

## TEMPO DE EQUILÍBRIO EMPREGO-POPULAÇÃO: PROPOSTA DE INDICADOR PARA AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE

**Matheus Henrique Cunha Barboza**

**Mariana Souza Carneiro**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Engenharia de Transportes, COPPE

**Claudio Falavigna**

Universidad Nacional de Córdoba  
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
Departamento de Construcciones Civiles

**Romulo Dante Orrico Filho**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Engenharia de Transportes, COPPE

### RESUMO

O conceito de acessibilidade tem sido muito utilizado para avaliar o quanto o transporte potencialmente ajuda os indivíduos a acessarem oportunidades. Esse trabalho ilustra uma nova possibilidade para mensurar acessibilidade, incorporando a população de cada área na análise. A acessibilidade a emprego dos bairros da cidade do Rio de Janeiro é calculada com o indicador proposto, o tempo de equilíbrio emprego-população, e os resultados são comparados com um tradicional indicador de acessibilidade. Os resultados mostram que o indicador pode trazer novas perspectivas para avaliação da acessibilidade, uma vez que diferencia áreas de diferentes tamanhos de população. Além disso, o indicador permite dar uma contribuição para além de que os bairros mais periféricos têm baixos níveis de acessibilidade devido à alta concentração de empregos nas áreas centrais, o que é interessante em especial para cidades latino-americanas, onde esse é um diagnóstico conhecido.

### ABSTRACT

Accessibility has been widely used to assess how much transport potentially helps individuals access opportunities. This paper illustrates a new possibility to measure accessibility, incorporating the population of each area in the analysis. Job accessibility of the city of Rio de Janeiro areas is calculated with the proposed indicator, the time of employment-population balance, and the results are compared with a traditional accessibility indicator. The results show that the indicator can bring new perspectives to assess accessibility, since it differentiates areas of different population sizes. Besides that, the indicator allows a contribution to be made in addition to that the more peripheral districts have low levels of accessibility due to the high concentration of jobs in the central areas, which is interesting especially for Latin American cities, where this is a known diagnosis.

### 1. INTRODUÇÃO

O conceito de acessibilidade é central no planejamento de transportes, e por isso estudos que avaliam os níveis de acessibilidade nas cidades têm crescido nas últimas décadas. Diferente do conceito de mobilidade, que se relaciona ao padrão temporal e espacial dos deslocamentos das pessoas, o conceito de acessibilidade está relacionado a um conceito potencial, e a não um deslocamento efetivamente realizado por alguém. Se o planejamento de transporte vem apenas dos padrões de mobilidade existentes, ele acaba reforçando as desigualdades sobre aquelas pessoas que gostariam de ter feito viagens, mas não fizeram por algum motivo, pois esse desejo potencial não é captado numa pesquisa origem-destino, por exemplo. Assim, o conceito de acessibilidade pode funcionar como um instrumento fundamental para a promoção da mobilidade (Curl *et al.*, 2011).

Lucas (2012) ressalta a importância do planejamento para além do transporte, quando falamos

em transporte e exclusão social. As necessidades das viagens das pessoas mais excluídas só serão atendidas quando o planejamento de transportes estiver integrado ao planejamento de acessibilidade e a políticas responsáveis por habitação, saúde, educação e bem-estar, segundo a autora. Mello e Portugal (2017) também destacam que o planejamento dos transportes não pode ocorrer dissociado do planejamento urbano, sob o risco de enfrentamento de péssimas condições de acessibilidade e de um conseqüente padrão de mobilidade contrário à sustentabilidade em suas dimensões econômica, social e ambiental.

O presente trabalho propõe um novo indicador para avaliar a acessibilidade a oportunidades de emprego, medindo a facilidade de acesso dos moradores de uma dada região. O indicador consiste em medir o tempo de viagem necessário em transporte público, a partir de dada localidade, para que o número de empregos acessados supere a população em idade ativa do lugar. O trabalho avalia o comportamento do indicador para os bairros da cidade do Rio de Janeiro, comparando os resultados com um modelo de oportunidades acumuladas conhecido na literatura. Os cálculos e as visualizações presentes neste trabalho foram feitas usando a versão 3.5.2 do R (R Core Team, 2018) e o código está disponível em [https://github.com/matheushenriquebarboza/tempo\\_equilibrio\\_emprego\\_populacao](https://github.com/matheushenriquebarboza/tempo_equilibrio_emprego_populacao).

Para tratar desse assunto, o artigo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito de acessibilidade. Na terceira seção é explicado como foram obtidos os dados para realização deste trabalho, o contexto da cidade do Rio de Janeiro, e o método utilizado. Na quarta seção os resultados encontrados e uma discussão sobre eles, e, por último, as considerações finais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A acessibilidade pode ser definida como a facilidade de acessar oportunidades (Hansen, 1959) e são quatro os seus componentes básicos (Geurs e van Wee, 2004):

- (i) O componente de uso do solo reflete a distribuição espacial das oportunidades - como emprego, saúde e educação - e a distribuição dos moradores pela cidade;
- (ii) O componente de transporte descreve o tempo necessário para se deslocar (espera, viagem, estacionamento), os custos fixos e variáveis, o conforto, a confiabilidade e a segurança, além da própria infraestrutura do sistema de transporte, como velocidades máximas de deslocamento, frequência e horários;
- (iii) O componente temporal reflete as restrições temporais, ou seja, a disponibilidade de oportunidades em diferentes momentos do dia e o tempo disponível para os indivíduos participarem de certas atividades. Pode servir particularmente para alguns grupos específicos, como as mulheres, que podem ter sua participação limitada devido a suas responsabilidades com o lar e com filhos;
- (iv) O componente individual reflete as necessidades (dependendo da idade, renda, nível de instrução, configuração familiar), habilidades e oportunidades dos indivíduos. Essas características podem afetar o modo com o qual a pessoa vai se deslocar: por exemplo, se possui carro ou não, ou se o nível de instrução permite trabalhar perto da sua casa ou se precisa se deslocar muito.

Há ainda uma quinta perspectiva, que se refere a habilidade individual de interagir com o sistema de transportes, levando em conta a confiança e a experiência da pessoa com o sistema de transportes e outros fatores culturais, como religião, raça ou gênero (Lucas, 2012).

Os componentes de transporte e uso do solo são avaliados quando se pretende mensurar a acessibilidade de um certo local e dois indicadores são tradicionalmente utilizados para tal: o indicador de oportunidades acumuladas e o indicador de acessibilidade potencial. Ambos consideram a impedância a ser vencida entre origem e destino, geralmente representada pelo tempo de viagem, e a quantidade de oportunidades em cada destino (Geurs, 2018).

