



INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA COMO VIA DE ACESSO A PARQUES URBANOS: ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE E DAS DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS EM CIDADES BRASILEIRAS

Henrique de Mello Cabral

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | henriquemcabral@hotmail.com

Júlio Celso Borello Vargas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul | jcelsovargas@gmail.com

Sessão Temática 08: Mobilidade Urbana e direito à cidade

Resumo: A bicicleta tem grande potencial de transformar a mobilidade das cidades, e é fundamental que a infraestrutura cicloviária conecte as pessoas às oportunidades urbanas, dentre elas, os parques. Esta pesquisa buscou compreender se a infraestrutura cicloviária no Brasil proporciona o acesso por bicicleta a parques urbanos e avaliar as desigualdades nesse acesso entre diferentes estratos socioeconômicos. Primeiramente, avaliou-se a distribuição espacial da rede cicloviária de vinte das maiores cidades brasileiras. Em seguida, as seis cidades com rede mais abrangente e conectada foram selecionadas para o cálculo da acessibilidade aos parques considerando rotas que priorizem a infraestrutura cicloviária, com análises desagregadas por decis de renda. A partir dos resultados, conclui-se que, de forma geral, a infraestrutura cicloviária não proporciona acesso aos parques urbanos de forma significativa, mesmo nas cidades que possuem rede melhor distribuída no espaço. Ainda, conclui-se que nos casos em que a acessibilidade existe, ela é desigual, favorecendo as localizações residenciais de maior renda.

Palavras-chave: bicicleta; parque urbano; acessibilidade; desigualdade; mobilidade urbana.

CYCLING INFRASTRUCTURE AS A ROAD TO URBAN PARKS: ANALYSIS OF ACCESSIBILITY AND SOCIO-SPATIAL INEQUALITIES IN BRAZILIAN CITIES

Abstract: *The bicycle has great potential to transform urban mobility, and it is essential that cycling infrastructure connects people to urban opportunities, including parks. This research aimed to understand whether Brazil's cycling infrastructure provides bicycle access to urban parks and to evaluate the inequalities in this access among different socioeconomic strata. First, the spatial distribution of the cycling network in twenty of Brazil's largest cities was evaluated. Subsequently, the six cities with the most extensive and connected networks were selected to calculate accessibility to parks, considering routes that prioritize cycling infrastructure, with analyses disaggregated by income deciles. The results indicate that, overall, the cycling infrastructure does not significantly provide access to urban parks, even in cities with better spatially distributed networks. Furthermore, in cases where accessibility exists, it is unequal, favoring higher-income residential areas.*

Keywords: *bicycle; urban park; accessibility; inequality; urban mobility.*

INFRAESTRUTURA CICLISTA COMO VÍA DE ACCESO A PARQUES URBANOS: ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD Y DE LAS DESIGUALDADES SOCIOESPACIALES EN CIUDADES BRASILEÑAS

Resumen: *La bicicleta tiene un gran potencial para transformar la movilidad urbana, y es fundamental que la infraestructura ciclovía conecte a las personas con las oportunidades urbanas, incluidos los parques. Esta investigación buscó comprender si la infraestructura ciclovía en Brasil proporciona acceso en bicicleta a parques urbanos y evaluar las desigualdades en ese acceso entre diferentes estratos socioeconómicos. Primero, se evaluó la distribución espacial de la red ciclovía en veinte de las mayores ciudades brasileñas. Posteriormente, se seleccionaron las seis ciudades con redes más extensas y conectadas para calcular la accesibilidad a los parques, considerando rutas que prioricen la infraestructura ciclovía, con análisis desagregados por deciles de ingresos. Los resultados indican que, en general, la infraestructura ciclovía no proporciona un acceso significativo a los parques urbanos, incluso en ciudades con redes mejor distribuidas espacialmente. Además, en los casos donde existe accesibilidad, esta es desigual, favoreciendo a las áreas residenciales de mayores ingresos.*

Palabras clave: *bicicleta; parque urbano; accesibilidad; desigualdad; movilidad urbana.*

INTRODUÇÃO

Por muito tempo, a bicicleta esteve associada principalmente a práticas esportivas e atividades de lazer, mas, continuamente, tem se tornado uma alternativa para deslocamentos a trabalho e estudo (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Matias, 2017). Para que ela se perpetue e ganhe escala no cotidiano das cidades brasileiras, porém, é necessário a adoção de políticas que a tornem mais atrativa aos olhos da população. Existem vários fatores que influenciam o seu uso, como relevo, clima, características individuais da população (idade, capacidade física, etc.), segurança pública e viária, etc., e um elemento consideravelmente importante é a infraestrutura dedicada, como ciclovias e ciclofaixas (Kienteka; Fermio; Reis, 2014; Silveira; Maia, 2015; Transporte Ativo, 2022; Vale, 2016). Elas garantem maior segurança e proporcionam viagens mais rápidas e confortáveis, exercendo um impacto direto no aumento do número de ciclistas (Augusto, 2018; ITDP Brasil, 2017; Jones et al., 2019; Matias, 2017; Pedrosa, 2017; Transporte Ativo, 2022).

Um ponto de grande importância ao discutir infraestrutura cicloviária é avaliar se ela garante o acesso às chamadas oportunidades urbanas. A ampla acessibilidade a empregos, lazer, locais de estudo e outros destinos não só permite o desenvolvimento econômico e social, mas também proporciona maior qualidade de vida e é um dos caminhos para garantir o direito à cidade (Pereira et al., 2020). Essa discussão é especialmente relevante ao se tratar do acesso à cidade por grupos socioeconômicos que, historicamente, são excluídos dela. O acesso às oportunidades urbanas deve ser amplo, justo e equitativo, não se limitando a geografias ou grupos específicos, ainda que esta não seja a realidade no Brasil (Augusto, 2018; Jones et al., 2019; Neto, 2020; Pereira et al., 2020).

Para que a infraestrutura cicloviária promova impactos sensíveis na saúde e vitalidade urbana, ela deve propiciar o acesso a diferentes espaços e equipamentos urbanos e oportunidades como trabalho, estudo e lazer. Dentre tais equipamentos, cabe destaque aos parques, que – assim como a bicicleta – contribuem para a qualidade urbana e para a saúde da população (Loboda; Angelis, 2005; Londe; Mendonça, 2014; Sakata, 2018). Por serem uma espécie de refúgio dentro do meio urbano, esses locais proporcionam mais vitalidade à cidade e senso de pertencimento à população, se tornando ótimas opções de espaço para interação social, descanso e prática de atividades de lazer, esporte e cultura (Loboda; Angelis, 2005; Londe; Mendonça, 2014; Sakata, 2018; Silva; Pasqualetto, 2013). Para seu pleno uso, é primordial que os parques sejam amplamente acessíveis para toda a população, e a bicicleta desempenha um papel importante nisso, visto que ambos possuem relação direta, estando associados à práticas mais saudáveis e sustentáveis, o que traz benefícios à população e ao meio urbano (Domeneghini, 2019).

O Brasil tem observado uma expansão significativa da infraestrutura cicloviária nos últimos anos (Abraciclo, 2021), mas é comum que ela seja construída de forma fragmentada no espaço urbano ou priorizada em regiões de maior poder aquisitivo, o que dificulta ou minimiza seu uso (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Neto, 2020). De forma similar, os

parques historicamente foram construídos em regiões nobres das cidades, direcionados às camadas mais altas da sociedade (Macedo; Sakata, 2010; Silva; Pasqualetto, 2013). Tais fenômenos contribuem para uma sociedade desigual, onde parcela significativa da população é privada do acesso a essas infraestruturas e espaços.

Estudos apontam uma relação direta entre a existência de infraestrutura cicloviária e o uso dos parques urbanos (Domeneghini, 2019), assim como entre os parques e a mobilidade a pé (Sarkar et al., 2015; Stoia et al., 2022). Em relação ao acesso a oportunidades urbanas através da bicicleta, Pereira et al. (2020) apontam que em muitas das maiores cidades brasileiras, as pessoas mais pobres gastam mais tempo para acessar oportunidades de ensino através da bicicleta, quando comparado com o tempo gasto por pessoas mais ricas. Desta forma, entender se a rede cicloviária existente nas cidades brasileiras proporciona o acesso aos parques urbanos, e para quais grupos socioeconômicos esse acesso é mais favorável, é um passo importante para avaliar se essas infraestruturas estão sendo planejadas e implementadas de maneira a contribuir para uma acessibilidade equitativa.

Esta pesquisa tem como objetivos compreender **como a infraestrutura cicloviária das cidades brasileiras proporciona o acesso a parques urbanos e avaliar as desigualdades socioespaciais nesse acesso**. Para tanto, buscou-se: (i) avaliar o grau de abrangência e conectividade da rede cicloviária nas cidades brasileiras; (ii) avaliar a distribuição espacial dos parques urbanos nas cidades; (iii) determinar o percentual da população com acesso por bicicleta aos parques urbanos através de infraestrutura cicloviária e (iv) avaliar o grau das desigualdades socioespaciais no acesso considerando critérios de renda da população.

REFERENCIAL TEÓRICO

MOBILIDADE POR BICICLETA

A bicicleta é amplamente utilizada como uma forma de lazer e prática de atividades físicas (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Battiston; Olekszechen; Neto, 2017; Milheiro, 2016). Seu uso proporciona diversos benefícios à saúde, promovendo melhoria do tônus muscular e circulação, reduzindo a taxa de doenças crônicas e cardiovasculares e contribuindo para a redução dos efeitos de doenças como ansiedade e depressão (Augusto, 2018; Milheiro, 2016; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021). Para além dos benefícios na saúde, muitas pessoas veem na bicicleta a promoção de maior qualidade de vida, bem estar e interação social (Augusto, 2018; Battiston; Olekszechen; Neto, 2017; Domeneghini, 2019). Do ponto de vista socioeconômico, a bicicleta é um modo de transporte de menor custo de aquisição e manutenção, sendo mais acessível para pessoas com menor poder aquisitivo – muitas vezes sendo a única alternativa de modo de transporte disponível para esses grupos socioeconômicos – contribuindo para a redução de desigualdades sociais na mobilidade urbana (Milheiro, 2016; Neto, 2020).

Apesar dos seus diversos benefícios, no Brasil a bicicleta ainda é pouco utilizada como um modo de transporte corriqueiro (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Battiston; Olekszechen; Neto, 2017; Matias, 2017). Dentre os fatores que inibem o uso da bicicleta em maior escala nas cidades, está a falta de segurança no trânsito e a falta de respeito com os ciclistas, seja por parte dos motoristas, seja por parte dos pedestres (Jones *et al.*, 2019). Para mudar esse cenário, a provisão de infraestrutura dedicada para a bicicleta é fundamental, visto que esta propicia viagens mais rápidas, seguras e confortáveis (Battiston; Olekszechen; Neto, 2017; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021). A presença de um espaço específico para a bicicleta não só incentiva mais viagens para aqueles que já são ciclistas, mas também estimula a adesão de novas pessoas ao modal (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Battiston; Olekszechen; Neto, 2017; Matias, 2017).

Para fomentar o uso da bicicleta, a existência de políticas em prol do seu uso é fundamental. Nas cidades consideradas mais amigáveis ao ciclista ao redor do mundo, as políticas mais comuns são as de provisão de infraestrutura de prioridade à bicicleta, seguidas pelas voltadas à provisão de equipamentos para estacionamento e por campanhas de incentivo ao uso do modal e ao bom comportamento no trânsito (Pfeffer; Silva, 2021). No contexto brasileiro, existem diversas políticas públicas que pautam a mobilidade por bicicleta, que vão desde a escala nacional, como o Código de Trânsito Brasileiro e Política Nacional de Mobilidade Urbana, até a escala municipal, com leis, planos diretores e decretos que pautam o tema. Apesar da existência dessas políticas em diversos municípios, elas ainda são insuficientes, visto que em muitos casos a infraestrutura cicloviária ainda se mostra pouco robusta, apresenta baixa qualidade ou é concentrada em regiões centrais ou de maior renda, dificultando o uso por parte da população (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Matias, 2017; Neto, 2020).

