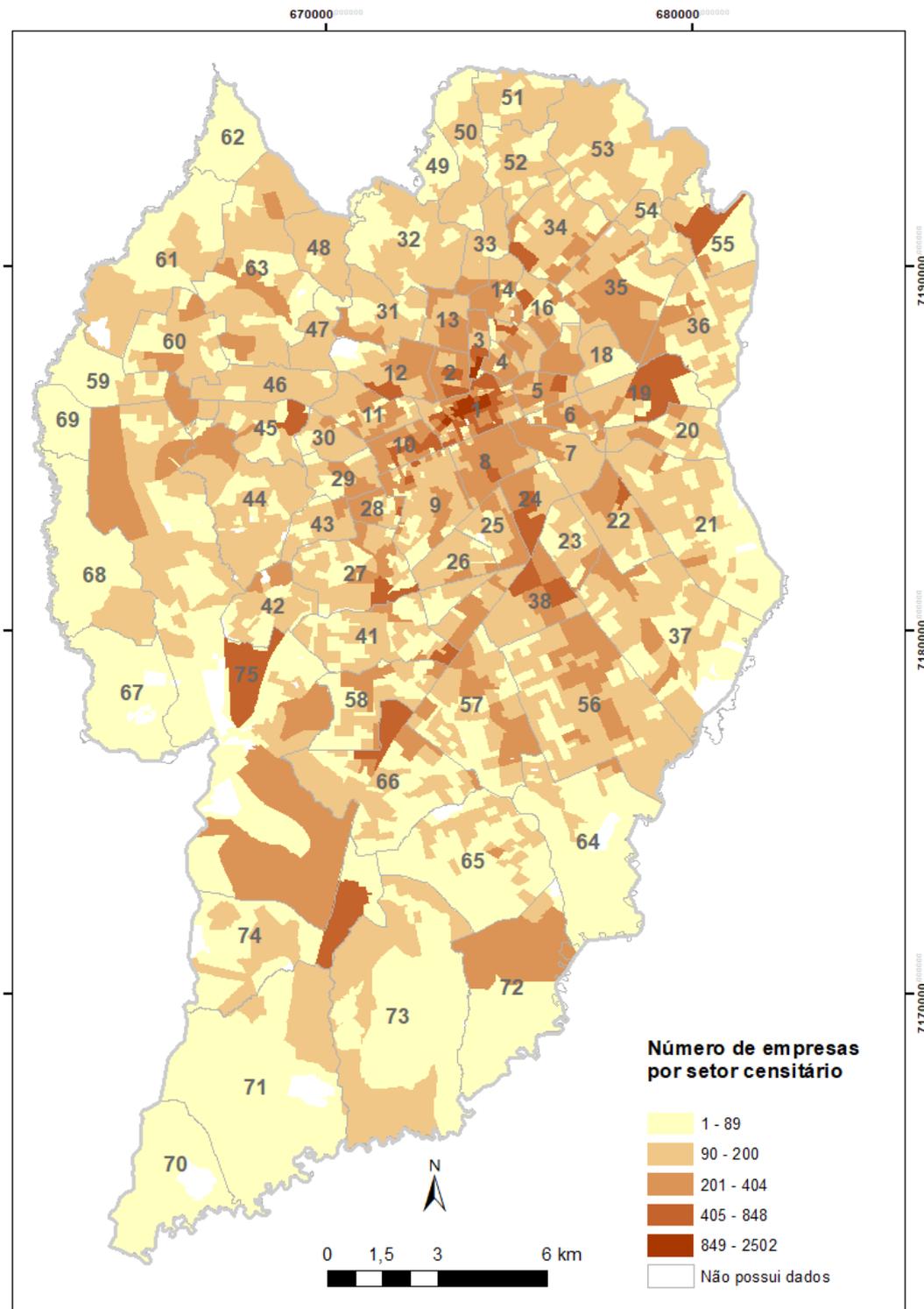
Figura 1: Intervalo de tempo (x) por número de viagens (y)



Fonte: Elaboração própria

Em relação ao parâmetro O_j da fórmula do indicador de potencial (1) que representa as oportunidades de emprego em destino, foi utilizado o número de empresas, agregadas por setor censitário, que em 2019 representavam 264.764 cadastros (Figura 3).

Figura 3: Sedes de empresas por setor censitário



Fonte: Elaboração própria

Aqui, é relevante salientar que a localização das sedes das empresas não significa necessariamente um posto de trabalho, pois o cadastro pode ter sido feito num endereço diferente daquele onde o trabalhador efetivamente exerce suas funções. No entanto, é considerada como uma estimativa, a ser comparada com os

dados de finalidade “trabalho” das respostas da pesquisa origem-destino do município, obtendo-se assim uma aproximação maior do potencial com o que acontece no caso das viagens realizadas no trajeto residência-trabalho.

INDICADOR DE ACESSO AOS PONTOS DE ÔNIBUS

Este indicador foi formulado para representar um diagnóstico sobre a distribuição das paradas de ônibus e a facilidade de acesso a elas na cidade de Curitiba. A fórmula adotada foi a seguinte:

$$ABus_i = NTrips_j / T_{ij} \quad (3)$$

Onde $ABus_i$ é a acessibilidade da zona i à parada de ônibus mais próxima, que resulta de dividir o número de viagens que passa pela parada j entre o tempo de caminhar desde o local de origem até parada mais próxima (j).

Para estimar o número de viagens que passa por uma estação foram utilizados os dados GTFS e foi considerado um dia típico de trabalho, que seguindo com a lógica do indicador anterior, foi a terça-feira. Foram contabilizadas todas as viagens que passam pela parada, considerando um raio de 15 minutos à pé e o horário das 7h às 8h da manhã, momento em que a grande maioria da população ativa inicia a atividade diária. A rede utilizada para o cálculo do tempo de acesso pedonal foi a rede TomTom, para a qual foi criado um campo de impedância que simula o tempo de viagem pedonal, estimado pela seguinte equação:

$$T_{a(min)} = [D_{a(km)} * 60] / 4 \quad (4)$$

Onde T é o tempo de viagem (em minutos) de cada arco a , e D é a sua distância (em quilômetros). A constante 4 representa a velocidade média a que caminha uma pessoa adulta saudável.

Os resultados deste indicador estão diretamente relacionados com a frequência dos ônibus de cada parada e inversamente relacionados com a distância para aceder à parada mais próxima. Assim, é de esperar que as zonas com um bom serviço de transporte público, caracterizado por uma alta frequência de ônibus e uma ampla cobertura espacial, serão as zonas com maior acessibilidade segundo este indicador.

O procedimento aqui utilizado foi o de contagem de viagens (chegadas ou partidas) em cada ponto de ônibus agregadas por áreas, que foram definidas a partir de limiares de tempo, definindo-se a área de serviço para as paradas ao longo das linhas de transporte público, utilizando-se a distância em rede e representando em cada uma delas a frequência do transporte público dentro do intervalo de tempo escolhido. Estes resultados serão representados cartograficamente, indicando-se tanto a distância às paradas de ônibus quanto à frequência de ônibus em todas as paradas dentro da área definida pelo limiar.

MÉDIA DE TEMPO AOS TRÊS DESTINOS MAIS PRÓXIMOS

O indicador de média de tempo aos três destinos mais próximos mede o tempo que se leva para atingir, à pé, os três serviços mais próximos. Neste estudo foram considerados três tipos de serviços: centros de saúde, escolas públicas e locais de compras, como supermercados ou feiras. Salienta-se aqui que os serviços considerados são essenciais ao cidadão e desde a perspectiva da mobilidade sustentável devem estar ao alcance das pessoas para que possam deslocar-se até eles à pé. Por este motivo o tempo pedonal foi selecionado como o mais adequado para o cálculo do indicador. A eleição de unicamente 3 serviços foi tomada seguindo uma lógica que com 3 serviços a população teria um fácil acesso e diversidade de escolha. Este tipo de indicador foi preferido em relação ao de oportunidades acumuladas, pois considerou-se que o uso de limiares poderia ter uma influência

significativa nos resultados, especialmente nas áreas com pouca oferta desse tipo de serviço ou mesmo desconsiderando serviços a pouco tempo além desses limiares.

