

# ACESSIBILIDADE A SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO ESTRUTURANTES E EQUIDADE DE SUA EXPANSÃO EM MEGAEVENTOS ESPORTIVOS BRASILEIROS

**Gabriel T. de Oliveira**

**Bernardo Serra**

**Iuri Moura**

**Beatriz Rodrigues**

Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP Brasil

## RESUMO

Este artigo define o indicador PNT Social para mensurar a distribuição entre faixas de renda da acessibilidade a sistemas de transporte estruturantes e a equidade dos impactos advindos da implementação de novos corredores, uma extensão do indicador PNT (*People Near Transit*), definido pelo ITDP (2016). O PNT Social foi aplicado em quatro regiões metropolitanas brasileiras (RMRJ, RMSP, RMBH, RIDE-DF) para avaliar o estado prévio da cobertura espacial e a equidade de impactos promovidos pelas infraestruturas instaladas a ocasião de megaeventos esportivos (Copa do Mundo 2014 e Olimpíadas 2016). Previamente à instalação dos novos sistemas, a população de faixas de renda mais altas era aquela proporcionalmente mais coberta e as infraestruturas instaladas favoreceram a inequidade deste acesso. Ainda que possua certas limitações, o indicador demonstra potencial para nortear um planejamento integrado entre transporte e uso do solo mais inclusivo, priorizando a população de faixas de renda baixas, historicamente menos cobertas pelos sistemas de transporte.

## ABSTRACT

This article defines the Social PNT metric to measure distribution between income levels of accessibility to transit and equity of impacts arising from the implementation of new rapid transit systems. The Social PNT metric is an extension of the PNT (*People Near Transit*) indicator, defined by ITDP (2016). The Social PNT was studied in four Brazilian metropolitan areas (RJMA, SPMA, BHMA, RIDE-DF) to evaluate the previous state of spatial coverage between income levels and the equity of impacts produced by infrastructures installed due to mega sporting events (World Cup 2014 and Olympics 2016). Previously to the new systems installation, highest income groups were proportionally more covered, and infrastructure installed favored the inequity of this access. Although not a panacea, the indicator can be useful to guide a more inclusive integrated transport and land use planning, which prioritizes the portion of the population of lower income levels, historically less covered by transport systems.

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema de transporte público de uma cidade, em especial a rede de média e alta capacidade são as veias de circulação na cidade, por onde se desloca, sobretudo no horário de pico de dias úteis, a maior parte da população. Suas estações são os locais com maior potencial para o desenvolvimento urbano segundo o modelo de desenvolvimento orientado ao transporte sustentável (DOTS) e constituem referências para a população no território.

Está clara assim a importância de mensurar a acessibilidade da rede de transporte de média e alta capacidade de uma cidade. Diversas são as perspectivas para mensurá-la, mas ressalta-se que uma das grandes dificuldades está relacionada à aquisição de dados e sua reprodutibilidade em diversas realidades. Existem por exemplo análises realizadas a partir dos pontos do território que têm mais acesso a empregos ou que podem acessar os locais mais distantes do território a partir de um determinado limite de tempo. Existem por outro lado medidas relacionadas à cobertura espacial da rede existente. O indicador PNT (da sigla em inglês para *People Near Transit*), desenvolvido pelo ITDP (2016), revela a acessibilidade por esta perspectiva e utiliza dados de relativamente simples aquisição, permitindo a comparação de diversas cidades do mundo.

Uma evolução de sua aplicação trata da análise da equidade da distribuição do acesso entre a população de diferentes faixas de renda. Este artigo visa a definir o indicador PNT Social para mensurar o equilíbrio de acesso entre faixas de renda e a equidade de impactos de novas infraestruturas na mesma. A definição é então empregada para analisar o impacto da implementação de infraestruturas entre 2010 e 2015 em 4 regiões metropolitanas brasileiras (RMRJ, RMSP, RMBH e RIDE-DF), que receberam investimentos relacionadas à realização de megaeventos esportivos (Copa do Mundo e, no caso fluminense, dos Jogos Olímpicos).

O artigo se divide como segue: na seção 2 é realizada uma revisão bibliográfica sobre acessibilidade e sobre desenvolvimento orientado ao transporte com ênfase na distribuição equilibrada de moradores de distintas faixas de renda no entorno de estações. Na seção 3, a metodologia de cálculo dos indicadores PNT e PNT Social é estabelecida. Na seção 4, a metodologia é aplicada no estudo de caso e são discutidos os impactos encontrados do ponto de vista da equidade. A seção 5 finaliza com principais conclusões, limitações da pesquisa e possibilidades de estudo futuro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Acessibilidade**

Existem diversas formas de definir e medir a acessibilidade e a opção por uma metodologia específica possui impactos diretos nos resultados das avaliações, principalmente quando se refere à equidade de acesso a serviços urbanos (NEUTENS *et al.*, 2010). Em revisão da literatura, GEURS E WEE (2004) identificaram a recorrência de quatro componentes presentes nas definições de acessibilidade: (i) o uso do solo que corresponde à distribuição da oferta de oportunidades e da demanda no território; (ii) o transporte representado pela desutilidade para vencer determinada distância, resultante da interação entre a oferta de infraestrutura e a demanda de cada passageiro; (iii) as limitações de tempo disponível para cada indivíduo e para aproveitamento de cada oportunidade; (iv) necessidades, habilidades e oportunidades individuais.