PARQUES URBANOS

Assim como a bicicleta, a presença de vegetação no meio urbano proporciona diversos benefícios à população e à cidade. As áreas verdes, em especial, possuem grande importância, pois atuam como espaços de descanso e lazer, além de contribuírem para o aumento da prática de atividades físicas (Domeneghini, 2019; Dorigo; Lamano-Ferreira, 2015; Stoia *et al.*, 2022). Dentre os benefícios observados pela população ao frequentar áreas verdes, está a provisão de sombra e ar fresco e a sensação de tranquilidade e bem-estar (Stoia *et al.*, 2022). Esses espaços também têm potencial de reduzir desigualdades socioespaciais, visto que são alternativas de lazer que podem, idealmente, ser acessadas por populações vulneráveis (He *et al.*, 2019).

Apesar dos amplos e democráticos benefícios promovidos pelos parques, é comum que eles estejam distribuídos de maneira desigual no território – normalmente próximos à moradia das classes mais altas – contribuindo para disparidades socioespaciais (Gomes, 2014). Tal fenômeno decorre tanto do processo histórico de criação dos parques (Macedo; Sakata, 2010; Silva; Pasqualetto, 2013) quando da conjuntura atual da sociedade, em que frequentemente

a produção do espaço busca apenas a geração do lucro – e os espaços verdes passam a ser vistos como forma de promover a valorização imobiliária (Gomes, 2014; Silva; Pasqualetto, 2013).

Ao avaliar os parques e os modos ativos de forma conjunta, estudos apontam que existe relação direta ambos (Domeneghini, 2019; Sarkar *et al.*, 2015; Stoia *et al.*, 2022). Dentre os motivos que estimulam o uso da bicicleta como meio de transporte até os parques, estão saúde/exercício e passeio/lazer, enquanto fatores inibidores está a falta de segurança pública, seguida pela ausência de infraestrutura cicloviária de apoio no entorno dos parques (Domeneghini, 2019). Para além dos parques, a presença de elementos vegetais ao longo das ruas incentiva a adoção da bicicleta (Lu *et al.*, 2018 apud Stoia *et al.*, 2022), e a maioria dos ciclistas concorda que a sombra provida pela vegetação dos parques é benéfica para o uso do modal (Stoia *et al.*, 2022).

ACESSIBILIDADE URBANA

Ao discutir o acesso a parques, é importante considerar o conceito de acessibilidade urbana, que se refere à facilidade de se alcançar diferentes lugares e oportunidades, sejam elas de trabalho, ensino, saúde ou lazer (Geurs; van Wee, 2004; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021; Wu *et al.*, 2021). Seu estudo pode explicar como políticas públicas, sistemas de transporte e uso do solo estão associados, englobando elementos como infraestrutura de transporte, disponibilidade de serviços públicos e privados, além de questões sociais dos indivíduos, como idade e renda (Geurs; van Wee, 2004; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021; Pereira *et al.*, 2020). Além disso, permite entender como as pessoas conseguem participar das atividades urbanas em diferentes regiões da cidade (Geurs; van Wee, 2004).

A acessibilidade – ou acesso, termos usualmente usados de forma intercambiável (Pasqual, 2022) – é diretamente influenciada pela configuração urbana, uma vez que a forma como os diferentes elementos estão distribuídos no espaço influencia a possibilidade de chegar a determinados lugares (Wu *et al.*, 2021). O uso do solo e a mobilidade urbana estão intimamente relacionados, visto que os sistemas de transporte de pouco servem caso não conectem as pessoas às oportunidades urbanas (Lowry *et al.*, 2012). A localização adequada dos equipamentos e oportunidades é, portanto, fundamental para que eles sejam acessíveis, e a estrutura do sistema viário impacta diretamente na distribuição de diferentes equipamentos, oportunidades e serviços (He *et al.*, 2019).

Existem diferentes formas de se medir a acessibilidade, e uma das mais utilizadas são as medidas cumulativas (Geurs; van Wee, 2004) Elas consistem em mensurar o número de oportunidades acessíveis considerando determinado custo – que usualmente é definido pela distância física, tempo ou custo financeiro (Geurs; van Wee, 2004; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021; O’Sullivan; Morrison; Shearer, 2000). Essas medidas se baseiam em linhas de contorno, também chamadas de isócronas, que representam o conjunto de pontos que possuem um mesmo custo de acesso a partir de determinada origem (Geurs; van Wee, 2004; O’Sullivan;

Morrison; Shearer, 2000). A área compreendida por essas isócronas representa o conjunto de oportunidades cujo custo de acesso é menor ou igual ao valor limite da isócrona.

As medidas cumulativas levam em conta a localização das origens e destinos, assim como o sistema de transporte considerado na análise (Geurs; van Wee, 2004). Para além da simplicidade de cálculo e interpretação, elas têm a vantagem de servir como uma medida universal para a análise da acessibilidade, permitindo a avaliação conjunta de diferentes cidades (Wu et al., 2021). Contudo, elas trazem como ponto negativo a possível introdução de vieses associados ao tamanho da cidade analisada (Pereira et al., 2020).

DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS

O processo de formação das cidades no Brasil e na América Latina é marcado pela segregação espacial de diferentes grupos. As regiões centrais costumam concentrar serviços, infraestruturas e oportunidades urbanas, de forma que são mais valorizadas e geram, conseqüentemente, uma maior demanda por ocupação (Gomes-Ribeiro *et al.*, 2021; Maraschin *et al.*, 2023). Enquanto isso, as classes mais baixas – e geralmente racializadas –, incapazes de competir pelo espaço, se veem obrigadas a ocupar áreas mais afastadas da cidade, que são menos providas de serviços e infraestruturas (Bittencourt, 2023; Gomes-Ribeiro *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2021; Maraschin *et al.*, 2023; Mora; Truffello; Oyarzún, 2021). Mesmo quando conseguem habitar regiões mais centrais, as classes populares costumam ocupar enclaves e/ou áreas com risco ambiental e seguem sofrendo com hegemonias de poder das classes dominantes, o que acentua ainda mais as desigualdades entre esses grupos (Gomes-Ribeiro *et al.*, 2021).

A produção desigual do espaço reflete diretamente no acesso às oportunidades urbanas, de forma que as classes menos favorecidas possuem acessibilidade menor, gastando mais tempo para chegar às oportunidades ou até mesmo sendo privadas do acesso (Bittencourt, 2023; Maraschin *et al.*, 2023; Pereira *et al.*, 2020, 2022a). Políticas públicas associadas a transportes e uso do solo, que deveriam combater esse problema ao promover uma organização territorial mais equitativa, muitas vezes contribuem para o aumento da precarização desses grupos (Mora; Truffello; Oyarzún, 2021; Pereira *et al.*, 2020).

O conceito de desigualdade pode ser descrito através de medidas quantitativas e qualitativas (van Wee; Mouter, 2021). Existem diversas medidas quantitativas que podem ser utilizadas, sendo o Índice de Gini e a Razão de Palma as mais disseminadas e relativamente fáceis de interpretar (van Wee; Mouter, 2021). Gini é a mais usual em estudos socioeconômicos, tendo vasta aplicação na literatura, e avalia o nível de desigualdade em uma distribuição, normalmente baseada na renda, traduzindo-o de forma gráfica e quantitativa (van Wee; Mouter, 2021). Já a Razão de Palma, apesar de ter uso menos extensivo, vem sendo cada vez mais utilizada em estudos de diversas áreas (Pasqual, 2022; Pereira *et al.*, 2022a; Pritchard *et al.*, 2019; van Wee; Mouter, 2021), e ao contrário do índice de Gini, que avalia a distribuição considerando todos os indivíduos do universo analisado, considera apenas a população mais

rica e a mais pobre (Palma, 2011; van Wee; Mouter, 2021). Ela é uma medida interessante para as análises sobre desigualdades socioespaciais pois coloca os perfis de renda em evidência, enquanto o Índice de Gini não permite a distinção de qual grupo se sobressai sobre os demais (por exemplo, caso grupos de menor renda tenham acessibilidade maior que os grupos de maior renda) (Pasqual, 2022).

MÉTODO

Esta pesquisa possui natureza quantitativa, ênfase espacial e consiste em um estudo de caso que abrange vinte das maiores cidades brasileiras, apresentados na Quadro 1. A escolha por essas cidades se deu pela disponibilidade de dados com resolução espacial adequada para análises de acessibilidade considerando estratificação por renda.

A pesquisa foi dividida em quatro etapas, detalhadas nas subseções a seguir, e foi realizada através de *scripts* em linguagem Python desenvolvidos pelos autores. Foram utilizados dados secundários oriundos de três fontes: IBGE (2016), projeto *Acesso a Oportunidades*, do IPEA (Pereira *et al.*, 2022a) e *OpenStreetMap* (OpenStreetMap Foundation, 2024).

Quadro 1. Municípios analisados

Belém	Maceió
Belo Horizonte	Manaus
Brasília	Natal
Campinas	Porto Alegre
Campo Grande	Recife
Curitiba	Rio de Janeiro
Duque de Caxias	Salvador
Fortaleza	São Gonçalo
Goiânia	São Luís
Guarulhos	São Paulo

Fonte: elaborado pelos autores.

Para definir as áreas urbanas dos municípios estudados, foi utilizada a classificação do IBGE, que divide o território nacional em urbano e rural (IBGE, 2016). Para os pontos de origem, necessários para o cálculo da acessibilidade, foram utilizados os dados de Pereira *et al.* (2022a), que consistem em uma malha hexagonal em alta resolução espacial, cujas células contém informações sociodemográficas da população oriundas do censo demográfico brasileiro. Dentre essas informações, está o número de habitantes, a renda média e o decil de renda correspondente considerando a distribuição total da renda na cidade.

Já para os pontos de destino (parques urbanos), foram utilizados dados do *OpenStreetMap* (OSM) (OpenStreetMap Foundation, 2024). A adoção da plataforma se deu pela ausência de uma base de dados oficial unificada dos parques urbanos dos municípios brasileiros. Para cada município, foram extraídas as geometrias referentes a parques, mas, devido a inconsistências nas classificações adotadas pela plataforma, foi necessário determinar parâmetros geométricos para definir “o que é um parque” e extrair os dados. Como não foi

identificado na literatura nacional nenhum critério universal de classificação de áreas verdes, nem valor de referência de área para classificar um espaço verde como um parque – seja na literatura acadêmica ou na legislação – adotou-se o valor de 10 hectares da American Planning Association (1965), considerado coerente com a realidade das cidades estudadas pelo conhecimento pessoal dos autores.

Para os dados da rede viária e cicloviária, também foram utilizadas bases do *OpenStreetMap*, uma abordagem cada vez mais aceita e validada por estudos como os de Pereira et al. (2020, 2022b), visto que, assim como para os parques, não há um repositório oficial de abrangência nacional de redes cicloviárias. Para extração dos dados da rede cicloviária, foram consideradas apenas vias que possuem ciclovias ou ciclofaixas, ou seja, ciclorrotas não foram consideradas, pois, apesar de serem consideradas uma infraestrutura cicloviária, não configuram um espaço dedicado para a bicicleta.