Neste indicador, o nível de acessibilidade será mais alto quanto menor for a média de tempo. A seguinte fórmula foi aplicada para cada tipo de serviço (educação, saúde e compras de alimentos):

$$\mu_i^k = \sum_k T_{i,j} / K \quad (5)$$

Onde, μ_i^k para cada lugar de origem (i) é a média de tempo aos 3 (K) destinos (j) mais próximos e T é o tempo de viagem pedonal. Para o cálculo do indicador, foram considerados como origens os pontos centroides da grade hexagonal e para os destinos foram consideradas as camadas de pontos de escolas públicas, dos hospitais públicos e unidades de saúde; e dos locais de venda de alimentos, representados pelos mercados, supermercados e feiras livres.

ÍNDICE COMPOSTO DE ACESSIBILIDADE SUSTENTÁVEL

Uma vez feito o diagnóstico de acessibilidade desde as diferentes perspectivas apresentadas nos índices anteriores, pretende-se agora obter um indicador único da acessibilidade sustentável para o município de Curitiba. Para a elaboração deste índice foram utilizados os modos de transporte considerados como sustentáveis pela UN Habitat (2013), onde classificam como sustentáveis os meios de transporte não-motorizados e o transporte público. Desta forma, fazem parte deste índice composto os seguintes indicadores: **1. Acessibilidade potencial ao trabalho por transporte público; 2. Acesso aos pontos de ônibus; 3. Média de tempo aos três destinos mais próximos.** Este último indicador compõe-se de três indicadores (finalidade saúde, educação e compras de alimentos), pelo que foi necessário calcular a média aritmética dos três indicadores parciais para obter um indicador global de tempo médio aos serviços essenciais e após este procedimento, obter-se uma função inversa, para que o menor tempo indicasse um melhor acesso.

Os Índices compostos são ferramentas úteis para integrar-se grandes quantidades de dados em formas de comunicação que sejam mais compreensíveis para a avaliação científica e utilizada como ferramenta de políticas públicas e na comparação entre diferentes áreas. Devido ao carácter subjetivo de sua formulação, envolvendo escolha de dados, modelos de agregação e tratamento de lacunas de dados, os índices devem ser elaborados e analisados com cautela, pois podem mascarar ou contribuir para a manipulação de resultados de acordo com a necessidade de quem os elabora (Cherchye et al., 2008). Sendo assim, é importante que cada passo seja avaliado em relação principalmente à escolha e peso das variáveis. (Freudenberg, 2003).

A elaboração dos índices compostos acompanha a fórmula geral:

$$I = \sum_{i=1}^n W_i X_i \quad (6)$$

Onde: X_i é a variável normalizada; W_i é o peso do X_i ($0 \leq W_i \leq 1$); e $i = 1, \dots, n$

De acordo com o manual para elaboração de indicadores compostos da OCDE (OCDE, 2008), dez passos devem ser seguidos para a elaboração de um índice composto: 1. Quadro teórico; 2. Seleção de dados; 3. Inclusão de dados em eventuais lacunas; 4. Análise multivariada; 5. Normalização; 6. Ponderação e agregação; 7. Análise de incerteza e robustez; 8. Volta aos dados; 9. Links para outros indicadores; 10. Visualização dos resultados.

Os itens de 1 a 4 foram feitos anteriormente durante a elaboração dos procedimentos para a obtenção das medidas de acessibilidade. A partir daqui iniciou-se o procedimento de normalização dos dados. Todos os valores dos índices parciais foram normalizados utilizando o método estatístico MIN-MAX, a partir da fórmula:

$$X_{Norm} = \frac{X - X_{Min}}{X_{Max} - X_{Min}} \quad (7)$$

Onde:

X_{Min} = Menor valor da série; X_{Max} = Maior valor da série

Este método permite que os dados de diferentes naturezas sejam analisados com isonomia, pois os valores máximos são todos equiparados a 1 e os valores mínimos, a 0. O indicador de média de tempo aos três destinos mais próximos teve os valores previamente invertidos, para que o maior valor do índice correspondesse ao menor tempo de viagem. Finalmente todos os indicadores foram somados para obter o indicador composto de acessibilidade sustentável, que varia entre 0 e 3, sendo o valor máximo equivalente ao máximo de acessibilidade dos três indicadores.

Para este estudo foi tomada a decisão de não ponderar com diferentes graus de importância cada uma das componentes de acessibilidade deste indicador, por considerar que tanto o acesso ao trabalho, como o acesso ao transporte público como o acesso aos serviços essenciais são determinantes para o bem-estar da população. Desde modo se limita o carácter subjetivo que introduz este tipo de ponderação e torna menos relevante a análise de incerteza e robustez dos resultados.

Após todos esses procedimentos, os indicadores agregados foram decompostos novamente em suas partes individuais, para obter-se o percentual de participação de cada um deles no índice composto, cumprindo-se, portanto, com o item 8 e uma vez analisados, os resultados são apresentados em forma de tabelas, gráficos e mapas.

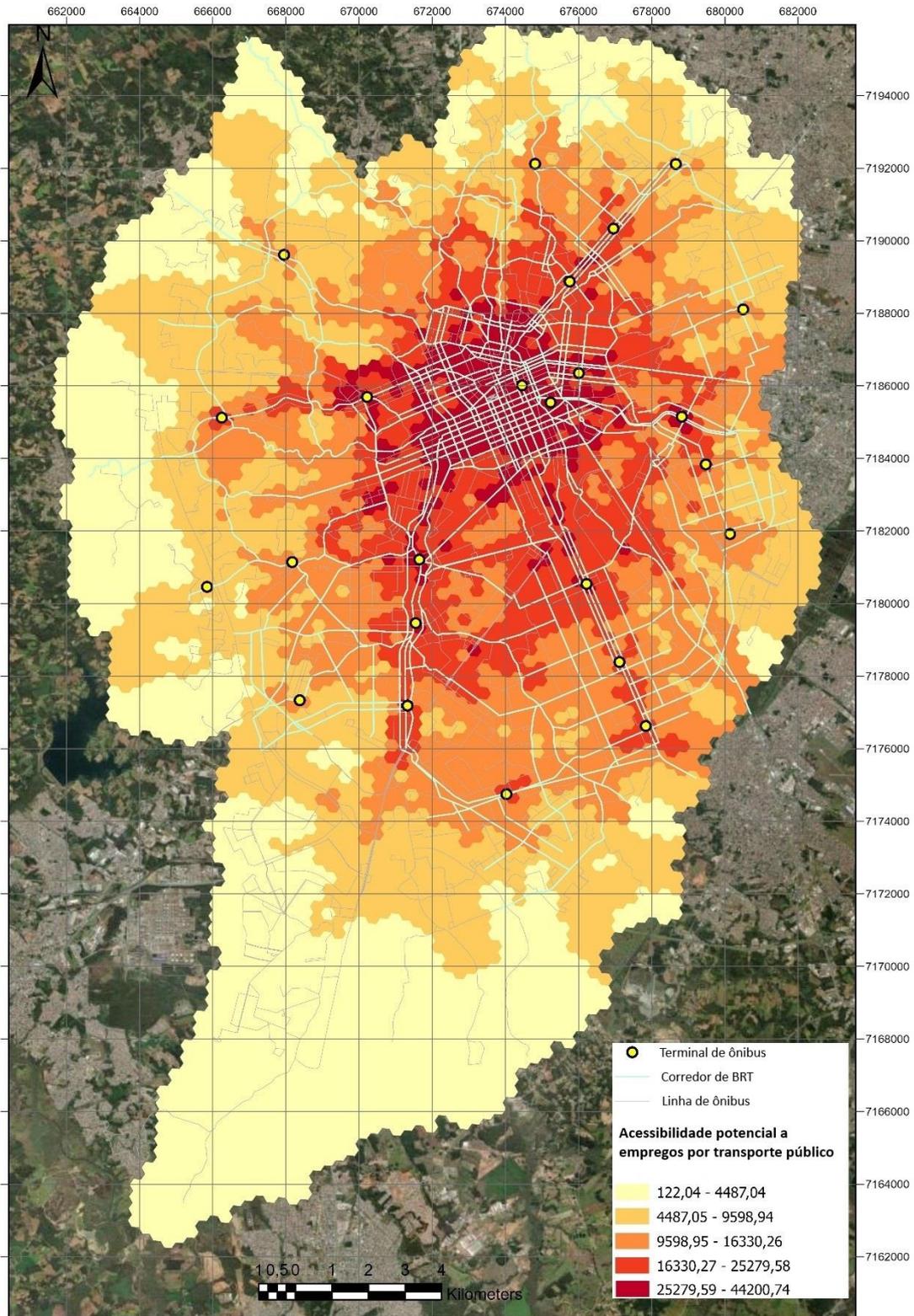
RESULTADOS

MEDIDA DE ACESSIBILIDADE POTENCIAL

Nos primeiros resultados das medidas de acessibilidade destacam-se os valores de acessibilidade potencial, tendo como destino as oportunidades de trabalho, representadas pelas localizações das sedes das empresas.