Esses componentes possuem inter-relações e impactos mútuos e, idealmente, um indicador de acessibilidade deveria ser capaz de contemplar todos estes aspectos. No entanto, a tarefa de operacionalizar um indicador sintético que contemple a totalidade destes componentes, resultando em uma métrica facilmente interpretável e comunicável é extremamente complexa (GEURS E WEE, 2004; MELLO, 2015). Na prática, pesquisadores e planejadores urbanos acabam optando por diferentes abordagens de mensuração da acessibilidade que contemplam um ou mais componentes explicitadas acima. Na literatura identifica-se diversas formas de classificar essas métricas de acessibilidade (MELLO, 2015). De forma geral, PAPA E BERTOLINI (2015) classificam estes indicadores em medidas: (i) objetivas baseadas na infraestrutura e nível de serviço; (ii) objetivas baseadas em aspectos locacionais; (iii) objetivas baseadas em oportunidades cumulativas; (iv) subjetivas baseadas em aspectos individuais. Nenhuma dessas formas de medição pode ser considerada absolutamente melhor que outra e a opção por uma métrica deve estar adequada ao propósito da análise que se deseja realizar.

Neste artigo iremos tratar de um indicador classificado na categoria de métrica de localização com foco em analisar a acessibilidade ao sistema de transporte para a população em geral e refinar essa avaliação considerando recortes de renda domiciliar *per capita*, para avaliar a equidade da

acessibilidade entre faixas de renda. Apesar de não contemplar grande parte dos componentes de acessibilidade elencados acima, em especial de uma análise direta de acesso a oportunidades, os autores entendem que este indicador permite gerar importantes insumos para avaliar a cobertura da rede de transporte de média e alta capacidade instalada em uma cidade e promover práticas de planejamento integrado de políticas de transporte e uso do solo que considerem a equidade.

## **2.2. Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável**

Disseminado principalmente por meio do livro “*The Transit Metropolis: A Global Inquiry*”, de CERVERO (1998), o conceito de Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) defende o desenvolvimento equilibrado territorialmente nas cidades, capaz de reduzir a necessidade de deslocamento e as distâncias de viagem, promover o acesso equitativo às oportunidades urbanas e estimular a adesão a modos de transporte ativos (caminhada e bicicleta) e coletivos. Neste sentido, evidencia e reforça a importância de um processo de desenvolvimento localizado próximo às estações e rotas de transporte público, mesclando usos complementares (residencial, comercial, serviços, lazer e outros) com um ambiente amigável ao transporte ativo (caminhada e bicicleta) (GOODWILL E HENDRICKS, 2002).

O transporte de média e alta capacidade tem um papel essencial na promoção do DOTS porque permite uma mobilidade urbana altamente eficiente e apoia padrões densos e compactos de desenvolvimento urbano (ITDP, 2014b). A distância de acesso às estações é um dos fatores mais importantes para estimular adesão de potenciais usuários (LEE E CERVERO, 2007). Esta reflete a cobertura espacial de determinado sistema e está relacionada a capacidade do usuário de ser transportado quando e para onde deseje. A presença ou ausência de uma estação junto ao ponto de origem e destino do usuário é fator chave na escolha pela utilização de um serviço e, conseqüentemente, para o sucesso de estratégias de DOTS nas cidades (MOURA, 2014).

## **2.3. Equilíbrio e Equidade de Impactos entre Faixas de Renda**

Já em 1961, Jane Jacobs afirmava que a existência de pessoas de diferentes faixas de renda em um bairro aumenta a vitalidade das ruas, isto é, a quantidade de pessoas de fato utilizando-a em diferentes períodos do dia (JACOBS, 1961). Uma mistura de moradias de diferentes faixas de renda permite que mais pessoas morem perto do trabalho e evita que moradores de faixas de renda mais baixa, maiores usuários do transporte público coletivo, sejam deslocados para áreas periféricas e estimulados a optar pelo transporte motorizado individual (ITDP, 2014b).

É importante perceber que não somente a proximidade ao transporte é suficiente para garantir ao morador o acesso ao mesmo. No caso de habitantes de faixas de renda baixas, a capacidade de pagamento da tarifa pode ser o fator decisivo na decisão modal, o que aponta a importância de medidas como transferência de renda (SEREBRISKY et al., 2009), vale transporte (o que não se aplica no caso de trabalhadores informais) e de bilhetes únicos integrados entre modos.

De acordo com VASCONCELLOS (2006; 2015) os impactos de um sistema de transporte podem ser analisados sob duas óticas: da eficiência – relação entre retorno e recursos – ou da equidade – distribuição equitativa de retornos e recursos. O indicador definido a seguir tem este último foco portando sobre a equidade vertical entre faixas de renda (LITMAN, 2010) e faz coro com outros estudos recentes no tema (OLIVEIRA et al., 2015; PEREIRA, 2016).

Evidências mostram que projetos urbanos, essencialmente ligados aos corredores de transporte segundo o conceito de DOTS, que incorporam o princípio de diversidade de renda são capazes de trazer impactos para as pessoas de mais baixa renda. Em alguns estudos, estas alegaram ter tido melhora em condições habitacionais, segurança, gestão da propriedade, nível de organização social e melhor saúde mental, proveniente do menor estresse. Benefícios econômicos e educacionais, no entanto, não são igualmente conclusivos, tendo sido encontrados em alguns casos e em outros não.

De fato, as interações de pessoas de faixas de renda distintas revelaram-se infrequentes e inconsistentes para a maior parte dos estudos, descartando a hipótese de que as interações entre residentes de diferentes níveis sociais seria o mecanismo primário para a transferência de benefícios. Os estudos revelam também que fatores como gaps entre níveis de renda não muito acentuados e algum grau de homogeneidade cultural são importantes para que a diversidade socioeconômica de fato contribua ao bem-estar social (LEVY *et al.*, 2010).