MEDIDAS DE REDE DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu no cálculo de quatro medidas que permitem avaliar a **abrangência espacial** e a **conectividade** da rede cicloviária. Para a **abrangência**, calculou-se a **extensão** e **cobertura** da rede. A extensão é definida como a soma do comprimento linear de todas as vias do sistema (Boeing, 2017). Já a cobertura é a área no entorno da rede considerando determinado raio de distância (Szell et al., 2022). Para esta pesquisa, foi adotado um raio de 300m, valor utilizado pelo ITDP Brasil (2020) para cálculo do indicador *People Near Bike*. Em comparação com a extensão, esta medida permite uma melhor análise da abrangência, visto que uma rede cicloviária extensa, mas construída em ruas muito próximas entre si, possui uma cobertura reduzida.

É importante avaliar também a **conectividade** da rede, visto que uma rede muito fragmentada tende a ser menos utilizada (Araújo, 2014; Kienteka; Fermino; Reis, 2014; Neto, 2020; Silveira; Maia, 2015; Vale, 2016). Além disso, há casos em que medidas de abrangência podem gerar resultados que não refletem a real qualidade da rede cicloviária, visto que uma rede pode apresentar uma boa abrangência por ser fragmentada e dispersa no espaço (Szell et al., 2022).

A primeira medida de conectividade adotada foi a **quantidade de componentes do grafo** que representa a rede cicloviária. Os componentes são os subgrafos que compõem a rede como um todo, ou seja, os conjuntos de nós de um grafo que são conexos entre si, mas não possuem conexão com o restante (Faria, 2010; Szell et al., 2022). Ao avaliar a quantidade de componentes, é possível determinar quão fragmentada a rede cicloviária é.

A segunda medida de conectividade é a **quantidade de vias incidentes em cada nó do grafo** da rede cicloviária (Boeing, 2017). Essa medida avalia a conectividade considerando a ramificação das vias ao longo dos nós, o que é feito pela contagem de intersecções (nós com três ou mais arestas incidentes) e de trechos sem continuidade (nós com apenas uma aresta incidente). A partir da medida, é possível avaliar se a rede cicloviária apresenta alternativas

de caminhos ou se predominam os “corredores” (ciclovias e ciclofaixas que se estendem continuamente sem se interseccionar com outras).

A fim de permitir a comparação entre as cidades estudadas, as quatro medidas foram normalizadas. Para a extensão da rede cicloviária, calculou-se a razão em relação à extensão da rede viária completa, enquanto para a cobertura da rede, calculou-se a razão em relação à área urbana. Já para o número de componentes do grafo, calculou-se a extensão média de cada componente, ou seja, dividiu-se a extensão total da rede cicloviária pela quantidade de componentes. Por fim, para a quantidade de vias incidentes em cada nó do grafo, calculou-se a proporção de nós de grau n (que possuem n arestas incidentes a eles).

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS PARQUES URBANOS

A segunda etapa consistiu em avaliar a distribuição espacial dos parques urbanos. Para esta pesquisa, foram consideradas duas medidas tradicionais da estatística espacial: **distância padrão** e **índice do vizinho mais próximo** (Esri, 2024).

A distância padrão equivale ao desvio padrão em análise estatística, indicando o grau de concentração ou dispersão dos objetos em torno do centro médio, que é o centro geográfico do conjunto (Esri, 2024). A partir do valor obtido, cria-se um círculo cujo centro é o centro médio e o raio é a distância padrão, e quanto maior for o raio, mais dispersa é a distribuição.

Visto que, para além dos padrões de concentração e dispersão, o tamanho do município também influencia no raio do círculo, adotou-se uma normalização para permitir a comparação entre diferentes cidades. Isso foi feito dividindo a área do círculo pela área urbana do município.

Já o índice do vizinho mais próximo, ou NNI (*Nearest Neighbor Index*) indica padrões de agrupamento ou dispersão entre diferentes objetos distribuídos no espaço (Esri, 2024). Ele é expresso como a razão entre a distância média observada entre os objetos e a distância média esperada entre vizinhos em uma distribuição aleatória hipotética em uma área específica (a área urbana do município). Se o índice for menor que 1, o padrão exibirá agrupamento, e se for maior que 1, a tendência é de dispersão ou competição. O cálculo do índice também retorna o *escore-z*, um valor associado à significância estatística (Esri, 2024). Para um nível de confiança de 90%, o *escore-z* deve assumir valores menores que -1,65 (agrupamento significativo) ou maiores que 1,65 (dispersão significativa).

ACESSIBILIDADE AOS PARQUES ATRAVÉS DA REDE CICLOVIÁRIA

A terceira etapa da pesquisa consistiu na análise da acessibilidade aos parques urbanos considerando rotas que priorizem a infraestrutura cicloviária. Ela abrangeu seis das vinte cidades inicialmente analisadas, selecionadas por seus melhores resultados nas medidas da rede cicloviária.

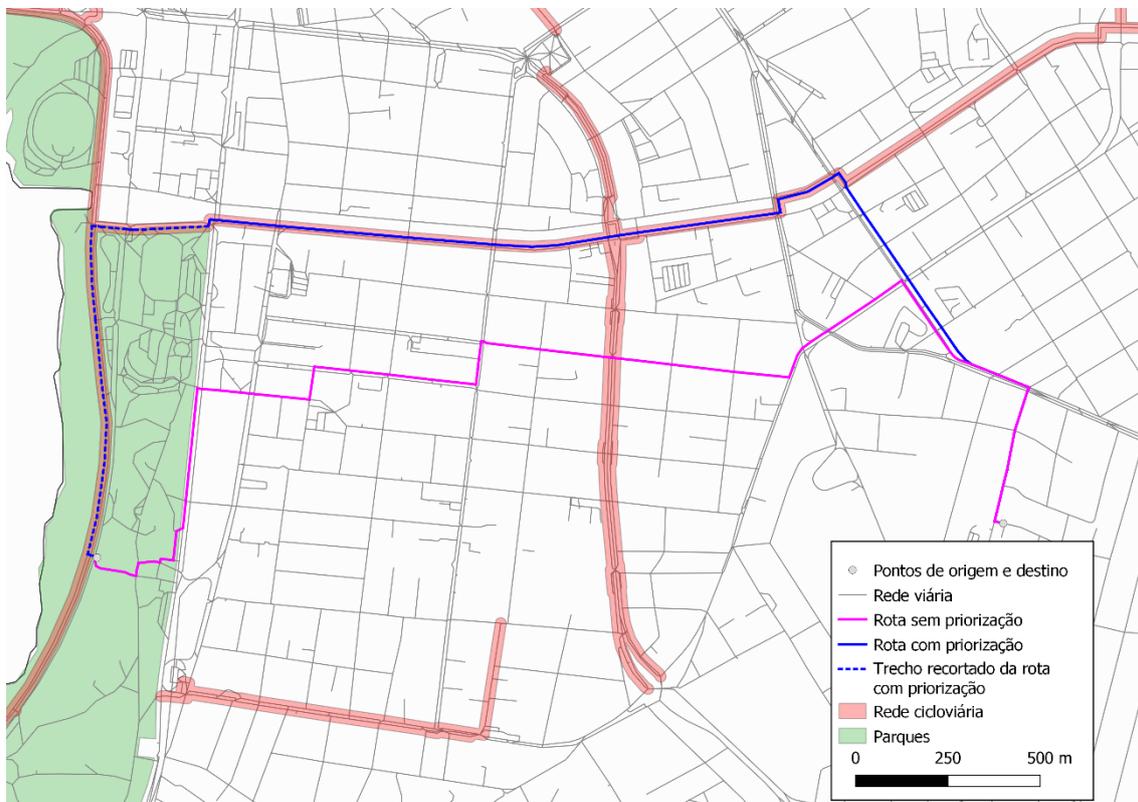
Para mensurar a acessibilidade, calculou-se a rota entre cada par origem-destino (OD), onde as origens são os hexágonos e os destinos, os parques. O cálculo das rotas adotou abordagem similar à de Broach (2016), que utiliza coeficientes determinados por Broach, Dill e Gliebe (2012). Os autores desenvolveram um modelo de roteamento para viagens por bicicleta cuja função de custo leva em conta fatores como o comprimento e declividade das vias, e existência de infraestrutura cicloviária, a necessidade de conversões, o fluxo de veículos motorizados, etc. Frente à complexidade de replicar integralmente esse modelo e à indisponibilidade de alguns dados, a presente pesquisa adotou uma versão simplificada, que considera apenas duas variáveis: o comprimento da via e a existência ou não de infraestrutura dedicada à bicicleta. Desta forma, utilizou-se a função de custo apresentada a seguir, que foi aplicada em todas as arestas do grafo da rede viária completa.

$$Custo_{\text{vias com infraestrutura cicloviária}} = \text{Comprimento} * 0,740$$

$$Custo_{\text{vias sem infraestrutura cicloviária}} = \text{Comprimento} * 2,373$$

Após o cálculo das rotas, foi feito um recorte para remover os segmentos viários contidos dentro dos parques, necessário pois as rotas calculadas inicialmente iriam até o centroide dos parques, e não suas bordas. A Figura 1 exemplifica o caminho mínimo que seria percorrido sem a priorização da rede cicloviária e o caminho calculado com a função de priorização, assim como o trecho da rota recortado por estar contido no parque destino.

Figura 1. Exemplos de rota com e sem priorização da rede cicloviária



Fonte: elaborado pelos autores.

Após o processamento das rotas, foi realizado o cálculo da sua extensão total e da extensão que contém infraestrutura cicloviária. A partir desses valores, determinou-se o percentual da rota que contém infraestrutura dedicada a bicicleta.

Com base nesses resultados, calculou-se o percentual da população que consegue acessar os parques através das rotas definidas. Para isso, foram utilizados dois critérios para considerar um parque acessível. O primeiro é a **extensão da rota**, para o qual foram adotadas quatro isócronas. A definição dos valores das isócronas adotou abordagem similar à de Pereira et al. (2020), que utilizaram valores limites de 15, 30, 45 e 60 minutos. A partir da velocidade e dos limites de tempo utilizados pelos autores (12km/h), para a presente pesquisa foram adotados quatro limites de distância: 3, 6, 9 e 12 km.

O segundo critério de acessibilidade é o **percentual da rota que contém infraestrutura cicloviária**. Ele foi adotado pois, ainda que um parque seja acessível considerando a distância percorrida, se a rota possui pouca ou nenhuma infraestrutura dedicada à bicicleta, não é possível afirmar que a rede cicloviária está promovendo a acessibilidade aos parques. Sendo assim, de forma similar à extensão máxima da rota, foram arbitrados diferentes percentuais mínimos de infraestrutura cicloviária ao longo da rota para considerar o parque acessível ou não: 90% (ou seja, rota percorrendo quase inteiramente vias com infraestrutura cicloviária), 60%, 30% e 0% (rotas com qualquer percentual de infraestrutura, incluindo nenhum).

Esses limites foram combinados com os de extensão máxima da rota, resultando em dezesseis cenários, apresentados na Figura 2. Para cada cenário, foi calculado o percentual da população que possui acessibilidade aos parques.

Figura 2. Cenários para avaliação da acessibilidade aos parques, considerando diferentes limites de extensão e de percentual da rota com infraestrutura cicloviária

Rotas com qualquer percentual de infraestrutura cicloviária	Rotas com até 3km	Rotas com até 6km	Rotas com até 9km	Rotas com até 12km
Rotas com pelo menos 30% da sua extensão com infraestrutura cicloviária	Rotas com até 3km	Rotas com até 6km	Rotas com até 9km	Rotas com até 12km
Rotas com pelo menos 60% da sua extensão com infraestrutura cicloviária	Rotas com até 3km	Rotas com até 6km	Rotas com até 9km	Rotas com até 12km
Rotas com pelo menos 90% da sua extensão com infraestrutura cicloviária	Rotas com até 3km	Rotas com até 6km	Rotas com até 9km	Rotas com até 12km

Fonte: elaborado pelos autores.

DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS NA ACESSIBILIDADE

A última etapa da pesquisa consistiu em avaliar a existência de desigualdades socioespaciais na acessibilidade considerando critérios de renda dos moradores dos pontos de origem das viagens. Para isso, as origens foram agrupadas em decis de renda e a acessibilidade foi calculada de forma individualizada para cada decil, considerando os diferentes cenários de acessibilidade. Desta forma, foi possível determinar o percentual da população de cada decil que consegue acessar um parque considerando cada cenário.

Para melhor compreender as desigualdades entre a população mais rica e a mais pobre, a desigualdade também foi mensurada através da Razão de Palma (Palma, 2011). A medida, que foi calculada para cada um dos dezesseis cenários, equivale ao quociente entre os valores de acesso da população 10% mais rica e da população 40% mais pobre. Valores igual a 1 indicam igualdade entre ricos e pobres, enquanto valores acima de 1 indicam desigualdade, com favorecimento dos mais ricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta dados populacionais, considerando dados do Censo 2022 (IBGE, 2022), e de área dos vinte municípios estudados. Eles totalizam 44.823.304 habitantes, representando 22,1% de toda a população brasileira. Quanto à área municipal, os valores são bastante distintos, e não há uma relação direta entre o tamanho do município e sua população, com densidades demográficas variadas. Ao analisar a área urbana dos municípios, nota-se que sua proporção em relação ao tamanho total do município também é bastante variada: enquanto vários possuem 100% de área urbana ou valores próximos a isso, outros possuem percentuais bastante reduzidos

Tabela 1. Dados populacionais e de área dos municípios estudados

Município	População (habitantes)	Área (km ²)	Área urbana (km ²)	Área urbana (%)	Densidade demográfica (hab./km ²)
São Paulo	11.451.999	1.521,2	1.221,0	80%	7.528,3
Rio de Janeiro	6.211.223	1.200,3	1.200,3	100%	5.174,6
Brasília	2.817.381	5.760,8	1.571,5	27%	489,1
Fortaleza	2.428.708	312,4	312,4	100%	7.775,5
Salvador	2.417.678	693,4	693,4	100%	3.486,5
Belo Horizonte	2.315.560	331,4	331,4	100%	6.988,2
Manaus	2.063.689	11.401,1	954,0	8%	181,0
Curitiba	1.773.718	434,9	434,9	100%	4.078,5
Recife	1.488.920	218,8	218,8	100%	6.803,6
Goiânia	1.437.366	729,3	520,5	71%	1.970,9
Porto Alegre	1.332.845	495,4	495,4	100%	2.690,5
Belém	1.303.403	1.059,5	357,1	34%	1.230,3
Guarulhos	1.291.771	318,7	318,7	100%	4.053,6
Campinas	1.139.047	794,6	554,8	70%	1.433,5
São Luís	1.037.775	583,1	394,5	68%	1.779,9
Maceió	957.916	509,3	253,4	50%	1.880,8
Campo Grande	898.100	8.083,0	419,6	5%	111,1
São Gonçalo	896.744	248,2	240,7	97%	3.613,6
Duque de Caxias	808.161	467,3	331,9	71%	1.729,4
Natal	751.300	167,4	167,4	100%	4.488,0

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2019, 2022).

REDE CICLOVIÁRIA

A primeira etapa da pesquisa avaliou a abrangência e conectividade da rede cicloviária. Os resultados das quatro medidas selecionadas são apresentados na Tabela 2. Já a Figura 3 apresenta a rede cicloviária de Fortaleza, Belo Horizonte e Guarulhos, destacadas por possuírem áreas urbanas similares, mas redes cicloviárias com características bem distintas.

Percebe-se que, para as quatro medidas, os valores são bastante variados entre as cidades. Constata-se que as medidas de abrangência possuem relação direta com o tamanho da população, ainda que o tamanho da área urbana, seja em valores absolutos ou em relação à área total do município, não apresente nenhuma relação direta com as medidas analisadas.

Uma breve inspeção das medidas revela que em vários casos elas estão relacionadas. A extensão da rede cicloviária se destaca nesse sentido, apresentando relação direta com a cobertura e com a quantidade de componentes da rede, havendo uma tendência de que redes mais extensas cubram uma área maior e sejam mais fragmentadas.

Tabela 2. Medidas de abrangência e conectividade da rede cicloviária

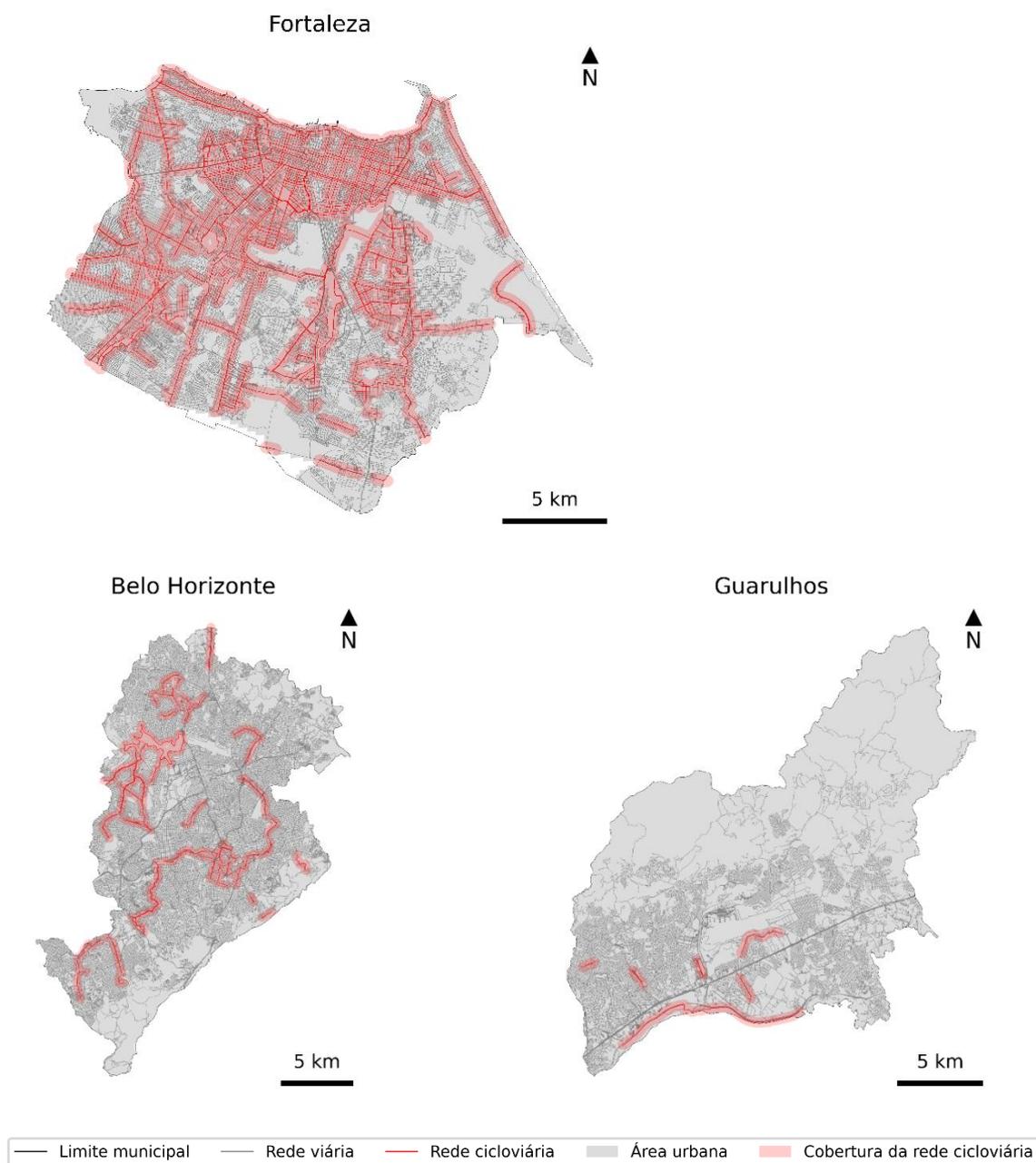
Cidade	Abrangência		Cobertura				
	Extensão da rede cicloviária (km)	Cobertura da rede cicloviária (km ²)	Extensão da rede cicloviária em relação à rede completa (%)	Cobertura da rede cicloviária em relação à área urbana (%)	Quant. de componentes do grafo	Extensão média dos componentes (km)	Percentual de nós da rede cicloviária em intersecções
Belém	127,0	64,5	4,25%	18,1%	36	3,5	47,7%
Belo Horizonte	109,0	61,2	1,81%	18,5%	88	1,2	12,8%
Brasília	526,2	258,3	3,58%	16,4%	162	3,2	35,8%
Campinas	56,4	30,9	0,91%	5,6%	18	3,1	46,7%
Campo Grande	102,3	58,3	1,96%	13,9%	30	3,4	23,5%
Curitiba	226,5	95,3	3,16%	21,9%	55	4,1	47,2%
Duque de Caxias	10,0	6,9	0,35%	2,1%	5	2,0	0,0%
Fortaleza	459,0	168,2	6,38%	53,8%	92	5,0	47,0%
Goiânia	84,3	37,9	1,20%	7,3%	41	2,1	24,4%
Guarulhos	22,0	13,3	0,70%	4,2%	9	2,4	25,0%
Maceió	34,0	20,6	1,29%	8,1%	13	2,6	13,0%
Manaus	19,0	12,0	0,34%	1,3%	11	1,7	26,5%
Natal	49,0	27,5	1,84%	16,5%	39	1,3	14,6%
Porto Alegre	68,8	34,4	1,50%	7,0%	35	2,0	27,0%
Recife	136,0	65,4	3,91%	29,9%	86	1,6	29,2%
Rio de Janeiro	253,0	148,0	1,89%	12,3%	183	1,4	16,5%
Salvador	213,0	91,8	4,41%	13,2%	103	2,1	28,2%
São Gonçalo	1,0	0,9	0,04%	0,4%	1	1,0	0,0%
São Luís	30,0	18,8	0,81%	4,8%	32	0,9	19,2%
São Paulo	744,0	342,8	3,57%	28,1%	210	3,5	42,2%

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao avaliar o panorama das medidas de rede entre as cidades, Fortaleza foi a que mais se destacou, apresentando resultados bastante superiores às demais para a maioria das métricas. Belém, Curitiba e São Paulo também estão entre as que apresentam os melhores resultados. Belém apresenta o melhor percentual de nós em intersecções (47,7%) e está entre os maiores resultados para extensão da rede (4,25%) e extensão média dos componentes (3,5 km). De forma similar, Curitiba está entre as melhores nas medidas de conectividade e apresenta bons resultados na abrangência. Já São Paulo se destaca na cobertura (28,1%) e, principalmente, nas medidas de conectividade.

Brasília também possui bons resultados, apesar de não se destacar tanto na cobertura (16,4%). Já Recife apresentou boa performance na abrangência, com a segunda melhor cobertura (29,9%) e boa extensão (3,91%), enquanto na conectividade os resultados foram divergentes: a capital pernambucana possui valores intermediários no percentual de nós em intersecções (29,2%) e uma das menores extensões médias dos componentes (1,6 km), o que está associado a uma rede com mais fragmentada.