O mapa resultante, apresentado na figura 4 mostra a situação de acessibilidade ao trabalho tendo o ônibus como modo de transporte, considerando as condições do serviço num dia útil (terça-feira) às 7 am. Verifica-se, a partir da leitura do mapa, que os maiores valores de acessibilidade potencial localizam-se na **região central** da cidade, o que pode ser explicado a partir da observação da confluência de dois fatores: uma maior concentração de postos de trabalho e uma melhor oferta de transporte público, tanto em número de terminais, quanto em densidade de corredores de ônibus, paradas de ônibus e frequência do serviço presentes nessa área.

Figura 4: Acessibilidade potencial por transporte público às 7h00 de terça-feira



Fonte: Elaboração própria.

Neste mapa é possível também verificar uma configuração espacial "tentacular" dos valores mais altos de acessibilidade ao longo das linhas de BRT e em direção aos terminais. Estes resultados apontam para uma

tendência à exclusão espacial quanto mais afastada a residência estiver do centro e dos eixos estruturais. A Tabela 2 traz a estatística descritiva dos valores de acessibilidade ao trabalho na cidade de Curitiba.

Tabela 2: Valores de acessibilidade potencial por transporte público (terça-feira às 7h)

	Indicador de potencial
Mínimo	122,03
Média	9692,23
Máximo	44200,74
Desvio Padrão	7918,36

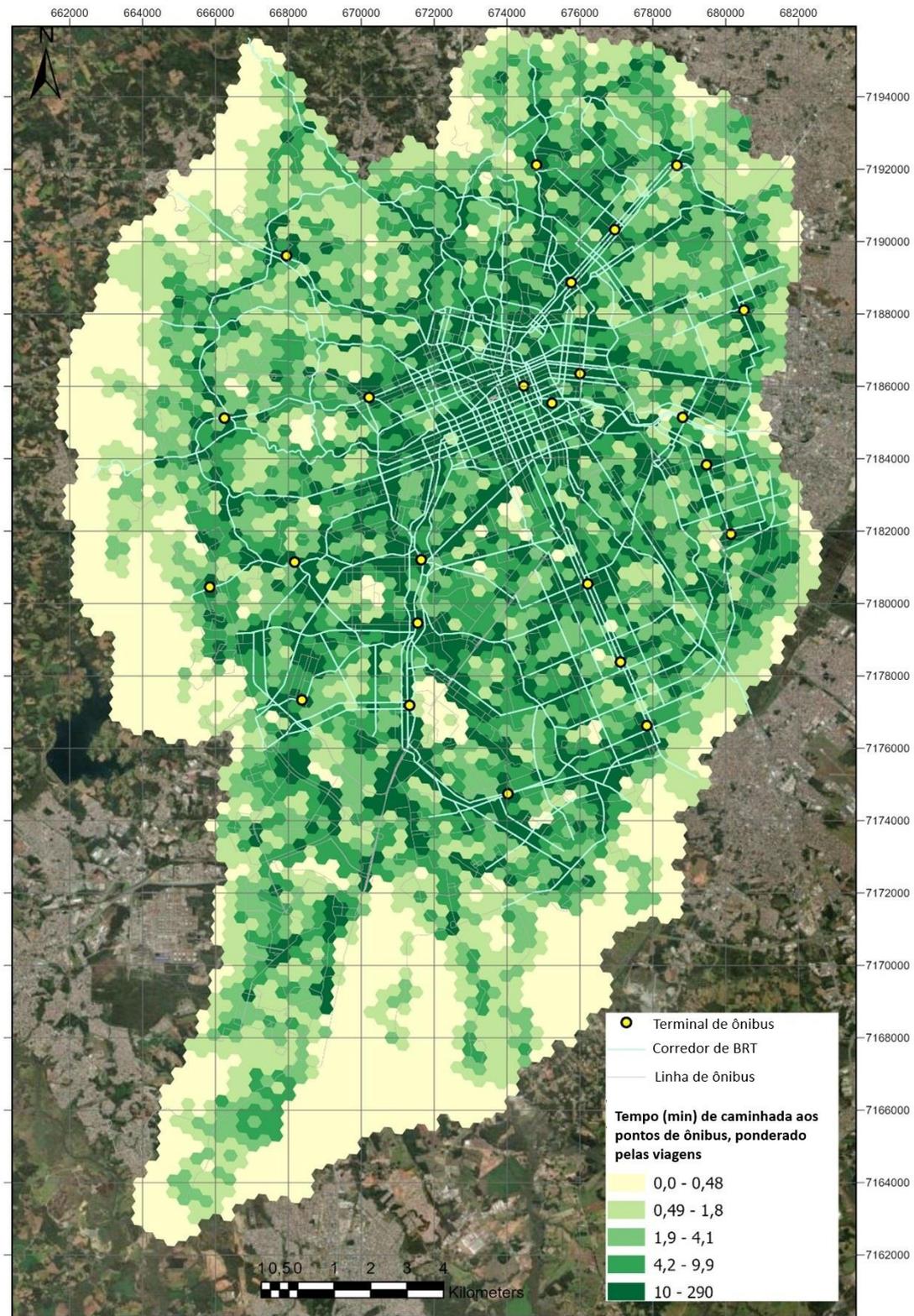
Fonte: Elaboração própria

O alto valor de desvio padrão indica uma alta dispersão, com coeficiente de variação $[(\sigma/\bar{x}) \cdot 100] = 81,7\%$, indicando que há áreas muito acima da média (região central) em contraposição à periferia, mostrando que quanto mais longe dos postos de trabalho e da infraestrutura das vias exclusivas de ônibus e dos terminais, menores são os valores de acessibilidade.

INDICADOR DE ACESSO AOS PONTOS DE ÔNIBUS

Com o indicador de acessibilidade aos pontos de ônibus ponderado pelo número de viagens a cada hora obteve-se como resultado um mapa, onde é mostrado que os padrões de acessibilidade com níveis mais altos encontram-se ao longo das principais linhas de ônibus do município, conforme apresentado na **figura 5**, referente ao horário das 7 h às 8 h de uma terça-feira.

Fig. 5: Indicador de acessibilidade aos pontos de ônibus - hexágonos



Fonte: Elaboração própria

Analisando os dados da tabela de atributos, é possível verificar a estatística descritiva, conforme visto nas tabelas 3 e 4:

Tabela 3: Quartis de valores de acessibilidade ao transporte público ponderada por viagens

QUARTIS	VIAGENS/TEMPO
MIN	0,00
1Q	0,75
2Q	2,71
3Q	7,74
4Q	293,00

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4: Estatística descritiva de valores de acessibilidade ao transporte público ponderada por viagens

	VIAGENS/TEMPO
Mínimo	0,00
Média	7,35
Máximo	293,00
Desvio Padrão	15,49

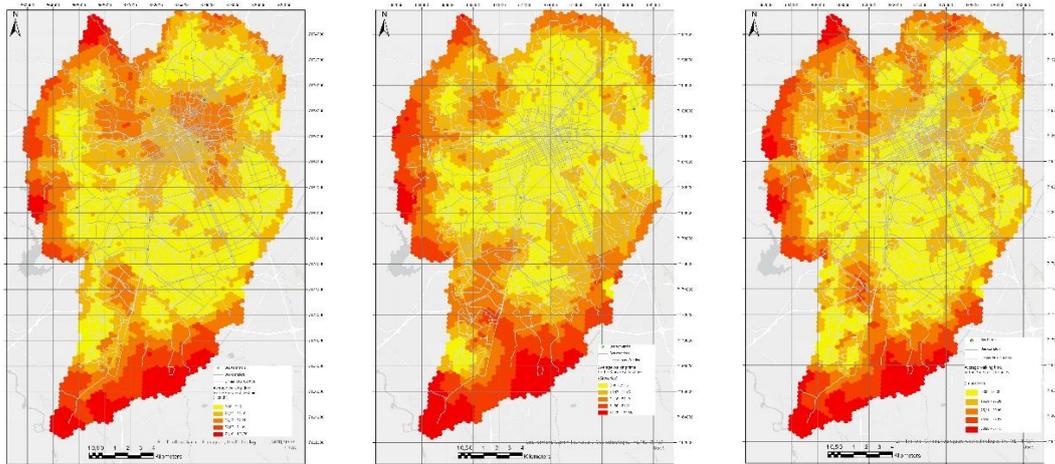
Fonte: Elaboração própria

Analisando as tabelas anteriores, os valores separados em quartis mostram que 75% (3º quartil) possui valores abaixo de 7,74, que estão bem abaixo do valor máximo observado (293). A estatística descritiva da tabela BB também permite verificar essa discrepância nos resultados desse índice, já que o coeficiente de dispersão dos dados é de **210,74%**, o que é indício de uma grande heterogeneidade entre os resultados, indicando grandes iniquidades espaciais no acesso ao serviço. Considerando o valor máximo e também que 3/4 dos valores estão abaixo de 7,74 viagens, nota-se que a mera distribuição de paradas no território não necessariamente acarreta num melhor acesso.