Em especial, trabalhos que estão investigando o problema de acessibilidade em cidades latino-americanas têm utilizado o indicador de oportunidades acumuladas (Boisjoly *et al.*, 2017; El-Geneidy *et al.*, 2016; Hernandez, 2018; Moreno-Monroy *et al.*, 2018; Pereira, 2019; Pereira *et al.*, 2017). Uma característica conhecida das cidades latino americanas é a tendência a concentrar oportunidades em um número pequeno de bairros, geralmente em áreas centrais (Hernandez, 2018; ONU Habitat, 2010). Por isso, quando a acessibilidade é definida pela quantidade de oportunidades alcançáveis a um determinado intervalo de tempo, o indicador pode se tornar uma *proxy* da distância de um local até a área central (Carneiro *et al.*, 2019). Uma outra limitação do indicador é que ele não leva em conta a população dos locais analisados, de tal forma que resultados bons de acesso a empregos podem ser falsos no caso em que há uma grande população no local.

Motivado por isso, esse trabalho propõe a avaliação da acessibilidade através de uma nova métrica: o tempo de equilíbrio emprego-população, inserindo a informação da população na análise. Assim, pretende-se mensurar quanto tempo levaria para alcançar uma quantidade de empregos igual a população da área onde se vive. O conceito de equilíbrio emprego-moradia, em inglês *Jobs-Housing Balancing*, trazido por Cervero (1989), serviu de base para a ideia de medir acessibilidade pelo tempo de equilíbrio emprego-população.

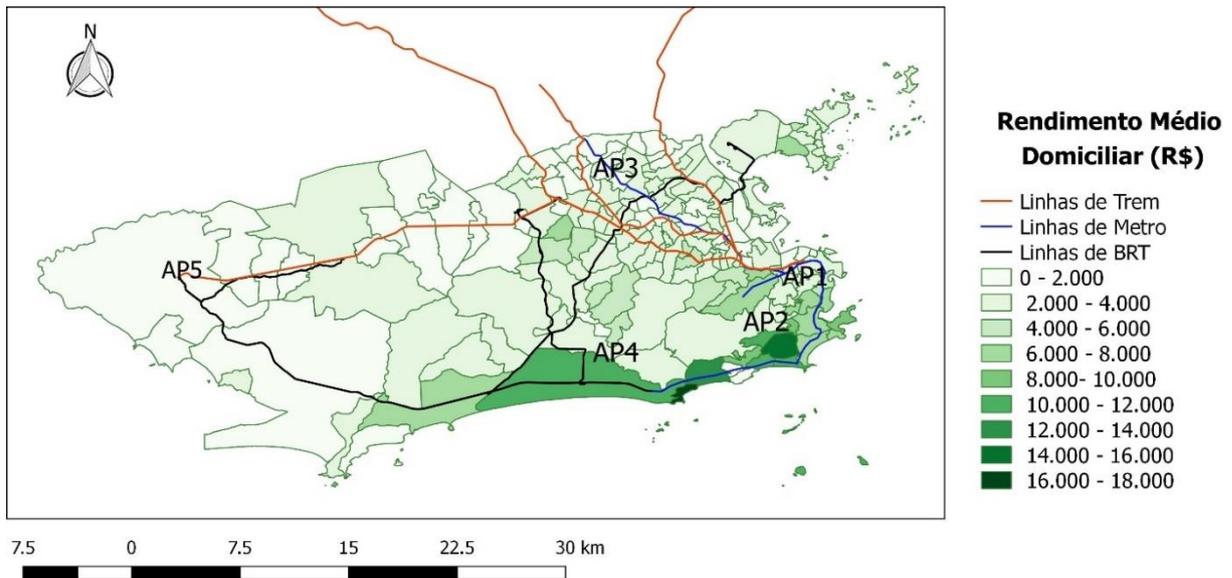
A adoção do tempo como uma variável, e não como um parâmetro, pode parecer oposta à antiga constatação de um tempo gasto com viagens constante (Hupkes, 1982). Dessa forma, a escolha de moradia e local de trabalho estariam sujeitas a essa restrição de tempo de viagem a gastar – chamado de orçamento de tempo de viagem – e não faria sentido adotar o tempo como variável na análise de acessibilidade. No entanto, esse orçamento é constante apenas numa escala muito agregada, variando com características dos indivíduos e dos domicílios (Mokhtarian e Chen, 2004), características essas muito associadas muito homogêneas em pequenas divisões do território, de forma que o indicador proposto está alinhado aos achados mais recentes.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa seção descreve, no item 3.1, os dados socioeconômicos e de mobilidade da área de estudo do trabalho, a cidade do Rio de Janeiro. Em seguida, é explicada a forma de cálculo para os indicadores de acessibilidade. Para cálculo da acessibilidade foram necessários dados de emprego e população de cada bairro além das matrizes origem destino de tempo e distância entre bairros. Esse processo é descrito nos itens 3.3 e 3.4.

#### 3.1. Área de Estudo

Esse trabalho avaliará a acessibilidade de cada bairro da cidade do Rio de Janeiro aos empregos distribuídos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A Figura 1 mostra a área estudada, com as divisões das cinco Áreas de Planejamento, a indicação de renda média *per capita* de cada bairro e os modos de transporte de alta e média capacidade.



**Figura 1:** Renda média domiciliar dos bairros e rede de transporte de média e alta capacidade da cidade do Rio de Janeiro (Fonte: IBGE, 2010)

A cidade do Rio de Janeiro é uma das maiores e mais ricas cidades da América Latina, e também uma das mais desiguais (ONU Habitat, 2010). A população mais pobre e mais periférica enfrenta dificuldades especiais nas condições de transporte (Motte *et al.*, 2016) e é altamente dependente do transporte público, sendo 3 a cada 4 deslocamentos motorizados feitos por transporte público (SETRANS, 2015). Com 6,3 milhões de habitantes e pouco mais da metade da população da Região Metropolitana, a capital concentra 73,8% dos empregos formais da metrópole, impactando mais ainda o sistema de transporte.