### 3. METODOLOGIA

O PNT mensura o percentual da população de uma cidade ou região metropolitana que mora a 1 km de estações de transporte de média e alta capacidade (ITDP, 2016). O PNT Social aqui definido pretende mensurar o PNT de cada faixa de renda, isto é, o percentual da população de cada faixa de renda que mora na área de cobertura de estações dos sistemas de transportes considerados. Este indicador permite avaliar o equilíbrio da cobertura entre faixas de renda e a equidade dos impactos da implantação de novos empreendimentos nesta distribuição.

No contexto da definição do PNT, são considerados sistemas de transporte urbano de média e alta capacidade os sistemas que atendem aos requisitos da Tabela 1. É assumido que todos os sistemas que qualificam como sistema de transporte público de média e alta capacidade (*Rapid Transit System* ou RT, na sigla em inglês) possuem nível de serviço comparável e que é razoável acessá-los a distância de 1km - 10 a 15 minutos de caminhada (TRB, 2013).

No caso brasileiro, foram utilizados para o cálculo do PNT os dados do Censo Demográfico 2010, disponíveis na escala do setor censitário. Para o quantitativo de população, foi utilizada a variável V002 da tabela Básico, referente à população de cada setor censitário residente em domicílios particulares permanentes (domicílio particular permanente é um conceito do IBGE e se refere ao domicílio construído a fim de servir exclusivamente para habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas).

Para a estimativa de população dentro de cada Faixa de Renda, foram utilizadas as variáveis V005-V014 da tabela Domicílios Renda, referentes à quantidade de domicílios particulares ocupados de cada setor censitário em cada faixa de renda. As faixas de renda são relativas à renda *per capita* dos habitantes do domicílio. A renda *per capita* é um dos melhores indicativos da real paridade de compra da pessoa e é utilizado no âmbito nacional para a efetivação de políticas sociais nacionais por meio do Cadastro Único (limite de meio salário mínimo *per capita* para poder se inscrever no programa por exemplo). Os intervalos de renda disponíveis na base de dados do IBGE foram agrupados em apenas quatro faixas de renda, para facilitar a comparação de resultados: até ½ SM per capita, de mais de ½ a 1 SM per capita, de mais de 1 a 3 SM per capita, mais de 3 SM per capita.

**Tabela 1.** Definição de Sistemas de Transportes Considerados para Cálculo do PNT

<b>Modos</b>	<b>Critérios para Qualificação como Sistema de Transporte Público Estruturante de Média e Alta Capacidade (<i>Rapid Transit System</i>)</b>
Sistemas de metrô, trens ou qualquer outro sistema de transporte sobre trilhos *	Operação em vias exclusivas no interior de áreas urbanas consolidadas e contínuas. Espaçamento padrão entre as estações menor do que 5 km, excluindo corpos hídricos. Cobrança da tarifa em bilheteria fora das composições. Intervalos menores que 20 minutos em ambas direções, pelo menos entre 6h e 22h. Carros projetados para priorizar a capacidade de transporte sobre a disponibilidade de assentos.
BRT e VLT urbanos	Obtenção de classificação mínima de “Básico”, conforme requisitos do Padrão de Qualidade de BRT (ITDP, 2014a).
Sistemas de barcas **	Intervalos menores que 20 minutos em ambas direções, pelo menos entre 6h e 22h.
Faixas dedicadas e corredores de ônibus convencionais, bondes em tráfego misto, sistemas de transporte especiais coletivos e individuais (paratransito)	Não qualificados como sistemas de transporte de média e alta capacidade.

\* Os critérios aplicados aos sistemas sobre trilhos visam desconsiderar sistemas de trens de subúrbio dos EUA e alguns trens metropolitanos brasileiros, sobretudo alguns presentes no Nordeste e alguns ramais do RJ, em que o intervalo entre composições é alto (ex: ramal de Belford Roxo no Rio de Janeiro: 20 min. entre composições) ou em que as cidades não são conurbadas, o que evidenciaria uma região metropolitana espalhada.

\*\* Sistemas de barcas analisados apenas na cidade do Rio de Janeiro.

### 3.1. Etapas de cálculo

O PNT é calculado com a utilização de um sistema de informação geográfica (SIG, disponível em *softwares* como ArcGIS ou QGIS), através dos passos descritos a seguir:

Etapa 1. Obtenção dados e malha de setores censitários e de sistemas estruturantes de transporte público de média e alta capacidade

- São importados os dados cartográficos e demográficos dos setores censitários provenientes do IBGE (2016). Os dados cartográficos são plotados em um mapa e é calculada a área de cada setor. Os dados demográficos devem ser armazenados para posterior manipulação.
- São mapeadas todas as estações de média e alta capacidade que atendam aos requisitos da Tabela 1, para então também serem adicionadas ao mapa.

Etapa 2. Interseção entre área de cobertura do sistema de transporte de média e alta capacidade RT e malha de setores censitários (conceito de rácio)

- É feito um *buffer* com raio de 1 km a partir de cada estação. É importante não sobrepor áreas referentes a pontos distintos, o que implicaria em dupla contagem de população residente. Para isso deve-se mesclar os buffers que possuem sobreposições utilizando a ferramenta "dissolver";
- É feita a interseção entre o *shapefile* dos setores censitários e o *shapefile* de área de cobertura do sistema de transportes, referente ao *buffer* de 1km. Para cada setor censitário contemplado integral ou parcialmente dentro do *buffer* de 1km, a área proveniente dessa interseção é então calculada.
- É dividida a área interseccionada pela área total de cada setor censitário, encontrando assim a porcentagem de cada setor presente no *buffer*, denominada rácio.

$$rt_i = \frac{\text{area inters.}}{\text{area orig.}}$$

Onde:

$rt_i$  é o rácio (de 0 a 1) do setor censitário  $i$  contido dentro do buffer de 1 km definido a partir das estações do sistema de transporte considerado.