Figura 3. Rede cicloviária de Fortaleza, Belo Horizonte e Guarulhos



Fonte: elaborado pelos autores

Outras cidades apresentaram bons resultados em uma medida específica, mas nas demais apresentaram performance inferior. Salvador possui a segunda maior extensão da rede cicloviária em relação à rede completa (4,41%), mas sua cobertura é intermediária (13,2%), assim como as medidas de conectividade. De forma similar, Belo Horizonte possui cobertura intermediária (18,5%), mas resultados piores para as demais medidas. Já Campinas teve bons resultados nas medidas de conectividade, mas baixos valores nas medidas de abrangência, enquanto Campo Grande apresenta boa extensão média dos componentes (3,4 km), mas nas demais medidas possui baixa performance.

PARQUES URBANOS

A segunda etapa consistiu na avaliação da distribuição espacial dos parques urbanos, cujos resultados são apresentados na Tabela 3. A quantidade de parques nos municípios é bastante variada entre os municípios, indo de 56 em Brasília a apenas 2 em Salvador e São Luís, sendo que São Gonçalo, Natal e Duque de Caxias não apresentaram nenhum parque que atendesse ao critério de área mínima. Cabe lembrar que cada cidade possui seus próprios critérios para definir suas áreas verdes públicas, de forma que pode haver espaços classificados como parques em seus respectivos municípios que não foram considerados nesta pesquisa.

Tabela 3. Estatística espacial dos parques urbanos

Cidade	Quantidade de parques	Parques a cada 100.000 habitantes	Círculo de distância padrão (km ²)	Razão entre círculo de distância padrão e área urbana	Índice do vizinho mais próximo	Escore-z
Belém	4	0,3	12,4	3,5%	0,41*	-2,26*
Belo Horizonte	12	1,8	203,2	58,8%	1,32*	2,12*
Brasília	56	2,0	653,2	41,6%	0,82*	-2,65*
Campinas	8	0,5	167,2	30,1%	0,99	-0,05
Campo Grande	16	0,2	149,9	35,7%	0,87	-1,00
Curitiba	23	0,3	272,3	60,6%	1,28*	2,61*
Fortaleza	17	0,7	141,9	43,8%	0,96	-0,33
Goiânia	20	1,4	198,3	38,1%	0,78*	-1,84*
Guarulhos	4	0,1	19,7	5,9%	0,67	-1,27
Maceió	3	0,2	66,9	26,4%	0,87	-0,42
Manaus	6	0,3	68,1	7,1%	0,44*	-2,64*
Porto Alegre	12	0,9	98,3	19,1%	0,80	-1,31
Recife	4	1,3	46,3	20,1%	0,96	-0,15
Rio de Janeiro	15	0,5	585,2	47,2%	0,90	-0,78
Salvador	2	0,3	164,0	23,2%	1,54	1,46
São Luís	2	0,7	36,9	9,4%	0,98	-0,06
São Paulo	54	0,3	719,6	58,9%	0,93	-0,98

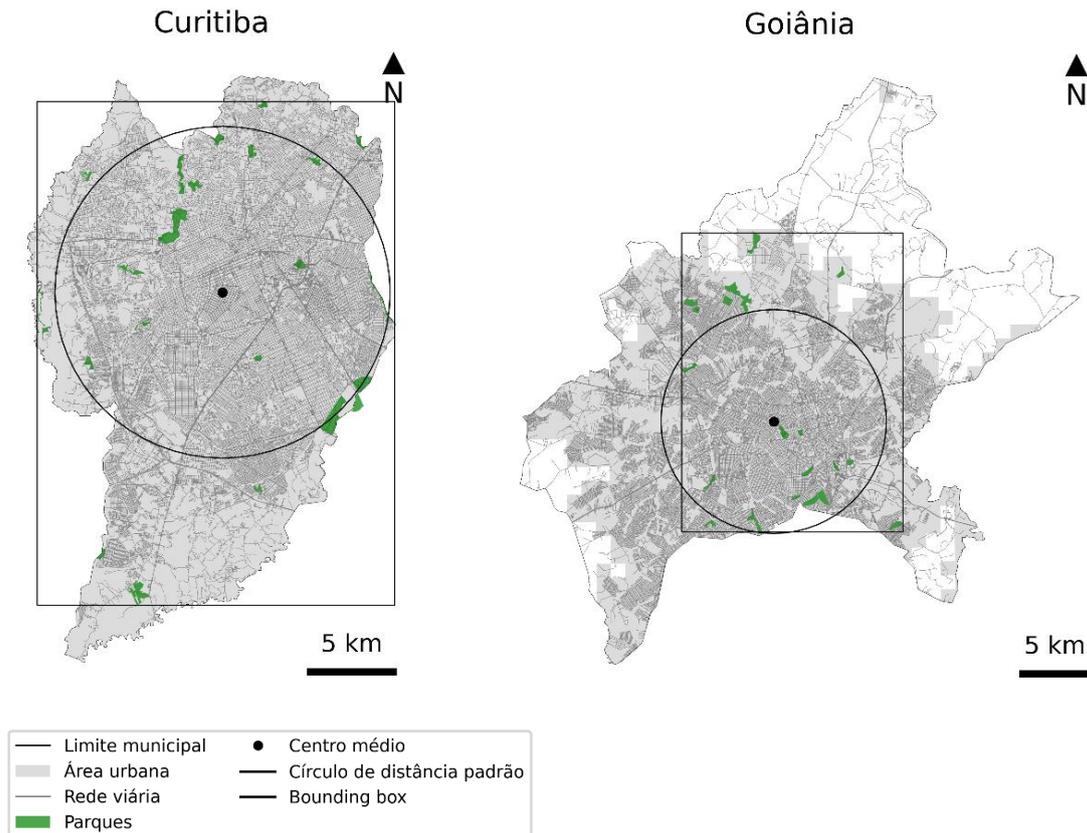
Legenda: *valores com significância estatística para um nível de confiança de 90%
Fonte: elaborado pelos autores

Conclui-se que na maioria das cidades estudadas os parques apresentam tendências de agrupamento. Mesmo nos casos em que o NNI não tenha sido conclusivo para indicar agrupamento ou dispersão ao longo da área urbana, nota-se uma tendência de concentração em torno do centro médio. Também é possível perceber que o número de parques não possui relação direta com tendências de dispersão ou agrupamento. A Figura 4 apresenta a distribuição espacial dos parques de Curitiba e Goiânia, cidades com quantidades intermediárias de parques, mas distribuições distintas. A figura ilustra o centro médio e o círculo de distância padrão, além de incluir uma *bounding box* (retângulo que envolve todas as feições).

As cidades que se destacam positivamente são Belo Horizonte, Brasília e Curitiba. A capital mineira, apesar de ter um número menor de parques (12, sendo 0,5 a cada 100 mil habitantes), apresenta uma boa distribuição espacial, enquanto Brasília apresenta o maior

número de parques, tanto em números absolutos quanto por 100 mil habitantes (56 e 2,0, respectivamente), mas eles apresentam agrupamento moderado no espaço urbano. Já Curitiba apresenta uma quantidade significativa de parques (23), com um dos maiores valores a cada 100 mil habitantes (1,3), além de apresentar boa distribuição espacial, com parques dispersos pelo território. Como destaques negativos, tem-se Manaus e Belém com poucos parques e alta concentração no espaço.

Figura 4. Distribuição espacial dos parques em Curitiba e Goiânia

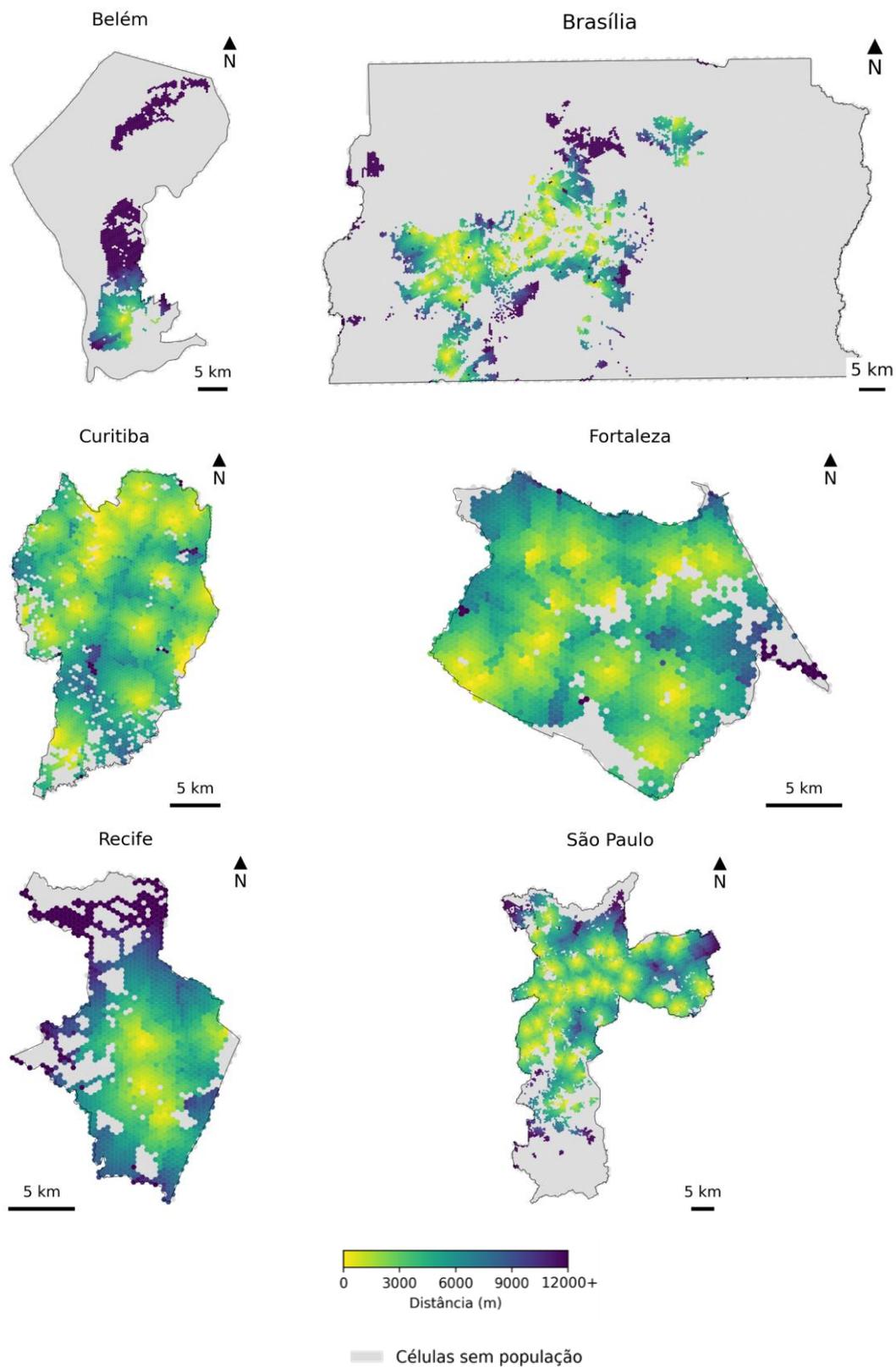


Fonte: elaborado pelos autores.

ACESSIBILIDADE AOS PARQUES ATRAVÉS DA REDE CICLOVIÁRIA

Na terceira etapa, foi calculada a acessibilidade aos parques através da rede cicloviária para Belém, Brasília, Curitiba, Fortaleza, Recife e São Paulo. A Figura 5 ilustra a extensão da rota até o parque mais próximo de cada origem para as seis cidades. É possível verificar que em Curitiba e Fortaleza, boa parte da cidade possui acesso a um parque em até 6km de distância e praticamente toda para o limiar de 9 km. Já em Belém, que possui parques altamente concentrados e em pouca quantidade, nota-se que uma porção significativa da cidade não possui acesso mesmo em rotas de até 12 km.