### 3.2. Indicadores de Acessibilidade

Para cálculo do tempo de equilíbrio emprego-população, será medido o tempo de viagem  $t_i$  necessário em transporte público, a partir de dada localidade  $i$ , para que o número de empregos acessados supere  $p_i$ , a população em idade ativa do dado lugar. Ou seja, é necessário ter o valor mínimo de  $t_i$ , tal que seja satisfeita a fórmula 1:

$$\sum_{j=1}^n O_{ppj} \cdot f(c_{ij}) \geq p_i \quad (1)$$

em que  $f(c_{ij}) = 1$  se  $c_{ij} \leq t_i$  e  $f(c_{ij}) = 0$  se  $c_{ij} > t_i$ .

Para efeito de comparação, a acessibilidade atribuída a cada um dos bairros também será medida pelo indicador de oportunidades acumuladas, representado pelo número de empregos que podem ser alcançados em um intervalo de tempo  $t$  utilizando transporte público (Boisjoly *et al.*, 2017; Geurs e van Wee, 2004; Hernandez, 2018; Wang e Chen, 2015). Esse indicador pode ser calculado de forma simples e é mais facilmente entendido por gestores, formuladores de políticas e pela população em geral, do que outros indicadores, como medidas de acessibilidade gravitacional (Pereira, 2019). O indicador é calculado a partir da fórmula 2:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n O_{ppj} \cdot f(c_{ij})}{\sum_{j=1}^n O_{ppj}} \quad (2)$$

em que:

- $A$  é a acessibilidade dos moradores da área  $i$  às oportunidades (em porcentagem) das áreas  $j$  que podem ser acessadas por transporte público em um determinado intervalo de tempo;
- $\sum_{j=1}^n Opp_j$  é o total de oportunidades na cidade, nesse caso adotadas como os empregos;
- $f(c_{ij}) = 1$  se  $c_{ij} \leq t_{lim}$  e  $f(c_{ij}) = 0$  se  $c_{ij} > t_{lim}$  ;
- $t_{lim}$  é o tempo limite de viagem de  $i$  a  $j$  por transporte público.

Para determinar o tempo limite a ser utilizado, dados da pesquisa origem-destino realizada em 2012 foram consultados. Os deslocamentos casa-trabalho por transporte público levavam em média 57 minutos, na cidade do Rio de Janeiro. Por isso, foi utilizado um  $t_{lim}$  de 60 minutos.

### 3.3. Matriz Origem-Destino de Tempo

Os tempos de viagem entre os bairros são obtidos pelo Google Maps Distance Matrix API. O caminho mais rápido é retornado pelo aplicativo, com base no algoritmo do Google Maps e usando as Especificações do feed de transporte público do Google (GTFS). A hora de partida é às 7h para trabalhar com a acessibilidade no horário de pico, já que o maior número de viagens relacionadas ao trabalho parte das 7h às 8h na cidade do Rio de Janeiro (SETRANS, 2015)

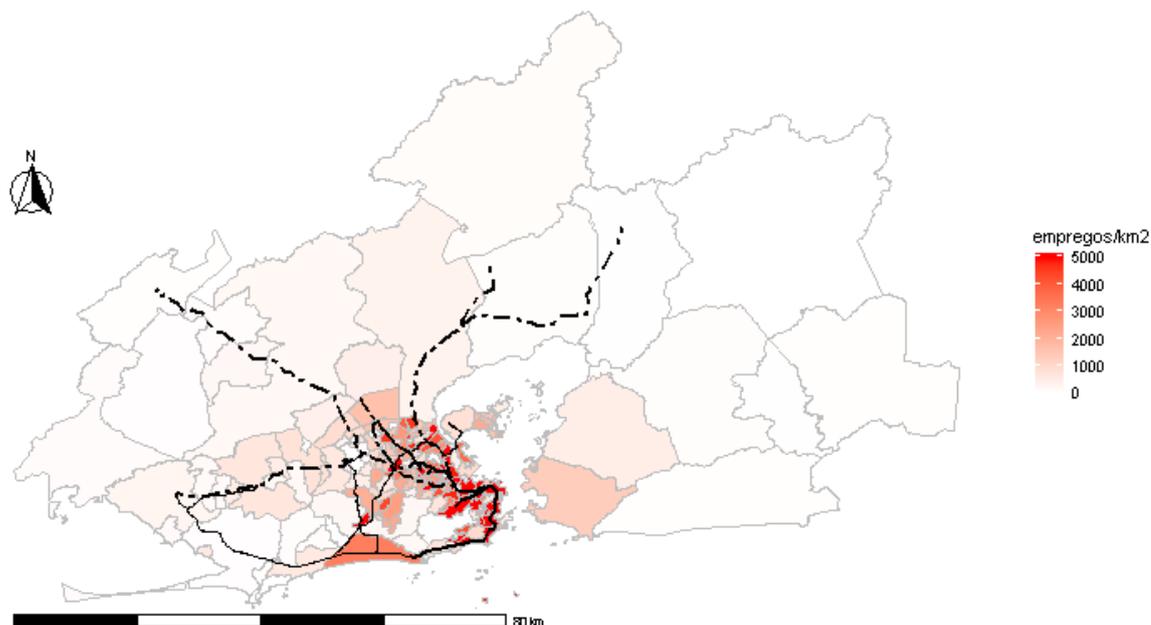
O uso da API do Google tem a desvantagem de não ser reproduzível fora do ambiente oferecido pela empresa, já que a rede viária e o sistema de transporte público são simulados com atributos desconhecidos. A alternativa mais transparente seria o uso do OpenTripPlanner – como já feito em outros trabalhos (Pacheco, 2019) -, com os dados de viário vindos do OpenStreetMap e as informações de transporte público dos arquivos GTFS dos sistemas operantes na RMRJ. Estes arquivos, no entanto, não existem para algumas cidades da região ou possuem versões públicas muito desatualizadas.

### 3.4. Dados de Emprego e População

Os dados sobre empregos formais foram obtidos na RAIS – Relação Anual de Informações Sociais (MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, 2016). A RAIS é um registro nacional que traz o endereço completo de todas as instituições públicas e privadas e as características socioeconômicas de seus funcionários que atuam no mercado formal de trabalho.