- d. A tabela com os rácios dos setores censitários é exportada e o mesmo é atrelado em planilha Excel aos registros dos setores contendo os dados demográficos.

### Etapa 3. Obtenção do indicador PNT

- a. Para obtenção do PNT, o rácio é multiplicado pelo valor da população de cada setor censitário, para se determinar a população de cada setor censitário presente dentro do raio de 1 km. A população dentro do raio de 1 km a partir das estações de média e alta capacidade é obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{pop}_{1\text{km}} = \sum_i^{\text{SEE}} \text{pop}_i * rt_i$$

Onde:

$\text{pop}_i$  é a população residente em domicílios particulares permanentes, representada pela variável V002 da tabela Básico do Censo Demográfico 2010, no setor censitário  $i$

- b. O valor do PNT é o percentual encontrado a partir da divisão da soma de todos os valores de população dos setores censitários dentro do raio de 1 km pelo valor total da população da área analisada, quer seja cidade ou região metropolitana.

$$\text{PNT} = \frac{\text{pop}_{1\text{km}}}{\text{pop}_{\text{tot}}} = \frac{\sum_i^{\text{SEE}} \text{pop}_i * rt_i}{\sum_i^{\text{SEE}} \text{pop}_i}$$

### Etapa 4. Obtenção do indicador PNT Social

- a. Para obtenção do PNT Social, o rácio é multiplicado para cada setor censitário pelo dado de domicílios particulares existentes para 4 faixas de renda domiciliar *per capita* (FR), agrupadas a partir das variáveis originais: FR de 0 a ½ salários mínimos, FR de ½ a 1 salários mínimos, FR de 1 a 3 salários mínimos e FR de mais que 3 salários mínimos.
- b. O total de domicílios particulares para cada faixa de renda dentro do raio de 1 km a partir das estações de média e alta capacidade é dado pela seguinte fórmula:

$$\text{dom}_{X, 1\text{km}} = \sum_i^{\text{SEE}} \text{dom}_{X, i} * rt_i$$

Onde:

$\text{dom}_{X, i}$  é o total de domicílios particulares na faixa de renda domiciliar *per capita*  $FR_X$ , representada pelo agrupamento das variáveis V005 a V014, presentes na tabela Domicílio Renda (DR) do Censo Demográfico 2010.

- c. Para permitir a comparação com o PNT, as quantidades de domicílio são convertidas em quantidades de pessoas a partir das taxas médias de ocupação domiciliares (TMO). São calculadas as TMO tanto dentro do *buffer* de 1 km definido a partir das estações do sistema de transporte considerado ( $\text{TMO}_{1\text{km}}$ ) como do total de domicílios dentro da área urbana considerada ( $\text{TMO}_{\text{tot}}$ ). Para cada escala analisada, as TMO são calculadas a partir da divisão da população obtida no cálculo do indicador PNT pela quantidade de domicílios.

$$\text{TMO}_{1\text{km}} = \frac{\text{pop}_{1\text{km}}}{\text{dom}_{1\text{km}}} \quad \text{e} \quad \text{TMO}_{\text{tot}} = \frac{\text{pop}_{\text{tot}}}{\text{dom}_{\text{tot}}}$$

- d. O valor do PNT Social é o percentual encontrado a partir da divisão entre a população para a faixa de renda analisada presente em 1 km das estações pela população total desta faixa de renda para a área urbana considerada.

$$PNT_X = \frac{pop_{X, 1km}}{pop_{X, tot}} = \frac{dom_{X, 1km} * TMO_{1km}}{dom_{X, tot} * TMO_{tot}}$$

### 3.2. Análise e Limitações

O PNT Social de cada faixa de renda pode ser comparado ao PNT médio da área estudada para se medir o equilíbrio ou desigualdade entre faixas. O impacto de uma nova infraestrutura pode então ser avaliado como o incremento no PNT e no PNT Social e na sua distribuição entre faixas. Este indicador encontra sua relevância em sua alta replicabilidade a partir de dados de demografia e de infraestrutura de transportes existentes em várias cidades do mundo. Além disso, o PNT Social preenche todas as propriedades essenciais destacadas pelas orientações do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, a saber: ele permite subsidiar a tomada de decisão de política pública em diversos níveis, é significativa para o propósito de representar a equidade da distribuição da infraestrutura de transporte em ambiente urbano, se baseia em dados amplamente disponíveis de fontes com credibilidade nacional e internacional (BRASIL, 2012)

No entanto, deve-se considerar algumas limitações básicas. O uso de um *buffer* de 1 km não permite considerar a topografia, existência de barreiras urbanas e especificidades da malha de ruas. Portanto, a distância real e o tempo de deslocamento podem ser maiores que 1 km e que o intervalo de 10 a 15 minutos. Este indicador não permite considerar condições de microacessibilidade e a qualidade e capacidade de carregamento dos serviços de transporte ofertado. O método de cálculo considera que a população de cada setor censitário está distribuída uniformemente em sua área (densidade populacional constante) e não contabiliza evoluções demográficas por restrição de dados relativos ao censo demográfico coletados apenas decenalmente, dificultando a avaliação do progresso em intervalos de tempo menores. Em termos de análise, o PNT não consegue analisar a distribuição de oportunidades próximas ao transporte público estruturante, o que permitiria melhor correlacionar com destinos por ele acessíveis, fator importante na escolha modal (HERTZ, 2015).

