



Center for Studies on Inequality and Development

Texto para Discussão Nº 114 – Outubro 2016

Discussion Paper No. 114 – October 2016

Uma análise dos custos da mobilidade urbana no Brasil

Guilherme SzczerbackiBesserman Vianna (UFF)

Danielle Carusi Machado (UFF)

UMA ANÁLISE DOS CUSTOS DA MOBILIDADE URBANA NO BRASIL

Guilherme SzczerbackiBesserman Vianna

Danielle Carusi Machado

Universidade Federal Fluminense

Universidade Federal Fluminense

RESUMO

O presente artigo pretende estimar o percentual do PIB perdido em deslocamentos para cada uma das nove regiões metropolitanas brasileiras presentes na PNAD (Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba, Belém, Salvador, Recife e Fortaleza), além do município de Brasília. Através da análise de matrizes de correlação, busca-se conectar o percentual do PIB perdido em deslocamentos com o IFDM (Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal) e seus diferentes fatores, mostrando assim a ligação entre mobilidade urbana e bem-estar social. A partir de uma modelagem econométrica, estimou-se por MQO, o efeito do percentual do PIB perdido em deslocamentos sobre as diferentes dimensões do IFDM, considerando impactos diferenciados ao longo do tempo. Os resultados indicam alta correlação entre a mobilidade urbana e o bem-estar social quatro anos após o cálculo do índice de mobilidade, especialmente na área de saúde.

ABSTRACT

The present article estimates the percentage of lost GDP commuting in nine metropolitan regions in Brazil (São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba, Belém, Salvador, Recife e Fortaleza), according to the PNAD research (National Survey by sample household) and the county of Brasilia. Using the correlation function, it is sought to connect the percentage of lost GDP commuting and the IFDM (Firjan Index of County Development), including it's different factors, showing the connection between urban mobility and welfare, through it's different dimensions. We also use ordinary least square to estimate a regression of the lost GDP in commuting and the IFDM. The result indicates a high correlation between urban mobility and social welfare four years after the calculus of mobility index, particularly in health dimension.

Palavras – chave: mobilidade urbana; bem-estar social; congestionamento; economia urbana; Brasil.

Key words: urban mobility; welfare; commuting time; urban economics; Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um tema que vem ganhando destaque em todo o mundo, em especial no Brasil. Com o adensamento de grandes cidades, surgem várias economias de escala, mas também alguns problemas, tais como o aumento do tempo de deslocamento médio de habitantes metropolitanos, em especial para os que moram nas periferias. Diversos estudos, como Gomide (2003), Pero e Mihessen (2012), ONU (2013) e Vianna e Young (2016), mostram como a mobilidade urbana afeta a vida das pessoas, seja por seus efeitos econômicos (como perda de tempo e dificuldades com logística), pessoais (como stress e dores no corpo), sociais (devido à desigualdades que os problemas de mobilidade geram) ou ambientais (como a poluição do ar e o uso excessivo de combustível fóssil). Nesse contexto, uma parte da preocupação recai em mensurar os custos econômicos dos problemas de mobilidade urbana, mas uma análise mais completa dos custos decorrentes da imobilidade urbana incorpora também as outras dimensões envolvidas.

Na literatura específica de cômputo do custo da imobilidade urbana, podemos agrupar três conjuntos de metodologias tendo em vista à complexidade de mensuração das variáveis envolvidas e das possíveis relações existentes entre elas: 1) com base em estimativas do custo de oportunidade do tempo perdido e dos custos ambientais (combustível utilizado e, em alguns trabalhos, custo de acidentes); 2) com base em estimativas do peso morto “*deadweightloss*”, ou seja, na perda de eficiência econômica, que ocorre quando o equilíbrio na oferta de um bem ou serviço não é alcançado, decorrente do tempo excessivo perdido em

trânsito; e3) com base na produção sacrificada ou seja, o que deixa de ser produzido na economia devido ao tempo perdido nos deslocamentos.

Os dois últimos métodos são mais simples, porém costumam subestimar os custos totais dos congestionamentos por considerarem apenas uma dimensão de análise. A complexidade de cada pesquisa também depende das estatísticas utilizadas. Alguns estudos possuem dados como o percentual sobrecarregado de cada via enquanto outros usam apenas o tempo médio perdido em deslocamentos para converter em renda.

Este artigo estudará problemas de mobilidade urbana em 10 áreas de estudo (AEs): RM (Região Metropolitana) de São Paulo (RMSP), RM do Rio de Janeiro (RMRJ), RM de Belo Horizonte (RMBH), RM de Porto Alegre (RMPOA), RM de Fortaleza, RM de Salvador, RM de Recife, RM de Curitiba, RM de Belém e Brasília, contemplada apenas pelo Distrito Federal. Essas regiões foram escolhidas por serem os locais considerados como metrópoles pela PNAD. O trabalho possui três objetivos: estimar o percentual do PIB perdido nas áreas estudadas (AEs) devido ao tempo de deslocamento ao trabalho e relacionar esses resultados com outros índices de bem-estar já existentes.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na segunda seção, iremos fazer uma revisão da literatura, apresentando os diferentes trabalhos realizados na área e suas metodologias. Em seguida, vamos apresentar nossa metodologia, que será a conhecida como “produto sacrificado”, já utilizada em outros trabalhos, mas não com essa abrangência temporal dentro das regiões metropolitanas brasileiras. Na seção quatro, vamos apresentar os resultados encontrados, que inclui a busca de correlacionar o PIB perdido em deslocamento com o bem-estar nas metrópoles brasileiras. Por fim, as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Custos econômicos e ambientais da mobilidade urbana

Um dos trabalhos mais completos na área é fornecido pelo Texas A&M Transportation Institute (SCHRANK ET AL, 2015) que publica anualmente os custos da mobilidade urbana para todas as cidades dos EUA. A cada ano, são estudadas duas variáveis: o tempo excessivo gasto em deslocamentos e a quantidade excessiva de combustível utilizada. Para estimar esses valores, são utilizados a taxa de ocupação de cada via e o número de veículos em cada distância, discriminando os carros conforme o nível de gasolina emitido.