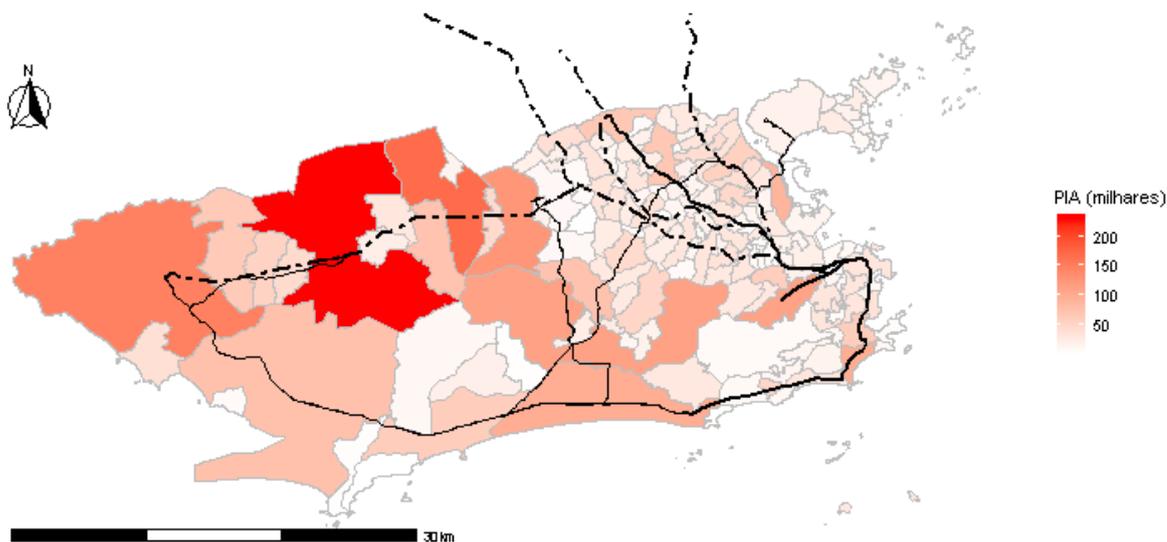
Uma limitação deste estudo é que ele não cobre oportunidades de emprego no mercado de trabalho informal porque não há fonte de dados com os empregos informais. Embora uma parte significativa dos trabalhadores no Rio de Janeiro trabalhe no mercado formal, os empregos informais são relativamente mais acessíveis, com tempos de deslocamento e distâncias mais curtas do que os empregos formais (Motte *et al.*, 2016). No entanto, a pesquisa de viagens domiciliares de 2003 mostrou que os números de empregos formais e informais estão correlacionados a 0,78, sugerindo que a distribuição espacial deles na cidade não é radicalmente diferente (Pereira *et al.*, 2017).

A Figura 2 mostra a concentração de Empregos na RMRJ a partir dos dados descritos anteriormente. Os dados mostram uma expressiva concentração de empregos no bairro do Centro, que sozinho representa 23% dos empregos formais da cidade, aproximadamente 580 mil empregos - o que exigiu limitar o valor máximo da densidade exibida no máximo para um valor 100 vezes menor do que o do bairro Centro. Em seguida, a Barra da Tijuca com 176 mil, e a Cidade Nova, com 118 mil, são os 3 bairros da capital com mais de 100 mil empregos cada.



**Figura 2:** Densidade de Empregos Formais na RMRJ (Fonte: MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, 2016)

Os dados de população utilizados são do último Censo (IBGE, 2010). Para o indicador proposto neste trabalho, não se utiliza o dado de população total de uma região, mas sim a população em idade ativa (PIA), adotando-se o intervalo de idades entre 15 e 64 anos. Importante destacar que a Figura 3 mostra os valores absolutos e não a densidade.



**Figura 3:** População em idade economicamente ativa na cidade do Rio de Janeiro (Fonte: IBGE, 2010)

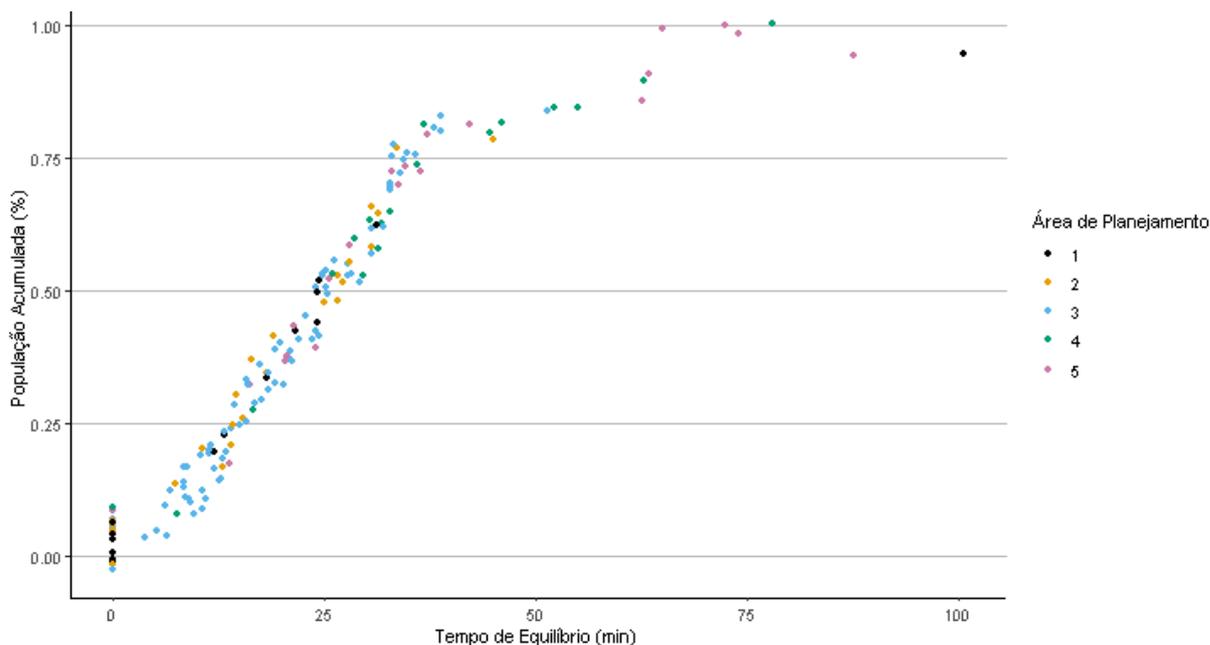
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção são apresentados os resultados do trabalho. No item 4.1, são expostos os resultados da acessibilidade para o indicador tempo de equilíbrio emprego-população, no item 4.2, os resultados da acessibilidade para o indicador de oportunidades acumuladas. No item 4.3, é feita uma comparação dos resultados dos indicadores e no item 4.4, são discutidos o problema

MUAP e MTUP.