## 4. APLICAÇÃO METODOLÓGICA

### 4.1. Contexto

O processo acelerado de urbanização no Brasil foi marcado por grandes concentrações de população e conurbações que resultaram na formação de cidades metropolitanas desde os anos 1970 (SANTOS, 1993). Essa expansão do espaço urbano para além das fronteiras municipais gera desafios de gestão e governança principalmente no tocante às funções públicas de interesse comum (FPICs). As FPICs correspondem a políticas públicas ou ação nelas inseridas cuja realização por parte de um município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em municípios limítrofes (BRASIL, 2015). Assim como o saneamento e o uso do solo, a mobilidade urbana é considerada uma das FPICs centrais por sua influência estruturante da dinâmica metropolitana (IPEA, 2014).

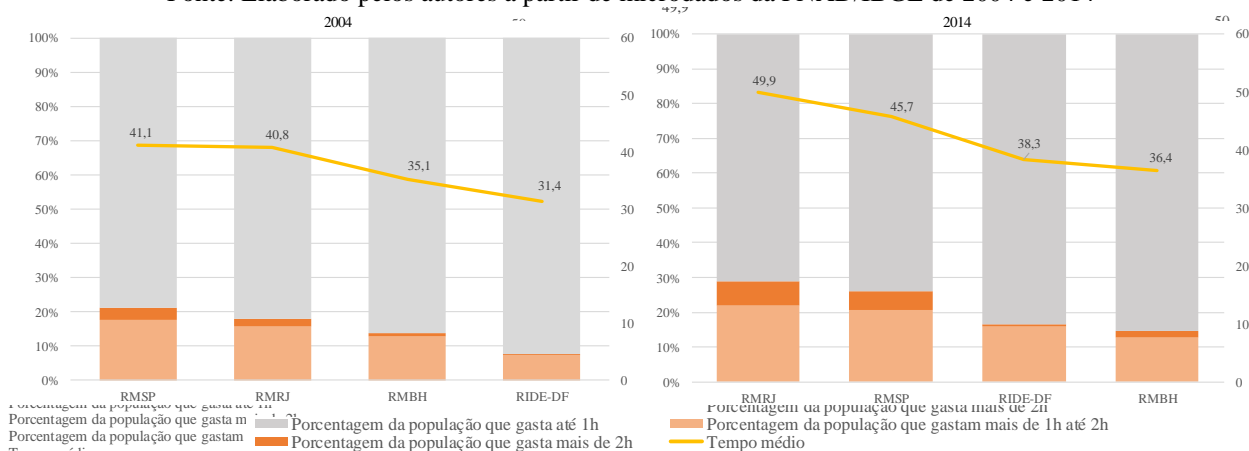
Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE (PNAD) apontam que o tempo médio e a porcentagem de pessoas que levam mais de 1 hora em deslocamento casa-trabalho tiveram aumento contínuo nas regiões metropolitanas durante os anos 2000 (RODRIGUES, 2015). Essa deterioração das condições de mobilidade resulta de diversos fatores entre os quais destacam-

se a expansão do espaço urbano com crescimento de áreas periféricas e manutenção de um padrão organização territorial que concentra as oportunidades de emprego em áreas centrais, bem como a insuficiência de investimentos em infraestrutura de transporte público de massa.

Este artigo foca seus esforços em analisar as Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (RMBH), Rio de Janeiro (RMRJ), São Paulo (RMSP) e a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF). Estas regiões representam cerca de 21% da população brasileira e fazem parte das dez regiões que são monitoradas anualmente através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em termos de mobilidade, entre 2004 e 2014, observa-se um aumento contínuo do tempo médio (+5,5 minutos) e da porcentagem de população que leva mais de uma hora no deslocamento casa-trabalho nessas regiões (+6,3 pontos percentuais).

**Figura 1:** Tempo médio de deslocamento casa-trabalho nas regiões consideradas entre 2004 e 2014

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de microdados da PNAD/IBGE de 2004 e 2014