MÉDIA DE TEMPO AOS TRÊS DESTINOS MAIS PRÓXIMOS

Os mapas resultantes dos índices de média de tempo aos destinos com finalidade de saúde, compras de alimentos e educação são apresentados na **figura 6**. A distribuição espacial da acessibilidade está influída pela localização dos serviços em questão. No caso das **escolas** e dos **locais de compra de alimentos**, foi observado um claro padrão centro-periferia, com os maiores valores de acessibilidade (menor tempo de deslocamento) localizados no centro da cidade, que vão decrescendo à medida em que os hexágonos se afastam dele. No caso dos hospitais e centros de saúde, observa-se uma menor presença deste tipo de serviço no centro, pelo que esta região aparece com valores inferiores de acessibilidade, ou seja, maiores tempos de deslocamento.

Figura 6: Tempo de viagem para os 3 destinos mais próximos: a) Saúde b) Compras de alimentos c) Educação



Fonte: Elaboração própria

Esta configuração espacial do deslocamento pedonal pode em parte ser explicada pelo enviesamento dos dados em relação ao tipo de serviço que foi selecionado para os dados de saúde e educação, pois foram levados em conta apenas os serviços públicos, locais esses que atendem na maior parte a população com menores rendimentos *per capita*, ou seja, aqueles que não possuem plano de saúde ou dinheiro suficiente para pagar os custos altos de serviços de saúde ou de educação privados. Além deste facto, equipamentos para esses tipos de serviço em geral necessitam de grandes áreas e por esse motivo são construídos em bairros onde o preço dos imóveis é mais baixo, necessitando, portanto, de menos investimentos por parte do governo, o que acaba coincidindo com a proximidade das localidades onde vivem as pessoas com menores níveis de rendimento, onde o preço do m² costuma ser mais acessível.

A **figura 7** traz o gráfico dos resultados de média de tempo a cada tipo de serviço, sendo que os que apresentam maior valor são aqueles com destinos a locais de tratamento de saúde. Em seguida, estão os estabelecimentos de vendas de alimentos, os únicos que não são públicos desta lista e, por serem estabelecimentos privados, são influenciados pela lei da oferta e da demanda, a economia de aglomeração e o poder aquisitivo dos consumidores.

Observa-se, por fim, que o destino com menor média de tempo de deslocamento pedonal é o de Educação, o que pode ser explicado devido à grande quantidade de escolas públicas – todas gratuitas – de gestões municipais, estaduais e federais espalhadas pelo território, pois estas devem atender 100% dos jovens em idade escolar (até o terceiro ano do ensino secundário), de acordo com a legislação brasileira.

Figura 7: Média de tempo de deslocamento pedonal aos serviços de saúde, alimentação e educação

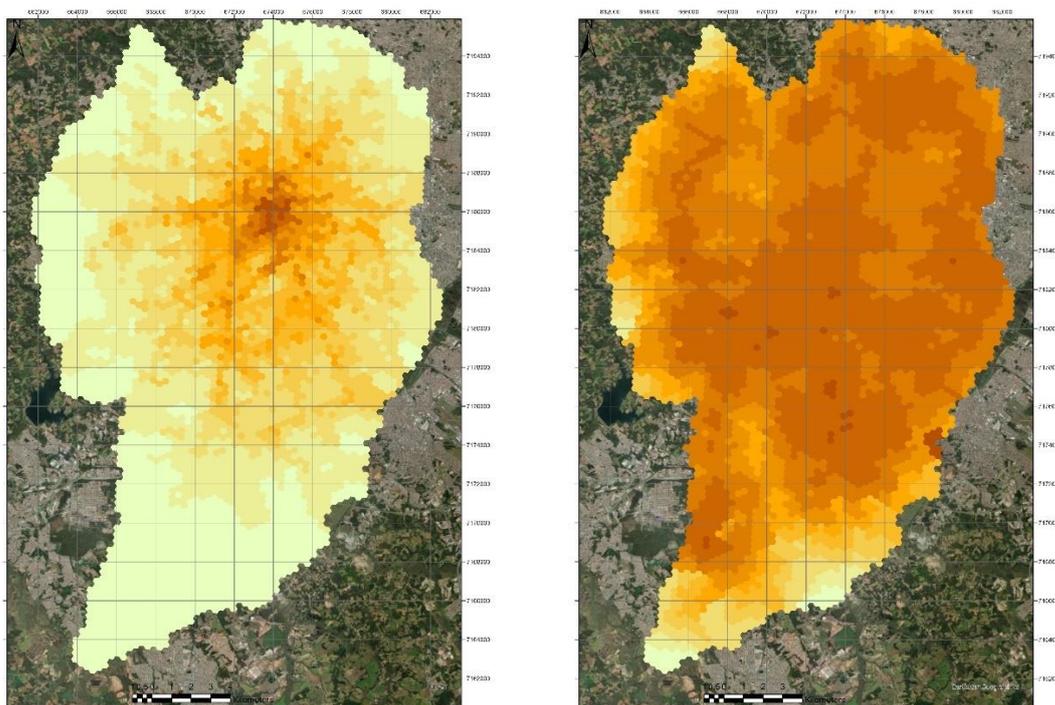


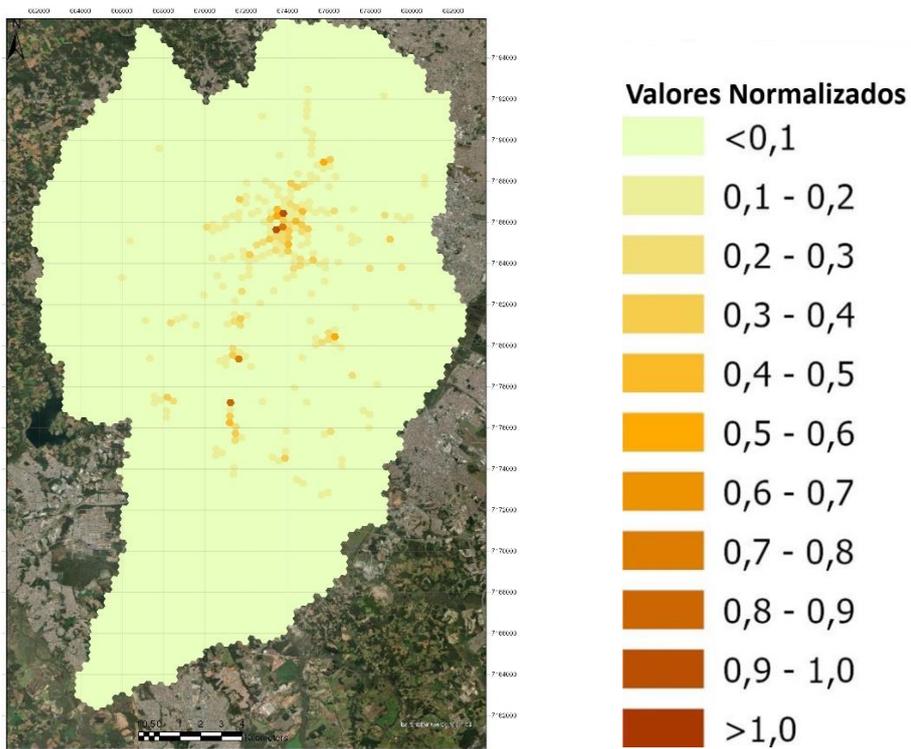
Fonte: Elaboração própria

ÍNDICE COMPOSTO DE ACESSIBILIDADE SUSTENTÁVEL

O Índice Composto de Acessibilidade Sustentável – ICAS – é o resultado da soma dos três indicadores de acessibilidade citados nos itens anteriores e posteriormente normalizados a uma escala de 0 a 1, sendo que os valores de tempo médio de deslocamento foram invertidos, para o menor tempo corresponder ao melhor valor (Erro! Fonte de referência não encontrada.8). Como resultado obtemos um indicador sintético que nos mostra uma realidade complexa de acessibilidade e que mostra vários aspectos fundamentais no bem-estar da população: o acesso ao trabalho, aos bens e serviços de primeira necessidade e o acesso ao transporte público. Este indicador sintético tem uma escala de 0 a 3, sendo 3 o máximo valor possível na área de estudo (Figura 9).