No último levantamento, em 2014, estima-se que os EUA perderam aproximadamente 160 bilhões de dólares, a maioria em áreas metropolitanas, com problemas de trânsito, o que representava cerca de 1% do PIB do país. Esse percentual se manteve constante ao longo dos últimos anos (SCHRANK ET AL, 2015).

Já para a cidade de Auckland, na Nova Zelândia, Wallis (2013) calculou os custos totais de congestionamento incluindo os custos de acidentes e os danos dos transportes ao meio ambiente. A metodologia usada nesse trabalho se baseou na diferença entre o tempo médio gasto em viagens e aquele que seria observado caso as vias de acesso funcionassem em sua capacidade plena. Os resultados indicaram perdas entre US\$0,7 bilhão e US\$1 bilhão no ano de 2001, que representavam de 3% a 4% do PIB local.

No Brasil, a FIRJAN (2014) calculou que a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) perdeu R\$69,8 bilhões em 2013 devido a problemas de mobilidade urbana, o equivalente a 7,8% do PIB metropolitano; e a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) perdeu R\$29 bilhões, ou 8,2% do PIB da região. Para realizar essas estimativas, foram incluídos nas

contas dados de gastos de congestionamentos e combustíveis, além do custo do tempo perdido para os trabalhadores.

Usando um modelo econométrico conhecido como EGC, que é capaz de capturar abrangentes impactos econômicos através de relações de causalidade, Haddad e Vieira (2015) estimaram que a RMSP perdeu 394 milhões de reais em 2010 no curtíssimo prazo (sem os efeitos de aglomeração e com os estoques de capital exógenos), mas essas perdas aumentam para R\$9,4 bilhões no curto prazo (que incorpora os efeitos de aglomeração via alterações na acessibilidade) e R\$27,1 bilhões no longo prazo (onde os estoques de capital são endógenos, mas os estoques de residência e a localização das moradias são fixos). Esses resultados representam 0,19%, 4,19% e 12,89% do PIB local.

Esses trabalhos possuem diferentes metodologias entre si, o que gera um problema para comparar os resultados encontrados. Ademais, questionamentos podem ser realizados, visto que procuram encontrar o custo total das deficiências de mobilidade urbana, mas nenhum trabalho é capaz de incluir todas as variáveis. Por exemplo, muitas vezes custos de acidentes ou o impacto de problemas de transporte no comércio local não são levados em conta (LITMAN, 2014).

2.2. Deadweight loss

Este método é o mais comum quando o objetivo é estabelecer um valor mínimo para as perdas necessárias com mobilidade urbana. No Canadá, foi feita uma estimativa de quais seriam os “níveis aceitáveis de congestionamento”, sendo comparada com os resultados observados na realidade. Estimou-se uma perda total de 3 bilhões de dólares canadenses em 2007, sendo 70% das perdas observadas em Montreal e Toronto, as maiores áreas metropolitanas do país (LINDSEY, 2007). Para a Austrália, calculou-se que houve um gasto de 11,06 bilhões de dólares australianos em 2005 (BTRE, 2005).

Prud'homme (1998) mediu os custos de congestionamento para Paris em 1991, com o objetivo encontrar o peso morto no local devido aos problemas de mobilidade. Dessa forma, foram analisadas as diferenças entre o que era gasto em tempo e combustível durante diferentes períodos do dia e o que seria gasto com uma livre circulação. Os resultados indicam perdas entre 1,5% e 2% do PIB naquele ano. Para Londres, Prud'homme e Bocarejo (2005) compararam o tempo de deslocamento no centro da cidade antes e depois da aplicação de um pedágio urbano no local, em 2002. No primeiro período, eram perdidos 0,11% do PIB municipal e, depois, 0,03%. Esse artigo é diferente de Wallis (2013) e Schwrank et al (2015) por observar apenas os custos diretos da mobilidade, ao invés de incluir as externalidades ambientais na análise.

Este método tem como vantagem o fato de sua realização ser mais simples. Isso permite comparação com outros estudos que realizam a mesma metodologia, além de possibilitar uma análise de qual seria o cenário ideal (apenas com os deslocamentos mínimos necessários). No entanto, os resultados observados dessa maneira são subestimados, visto que não incluem o impacto dos transportes em diversas variáveis que podem ser afetadas pelo sistema.

2.3. Produto sacrificado

O método da produção sacrificada consiste em multiplicar o salário hora de cada região pelo tempo médio de deslocamento do local. Costuma ser utilizado para tornar possível a conversão do tempo perdido em deslocamentos para valores monetários. Na Espanha, Domenech (2008) calculou o tempo médio de deslocamento de casa para o trabalho em 2001 e transformou os resultados em renda através do salário médio de cada região. Além disso, foram observadas diferenças nos resultados para grupos de diferentes características: no total, homens levam em

média 4 minutos a mais em relação as mulheres para ir e voltar do trabalho; pessoas com algum tipo de deficiência física demoram 2 minutos a mais do que quem não possui; e quem usa transporte público demora 3,7 minutos a mais em seus deslocamentos do que quem usa o transporte privado. Desse modo, apurou-se que, em 2002, 3,5% do PIB foi perdido em deslocamentos no país. A região de Madrid foi a mais prejudicada, com uma perda total de 4,5% de seu PIB.