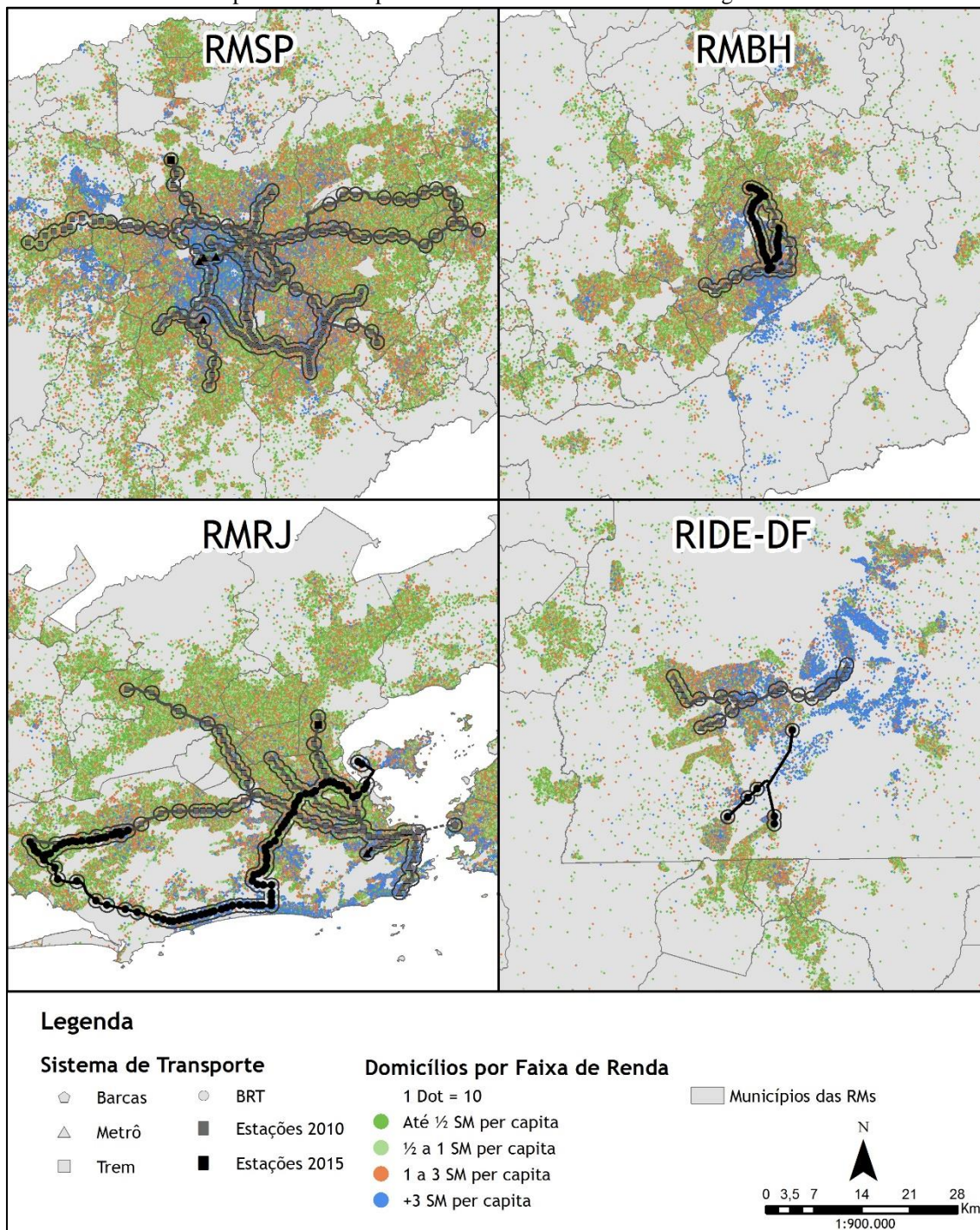
No contexto de investimentos para a Copa do Mundo de 2014 e para os Jogos Olímpicos 2016 foram implementados alguns sistemas de transporte nas áreas em estudo, havendo outros ainda em implantação. Foi analisado o impacto dos sistemas que foram implementados a partir de 2010 e que já se encontravam em operação no final de 2015, isto é:

- RMRJ: 81 km de BRT (52 km BRT TransOeste + 39 km de BRT TransCarioca);
- RMBH: 23,1 km de BRT (14,7 km BRT MOVE Antônio Carlos + 7,1 km BRT MOVE Cristiano Machado + 1,3 km BRT MOVE Área Central);
- RIDE-DF: 36,2 km de BRT (36,2 km BRT Expresso DF Sul);
- RMSP: Nenhum sistema novo, apenas estações intermediárias em sistemas já existentes e expansão pontual da Linha 4 - Amarela.



**Figura 2:** Distribuição da população por faixa de renda e cobertura da rede de transporte estruturante nas RMs analisadas.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de microdados do Censo Demográfico/IBGE de 2010



## 4.2. Resultados e Análises

O PNT e o PNT Social para as quatro faixas de renda estudadas foram mensurados para as áreas analisadas e sua distribuição se encontra na Tabela 2.

**Tabela 2:** PNT e PNT Social em 2010 e 2015 para as Áreas de Estudo

Escopo	Ano	PNT	PNT Social				
			Disparidade (pp) entre FR mais alta e mais baixa	FR 0 a meio SM	FR meio a 1 SM	FR 1 a 3 SM	FR mais 3 SM
<b>RMRJ</b>	2010	23%	20	17%	19%	26%	38%
	2015	28%	25	22%	24%	32%	47%
	<b>Δ 2010-2015 (pp)</b>	<b>+5</b>	<b>+5</b>	<b>+5</b>	<b>+5</b>	<b>+6</b>	<b>+9</b>
<b>RMSP</b>	2010	19%	23	15%	15%	21%	38%
	2015	19%	24	15%	16%	21%	39%
	<b>Δ 2010-2015 (pp)</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
<b>RMBH</b>	2010	8%	12	5%	6%	11%	17%
	2015	14%	20	8%	10%	18%	28%
	<b>Δ 2010-2015 (pp)</b>	<b>+6</b>	<b>+8</b>	<b>+3</b>	<b>+4</b>	<b>+7</b>	<b>+11</b>
<b>RIDE-DF</b>	2010	11%	18	5%	8%	12%	23%
	2015	12%	18	6%	8%	13%	24%
	<b>Δ 2010-2015 (pp)</b>	<b>+1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>

### 4.2.1. Impactos em termos de PNT

Em relação ao PNT, cabe notar que em 2010 a RMRJ era aquela que possuía a maior parte de sua população dentro de 1km de estações de transporte público de média e alta capacidade (23%), seguida da RMSP (19%), RIDE-DF (11%) e RMBH (8%).

Com a implementação dos sistemas entre 2010 e 2015, as RMBH e RMRJ se destacam com os maiores incrementos respectivos de 6 e 5 pontos percentuais da população residente a 1km das estações de transporte público de média e alta capacidade. Considerando que na RMBH a extensão de sistema implementado corresponde a aproximadamente um quarto daquela no caso fluminense, pode-se inferir que a escolha do traçado abrangeu áreas mais densamente povoadas. Esta mesma conclusão pode ser tirada no caso do Distrito Federal: apesar da implantação de 36,3 km de BRT, o incremento foi apenas residual (1pp), dado o alto espraiamento da ocupação urbana. No caso de São Paulo, considerando que as estações foram abertas em áreas centrais, essencialmente cobertas dentro de 1km de sistemas previamente existentes, o incremento foi nulo. A RMRJ continua em primeiro lugar na cobertura (28%), seguida ainda da RMSP (19%), mas a RMBH (14%) passou a RIDE-DF (12%).