Figura 5. Distância até o parque mais próximo considerando rotas que priorizam a infraestrutura cicloviária



Fonte: elaborado pelos autores

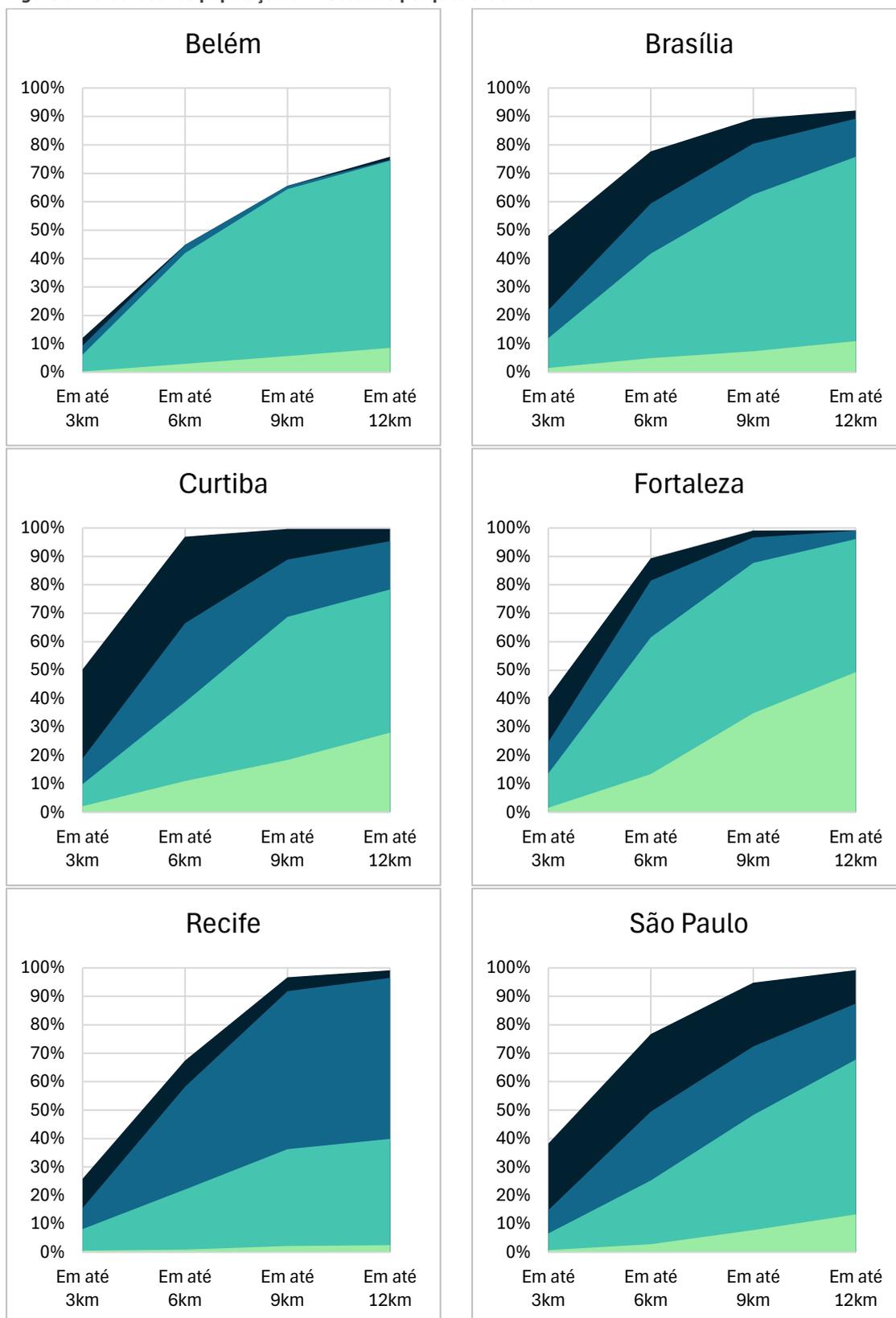
Os resultados da acessibilidade considerando os diferentes cenários são apresentados na Figura 6. Cabe observar que os resultados são cumulativos, ou seja, a população que possui acesso a parques em até 3km está contida nos demais limites de distância. Da mesma forma, a população que possui acesso considerando rotas com pelo menos 90% de infraestrutura está contida nos demais limites de infraestrutura.

Em uma análise visual da Figura 6, percebe-se que, à medida que o limite de distância aumenta, a acessibilidade também cresce, e quanto maior o limite de infraestrutura, menor é o acesso. Esses são comportamentos esperados, visto que os limites de distância se tornam menos rígidos, e os de infraestrutura, mais, o que impacta no número de destinos considerados acessíveis.

O acesso aos parques proporcionado pela rede cicloviária é bastante variado a depender dos limites considerados. Para limites menores de distância (3 e 6 km) e maiores de infraestrutura (60% e 90%), o acesso tende a reduzir-se consideravelmente em relação aos demais cenários, ainda que algumas cidades apresentem resultados intermediários para os limites de 60% de infraestrutura e de 6 km de distância. Isso revela que a maioria da população não consegue acessar parques em distâncias razoáveis através de rotas que percorram majoritariamente vias com infraestrutura cicloviária. Essa é uma barreira significativa para o uso da bicicleta como modo de transporte, visto que ciclistas menos experientes se sentem menos seguros em percorrer vias de tráfego misto (Broach; Dill; Gliebe, 2012; Jones *et al.*, 2019). Como consequência, isso pode gerar uma demanda reprimida, ou seja, as pessoas deixam de se deslocar até os parques através da bicicleta pois não conseguem percorrer rotas que possuam infraestrutura cicloviária.

Além disso, percebe-se que em todas as cidades, mais da metade da população (ou exatamente a metade, no caso de Curitiba) não consegue acessar um parque em até 3 km, mesmo no cenário que considera qualquer percentual de infraestrutura cicloviária na rota. Isso indica um déficit na provisão e/ou desequilíbrio na distribuição dos parques, considerando um parâmetro de até 3 km de distância como ideal para acesso a esses (American Planning Association, 1965).

Figura 6. Percentual da população com acesso a parques urbanos



■ Rotas com qualquer percentual de infraestrutura
 ■ Rotas com 60% ou mais de infraestrutura

■ Rotas com 30% ou mais de infraestrutura
 ■ Rotas com 90% ou mais de infraestrutura

Fonte: elaborado pelos autores.

DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS NA ACESSIBILIDADE

A última etapa da pesquisa consistiu na análise das desigualdades socioespaciais existentes no acesso a parques urbanos considerando rotas que priorizem infraestrutura cicloviária. A Figura 7 apresenta os resultados dos cenários com limite de distância de 6 km, enquanto a Figura 8 apresenta os resultados da Razão de Palma para todos os dezesseis cenários. Os dados indicam comportamentos bastante variados entre as cidades em relação à acessibilidade desagregada por renda. Algumas apresentam acesso similar para diferentes grupos ao considerar cenários menos restritivos em termos de limites de infraestrutura, enquanto outras demonstram discrepâncias mesmo nesses cenários.

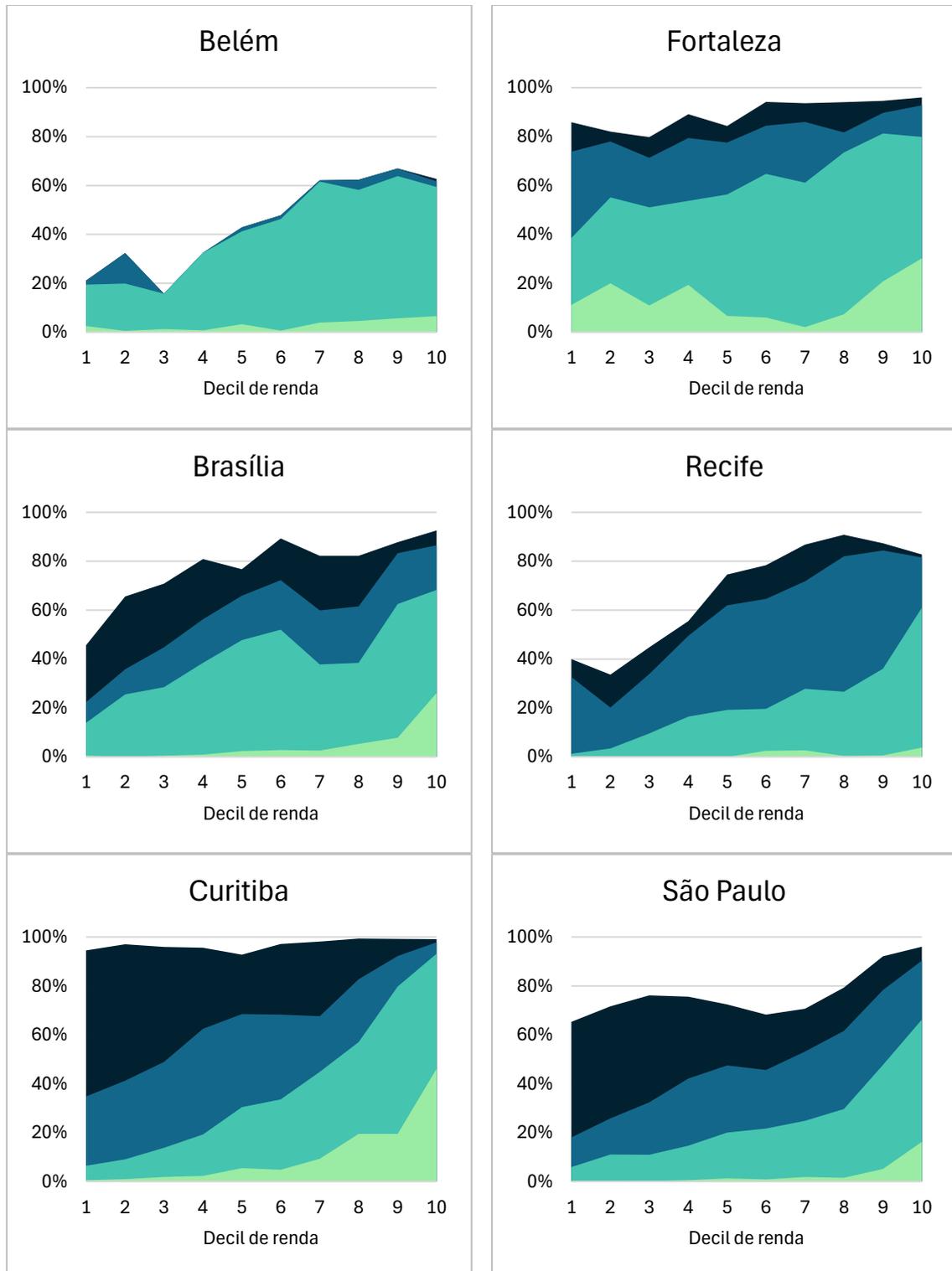
À medida que o limite de infraestrutura mínima aumenta, o acesso a parques se reduz. Contudo, essa redução ocorre de forma heterogênea entre os decis, sendo que a população mais pobre sofre com uma redução maior no acesso em relação à população mais rica, acentuando as desigualdades socioespaciais. Para o limite de infraestrutura de 60%, em todas as seis cidades pelo menos 60% da população mais rica (décimo decil) possui acesso a parques em até 6km, enquanto entre os mais pobres (primeiro decil) os percentuais são bastante inferiores, com diferenças entre os dois grupos que podem chegar a 86,7%, como em Curitiba. Já nas rotas com pelo menos 90% de infraestrutura cicloviária, as desigualdades são ainda mais expressivas. Há uma redução significativa na acessibilidade para toda a população, conforme apresentado na subseção anterior, mas na maioria das cidades essa redução é maior para os grupos de menor renda, de forma que as Razões de Palma atingem seus valores máximos nesses cenários. Em alguns casos, o percentual de acesso para a população mais pobre é próximo de zero, gerando razões ainda mais altas.