No Brasil, a FIRJAN (2015) calculou, através do mesmo método, os custos de deslocamento em 39 regiões metropolitanas do país nos anos de 2011 e 2012. No total, os custos foram equivalentes a 4,3% do PIB dessas regiões, em 2011, e 4,4%, em 2012. A RMRJ foi a que teve os piores resultados, perdendo o equivalente a 5,5% de seu PIB em 2011 e 5,7% do PIB em 2012. Young et al (2013) realizam a mesma conta para os municípios do Rio de Janeiro, em 2010. Foi encontrada uma perda total de 4,9% do PIB na RMRJ contra 1,7% no interior do estado. Vianna e Young (2016) usam a mesma metodologia para todo o Brasil no ano de 2010. Segundo o estudo, no ano, o Brasil perdeu 2,6% de seu PIB em deslocamentos. A RM mais prejudicada foi a de Belém, com perdas equivalentes a 4,8% de seu PIB.

Dentre os três grupos metodológicos apresentados, esta é a mais simples. Não entram no cálculo os custos de externalidades relacionadas ao meio ambiente, nem são estudados diferentes cenários supondo evoluções no sistema de transporte, além de não considerar diversos outros efeitos da mobilidade no bem-estar dos habitantes urbanos, como o estresse. Por isso, os resultados também são subestimados – mesmo considerando que nem toda a produção sacrificada em mobilidade poderia ser convertida em renda. Por basear-se em aproximações, essa estimativa também possui outra deficiência: utilizam-se médias salariais e médias de tempos de deslocamentos para calcular o tempo perdido em cada região, o que descarta as desigualdades que existem entre os tempos perdidos em deslocamento. No entanto, a metodologia é a mesma em diversos estudos, permitindo comparações.

2.4. Relação entre mobilidade urbana e bem-estar social

Para relacionar a mobilidade urbana e as capacitações, na RMSP, Maciel et al (2015) construíram uma medida de bem-estar baseada na abordagem das capacitações, com dados do Censo 2010 (IBGE) e compararam os resultados de cada município com um índice de mobilidade urbana, de acordo com as estatísticas de tempo de deslocamentos. Mostrou-se que os municípios com pior qualidade de vida são os mesmos que possuem os piores índices de mobilidade.

Outra forma de medir como a mobilidade é capaz de afetar os indivíduos é através de funções de correlação. Young et al (2013) observaram as correlações entre o tempo de deslocamento em municípios do estado do Rio de Janeiro (através de dados do Censo 2010) com os índices de emprego e de educação disponibilizado pela FIRJAN (IFDM – Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, que mede anualmente diferentes variáveis de bem-estar em todos os municípios do país. As correlações foram de 0,36 entre o tempo de deslocamento observado e o emprego, e -0,66 entre o tempo de deslocamento e a educação.

3. METODOLOGIA

Iremos seguir a metodologia do produto sacrificado, de acordo com o realizado por Domènech (2008), Young et al (2013), FIRJAN (2015) e Vianna e Young (2016). Esta análise será estendida para incluir um período de dez anos, o que permite ver a evolução das perdas em um passado recente no país. Para o cálculo, utilizamos o tempo médio de deslocamento para o trabalho de cada região (os cálculos realizados tomam como base as respostas para a pergunta existente no questionário da PNAD: “Quanto tempo levava para ir do domicílio em que

morava até o local desse trabalho?”). Estes números foram multiplicados por 230 (número médio de dias úteis em um ano) e divididos por 60 (convertendo os minutos em horas). Em seguida, este resultado foi multiplicado pelo rendimento hora de cada local, também extraído das PNADs de 2001 a 2014, com exceção de 2010, de maneira a obter o PIB per capita perdido em deslocamentos em cada área estudada. Ao multiplicar o resultado pela população ativa encontramos o total perdido por ano em deslocamentos para cada área de estudo. Posteriormente, o valor total será dividido pelo PIB da área no período para encontrarmos o percentual do PIB perdido com deslocamentos em cada local.

Para facilitar a visualização, nessa parte dividimos as áreas estudadas (AEs) em quatro grupos, de acordo com a população de cada local em 2014: Grupo 1 (acima de 10 milhões de habitantes): RM do Rio de Janeiro (RMRJ) e RM de São Paulo (RMSP), Grupo 2 (entre 4 e 10 milhões de habitantes): e RM de Belo Horizonte (RMBH) e RM de Porto Alegre (RMPOA), Grupo 3 (entre 3 e 4 milhões de habitantes): RM de Salvador, RM de Fortaleza e RM de Recife e RM de Curitiba e Grupo 4 (entre 2 e 3 milhões de habitantes): RM de Belém e RM de Brasília.

Apesar das limitações já apontadas dessa metodologia, conseguimos comparar todas as áreas estudadas, e, portanto, perceber quais são as localidades mais problemáticas. Ademais, três pressupostos foram levantados: (i) regiões mais populosas possuem mais vantagens decorrentes da divisão do trabalho, e, por isso, tendem a um maior bem-estar; (ii) populações maiores dificultam o deslocamento e, portanto, regiões mais populosas tendem a possuir maiores tempos de deslocamento médio de seus habitantes; e, (iii) problemas de mobilidade urbana prejudicam o bem-estar das metrópoles.

Portanto, para analisarmos a relação entre mobilidade e o bem-estar social usaremos duas estratégias: 1) análise da correlação entre o percentual do PIB perdido e um índice de bem-estar social (IFDM e seus fatores); 2) análise econométrica que investiga a relação entre o percentual do PIB perdido e o IFDM (Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal) e seus coeficientes de saúde e educação, além do PIB per capita e a população de cada local.

O IFDM é um índice que busca medir o bem-estar dos municípios brasileiros através de estatísticas de renda e emprego, saúde e educação. Sua utilização nesse trabalho se justifica porque é o único índice de bem-estar que possui dados em todos os anos entre 2005 e 2013 no Brasil. Para encontrar o IFDM de cada região metropolitana e seus coeficientes, serão utilizados os resultados de cada município pertencente à região, ponderados por suas respectivas populações.