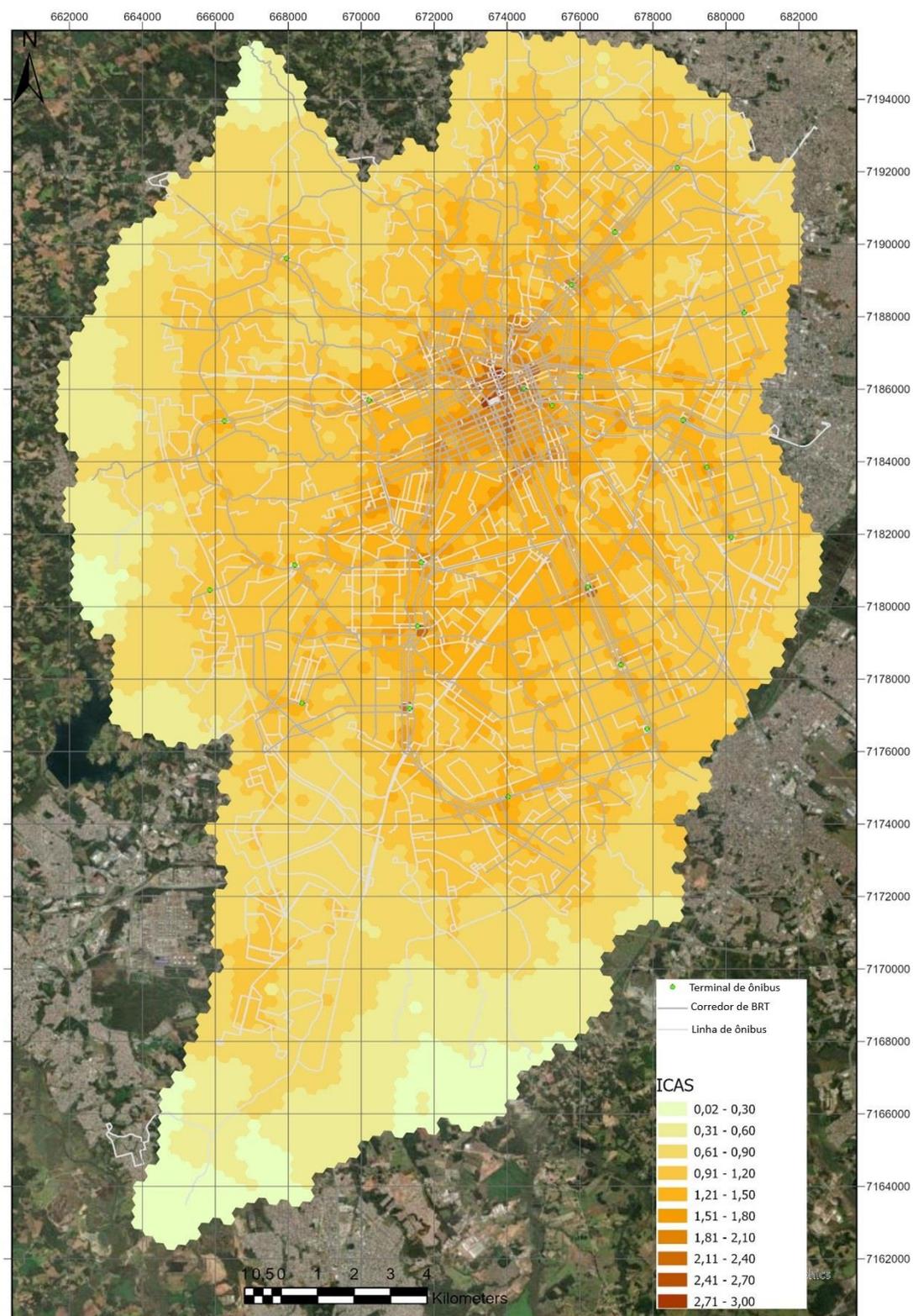
Fig. 8: Mapas dos índices parciais normalizados – a) Acessibilidade potencial ao trabalho por TP; b) Tempo médio aos 3 destinos mais próximos; c) Acessibilidade às paragens de ônibus





Fonte: Elaboração própria

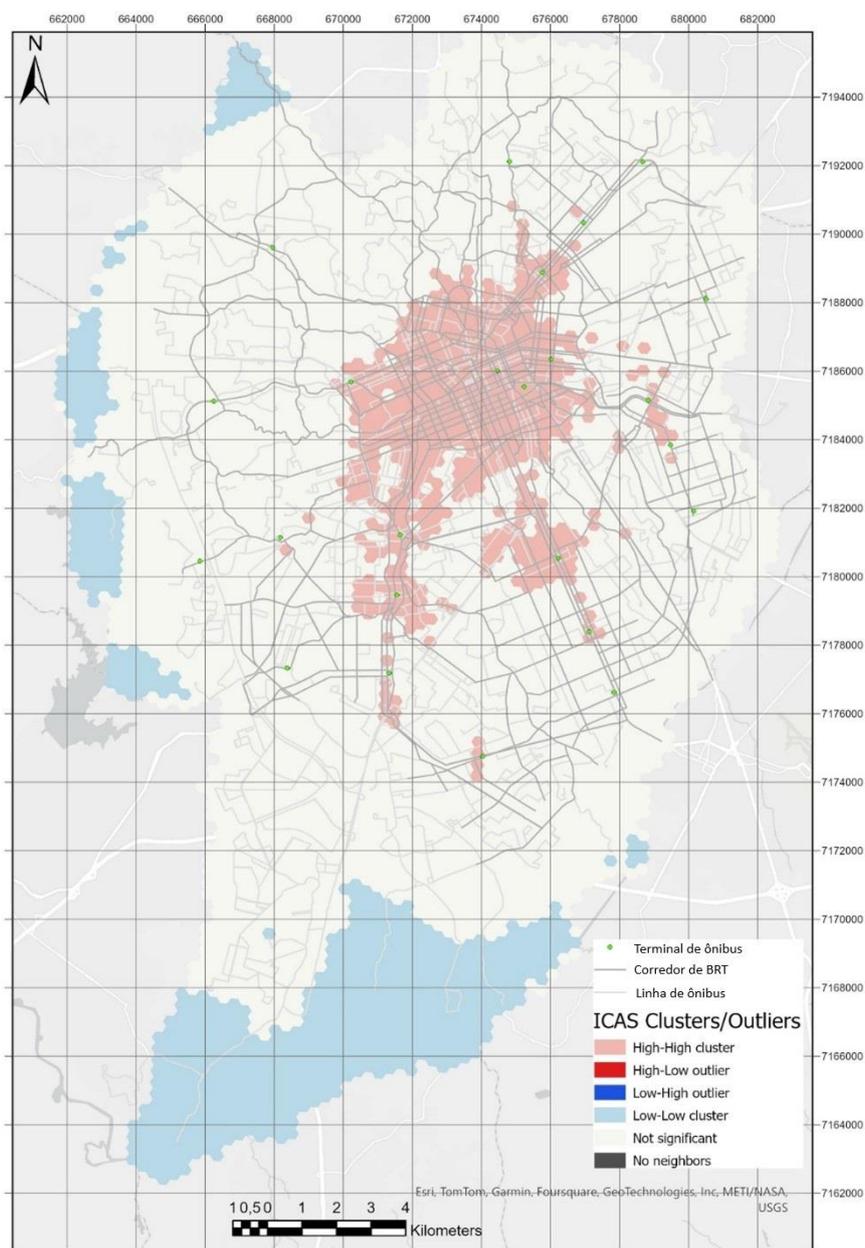
Figura 9: Mapa do Índice Composto de Acessibilidade Sustentável - ICAS



Fonte: Elaboração própria

O índice de Moran global de 0,95 indica uma alta tendência à autocorrelação espacial (z-score = 66,51 e p-value = 0). A partir deste resultado, optou-se por elaborar o índice de Moran local – LISA, cujo resultado é mostrado na **figura 10**:

Figura 10: LISA sobre o ICAS



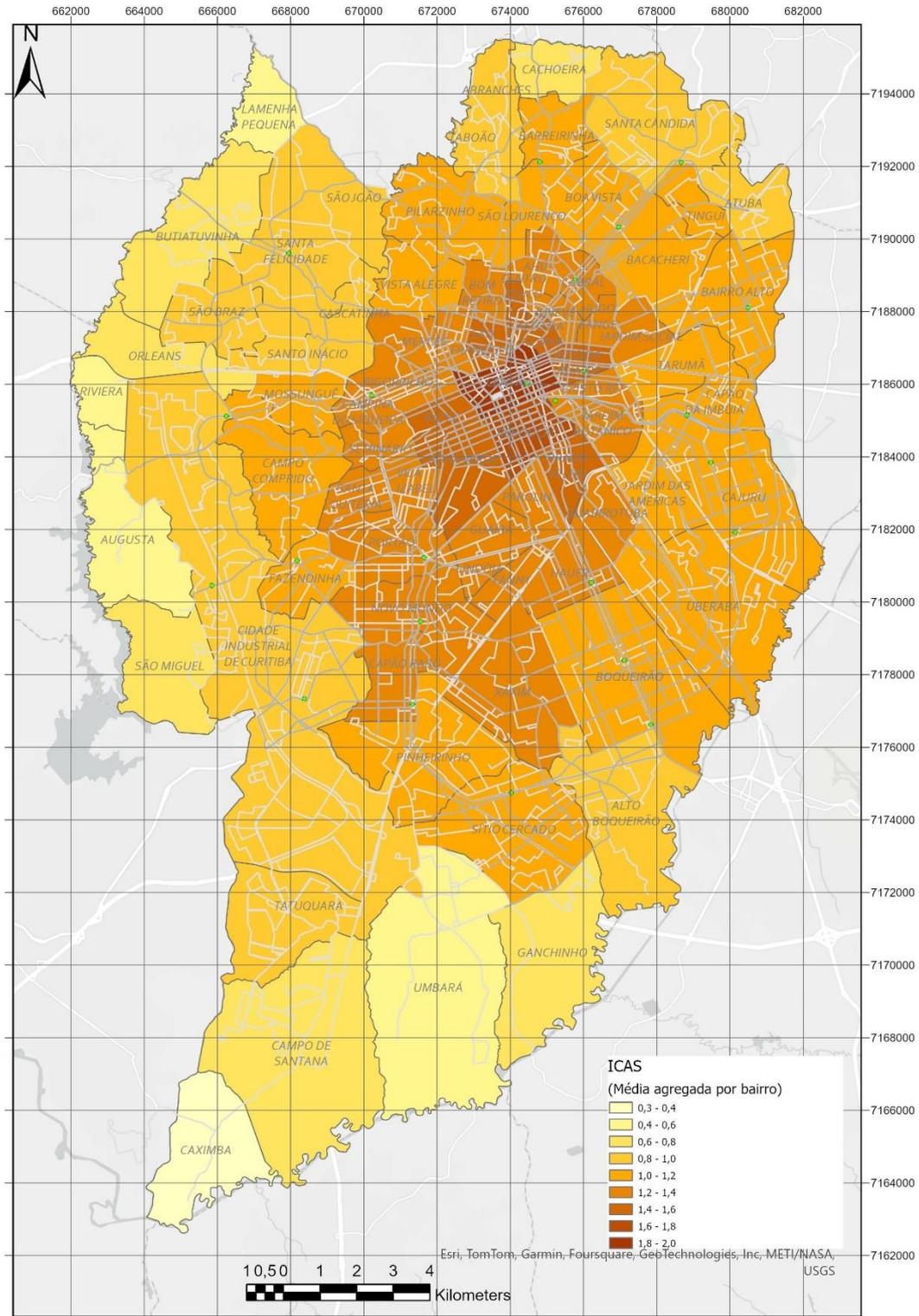
Fonte: Elaboração própria

O mapa de LISA mostra claramente formações de clusters do tipo “alta-alta” tanto na região central como também nas principais vias exclusivas de transporte público, o que significa que as áreas com maiores índices tendem a se agrupar em vizinhanças também de altos índices. O oposto disso acontece nas periferias dos limites de município noroeste, oeste e sul, áreas estas mais deficitárias quanto à oferta de transporte público, mas também com menor densidade populacional.

A partir dos resultados do índice composto foi elaborada a média entre os três índices parciais e em seguida a agregação por bairros (**Figura 21**). É possível notar no mapa que os bairros com melhores índices são

ainda aqueles no entorno do centro, com valores decrescentes acompanhando os eixos estruturais, verificáveis a partir da localização dos terminais de transporte público, indo até as periferias, sobretudo a zona sul, com os menores valores. O ranqueamento dos bairros pode ser conferido no gráfico de colunas da **Figura 32**.

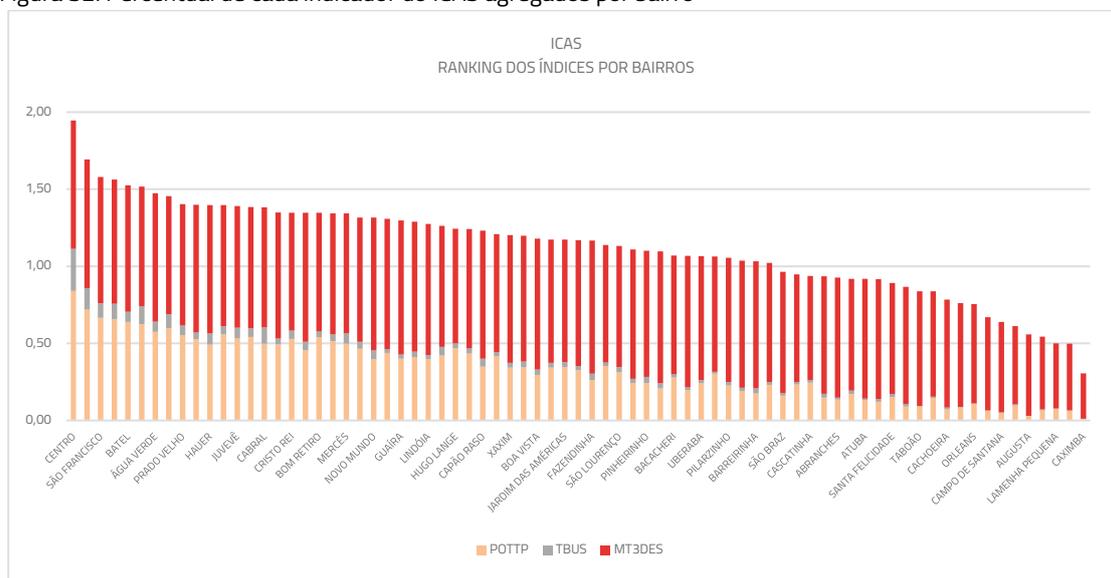
Figura 21: Índice composto de acessibilidade sustentável, agregado por bairro



Fonte: Elaboração própria

Os resultados da agregação do índice composto por bairros evidencia ainda um padrão concêntrico, tendo a região central como a de melhor acesso a oportunidades, notando-se que em nenhum dos bairros o valor passou de 2,0 pontos no ICAS, sendo que o máximo possível é 3,0.