#### 4.1. Tempo de Equilíbrio Emprego-População

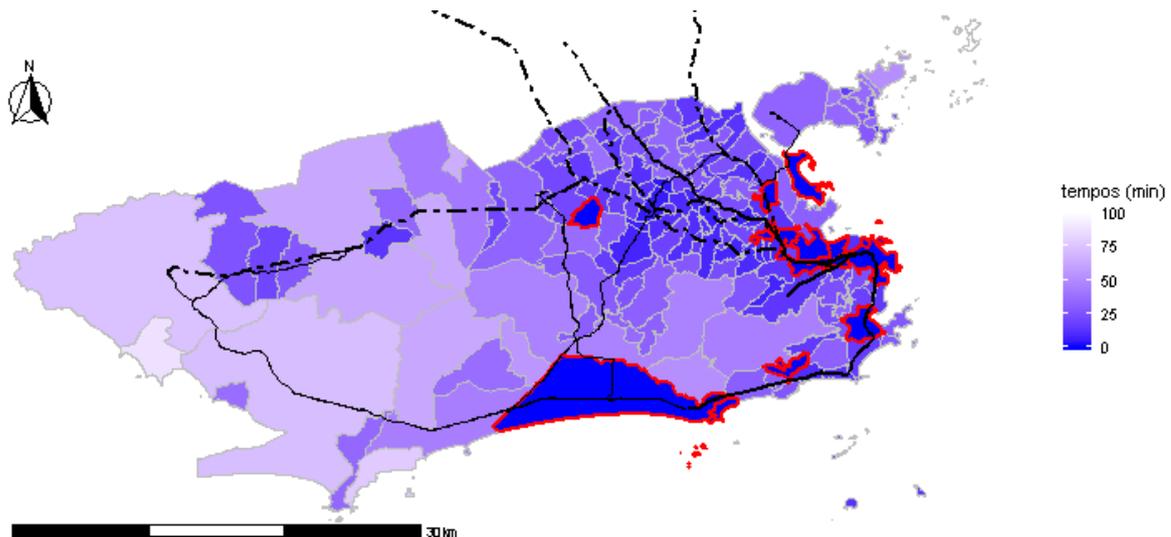
A Figura 4 mostra os resultados do indicador proposto para os bairros da cidade do Rio de Janeiro, ordenando-os quanto ao tempo gasto para que sejam igualados os valores da PIA do bairro e de empregos acessados, como detalhado na subseção 3.2. O eixo y acumula a população respectiva aos bairros do eixo x, tendo sido acrescido um pequeno valor aleatório para que os pontos não ficassem sobrepostos – o que explica a curva não ser estritamente crescente. A cor dos pontos indica a Área de Planejamento do bairro, como indicado no mapa da Figura 1.



**Figura 4:** Resultados ordenados de tempo gasto para equilíbrio, para cada bairro

A distribuição das diferentes cores no gráfico mostra alguns padrões dos resultados. A Área de Planejamento 1 possui vários pontos com tempo = 0, enquanto a AP2 e a AP3 se concentram no trecho entre 0% e 75% da população, com tempos de até 40 minutos. A AP4 aparece com destaque entre 25 e 60 minutos e a AP5 se destaca por possuir os maiores tempos de equilíbrio - com exceção de Paquetá, que pertence a AP1, mas é uma ilha.

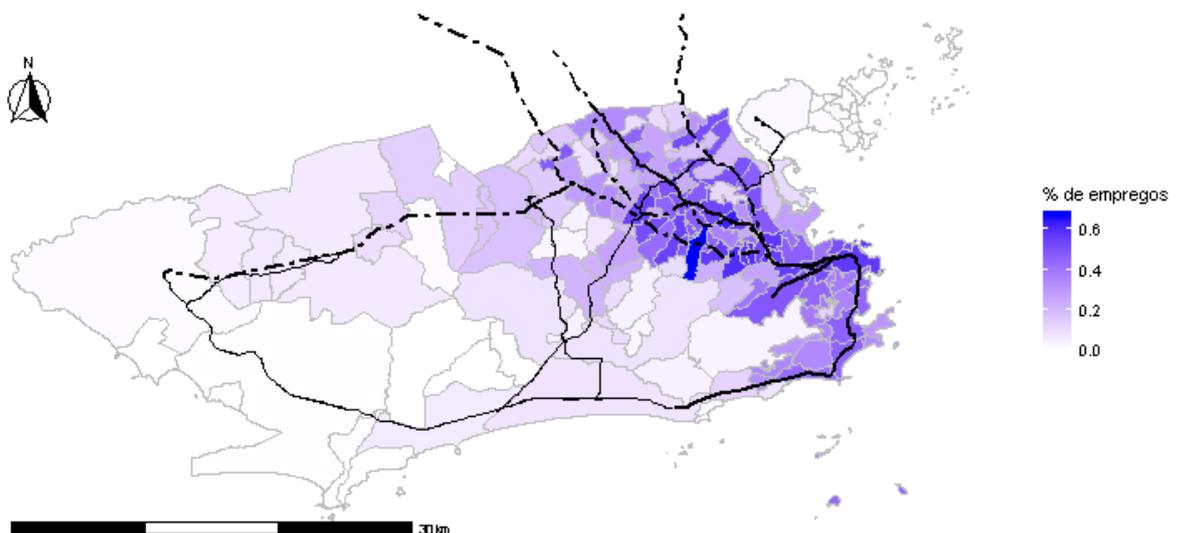
O mapa da Figura 5 mostra os resultados espacialmente, com os tons mais escuros de azul indicando menores tempos de equilíbrio emprego-população. Para facilitar a localização dos resultados, foram representadas as linhas de metrô (com maior espessura), as linhas de trem (em tracejado) e as linhas de BRT (com menor espessura). Foram destacados com uma borda vermelha os bairros com  $t = 0$ , ou seja, que possuem mais empregos do que PIA – correspondentes aos valores com Tempo de Equilíbrio (min) = 0.



**Figura 5:** Tempo de equilíbrio emprego-população

#### 4.2. Indicador de Oportunidades Acumuladas

A Figura 6 mostra os resultados para o indicador de oportunidades acumuladas, ou seja, quantos empregos formais cada bairro consegue acessar em 1h em relação ao total da RMRJ. A diferença dos níveis de acessibilidade entre os bairros é expressiva e mostra uma tendência em que quanto mais distante o bairro está do centro, menores os níveis de acessibilidade. Resultado que era esperado, dada a alta concentração de emprego nas áreas centrais da cidade, como visto na Figura 2.