Por isso, na primeira estratégia, analisamos a correlação entre o percentual do PIB perdido e os indicadores de bem-estar em um mesmo ano até a correlação entre o percentual do PIB perdido com os índices de bem-estar anos depois. A ideia é mostrar que um sistema deficiente de mobilidade pode acarretar em problemas para o bem-estar em períodos posteriores - o custo de oportunidade do tempo perdido em deslocamentos ou a acessibilidade limitada a diferentes locais podem reduzir a produtividade de um indivíduo, sendo capaz de produzir impactos de longo prazo. Más condições no transporte oferecido e a poluição existente podem gerar problemas de saúde em anos posteriores.

Na segunda estratégia, iremos estimar os modelos apresentados nas equações (1, 2, 3 e 4), com a intenção de mostrar como o percentual do PIB perdido é capaz de afetar o IFDM e seus fatores 4 anos após sua observação, conforme mostrado a seguir:

$$\text{IFDM}_{t+4} = \alpha + \beta_1 \% \text{PIBP}_t + \beta_2 \text{PIBP}/C_t + \beta_3 \text{POP}_t + \beta_4 \text{IFDM}_t + \varepsilon_t \quad (\text{eq.1})$$

$$\text{IFDMS}_{t+4} = \alpha + \beta_1 \% \text{PIBP}_t + \beta_2 \text{PIBP}/C_t + \beta_3 \text{POP}_t + \beta_4 \text{IFDM}_t + \varepsilon_t \quad (\text{eq.2})$$

$$IFDME_{t+4} = \alpha + \beta_1 \%PIBP_t + \beta_2 PIBP/C_t + \beta_3 POP_t + \beta_4 IFDM_t + \varepsilon_t \text{ (eq.3)}$$

$$IFDMR_{t+4} = \alpha + \beta_1 \%PIBP_t + \beta_2 PIBP/C_t + \beta_3 POP_t + \beta_4 IFDM_t + \varepsilon_t \text{ (eq.4)}$$

Onde:

$\%PIBP_t$ = Percentual do PIB perdido em deslocamentos no ano t;

$PIB P/C_t$ = PIB per capita dividido por 1.000 no ano t;

POP_t = População metropolitana dividida por 1.000.000 no ano t;

$IFDM_t$ = Índice Firjan de desenvolvimento municipal no ano t;

$IFDM_{t+4}$ = Índice Firjan de desenvolvimento municipal no ano t+4;

$IFDMS_{t+4}$ = Índice Firjan de desenvolvimento municipal fator saúde no ano t + 4;

$IFDME_{t+4}$ = Índice Firjan de desenvolvimento municipal fator educação no ano t + 4;

$IFDMR_{t+4}$ = Índice Firjan de desenvolvimento municipal fator renda no ano t + 4.

$\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ são parâmetros a serem determinados e ε o termo de erro que segue uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Como a amostra é limitada, optou-se pela comparação em t+4 por ser a amostra com maior defasagem (o que permite verificar como a mobilidade urbana afeta o bem estar em anos posteriores) com o maior número de variáveis possível, pois os dados do percentual do PIB perdido estão disponíveis de 2001 até 2012 e o IFDM de 2005 até 2013, permitindo a comparação em 9 períodos diferentes (2001-2005 até 2009-2013). A escolha do MQO também ocorreu em função da necessidade de preservar o maior número de observações possível.

Ao utilizar o IFDM e seus fatores em conjunto com sua variação quatro anos depois, pode-se sugerir um problema de autocorrelação. No entanto, utilizamos o IFDM como fator de controle para o período t+4, e mesmo com esses problemas os resultados são significativos. Optamos por manter os resultados estimados por MQO ao invés de apresentar os estimados por MQG.

Mostramos a relação que existe entre os custos associados à mobilidade urbana, descritos pelo percentual do PIB perdido, e diferentes indicadores de bem-estar social registrados no longo prazo (registrados para os 4 anos posteriores), controlando para o total da população e o nível de atividade econômica (incluindo as variáveis de população e de PIB per capita). Os indicadores de bem estar social são o IFDM, o IFDME, o IFDMS e o IFDMR. Os três últimos captam diferentes fatores do índice de desenvolvimento municipal, portanto, diferentes dimensões de bem-estar social.

4.RESULTADOS

4.1.Valor total perdido com deslocamentos

Na Tabela 1, apresentam-se os valores totais perdidos no tempo de ida e volta ao trabalho nos anos de 2001 e 2014 e as variações do período, além da variação do PIB de 2001 a 2012. Os valores mais altos de renda perdida com tempo de deslocamento ocorrem em locais de maior renda. No entanto, é importante observar como os resultados mudam ao longo do tempo. A RMRJ e a RMSP (as duas maiores metrópoles do Brasil) são responsáveis por 42,7% do total perdido em tempos de deslocamentos no país e 85,8% do total perdido nas RMs. Dessa forma, percebe-se a importância do tempo perdido nos dois locais, que possuem 25% do PIB nacional e 59% do PIB das RMs, valores inferiores a participação destas metrópoles nas perdas em congestionamentos observadas.

Para todas as regiões metropolitanas, observa-se que houve um aumento maior no percentual do PIB perdido em deslocamentos no período entre 2001 e 2012 do que no aumento do PIB, mostrando que os problemas de mobilidade urbana são crescentes no país. Já o município de

Brasília obteve crescimento do PIB (189%) um pouco maior que o crescimento do percentual do PIB perdido com deslocamentos (172%) no período. Para o total das áreas estudadas, o PIB per capita e o percentual do PIB perdido em deslocamentos variaram, respectivamente, 104% e 179% entre 2001 e 2012.