Ressalta-se que os níveis de abrangência da rede de transporte de média e alta capacidade aparecem bem baixo em níveis absolutos, mostrando que ainda há muito para avançar no sentido de garantir a expansão da cobertura do transporte de média e alta capacidade nestes espaços metropolitanos. No entanto, neste momento, a falta de parâmetros e dados de outras regiões do mundo impede qualquer avaliação mais avançada.

#### 4.2.2. Impactos em termos de PNT Social

Em relação ao PNT Social, nos ativemos à análise da disparidade entre a cobertura da população na faixa de renda mais alta (mais de 3 SM *per capita*) e a faixa de renda mais baixa (até ½ SM *per capita*). No *ranking* da desigualdade, a RMSP aparece em 2010 em primeiro lugar, com uma diferença de 23 pp entre o PNT da faixa de renda mais alta e o da faixa de renda mais baixa; RMRJ vem em segundo lugar com 20 pp de disparidade, seguido por RIDE-DF (18 pp) e RMBH (12 pp).

Com as infraestruturas instaladas, nota-se nos casos da RMBH, RMRJ e RMSP que houve uma evolução positiva entre 2010 e 2015 em relação à variável de disparidade. Isto indica que, considerando a população da cidade, as estações implementadas cobrem mais as parcelas mais ricas, proporcionalmente.

No caso da RMBH este acréscimo pode ser explicado pela chegada do corredor na área central de Belo Horizonte, mais densa e mais rica se comparada ao restante da metrópole. Deve-se ressaltar que a chegada do corredor de transporte público com prioridade à área central é certamente importante para aumentar a acessibilidade em áreas de maior concentração de oportunidades e efetivar a diminuição do tempo de viagem para seus passageiros.

No caso da RMRJ o aumento possui relações com a chegada de ambos os corredores na Baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, uma área com relativa alta concentração de parcelas mais ricas da população. O BRT TransOeste, apesar de atender áreas da extrema Zona Oeste com maior incidência de população de faixas de renda baixa, passa também por vazios urbanos pouco densos.

No caso da RMSP, é importante notar que as estações inauguradas se situam majoritariamente em bairros de maior poder aquisitivo, tendo contribuído negativamente para o equilíbrio de acesso entre faixas. Na RIDE-DF, a inexistência de estações no Plano Piloto provavelmente manteve a contribuição do BRT como nula no que se refere à disparidade: todas as faixas apresentaram aumento equivalente no PNT Social de 1 pp.

Por fim, observa-se uma mudança no *ranking* da disparidade de acesso em 2015, no qual a RMRJ ocupa a primeira colocação com a maior diferença entre faixas de renda (25 pp de disparidade), seguida pela RMSP (24 pp), RMBH (20 pp) e RIDE-DF (18 pp). Cabe ressaltar também que os sistemas foram majoritariamente implantados nos municípios-núcleos das respectivas regiões metropolitanas, porém não foram analisadas aqui as diferenças de impactos entre os mesmos e o restante de municípios que as compõe.

## 5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A integração entre políticas de transporte e uso do solo desde a etapa do planejamento de novas infraestruturas e sistemas de transportes de média e alta capacidade é essencial para a promoção de um padrão de mobilidade mais sustentável que gere menos impactos ambientais ao mesmo tempo em que promova maior acesso às oportunidades e maior inclusão social.

Esta pesquisa definiu um indicador para mensurar o equilíbrio de cobertura espacial do sistema de transporte e a equidade do impacto de novas infraestruturas de transporte entre faixas de renda, o PNT Social. O indicador mensura para cada faixa de renda o percentual da população que está a

1km das estações de transporte público de média e alta capacidade. Ele foi empregado para avaliar, em quatro regiões metropolitanas brasileiras (RMRJ, RMSP, RMBH e RIDE-DF), a distribuição da cobertura entre faixas de renda e o impacto na mesma advindo da instalação de infraestruturas entre 2010 e 2015 dentro do processo de investimentos relacionados a megaeventos esportivos (Copa do Mundo 2014 e Olimpíadas 2016, no caso fluminense).

Na RMRJ, RMBH e RIDE-DF as infraestruturas instaladas até o final de 2015 corresponderam a sistemas de BRT. No caso da RMSP, houve a inauguração de algumas estações em sistemas sobre trilhos já existentes.

Se antes já havia uma alta disparidade de cobertura entre faixas de renda em todas as regiões estudadas, foi constatado que, para três delas, o incremento obtido com a instalação dos sistemas privilegiou populações de faixas de renda mais altas, em especial no caso da RMRJ e RMBH. No caso da RIDE-DF, houve um equilíbrio do aumento de PNT Social equivalente para todas as faixas de renda. Para a RMSP, as estações abertas estão localizadas em bairros com maior incidência de pessoas de níveis de renda altos. Com o método proposto, de fácil replicabilidade, obteve-se resultados qualitativamente similares aos obtidos na pesquisa de PEREIRA (2016) sobre a equidade de impactos na acessibilidade experimentada no Rio de Janeiro com a expansão de sua rede de transporte.

Embora tenha sido constatado que o impacto não foi equitativo, ou seja, não privilegiou a cobertura de populações de faixas de renda mais baixa e que mais utilizam o transporte público, é importante notar que todos os sistemas analisados conectam áreas de menor desenvolvimento econômico aos polos concentradores de emprego. No caso do Rio de Janeiro, pesquisa recente demonstrou que, com a abertura do BRT TransCarioca, a população mais beneficiada quanto a tempo de viagem e acesso a novas oportunidades foi a população de menor renda (OLIVEIRA *et al.*, 2015). O planejamento de novos corredores de transporte público estruturante deve levar em conta o perfil da população coberta de forma a favorecer um transporte mais inclusivo.