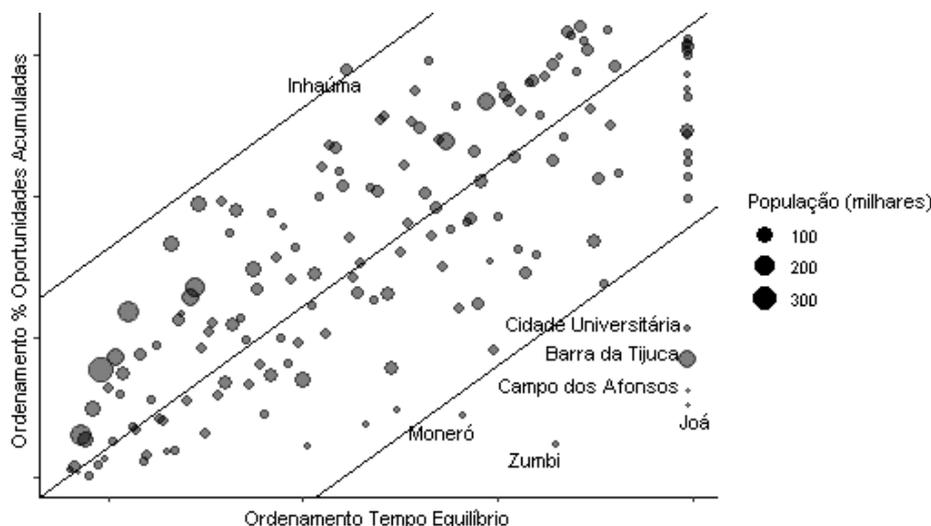


**Figura 6:** Fração de empregos formais acessíveis em 1 hora

O resultado é um importante diagnóstico e mostra a desigualdade nos níveis de acessibilidade, da concentração de empregos nas áreas centrais e a localização espalhada de bairros com grandes populações, como mostra a Figura 3. Porém esse diagnóstico resulta em uma indissociável correlação dos níveis de acessibilidade e da distância do bairro ao centro. Afinal, o indicador contabiliza as oportunidades acumuladas em 1 hora, e quanto mais distante a área está localizada do centro da cidade, menor a probabilidade de acessar o centro no intervalo de 1 hora, diminuindo consideravelmente a fração de empregos acessados nesse tempo.

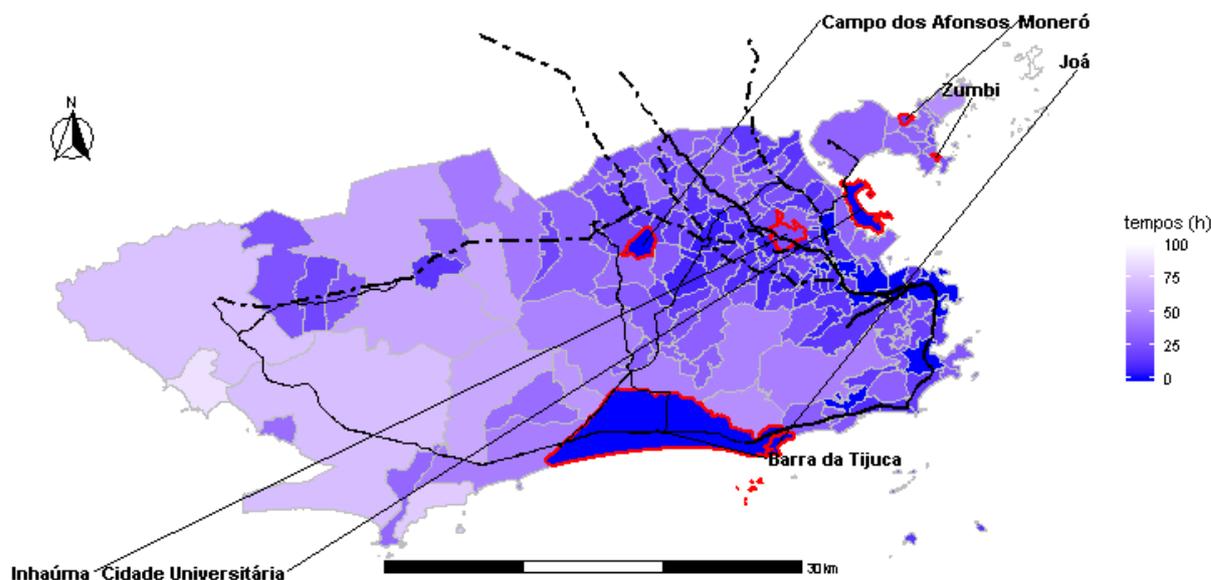
### 4.3. Comparação entre os Indicadores

O gráfico da Figura 7 compara os resultados dos dois indicadores para os bairros da cidade do Rio de Janeiro. Nos eixos x e y estão a posição de cada valor relativa à lista dos valores dos outros bairros, de modo a ordenar os resultados em ordem crescente de acessibilidade para os dois indicadores.



**Figura 7:** Comparação do ordenamento dos valores, para cada bairro, de % de oportunidades acumuladas e de tempo de equilíbrio emprego-população

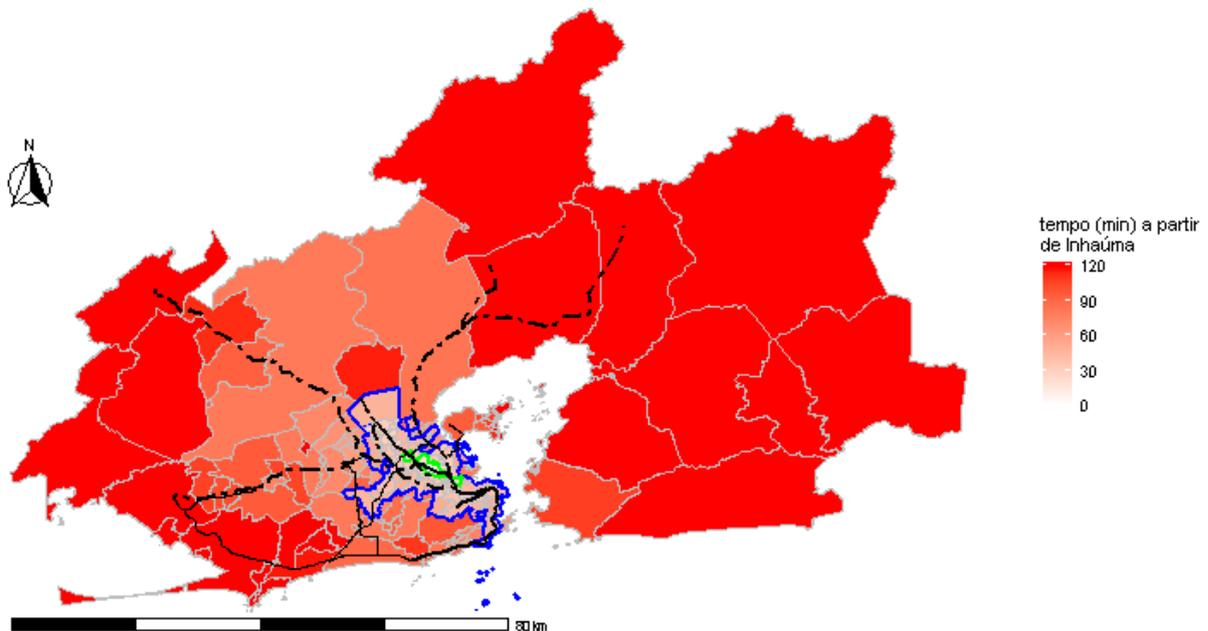
A bissetriz indica o lugar geométrico de igualdade entre os indicadores e duas retas paralelas onde estão os 5% dos bairros mais distantes da bissetriz, observando-se certa correlação entre os resultados dos dois indicadores.