Tabela 1 - Renda total perdida devido ao tempo de deslocamento em 2001 e 2014 (em milhões de R\$ de 2014)

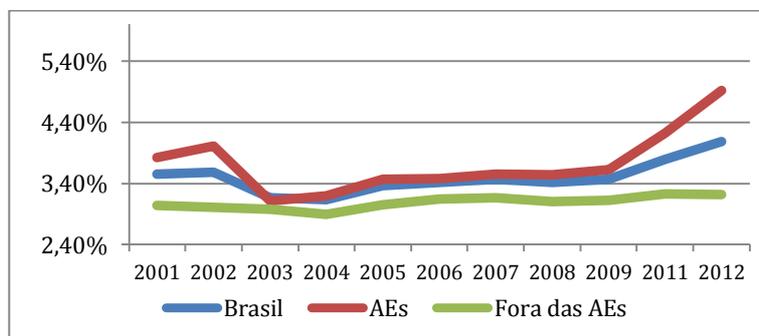
Região	2001	2012	2014	Δ 2001-2012	Δ 2001-2014	Δ PIB2001-2012
RM de Belém	646,69	2.597,07	2.848,03	302%	340%	119%
RM de Fortaleza	1.241,27	3.719,72	3.687,21	200%	197%	151%
RM de Recife	1.404,67	3.150,52	4.712,43	124%	235%	110%
RM de Salvador	1.486,10	4.803,37	5.534,59	223%	272%	49%
Norte/Nordeste	4.741,87	14.356,63	16.805,15	203%	254%	94%
RM de Curitiba	1.985,13	5.061,11	5.880,43	155%	196%	118%
RMPOA	2.731,57	5.461,52	6.417,27	100%	135%	67%
Sul	4.747,74	10.305,19	12.098,03	117%	155%	87%
RMBH	2.675,40	8.757,26	9.642,47	227%	260%	86%
RMRJ	9.404,40	23.573,32	38.007,92	151%	304%	92%
RMSP	17.772,38	56.313,80	67.563,21	217%	280%	107%
Sudeste	28.247,03	82.342,17	107.533,09	192%	281%	100%
Brasília	1.933,92	5.266,59	7.571,51	172%	292%	189%
AEs	35.245,51	98.201,34	123.059,46	179%	249%	104%
Fora das AEs	37.172,84	86.003,06	115.441,71	131%	211%	106%
Brasil	76.261,45	190.747,86	247.153,30	150%	224%	105%

Fonte: IBGE. Nota: Os valores foram convertidos para valores de 2014 através do IPCA.

4.2. Evolução do percentual do PIB perdido com deslocamentos para o trabalho

Analisando o valor perdido em deslocamentos para o trabalho como proporção do PIB podemos comparar melhor as diferentes áreas estudadas. No Gráfico 1, podemos verificar que a média do percentual perdido em deslocamentos nas AEs era semelhante ao perdido no Brasil entre 2003 e 2008 (entre 3% e 3,5%). A partir de 2009, esse valor cresce 1,38 p.p. em 4 anos, chegando em 4,9%, enquanto o total brasileiro cresceu menos da metade (0,67 p.p.), com perdas de 4% de seu PIB devido ao tempo de deslocamento de seus habitantes. Em contrapartida, as perdas fora das AEs permanecem estáveis durante quase todo o período, com perdas entre 3% e 3,2% de seu PIB devido ao tempo perdido em deslocamentos.

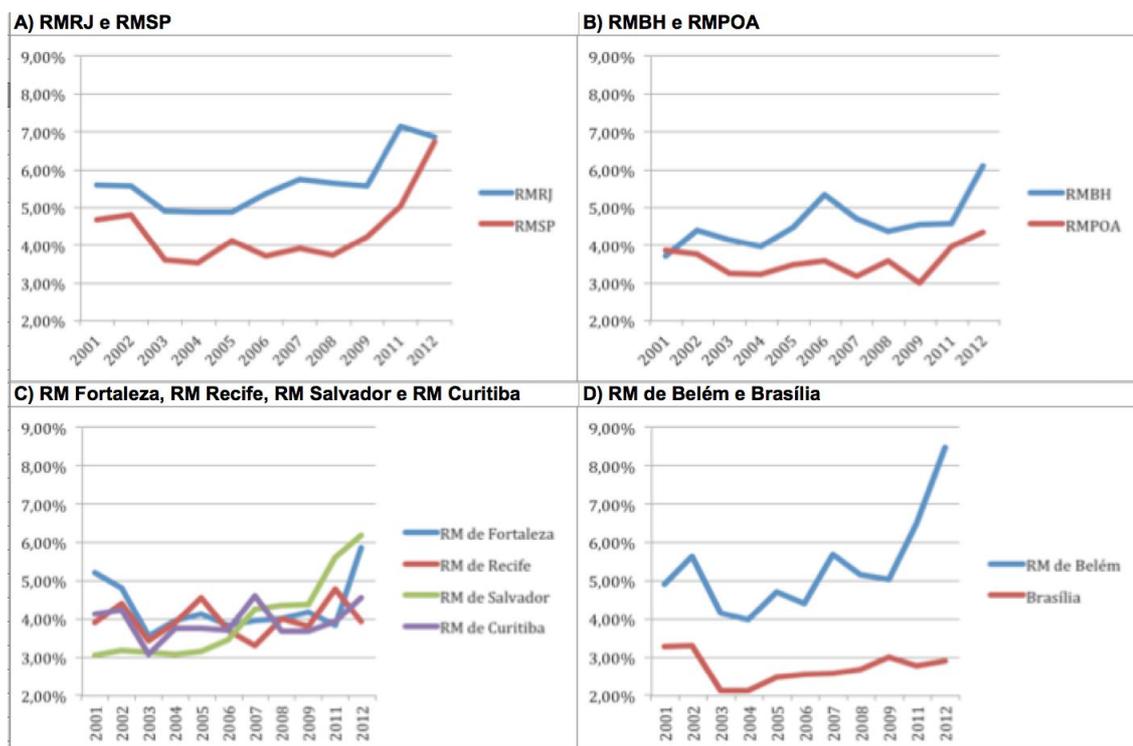
Gráfico 1 – Percentual do PIB perdido com tempo de deslocamento para o trabalho



Fonte: PNADs. Nota: A disponibilidade dos dados do PIB até 2012, a série se restringe a 2001-2012.