Esses resultados indicam que, **de forma geral, a população mais pobre é a que mais sofre com a baixa acessibilidade proporcionada pela rede cicloviária.** Quando mais restritivo é o critério de acesso – seja através da distância máxima até o parque ou do percentual mínimo da rota que possui infraestrutura cicloviária – maior é a desigualdade entre ricos e pobres. Essa discrepância, já esperada, pode ser visualizada espacialmente na Figura 9, que apresenta as origens com acessibilidade em Curitiba para parques em até 6km e diferentes limites de infraestrutura. Percebe-se que quando os limites são menos restritivos, como rotas com qualquer percentual de infraestrutura, há um número expressivo de origens com acessibilidade, e equilíbrio entre origens com renda alta e baixa. Contudo, à medida que os limites ficam mais restritivos, o número de origens que conseguem acessar parques se reduz significativamente, e passa a haver maior predominância dos grupos mais ricos.

A partir dos pontos discutidos, demonstra-se que, ainda que o acesso aos parques através da rede cicloviária seja pequeno para todos os estratos de renda da população, os grupos de menor renda são os que mais sofrem com o baixo acesso. Isso traz um impacto direto na qualidade de vida dessa população, que precisa gastar mais tempo se quiser acessar as oportunidades urbanas. Esse problema se mostra ainda mais crítico considerando que a bicicleta é um dos modos mais democráticos e financeiramente acessíveis, de forma que

muitas pessoas de baixa renda têm nela a única alternativa para deslocamentos mais longos (Agosto, 2018).

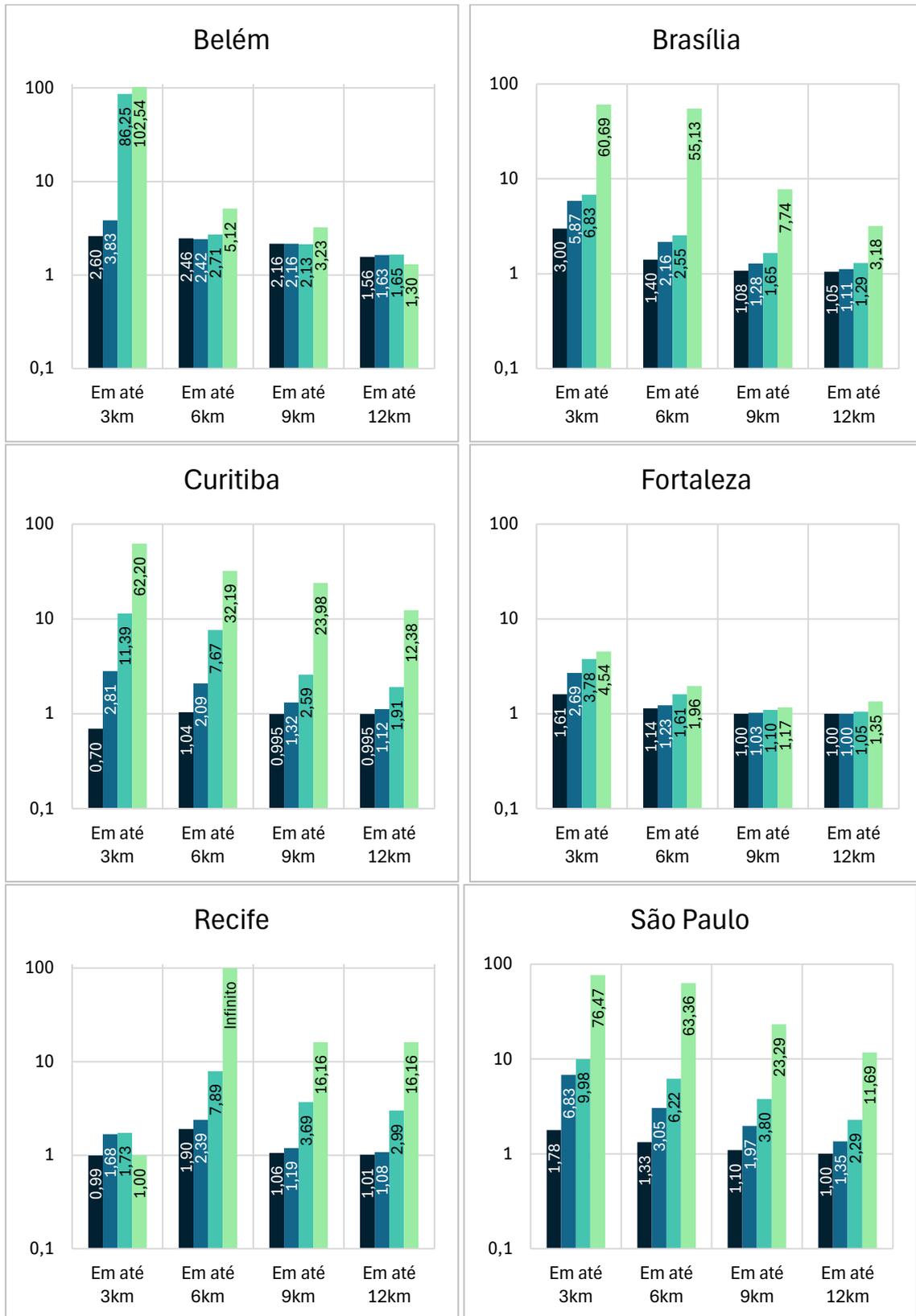
Figura 7. Percentual da população por decil de renda com acesso a parques urbanos em até 6km



- Rotas com qualquer percentual de infraestrutura
- Rotas com 30% ou mais de infraestrutura
- Rotas com 60% ou mais de infraestrutura
- Rotas com 90% ou mais de infraestrutura

Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 8. Razão de Palma - Acesso a parques



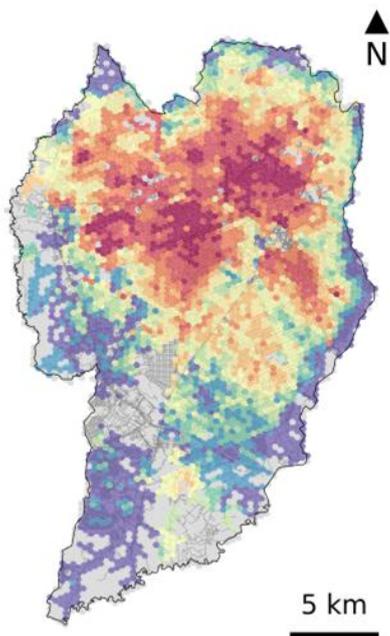
■ Rotas com qualquer percentual de infraestrutura
 ■ Rotas com 30% ou mais de infraestrutura
 ■ Rotas com 60% ou mais de infraestrutura

■ Rotas com 30% ou mais de infraestrutura
 ■ Rotas com 90% ou mais de infraestrutura

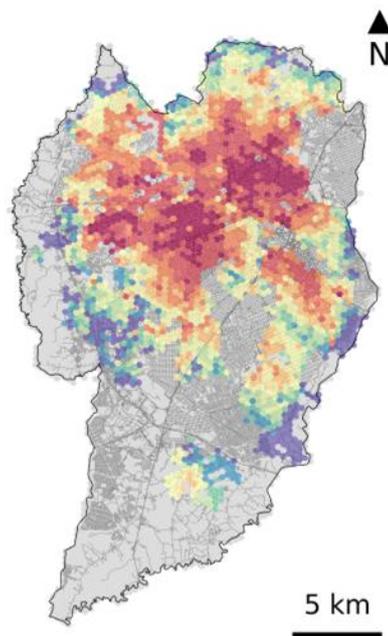
Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 9. População com acesso a parques em até 6km em Curitiba, classificada por decil de renda

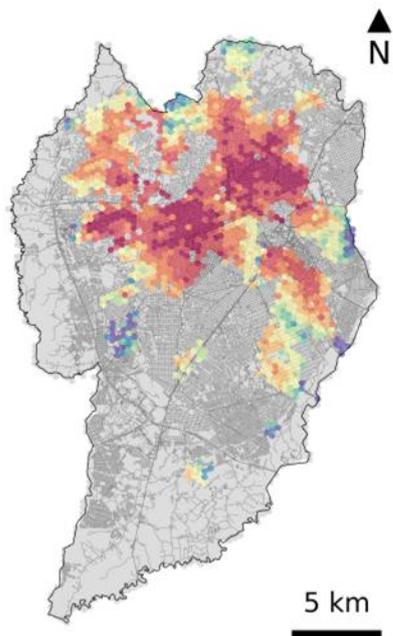
Rotas com qualquer percentual de infraestrutura cicloviária



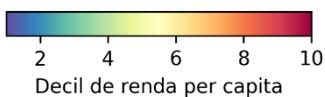
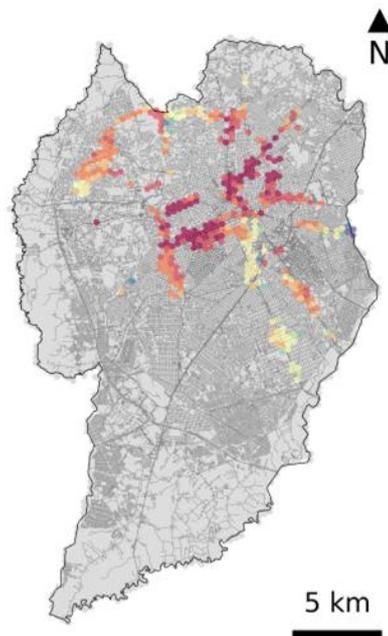
Rotas com pelo 30% de infraestrutura cicloviária



Rotas com pelo 60% de infraestrutura cicloviária



Rotas com pelo 90% de infraestrutura cicloviária



Fonte: elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados, conclui-se que;

1. A distribuição espacial da rede cicloviária nas cidades estudadas é consideravelmente variada. Enquanto algumas cidades apresentam redes extensas, tanto em valores absolutos quanto em relação à rede viária completa, outras apresentam extensão bastante reduzida. Em relação à conectividade da rede, conclui-se que, quanto mais extensa a rede, mais fragmentada ela se torna. Isso se mostra de acordo com outros estudos na literatura, que mostram que as redes cicloviárias no Brasil e no mundo costumam ser construídas sem priorizar a conectividade com infraestruturas já existentes (Aragão; Oliveira; Garbaccio, 2022; Augusto, 2018; Neto, 2020; Szell *et al.*, 2022). Os resultados também indicam que as redes mais conectadas tendem a ser mais ramificadas, ou seja, possuem mais vias se interseccionando, de forma que oferecem mais possibilidades de rotas para os ciclistas.

2. Para os parques urbanos também se observa grande variação entre as cidades, tanto em relação à quantidade de parques quanto na sua distribuição no espaço. Algumas cidades apresentam alta aglomeração, especialmente aquelas com quantidade reduzida de parques, enquanto outras apresentam maior dispersão no espaço.

3. Na avaliação da acessibilidade aos parques considerando rotas que priorizem vias com infraestrutura, observa-se que, de forma geral a rede cicloviária contribui pouco para o acesso a parques, especialmente ao considerar distâncias máximas menores. Para o limite de 3 km, especialmente, a acessibilidade é bastante reduzida, com menos de 50% da população possuindo acesso a parques ao considerar rotas com qualquer percentual de infraestrutura cicloviária. À medida que o limite mínimo de infraestrutura existente na rota aumenta, a acessibilidade é ainda menor, de forma que para rotas com pelo menos 60% de infraestrutura cicloviária, menos de 10% da população possui acesso a parques (considerando a média das seis cidades).