**Figura 8:** 5% dos bairros mais distante da igualdade entre oportunidades acumuladas e tempo de equilíbrio emprego-população

Os bairros destacados na Figura 8 podem ser divididos em três categorias:

- Tempo de equilíbrio = 0: Barra da Tijuca, Cidade Universitária, Campo dos Afonsos e Joá
  - Bairros com grande número de empregos.
- Tempo de equilíbrio > 0: Moneró e Zumbi
  - Ficam próximos ao bairro Galeão, importante centro de emprego.
- Oportunidades acumuladas melhor: Inhaúma
  - Apenas um bairro entra nessa categoria e isso ocorre devido ao bom acesso do bairro aos sistemas de trem, metrô e BRT, ao mesmo tempo em que o bairro está distante de grandes concentrações de emprego. Ou seja, há muitos empregos acessíveis em 1h, mas poucos em um período mais curto. O mapa da Figura 9 mostra as áreas cobertas pelos dois indicadores.



**Figura 9:** Bairros acessados de Inhaúma com  $t = 1h$  (azul) e com PIA = Empregos (verde)

Os bairros com resultados mais discrepantes para os dois indicadores realçam uma vantagem do indicador proposto neste trabalho, que é a capacidade de realçar as centralidades na região - ao passo que o indicador de oportunidades acumuladas tende a retornar valores melhores para os bairros próximos ao principal centro de empregos.

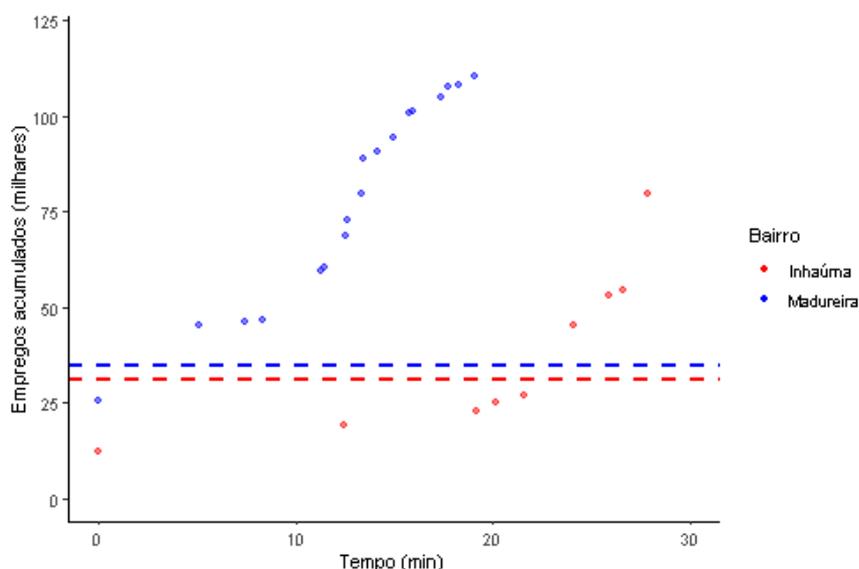
Por fim, a Tabela 1 mostra os resultados dos indicadores de acessibilidade e os dados de emprego, renda, população e distância média ao centro são divididos a partir de percentis da população, ordenada por renda.

**Tabela 1:** Resultados de acessibilidade e dados socioeconômicos, por percentis da população, ordenado por renda

	P1 (menor renda)	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10 (maior renda)
População	672.935	675.395	661.306	594.968	577.286	667.933	629.710	614.885	631.259	594.769
Rendimento médio domiciliar (R\$)	1.245	1.582	1.854	2.080	2.314	2.601	2.942	3.830	5.292	9.837
Distância média até o Centro da cidade [km]	26	39	21	19	27	20	17	18	14	14
Empregos Formais	49.692	50.541	173.762	101.533	97.822	329.884	691.289	131.440	259.256	385.154
Tempo médio de equilíbrio população-emprego (min)	29	46	23	17	28	19	24	24	16	18
Acessibilidade ao emprego média (%)	20%	15%	30%	31%	17%	36%	32%	24%	27%	28%

#### 4.4. Os Problemas MAUP e MTUP

Para a avaliação de acessibilidade, o zoneamento adotado considera os bairros na cidade do Rio de Janeiro e os municípios fora da capital. Por ser um zoneamento muito agregado, a curva de empregos acessados no tempo tem grandes descontinuidades, como mostrado na Figura 10 para os exemplos de Madureira e Inhaúma. O tempo de equilíbrio calculado é dado pelo tempo do primeiro ponto acima do tracejado correspondente, que indica o valor da PIA, e um zoneamento mais desagregado permitiria que os pontos estivessem mais próximos, resultando numa diferença menor entre empregos acessados e PIA para o cálculo do tempo de equilíbrio.



**Figura 10:** Total acumulado de empregos acessados ao longo do tempo a partir de determinado bairro. O tracejado indica a PIA do bairro.

São infinitas as possibilidades de zoneamento, resultando em diferentes resultados para cada zoneamento adotado, o que é conhecido na literatura como o problema da unidade de área modificável (*modifiable areal unit problem* – MAUP, na sigla em inglês). Uma possibilidade para minimizar esse problema seria trabalhar de forma menos agregada (Paez e Scott, 2004), com setores censitários ou com uma grade regular.