No Gráfico 2, observamos a evolução do percentual do PIB perdido com deslocamentos em cada área estudada, de acordo com a divisão apresentada na metodologia.

Gráfico 2 - Percentual do PIB perdido com tempo de deslocamento para o trabalho



Fonte: PNADs. Nota: A disponibilidade dos dados do PIB até 2012, a série se restringe ao período 2001-2012.

Na comparação entre a RMRJ e a RMSP é interessante observar que a primeira apresenta resultados piores durante todo o período estudado (variando entre 4,8% e 7,1% do PIB). No entanto, a RMSP, cujas perdas variaram entre 3,0% e 5,0% do PIB entre 2001 e 2011, apresentou aumento de 1,7 p.p. entre 2011 e 2012, chegando a perdas em função de deslocamentos equivalentes à 6,7% de seu PIB, enquanto a RMRJ apresentou queda de 0,2 p.p. (o que resultou em 6,9% do PIB perdido em função de deslocamentos em 2012), o que aproximou os resultados das duas regiões.

Em 2001, o valor perdido na RMBH (3,7%) e na RMPOA (3,9%) era basicamente o mesmo. Porém, nos últimos anos, verificam-se aumentos maiores nos percentuais do PIB perdido em deslocamentos observados para a RMBH, sobretudo no último ano, com aumento de 1,5 p.p. (chegando a perdas equivalentes à 6,1% de seu PIB), enquanto na RMPOA o aumento foi de 0,4 p.p. e perdas de 4,3% do seu PIB devido à deslocamentos em 2012.

A RM de Salvador era a AE que possuía menores perdas em proporção ao PIB devido à deslocamentos (3,0%). No entanto, desde 2008, é a que apresenta piores resultados dentro de seu grupo de comparação (RM de Fortaleza, RM de Recife e RM de Curitiba), com variações no período entre 4,4 p.p. e 6,2 p.p. do PIB perdido em deslocamentos. Comportamento oposto foi observado na RM de Fortaleza, que obteve queda nos resultados apresentados entre 2001 (5,2%) e 2011 (3,8%). Entretanto, apenas entre 2011 e 2012, a RM apresentou aumento de 2 p.p. nas suas perdas e pela primeira vez obteve resultados piores que em 2001 (5,9%).

Outra observação interessante é o comportamento de Brasília (a única área que não abrange toda sua RM observada), pois permanece praticamente estável, entre 2,1% (valor observado em 2003) e 3,3% (valor observado em 2001) durante o período analisado. Se os dados da PNAD permitissem a análise de toda a RM, os resultados seriam diferentes, pois os resultados em suas periferias devem ser piores. Já a RM de Belém apresenta os piores resultados do

Brasil em 2012 (8,5%), após aumento de 2p.p. em apenas um ano. Esses resultados são alarmantes, principalmente porque a RM de Belém é apenas a 13^a mais populosa do país.

Os dados mostram que os problemas também estão fora do eixo Rio-São Paulo, que detém a maior parte da concentração urbana. Exemplos são o comportamento da RM de Salvador que, em todos os anos entre 2007 e 2011 (com valores entre 4,2% e 5,6%), apresentou resultados mais elevados que a RMSF (com valores entre 3,9% e 5%); e a RM de Belém, que possui os piores resultados nacionais em 2012 (8,5%). É difícil encontrar explicações para as variações entre 2011 e 2012, visto que os resultados são os últimos disponíveis para o percentual do PIB perdido, e algumas das metrópoles estavam realizando obras para a Copa do Mundo de 2014 (a RM de Belém foi a única área estudada que não teve estádio na competição). De qualquer modo, a grande variação dos resultados no período indica a fragilidade do sistema de transporte no Brasil. Após a realização das obras, esperam-se resultados mais estáveis ao longo do tempo.

4.3. Correlação entre percentual do PIB perdido com deslocamentos e bem-estar

A Tabela 2 mostra a correlação entre o percentual do PIB perdido com deslocamentos e os índices de bem-estar elegidos (PIB P/C, IFDM, IFDMS e IFDME). Os dados mostram a correlação entre as variáveis em um mesmo ano até a correlação entre o percentual do PIB perdido em um ano e o índice de bem-estar 4 e 8 anos depois, no intuito de captar efeitos de mais longo prazo.

A correlação negativa entre os fatores indica que um maior percentual do PIB perdido em deslocamentos, ou seja, maiores problemas de mobilidade urbana indicam piores resultados no bem-estar. Segundo o coeficiente de correlação de Pearson, há correlação fraca quando o valor observado está entre 0,3 e 0,5 positivo ou negativo e correlação moderada quando o valor está entre 0,5 e 0,7 positivo ou negativo. Entre 4 e 8 anos após o %PIBP observado, quando as correlações são mais altas, há correlação moderada entre o PIB per capita e o percentual do PIB perdido (-0,54 em t+4 e t+8) e correlação fraca, ou bem próximo desse resultado, entre o IFDM de saúde e o percentual do PIB perdido (-0,28 em t+4 e -0,34 em t+8). Embora as outras correlações sejam menos significantes, os resultados mais altos para todas elas ocorrem entre os períodos t+4 e t+8.

Quando analisamos a correlação entre o percentual do PIB perdido, o PIB per capita e os indicadores de bem-estar dentro das AEs ao longo do tempo, os resultados apontam para uma correlação positiva no mesmo ano de análise – possivelmente porque melhorias nas condições de renda levam a uma maior aquisição de automóveis e um conseqüente aumento no tráfego de veículos. Porém, ao longo do tempo, essa correlação se torna negativa para quase todas as AEs, o que evidencia a relação entre bem-estar e mobilidade urbana, seguindo o resultado encontrado acima. Por outro lado, quando comparado os tempos de deslocamento com os índices citados, em um mesmo ano, se observa uma correlação positiva, e esse efeito se mantém ao longo do tempo. Isto indica que as AEs que apresentam maior tempo de deslocamento possuem melhores índices de saúde, educação e PIB per capita, além de maiores perdas em deslocamentos em relação ao PIB, como pode ser observado na Tabela 3.