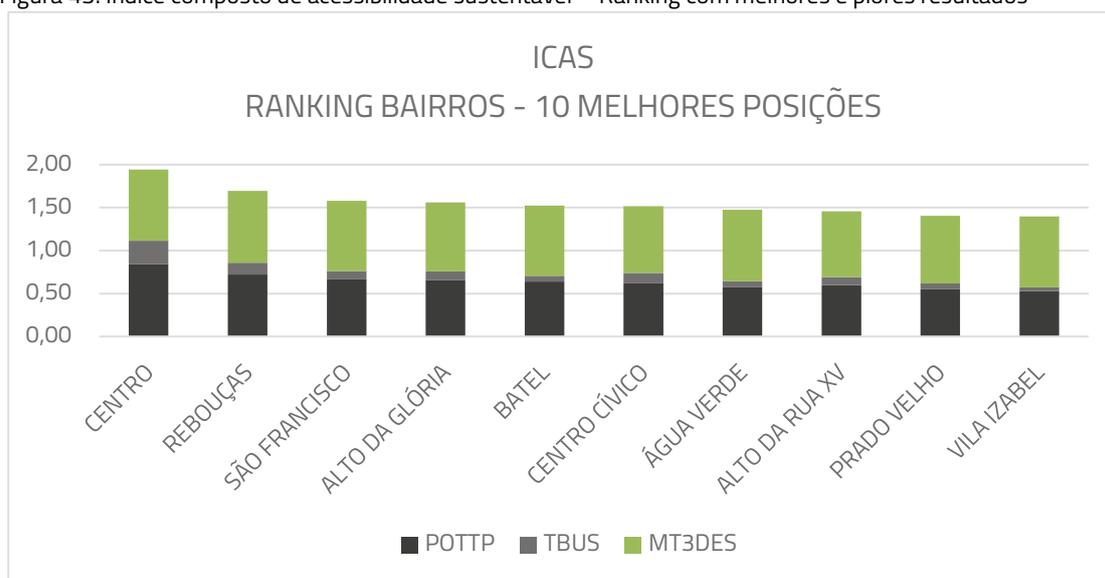
Figura 32: Percentual de cada indicador do ICAS agregados por bairro

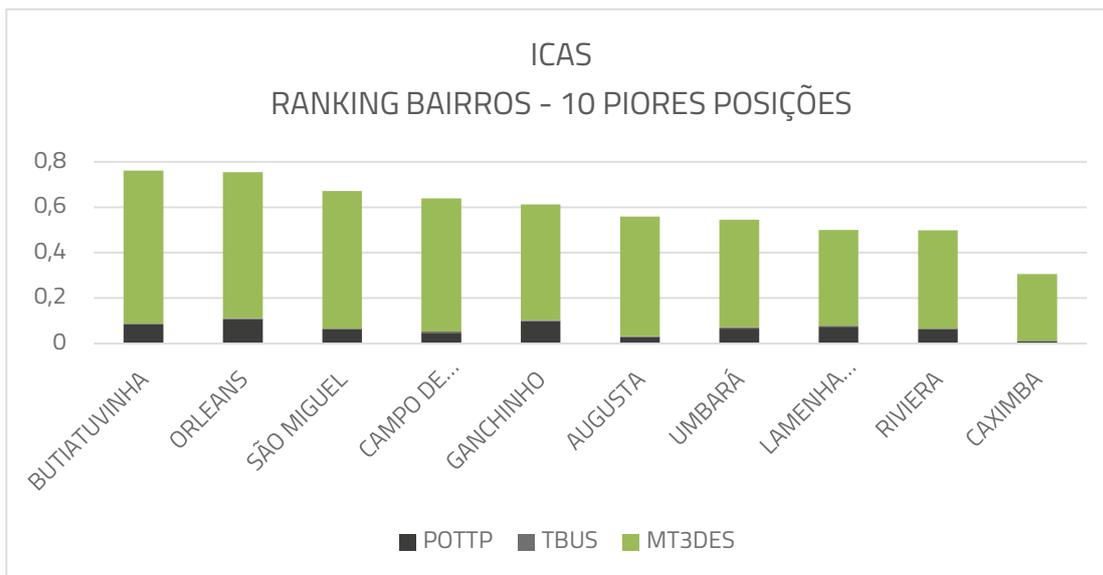


Fonte: Elaboração própria

Analisando-se o gráfico do índice composto contendo a participação de cada índice parcial agregado por bairros, verifica-se que o Centro e entorno encontram-se nas primeiras posições, ao passo que os bairros nas 10 piores colocações estão todos na periferia da cidade, fazendo limite com outros municípios (Figura 43). Parte deste fenômeno pode ser explicada tanto pela já verificada iniquidade espacial desses bairros quanto pelo efeito de fronteira, que poderia ser minimizado utilizando-se dados dos municípios vizinhos, conforme especificaram Sadler et al. (2011). No entanto, os dados necessários para esse tipo de tarefa - como grade hexagonal, dados GTFS e número de empresas - não estavam disponíveis para os municípios do entorno à época da elaboração dos índices.

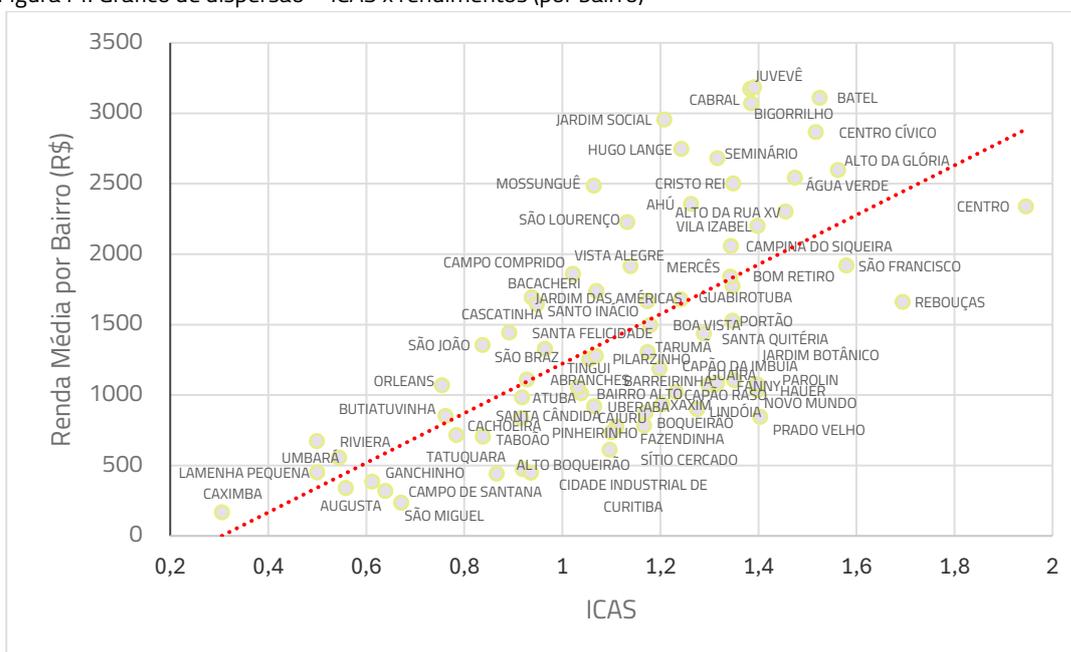
Figura 43: Índice composto de acessibilidade sustentável – Ranking com melhores e piores resultados





A seguir foi elaborado um diagrama de dispersão, correlacionando o índice composto de acessibilidade sustentável com a média dos rendimentos por bairro (**figura 14**), a fim de auxiliar na compreensão das iniquidades espaciais e sociais no município.

Figura 14: Gráfico de dispersão – ICAS x rendimentos (por bairro)



Fonte: Elaboração própria

A partir do gráfico anterior, é possível constatar algumas discrepâncias entre os níveis de acessibilidade em comparação com os níveis de rendimentos esperados. Alguns dos bairros com melhor colocação no ranking de ICAS, como é o caso de Alto da Glória, Batel, Centro Cívico, Água Verde, Alto da Rua XV e Vila Isabel possuem altos índices de ICAS, mas níveis de rendimentos ainda muito acima da média esperada para esse nível de acessibilidade. Isto pode ser explicado pela proximidade do Centro e das principais vias de transporte público, no entanto, são

bairros de classes mais altas, com condomínios mais modernos e mais valiosos, atraindo famílias com maior poder aquisitivo.

Por outro lado, bairros como Centro, Rebouças e São Francisco, apesar de serem os três primeiros colocados no índice composto, possuem renda abaixo da média esperada para esse nível de acessibilidade, o que pode ser evidenciado por serem áreas mais centrais, com menos vagas de garagem e condomínios com menos atrativos de lazer e conforto, o que leva a serem ocupados por classes econômicas mais baixas. Além disso, o medo da violência das ruas centrais e algumas ruas com acesso apenas a pedestres leva a esses locais serem ocupados por pessoas de renda mais baixa.

Por outro lado, na parte de baixo do ranking de acessibilidade, os bairros de São Miguel, Campos de Santana, Ganchinho e Augusta, juntos somando uma população de 57.322 habitantes possuem média de rendimentos correspondentes a apenas 71% do salário mínimo vigente à época do censo de 2010, que correspondia a R\$510 o que significa, a partir da leitura do gráfico, que encontram-se abaixo do nível de rendimentos esperado para a média de acessibilidade na área, o que indica que podem ser áreas prioritárias para ações de planejamento com o objetivo de melhorar a equidade no acesso a oportunidades.