4. Por fim, ao desagregar os resultados por decil de renda, observa-se grande disparidade no acesso, principalmente nos cenários que consideram maior presença de infraestrutura cicloviária, com a população mais rica possuindo maior acessibilidade do que a população mais pobre. Essas diferenças são ainda mais evidentes nos cenários com distâncias limites menores, ou seja, ao considerar parques em distâncias mais curtas e rotas com maior presença de infraestrutura cicloviária, a população mais rica é a que mais se beneficia do acesso. Além disso, mesmo em cenários onde a acessibilidade é baixa para a população como um todo, ainda assim se observam discrepâncias entre os mais ricos e os mais pobres. Esses resultados estão alinhados com os observados por Pereira *et al.* (2020), Pasqual (2022) e Bittencourt (2023), que demonstram que o acesso a oportunidades urbanas é bastante desigual para diferentes estratos socioeconômicos, incluindo viagens realizadas por bicicleta.

Como recomendações para trabalhos futuros, recomenda-se incorporar aspectos qualitativos nas análises, tanto em relação à infraestrutura cicloviária quanto dos parques. A

qualidade desses espaços e infraestruturas influenciam diretamente seu uso (Neto, 2020; Szell *et al.*, 2022), portanto são relevantes de serem considerados na discussão sobre acessibilidade. Também se recomenda a adoção de dados oficiais, quando disponíveis, para uma melhor precisão dos resultados. Sugere-se ainda considerar fatores como declividade e fluxo de automóveis no cálculo das rotas, visto que podem influenciar diretamente na escolha das rotas a serem percorridas em viagens por bicicleta e são importantes de serem considerados.

REFERÊNCIAS

- ABRACICLO. Dia Nacional do Ciclista: malha das capitais cresce 40,8% em 4 anos. *In*: ABRACICLO. 23 ago. 2021. Disponível em: <https://www.abraciclo.com.br/site/clipping/2021/dia-nacional-do-ciclista-malha-das-capitais-cresce-408-em-4-anos/>. Acesso em: 4 jul. 2023.
- AMERICAN PLANNING ASSOCIATION. **Standards for Outdoor Recreational Areas**. [S. l.], 1965. Disponível em: <https://www.planning.org/pas/reports/report194.htm>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- ARAGÃO, A.; OLIVEIRA, T. R. de; GARBACCIO, G. L. LUTA SIMBÓLICA NA POLÍTICA CICLOVIÁRIA E MOBILIDADE INTELIGENTE. **Veredas do Direito**, [s. l.], v. 19, n. 45, 2022. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/2195>. Acesso em: 23 maio 2023.
- ARAÚJO, F. G. **A influência da infraestrutura cicloviária no comportamento de viagens por bicicleta**. 2014. Dissertação de mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/15607>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- AUGUSTO, M. A. **As ciclovias na cidade de São Paulo e as políticas públicas para o uso da bicicleta como meio de transporte**. 2018. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-25092018-162703/>. Acesso em: 5 dez. 2022.
- BATTISTON, M.; OLEKSZECHEN, N.; NETO, A. D. Barreiras e facilitadores no uso da bicicleta em deslocamentos diários: alternativas para a mobilidade urbana. **Revista de Ciências Humanas**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 269–286, 2017.
- 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. text - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-04032024-095101/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

BOEING, G. OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks. **Computers, Environment and Urban Systems**, [s. l.], v. 65, p. 126–139, 2017.

BROACH, J. Travel Mode Choice Framework Incorporating Realistic Bike and Walk Routes. **Dissertations and Theses**, [s. l.], 2016. Disponível em: https://pdxscholar.library.pdx.edu/open_access_etds/2702.

BROACH, J.; DILL, J.; GLIEBE, J. Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 46, n. 10, p. 1730–1740, 2012.

DOMENEGHINI, J. **AS RELAÇÕES ENTRE PARQUES URBANOS QUE POSSUEM CICLOVIAS ADJACENTES E CICLISTAS QUE OS FREQUENTAM: ESTUDOS DE CASO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS**. 2019. 258 f. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

DORIGO, T. A.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N. Contribuições da Percepção Ambiental de Frequentadores Sobre Praças e Parques no Brasil (2009–2013): Revisão Bibliográfica. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 31–45, 2015.

ESRI. **An overview of the Spatial Statistics toolbox—ArcGIS Pro | Documentation**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/an-overview-of-the-spatial-statistics-toolbox.htm>. Acesso em: 16 jul. 2024.

FARIA, A. P. N. de. **Análise configuracional da forma urbana e sua estrutura cognitiva**. 2010. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/29133>. Acesso em: 24 jun. 2023.

GEURS, K. T.; VAN WEE, B. 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.

GOMES, M. A. S. PARQUES URBANOS, POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE. **Mercator (Fortaleza)**, [s. l.], v. 13, p. 79–90, 2014.

GOMES-RIBEIRO, M. *et al.* Segregação socioespacial e desigualdades de renda da classe popular na metrópole do Rio de Janeiro, Brasil. **EURE (Santiago)**, [s. l.], v. 47, n. 142, p. 27–48, 2021.

HE, S. *et al.* A spatial design network analysis of street networks and the locations of leisure entertainment activities: A case study of Wuhan, China. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 44, p. 880–887, 2019.

IBGE. **Áreas urbanizadas do Brasil: 2019**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101973>. Acesso em: 29 jun. 2024.

IBGE. **Censo 2022**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=publicacoes>. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBGE. **Grade Estatística**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf. .

ITDP BRASIL. **Guia de Planejamento Cicloinclusivo**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/guia-cicloinclusivo-ITDP-Brasil-setembro-2017.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ITDP BRASIL. **ITDP avalia percentual de pessoas próximas a infraestruturas ciclovárias - ITDP Brasil**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/pnb/>, <https://itdpbrasil.org/pnb/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

JONES, T. *et al.* **Mobilidade Urbana Saudável: Resumo dos principais resultados e recomendações**. Brasil/Reino Unido: Universidade de Brasília, 2019.

KIENTEKA, M.; FERMINO, R.; REIS, R. Fatores individuais e ambientais associados com o uso de bicicleta por adultos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 12, 2014.

LIMA, L. S. *et al.* Espreadimento urbano e seus impactos nas desigualdades socioespaciais da acessibilidade ao trabalho em Fortaleza. [s. l.], 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58316>.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. D. ÁREAS VERDES PÚBLICAS URBANAS: CONCEITOS, USOS E FUNÇÕES. **Ambiência**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 125–139, 2005.

LONDE, P. R.; MENDONÇA, M. das G. ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS: RELAÇÕES ENTRE MEIO AMBIENTE, FUNÇÃO SOCIAL E MOBILIDADE URBANA. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 15, n. 49, p. 138–151, 2014.

LOWRY, M. B. *et al.* Assessment of Communitywide Bikeability with Bicycle Level of Service. **Transportation Research Record**, [s. l.], v. 2314, n. 1, p. 41–48, 2012.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques Urbanos no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2010.

MARASCHIN, C. *et al.* Centralidade espacial e localização das áreas de vulnerabilidade socioespacial na Região Metropolitana de Porto Alegre. *In: VIEGAS, D. H.; CAMPOS, H. Á.; SOARES, P. R. R. Região metropolitana de Porto Alegre (1973-2023): RMPA 50 anos: história, território e gestão.* São Leopoldo: Oikos Editora, 2023. p. 127–151.

MATIAS, E. H. do V. **Política de mobilidade urbana sustentável: os impactos das ciclovias na qualidade de vida dos habitantes de Boa Vista, Brasil.** 2017. Dissertação de mestrado - Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa, 2017. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/14260>. Acesso em: 23 maio 2023.

MILHEIRO, V. BICICLETA E QUALIDADE DE VIDA NAS CIDADES. **Revista da UI_IPSantarém**, [s. l.], p. 200–215, 2016.

MORA, R.; TRUFFELLO, R.; OYARZÚN, G. Equity and accessibility of cycling infrastructure: An analysis of Santiago de Chile. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 91, p. 102964, 2021.

NETO, R. L. D. M. **Paisagem cicloviária em Porto Alegre - RS : análise do sistema cicloviário e das políticas públicas de ciclomobilidade.** 2020. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/216013>. Acesso em: 20 maio 2023.

OPENSTREETMAP FOUNDATION. **OpenStreetMap.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

O’SULLIVAN, D.; MORRISON, A.; SHEARER, J. Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 85–104, 2000.

PALMA, J. G. Homogeneous middles vs. heterogeneous tails, and the end of the ‘Inverted-U’: the share of the rich is what it’s all about. **Cambridge Working Papers in Economics**, [s. l.], 2011.

PASQUAL, F. M. **Aplicativos de transporte e equidade no transporte urbano : estudo de caso em Porto Alegre.** 2022. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/253507>.

PEDROSA, R. K. B. F. **A EFETIVIDADE DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA NO INCENTIVO AO USO DA BICICLETA: O CASO DA CICLOVIA DA AV. ROBERTO SILVEIRA EM NITERÓI/RJ.** 2017. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS DE ACESSO A OPORTUNIDADES NAS CIDADES BRASILEIRAS – 2019**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9586>.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **TD 2772 - Distribuição espacial de características sociodemográficas e localização de empregos e serviços públicos das vinte maiores cidades do Brasil**: Texto para Discussão. [S. l.: s. n.], 2022a. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2772.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **TD 2800 - Estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos via transporte ativo, público e privado nas vinte maiores cidades do Brasil no período 2017-2019**. [S. l.: s. n.], 2022b. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11345/2/TD_2800_Web.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

PFEFFER, G. M.; SILVA, W. P. da. Metodologia para seleção de políticas públicas de incentivo ao uso da bicicleta como modelo de transporte. **Conjecturas**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 726–755, 2021.

PRITCHARD, J. P. *et al.* Potential impacts of bike-and-ride on job accessibility and spatial equity in São Paulo, Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 121, p. 386–400, 2019.

SAKATA, F. M. G. **Parques urbanos no Brasil - 2000 a 2017**. 2018. 349 f. text - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-20092018-143928/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SARKAR, C. *et al.* Exploring associations between urban green, street design and walking: Results from the Greater London boroughs. **Landscape and Urban Planning**, [s. l.], v. 143, p. 112–125, 2015.

SILVA, J. B.; PASQUALETTO, A. O Caminho dos Parques Urbanos Brasileiros: da origem ao século XXI. **Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, [s. l.], v. 40, n. 3, p. 287–298, 2013.

SILVEIRA, M. O. da; MAIA, M. L. A. Variáveis que influenciam no uso da bicicleta e as crenças da teoria do comportamento planejado. **TRANSPORTES**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 24–36, 2015.

STOIA, N. L. *et al.* The green walk—An analysis for evaluating the accessibility of urban green spaces. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], v. 75, p. 127685, 2022.

SZELL, M. *et al.* Growing urban bicycle networks. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 6765, 2022.

TRANSPORTE ATIVO. **Pesquisa Perfil do Ciclista 2021**. [S. l.], 2022. Disponível em: <http://ta.org.br/perfil/perfil21.pdf>. .

VALE, D. S. A cidade e a bicicleta : uma leitura analítica. **Finisterra**, [s. l.], v. 51, n. 103, 2016. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/7077>. Acesso em: 4 mar. 2024.

VAN WEE, B.; MOUTER, N. Chapter Five - Evaluating transport equity. *In*: MOUTER, N. (org.). **Advances in Transport Policy and Planning**. [S. l.]: Academic Press, 2021. (New Methods, Reflections and Application Domains in Transport Appraisal). v. 7, p. 103–126. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543000920300354>. Acesso em: 3 jul. 2023.

WU, H. *et al.* Urban access across the globe: an international comparison of different transport modes. **npj Urban Sustainability**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 16, 2021.