Pereira (2019) traz também um outro problema que tem recebido pouca atenção nos trabalhos de acessibilidade, o problema da unidade temporal modificável (*modifiable temporal unit problem*– MTUP). O autor trabalha com o conceito de oportunidades acumuladas e conclui que a avaliação de acessibilidade é sensível não só ao MAUP, mas também ao MTUP. Nesse sentido, o indicador tempo de equilíbrio emprego-população não é sensível ao MTUP, uma vez que o tempo é o resultado do indicador a ser encontrado, e não uma variável necessária para cálculo da acessibilidade. Porém, futuros trabalhos podem construir outros cenários para a relação de tempo e população. Nesse artigo, foi contabilizado o tempo necessário para que a quantidade de empregos se igualasse a população do bairro, mas pode ser testado, por exemplo, quanto tempo seria necessário para alcançar um número de empregos duas vezes maior que a população.

## 5. CONCLUSÕES

Este artigo traz uma nova perspectiva para a avaliação da acessibilidade. A principal contribuição do indicador proposto é a sensibilidade em relação ao tamanho da população da área a ser avaliada. Ou seja, os níveis de acessibilidade são diferentes para duas áreas com tamanho de população diferente, ainda que acessem a mesma quantidade de oportunidades em um determinado intervalo de tempo.

É conhecido na literatura que cidades Latino Americanas tendem a concentrar oportunidades de empregos em um número pequeno de bairros, geralmente centrais, e com custos de habitação inacessíveis para a população de baixa renda (Hernandez, 2018; ONU Habitat, 2010). Com oportunidades de emprego tão concentradas em áreas centrais, os níveis de acessibilidade calculados a partir de uma fração acumulada de oportunidades ficam menores quanto mais distante uma área está da área central. O tempo de equilíbrio emprego-população pode apontar que alguns bairros, ainda que distantes do centro, acessam uma boa quantidade de emprego em regiões próximas, quando comparado com a sua quantidade de habitantes.

Esse estudo se restringe ao cálculo da acessibilidade dos moradores da cidade do Rio de Janeiro. Para trabalhos futuros, é necessária atenção especial às outras cidades da Região Metropolitana. Concentrando quase 50% da população, as outras 20 cidades da Região Metropolitana abrangem menos de 30% dos empregos formais da metrópole. Assim, possivelmente os moradores dessas cidades estão se deparando com um problema de acessibilidade ainda mais complexo, demandando outras pesquisas sobre o assunto.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boisjoly, G., Moreno-Monroy, A. I., e El-Geneidy, A. (2017) Informality and accessibility to jobs by public transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, 64, 89–96. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.08.005

- Carneiro, M., Toledo, J., Aurélio, M., e Orrico, R. (2019) Espreadimento urbano e exclusão social. Uma análise da acessibilidade dos moradores da cidade do Rio de Janeiro ao mercado de trabalho., *45*(136), 20.
- Cervero, R. (1989) Jobs-Housing Balancing and Regional Mobility. *Journal of the American Planning Association*, *55*(2), 136–150. doi:10.1080/01944368908976014
- Curl, A., Nelson, J. D., e Anable, J. (2011) Does Accessibility Planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. *Research in Transportation Business & Management*, *2*, 3–11. doi:10.1016/j.rtbm.2011.07.001
- El-Geneidy, A., Levinson, D., Diab, E., Boisjoly, G., Verbich, D., e Loong, C. (2016) The cost of equity: Assessing transit accessibility and social disparity using total travel cost. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *91*, 302–316. doi:10.1016/j.tra.2016.07.003
- Geurs, K. T. (2018) Transport Planning With Accessibility Indices in the Netherlands. Apresentado em International Transport Forum Discussion Paper. doi:10.1787/c62be65d-en
- Geurs, K. T., e van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, *12*(2), 127–140. doi:10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
- Hansen, W. G. (1959) How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, *25*(2), 73–76. doi:10.1080/01944365908978307
- Hernandez, D. (2018) Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo. *Journal of Transport Geography*, *67*, 119–125. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.08.017
- Hupkes, G. (1982) The law of constant travel time and trip-rates. *Futures*, *14*(1), 38–46. doi:10.1016/0016-3287(82)90070-2
- IBGE. (2010) *Censo Demográfico 2010*. Obtido de <http://censo2010.ibge.gov.br/>
- Lucas, K. (2012) Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, *20*, 105–113. doi:10.1016/j.tranpol.2012.01.013
- Mello, A., e Portugal, L. (2017) Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: o caso do Brasil. *EURE (Santiago)*, *43*(128), 99–125. doi:10.4067/S0250-71612017000100005
- Mokhtarian, P. L., e Chen, C. (2004) TTB or not TTB, that is the question: a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *38*(9–10), 643–675. doi:10.1016/j.tra.2003.12.004
- Moreno-Monroy, A. I., Lovelace, R., e Ramos, F. R. (2018) Public transport and school location impacts on educational inequalities: Insights from São Paulo. *Journal of Transport Geography*, *67*, 110–118. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.08.012
- Motte, B., Aguilera, A., Bonin, O., e Nassi, C. D. (2016) Commuting patterns in the metropolitan region of Rio de Janeiro. What differences between formal and informal jobs? *Journal of Transport Geography*, *51*, 59–69. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.10.019
- MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. (2016) *Relação Anual de Informações Sociais*. Brasília. Obtido de <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>
- ONU Habitat. (2010) *State of the World's Cities 2010/2011- Cities for All: Bridging the Urban Divide*. Nairobi.
- Pacheco, T. S. (2019) *Moradia, localização e o programa habitacional "Minha Casa Minha Vida" no município do Rio de Janeiro*. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo.
- Paez, A., e Scott, D. M. (2004) Spatial statistics for urban analysis: A review of techniques with examples. *GeoJournal*, *61*, 53–67.
- Pereira, R. H. M. (2019) Future accessibility impacts of transport policy scenarios: Equity and sensitivity to travel time thresholds for Bus Rapid Transit expansion in Rio de Janeiro. *Journal of Transport Geography*, *74*, 321–332. doi:10.1016/j.jtrangeo.2018.12.005
- Pereira, R. H. M., Banister, D., e Schwanen, T. (2017) Distributional effects of transport policies on inequalities in access to opportunities in Rio de Janeiro., 39.
- R Core Team. (2018) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtido de <https://www.R-project.org/>
- SETRANS. (2013) *Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (PDTU/RJ)*. Rio de Janeiro.
- Wang, C.-H., e Chen, N. (2015) A GIS-based spatial statistical approach to modeling job accessibility by transportation mode: case study of Columbus, Ohio. *Journal of Transport Geography*, *45*, 1–11. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.03.015