Esses resultados estão de acordo com as hipóteses levantadas: as metrópoles brasileiras com maiores populações tendem a ser mais desenvolvidas, pois possuem maiores vantagens decorrentes da divisão do trabalho (além de receberem mais imigrantes de locais mais pobres). No entanto, suas populações tendem a possuir maiores problemas para se mover, visto que há a uma necessidade maior de deslocamento de indivíduos. Essas hipóteses justificam uma correlação positiva entre o tempo de deslocamento e os índices de bem-estar. Em contrapartida, os problemas de mobilidade urbana geram diversos outros problemas na

qualidade de vida das pessoas, o que justifica correlações negativas entre o percentual do PIB perdido com deslocamentos e os índices de bem-estar – ainda que percentual do PIB perdido com deslocamentos e tempo de deslocamento sejam variáveis correlacionadas.

Tabela 2 - Correlação entre percentual do PIB perdido e bem-estar

	σ^2	N
Correl (%PIBP _t , PIBP/C _t) = -0,31	1,29*	110
Correl (%PIBP _t , PIBP/C _{t+4}) = -0,54	1,71*	70
Correl (%PIBP _t , PIBP/C _{t+8}) = -0,54	2,44*	30
Correl (%PIBP _t , IFDM _t) = -0,05	0,04	70
Correl (%PIBP _t , IFDM _{t+4}) = -0,19	0,04	80
Correl (%PIBP _t , IFDM _{t+8}) = -0,19	0,05	50
Correl (%PIBP _t , IFDMS _t) = -0,24	0,04	70
Correl (%PIBP _t , IFDMS _{t+4}) = -0,28	0,04	80
Correl (%PIBP _t , IFDMS _{t+8}) = -0,34	0,04	50
Correl (%PIBP _t , IFDME _t) = 0,07	0,04	70
Correl (%PIBP _t , IFDME _{t+4}) = -0,12	0,04	80
Correl (%PIBP _t , IFDME _{t+8}) = -0,18	0,05	50

Fonte: PNADs. Nota: * - valor dividido por 1.000.

Tabela 3 - Correlação entre tempo de deslocamento e diversos índices

Estatística	Correlação no período		
	t	t+4	t+8
%PIBP	0,46	0,44	0,33
PIB P/C	0,24	0,19	0,20
IFDM	0,48	0,50	0,57
IFDMS	0,25	0,30	0,31
IFDME	0,61	0,62	0,65

Fonte: PNADs.

4.4. Relação entre mobilidade urbana e bem-estar social

Por último, podemos analisar de forma mais detalhada a partir das especificações econométricas propostas na metodologia a relação entre o percentual do PIB perdido em deslocamentos e o IFDM quatro anos depois, com a finalidade de mostrar que a mobilidade urbana é capaz de afetar o bem-estar dos indivíduos. Os resultados são significativos e apresentados na Tabela 4.

O R2 das regressões são altos (0,89, 0,81, 0,92, 0,35) pois as variáveis explicadas (IFDM_{t+4}, IFDMSt_{t+4}, IFDME_{t+4} e IFDMR_{t+4}) são próximas do IFDM_t. Ainda que não estejam sendo comparados no mesmo ano, há uma grande influência do IFDM_t no seu valor (e de seus fatores) quatro anos depois. O percentual do PIB perdido em deslocamentos aparece como variável significativa negativa para o IFDM (-0,9), para o IFDMS (-3,1). Para o IFDMR, seu resultado também é negativo (-1,1), porém os resultados não são significantes. Já para a educação, o coeficiente estimado para o percentual do PIB perdido é significativo e positivo (1,47). Isto está associado ao fato de que em regiões onde o problema de mobilidade é maior, ou seja, onde o percentual do PIB perdido é maior, o IFDM associado à educação é maior. Tudo mais constante, as regiões com maiores problemas de mobilidade também são as que

têm maior desenvolvimento educacional. Faz sentido, à medida que quanto maior a escolaridade, mais pessoas estão propensas a ingressar no mercado de trabalho comparativamente a uma região onde existam menos pessoas com mais escolaridade.

Tabela 4 - Resultados das especificações econométricas

Variável	Eq. (1) IFDM _{t+4}	Eq. (2) IFDMS _{t+4}	Eq. (3) IFDME _{t+4}	Eq. (4) IFDMR _{t+4}
PIB P/C _t	-0,001* (0,0003)	-0,002*** (0,0007)	0,002*** (0,0006)	-0,002*** (0,0007)
%PIBP _t	-0,896** (0,3597)	-3,091*** (0,7406)	1,467** (0,6125)	-1,062 (0,6712)
POP _t	0,002*** (0,0006)	0,001 (0,0011)	0,005*** (0,0009)	0,001 (0,0011)
IFDM _t	0,711*** (0,0752)	1,261*** (0,155)	0,858*** (0,1281)	0,12* (0,1403)
Constante	0,281*** (0,0495)	0,0782 (0,102)	-0,0383 (0,08427)	0,802*** (0,0924)
Observações	50	50	50	50
R ²	0,896	0,812	0,915	0,347

Erros-padrão entre parêntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

A variável %PIBP_t é negativa e significativa a 95% na regressão que busca explicar o IFDM_{t+4}. O resultado indica que um aumento de 1% no %PIBP_t reduziria em 0,009 o IFDM_{t+4}. Portanto, *ceteris paribus*, é esperado que os aumentos no percentual do PIB perdido em deslocamentos nos últimos anos em RMs como Belém e Recife afetem negativamente o índice de bem estar dessas metrópoles. Ao comparar o %PIBP_t com o IFDMS_{t+4}, encontra-se um resultado significativo a 99% e um valor mais alto para a relação entre as variáveis. Um aumento de 1% no %PIBP_t, *ceteris paribus*, reduz em 0,031 o IFDMS_{t+4}, o que demonstra a relação entre mobilidade urbana e saúde.