Acredita-se que o PNT Social pode ser utilizado para direcionar recursos, mas devem ser levadas em conta suas limitações. O PNT não consegue analisar a distribuição de oportunidades próximas ao transporte público estruturante, fator importante na escolha modal, o que permitiria melhor correlacionar com os destinos por ele acessíveis. Provavelmente o PNT não é apropriado para cidades pequenas e densas, que são capazes de prover um alto grau de acessibilidade e mobilidade sem sistemas de transporte estruturantes. Nestas cidades, viagens curtas podem ser facilmente acomodadas por caminhada, bicicleta e serviços de transporte coletivo locais.

Em termos de pesquisas futuras, sugere-se manter um monitoramento contínuo dos impactos dos sistemas ainda em implementação ou sistemas similares implementados em outras regiões metropolitanas, assim como complementar essa análise – que se baseia na origem das viagens com estudos sobre localização de destinos – com uma comparação entre oferta de emprego no território em relação à rede de transporte. Sugere-se igualmente que sejam concebidas metodologias automáticas de processamento de dados por meio de *scripts* em Python ou R para possibilitar sua reprodução em maiores escalas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. (2012) Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Indicadores - Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública. Secretaria de Orçamento Federal. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. 1ª Edição. Brasília.
- BRASIL. (2015) Lei nº 13.089. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União.
- CERVERO, R. (1998) *The Transit Metropolis: A Global Inquiry*. Washington, D.C.: Island Press.
- GEURS, K., T, e WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* 12 (2004) 127–140.
- GOODWILL, J; HENDRICKS, J. (2002) *Building Transit Oriented Development in Established Communities*. CUTR, Tampa, FL, USA.
- HERTZ, D. (2015) When It Comes to Transit Use, Destination Density Matters More Than Where You Live. Disponível em: <<http://cityobservatory.org/>>. Acessado em: 11 jul. 2016.
- IBGE (2016) Dados demográficos e cartográficos Censo 2010. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/>> e <<ftp://geofp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 de jun. 2016
- IPEA (2014) Funções públicas de interesse comum nas metrópoles brasileiras: transportes, saneamento básico e uso do solo. Brasília. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/>>. Acesso em: 15 de jul. 2016
- ITDP (2014a). Padrão de Qualidade de BRT – versão 2014. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/padrao-de-qualidade-brt/>>. Acesso em: 10 set. de 2016.
- ITDP (2014b). Padrão de Qualidade de TOD – versão 2.0. Disponível em: <<http://itdpbrasil.org.br/padrao-de-qualidade-tod/>>. Acesso em: 10 set. de 2016.
- ITDP (2016). *People Near Transit Worldwide*. No prelo.
- JACOBS, J. (1961) *Morte e Vida de Grandes Cidades*, 3rd ed. Martins Fontes, São Paulo.
- LITMAN, T. (2010) *Evaluating Transport Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning*. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/equity.pdf>>. Acesso em: 5 set. de 2015.
- LEE, R., e CERVERO, R. (2007) *The Effect of Housing Near Transit Stations on Vehicle Trip Rates and Transit Trip Generation*. University of California, Institute of Urban and Regional Development.
- LEVY, D., McDADE, Z., DUMLAO, K. (2010) *Effects from Living in Mixed-Income Communities for Low-Income Families - A Review of the Literature*.
- MELLO, A., J., R. (2015) *A Acessibilidade ao Emprego e sua Relação com o a Mobilidade e o Desenvolvimento Sustentáveis: o Caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2015.
- MOURA, I. B. (2014) *BRT TransOeste: análise de indicadores espaciais visando à mobilidade e o desenvolvimento urbano sustentáveis*. Dissertação do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental. PUC-Rio. Rio de Janeiro.
- NEUTENS, T., SCHWANEN, T., DE MAEYER, F. W. P. (2010) Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and Planning A*, volume 42.
- OLIVEIRA, G., MOURA, I., ROCHA, J. (2015) *Análise da equidade de impactos do BRT TransCarioca na Mobilidade de Usuários com Diferentes Níveis de Renda*
- PAPA, E. e BERTOLINI, L. (2015) Accessibility and Transit-Oriented Development in European metropolitan areas. *Journal of Transport Geography* Volume 47, July 2015, Pages 70–83.
- PEREIRA, R. (2016) Apresentação ministrada para ITDP Brasil em 5 de julho de 2016. Rio de Janeiro.
- RODRIGUES, J. M. (2015) Condições de mobilidade urbana e organização social do território. In Ribeiro, L. C. de Q. *Rio de Janeiro: transformações na ordem urbana: 287-319*. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Metrópoles.
- SEREBRISKY, T., GÓMEZ-LOBO, A., ESTUPIÑÁN, N., MUÑOZ-RASKIN, R. (2009). Affordability and Subsidies in Public Urban Transport: What Do We Mean, What Can Be Done? *Transp. Rev.* 29, 715–739. doi:10.1080/01441640902786415
- SANTOS, M. (1993) *A urbanização Brasileira*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo
- TRB (2013). *Quality of Service Concepts*, in: TCRP Report 165: Transit Capacity and Quality of Service Manual. Washington DC.
- VASCONCELLOS, E. A. (2006). *Transporte e meio ambiente: Conceitos e informações para análise de impactos*. São Paulo: Ed. do autor, 2006.
- VASCONCELLOS, E. A. (2015). *Curso ministrado para ITDP Brasil em 5 de junho de 2015*. Rio de Janeiro.