CONCLUSÕES

Os indicadores compostos são instrumentos que podem ser de grande utilidade ao auxiliar na avaliação de políticas públicas, pois, apesar de suas limitações, são capazes de traduzir dados de índices complexos em *rankings* de fácil compreensão e transmissão a um público amplo, indo além dos círculos científicos.

Na elaboração do Índice Composto de Acessibilidade Sustentável (ICAS) os dados dos índices parciais agregados contribuíram para a construção de um indicador sintético, que poderá então ser comparável a outras áreas, como municípios vizinhos ou ainda outras cidades brasileiras e até de outros países.

No caso dos indicadores parciais, os serviços e meios de transporte foram escolhidos tendo em vista a aquisição de uma boa qualidade de vida, com sustentabilidade ambiental e social. No entanto, a leitura dos índices parciais pode ficar um tanto restrita aos especialistas do meio da acessibilidade urbana, além de não serem suficientes para se determinar características gerais da equidade na distribuição das oportunidades no território.

Em relação ao índice de acessibilidade potencial ao trabalho, o cálculo utilizado não é de simples compreensão e o resultado, que representa o número de empresas, pode não ser imediatamente compreendido por um público mais amplo.

O índice de proximidade às paragens de ônibus ponderado pelas viagens pode ser de entendimento ainda mais complexo, pois em si ele representa a composição de duas medidas. Por fim, o indicador de tempo médio aos serviços é de leitura pouco mais simples, mas também um índice que agrega dados a diversos destinos.

Analisando os indicadores parciais cartograficamente, observa-se um modelo concêntrico no índice de tempo médio de deslocamento pedonal aos três destinos mais próximos; um padrão tentacular seguindo as linhas de BRT no caso do índice de acessibilidade às paragens; e um padrão tanto concêntrico quanto tentacular no índice de acessibilidade potencial aos destinos de postos de trabalho.

Todavia, ao agregar todas essas médias num índice composto, constatou-se um padrão que agregava todas essas características espaciais, com ênfase aos entornos das principais linhas de transporte público e também dos terminais.

Ao se agregar os dados por bairros, o padrão claramente concêntrico evidenciou-se, mostrando como os índices de acessibilidade no município de Curitiba tendem a beneficiar as populações do entorno do Centro, área esta que coincide também com as maiores médias de rendimentos.

Sendo os bairros unidades territoriais mais ou menos heterogêneas entre si do ponto de vista socioeconômico, o ICAS tem a propriedade de ser um instrumento de avaliação sobre a situação da equidade no que se refere aos níveis gerais de acessibilidade, tendo como viés o desenvolvimento sustentável, indicando aos

tomadores de decisões onde há maior deficiência de acessibilidade e quais as melhores formas de contribuir para que essa população menos assistida possa atingir melhores oportunidades.

REFERÊNCIAS

ALLAM, Zaheer *et al.* Unpacking the '15-Minute City' via 6G, IoT, and Digital Twins: Towards a New Narrative for Increasing Urban Efficiency, Resilience, and Sustainability. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 22, n. 1369, p. 1–17, 2022.

ARISTIZÁBAL, J.E.; SARACHE, W.; ESCOBAR, D.A. SPATIAL REGRESSION MODEL OF URBAN WALKABILITY UNDER THE 15-MINUTE CITY APPROACH. **Geojournal of Tourism and Geosites**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 1037–1045, 2023.

BARTZOKAS-TSIOMPRAS, Alexandros; BAKOGIANNIS, Efthimios; NIKITAS, Alexandros. Global microscale walkability ratings and rankings: A novel composite indicator for 59 European city centres. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 111, n. February, p. 103645, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103645>.

BASBAS, Socrates *et al.* the 15-Minute City Model: the Case of Sicily During and After Covid-19. **Communications - Scientific Letters of the University of Žilina**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. A83–A92, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.021>.

BIRKENFELD, C. *et al.* Who is living a local lifestyle? Towards a better understanding of the 15-minute-city and 30-minute-city concepts from a behavioural perspective in Montréal, Canada. **Journal of Urban Mobility**, [s. l.], v. 3, 2023.

CASARIN, G; MACLEAVY, J; MANLEY, D. Rethinking urban utopianism: The fallacy of social mix in the 15-minute city. **Urban Studies**, [s. l.], v. 60, n. 16, p. 3167–3186, 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85159721357&doi=10.1177%2F00420980231169174&partnerID=40&md5=112f3c2555ea4113d9d3eee587330e2b>.

DE LEÁNIZ, Cristina L.García; LOBO, Allison Fernández. 15-Minute City: Utopia or reality?. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 71, p. 203–210, 2023.

GEHL, Jan. **Cities for people**. Washington: Island Press, 2010.

GORRINI, A. *et al.* Walkability for children in Bologna: Beyond the 15-minute city framework. **Journal of Urban Mobility**, [s. l.], v. 3, 2023.

GUZMAN, L.A. *et al.* COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a '15-minute city'? **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], v. 24, p. 245–256, 2021.

HABITAT, UN. **UN Habitat Mobility and Transport**. [S. l.], 2023. Disponível em:

<https://unhabitat.org/topic/mobility-and-transport>. Acesso em: 5 maio 2024.

JEON, Y.; JUNG, S. Spatial Equity of Urban Park Distribution: Examining the Floating Population within Urban Park Catchment Areas in the Context of the 15-Minute City. **Land**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2024.

LIU, D.; KWAN, M.-P.; WANG, J. Developing the 15-Minute City: A comprehensive assessment of the status in Hong Kong. **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], v. 34, 2024.

LOGAN, T.M. *et al.* The x-minute city: Measuring the 10, 15, 20-minute city and an evaluation of its use for sustainable urban design. **Cities**, [s. l.], v. 131, 2022.

LU, M.; DIAB, E. Understanding the determinants of x-minute city policies: A review of the North American and Australian cities' planning documents. **Journal of Urban Mobility**, [s. l.], v. 3, 2023.

MOBILIDADE, Consórcio. **Consolidação de dados de oferta, demanda, sistema viário e zoneamento: relatório 3 – pesquisas de tráfego da cordon line e da screen line**. Curitiba: [s. n.], 2017.

MORENO, Carlos. **La ville du quart d'heure : pour un nouveau chrono-urbanisme**. [S. l.], 2016. Disponível em: [read://https_www.latribune.fr/?url=https%3A%2F%2Fwww.latribune.fr%2Fregions%2Fsmart-cities%2Fla-tribune-de-carlos-moreno%2Fla-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html](https://www.latribune.fr/?url=https%3A%2F%2Fwww.latribune.fr%2Fregions%2Fsmart-cities%2Fla-tribune-de-carlos-moreno%2Fla-ville-du-quart-d-heure-pour-un-nouveau-chrono-urbanisme-604358.html). Acesso em: 30 mar. 2024.

MURGANTE, B.; VALLUZZI, R.; ANNUNZIATA, A. Developing a 15-minute city: Evaluating urban quality using configurational analysis. The case study of Terni and Matera, Italy. **Applied Geography**, [s. l.], v. 162, 2024.

PAPADOPOULOS, E.; SDOUKOPOULOS, A.; POLITIS, I. Measuring compliance with the 15-minute city concept: State-of-the-art, major components and further requirements. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 99, 2023.

PITOMBO, Cira Souza; MARQUES, Samuel De França; OLIVEIRA, Leise Kelli. Transport challenges in Brazil and research opportunities. **Latin American Transport Studies**, [s. l.], v. 2, n. February, p. 100015, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.latran.2024.100015>.

WILLBERG, Elias; FINK, Christoph; TOIVONEN, Tuuli. The 15-minute city for all? – Measuring individual and temporal variations in walking accessibility. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 106, n. November 2022, p. 103521, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103521>.

YANG, Yue *et al.* Walkability Measurement of 15-Minute Community Life Circle in Shanghai. **Land**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2023.

YU, Anton; HIGGINS, Christopher D. Travel behaviour and the 15-min City : Access intensity , sufficiency , and non-work car use in Toronto. **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], v. 36, n.

August 2023, p. 100786, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100786>.

ZUO, T *et al.* First-and-last mile solution via bicycling to improving transit accessibility and advancing transportation equity. **Cities**, [s. l.], v. 99, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079121172&doi=10.1016%2Fj.cities.2020.102614&partnerID=40&md5=fe1006c079cd0a1ad820d2032da94b3b>.