Embora também apresente relação negativa (com valor de -1,06), os resultados para mostrar a os impactos do %PIBP_t no IFDMR_{t+4} não são significantes em 90%. Para a regressão com o IFDME_{t+4}, encontra-se valor positivo (1,47) e significativo a 95% para o %PIBP_t, o que indica que um aumento nos congestionamentos levaria a melhorias na educação de um local.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da nossa análise inferimos que há perdas significantes decorrentes dos problemas de mobilidade urbana. Nas AEs, desde 2009, o percentual do PIB perdido em deslocamentos vem aumentando progressivamente, o que mostra resultados preocupantes. Também se observa que o percentual do PIB perdido não é uma medida relacionada somente com o trânsito, pois, por exemplo, a RM de Belém é a que possui o pior resultado para o país em 2012 (8,5%), apesar de ser apenas o sétimo pior tempo de deslocamento no ano (33,3 minutos). Entre 2011 e 2012, foram observados aumentos muito grandes no percentual do PIB perdido para algumas metrópoles, como a RMSP (variação de 1,7 p.p.) e Fortaleza (variação de 2p.p.), possivelmente em função de obras para a realização da Copa do Mundo de 2014.

Ademais, existe correlação negativa entre o percentual do PIB perdido em cada AE e índices de bem-estar relacionados ao PIB, à saúde e à educação, sobretudo no período entre 4 e 8 anos após o percentual do PIB perdido observado, o que sugere que melhorias na oferta de mobilidade de uma metrópole pode melhorar seu bem-estar em anos posteriores. Além disso, também há uma relação entre o percentual do PIB perdido em deslocamentos e o IFDM quatro anos depois. Os resultados indicam que a relação de causalidade mais forte é entre o %PIBPt e o IFDMSt+4, mas também observa-se relação negativa e significativa entre o %PIBPt e o IFDMt+4, mostrando que a mobilidade urbana afeta negativamente o bem-estar.

Agradecimentos

Os autores agradecem as sugestões recebidas de pareceristas anônimos do Congresso da ANPET, de Carlos Eduardo Young e de Emanuel Oliveira Boff. Agradecemos o apoio financeiro do Edital Cnpq Universal 485377/2013-6 e da CAPES. Agradecemos igualmente os participantes do IV Seminário CEDE/UFF de 2016.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOMENÈCH, M.G. **Cuanto Cuesta Ir Al Trabajo? El Coste En Tiempo Y En Dinero. Documentos de Economía “La Caixa”**. 2008. Disponível em: http://www.diarioinformacion.com/media/documentos/2009-01-01_DOC_2008-10-02_19_35_48_informalacaixa.pdf. Acesso em: 17 jan. 2016.
- FIRJAN (Org.) **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Humano – IFDH – 2005-2013**. Rio de Janeiro, FIRJAN. 2015.
- FIRJAN (Org.) **Os Custos Da (I)Mobilidade Nas Regiões Metropolitanas Do Rio De Janeiro e São Paulo**. 2014. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014EC051E736421F&inline=1>. Acesso em 17 jan. 2016
- GOMIDE, A. **Transporte Urbano e Inclusão Social: Elementos Para Políticas Públicas**. Texto para discussão no 960 – IPEA. Brasília. 2003.
- HADDAD, E., VIERA, R. **Mobilidade, Acessibilidade e Produtividade: Nota Sobre a Valoração Econômica Do Tempo De Viagem Na Região Metropolitana De São Paulo**. 2015. Disponível em: http://www.usp.br/nereus/wpcontent/uploads/TD_Nereus_08_2015.pdf. Acesso em 17 jan. 2016
- LINDSEY, C.R. **Congestion Relief: Assessing The Case For Road Tolls In Canada**. CD Howe Institute commentary no.248.2007.
- ONU (Org.) **Planning And Design For Sustainable Urban Mobility. Global Report on Human Settlements**. 2013. Disponível em: <http://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/> Acesso em: 7 mai. 2015.
- PERO, V., MIHESSEN, V. **Mobilidade Urbana e Pobreza no Rio de Janeiro**. 2012. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/PDE2011_Valeria.pdf. set. 2012. Acesso em: 30 out. 2013
- PRUD’HOMME, R. **Road Congestion Costs In The Paris Area**. Paper prepared for the 8th World Conference on Transportation Research. Antwerp. 1998.
- PRUD’HOMME, R., BOCAREJO, J.P. **The London Congestion Charge: A Tentative Economic Appraisal**. PIARC Seminar on Road Pricing with Emphasis on Financing, Regulation and Equity. Cancun, Mexico. 2005.
- SCHRANK D, T ET AL. **TTIs 2015 Urban Mobility Report**. Texas Transportation Institute. 2015. Disponível em: <http://d2dtl5nnlprf0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/mobility-scorecard-2015.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2016.
- Vianna, G.S.B.; **A relação entre mobilidade urbana e bem estar através da abordagem das capacitações. Dissertação de mestrado**. PPGE – UFF. 2016.
- YOUNG, C.E.F., AGUIAR, C., POSSAS, E. **Sinal Fechado: Custo Econômico Do Tempo De Deslocamento Para O Trabalho Na Região Metropolitana Do Rio De Janeiro**. 2013. Disponível em: <http://www.revistaeconomica.uff.br/index.php/revistaeconomica/article/view/70> . Acesso em: 7 mai. 2015.