

Estudo e previsão de demanda do transporte urbano coletivo público na Região Metropolitana de São Paulo

Alessandro V. M. Oliveira¹

Graduação em Economia (USP, 1994), Mestrado em Transporte Aéreo (ITA, 2000), Livre Docente em Gestão de Marketing (EACH/USP, 2008) e PhD em Economia (University of Warwick, Inglaterra, 2004). Professor Adjunto do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ITA. Email: alessandro.oliveira@pq.cnpq.br

Daniel Alberto Pamplona

Formado em Ciências Aeronáuticas pela Academia da Força Aérea Brasileira (AFA), com Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica linha de concentração Transporte Aéreo no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Email: pamplonadefesa@hotmail.com

Dilson P. Paulo Filho

Graduação em Bacharelado em Economia pela Universidade de Brasília (1997). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração Financeira. Email: dilsonpfilho@gmail.com



O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um estudo econômico de demanda agregada de passageiros do transporte coletivo urbano na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Por meio de regressão linear, visa quantificar o efeito de variáveis determinantes do movimento total no sistema de transportes, mais especificamente as tarifas e os indicadores de emprego e salários no montante total de viagens. Com essa finalidade, foi levantada uma série de estatísticas públicas, de forma a alimentar os modelos econométricos especificados e estimar as principais elasticidades da demanda no sistema.

O transporte público de passageiros possui a importante função de integrar os diversos espaços urbanos. Ele permite que as pessoas acessem seus locais de trabalho e de lazer e propicia oportunidades de consumo. Dessa forma, o nível e o tipo de serviço prestado afetam o desenvolvimento das diversas atividades econômicas e sociais. Apesar dos avanços ocorridos nas últimas décadas quanto a tecnologia dos veículos, infraestrutura viária, instrumentos de gestão do poder público e modernização de empresas operadoras, o transporte público na cidade de São Paulo ainda enfrenta problemas que comprometem sua qualidade.

1. O autor agradece ao CNPq e à Fapesp pelo apoio financeiro.

O presente trabalho visa contribuir para o planejamento sistêmico do setor de transportes na cidade de São Paulo, uma das regiões mais congestionadas do país e com problemas que geram os mais complexos desafios às autoridades responsáveis. Os estudos de demanda agregada por transportes, do tipo que este estudo visa implementar, podem contribuir para o macroplanejamento do setor, permitindo aos órgãos responsáveis e empresas do setor melhor compreender a evolução do sistema como um todo e tecer estratégias de ação de médio e longo prazo.

O trabalho está organizado da seguinte forma: primeiramente, é apresentada a descrição do caso de estudo, com análise do sistema de transporte coletivo público na RMSP; a seguir, efetua-se o desenvolvimento metodológico do artigo, com detalhamento da modelagem econométrica utilizada, a apresentação e discussão dos resultados das estimações, bem como uma previsão de demanda para todo o sistema para o ano de 2016; por fim, temos a seção conclusiva, com um balanço e apontamento de limitações do trabalho.

O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO PÚBLICO EM SÃO PAULO

Segundo dados da São Paulo Transporte S.A. - SPTrans,² a cidade de São Paulo atende uma demanda média de seis milhões de passageiros transportados por dia útil, com o universo de linhas de ônibus sendo operadas por empresas privadas. Adicionalmente, operam na cidade a Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) e o sistema metropolitano de ônibus, operado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), que cumpre o papel de interligar a capital às cidades da região metropolitana. A tabela 1 apresenta a evolução do tráfego de passageiros do transporte coletivo urbano da RMSP.

Tabela 1
Evolução recente do tráfego de passageiros na Região Metropolitana de São Paulo

Ano	(1)		(2)		(1) + (2)	
	Sistema sobre pneus (SPTrans + EMTU)		Sistema sobre trilhos (Metrô + ViaQuatro + CPTM)		Total dos sistemas	
	pass/ano (bilhões)	pass/dia (milhões)	pass/ano (bilhões)	pass/dia (milhões)	pass/ano (bilhões)	pass/dia (milhões)
2009	3,39	9,29	1,56	4,28	4,95	13,57
2010	3,46	9,48	1,69	4,62	5,15	14,10
2011	3,50	9,60	1,84	5,04	5,34	14,64
2012	3,49	9,56	2,03	5,57	5,52	15,13
2013	3,50	9,60	2,09	5,73	5,59	15,33

Fonte: SPTrans (www.sptrans.com.br) e Secretaria dos Transportes Metropolitanos (dados coletados por meio do Sistema Integrado de Informações ao Cidadão, Governo do Estado de São Paulo). Nota: não estão incluídos dados de transporte coletivo público intramunicipal das cidades da RMSP.

2. Fonte: www.sptrans.com.br. Acesso em: 25 de abril de 2014.

Pode-se analisar, pela tabela 1, que o sistema sobre pneus atendeu um montante de 3,5 bilhões de passageiros em 2013, o equivalente a quase 10 milhões de passageiros diários, com um crescimento de 3,3% em relação aos valores de 2009. Em paralelo, o sistema metroferroviário transportou o total de 2,09 bilhões de passageiros em 2013, com um crescimento bem mais acelerado, em torno de 34,0% no mesmo período. A CPTM e o Metrô transportaram em média 5,73 milhões de pessoas por dia em 2013. No cômputo total dos dois sistemas, ultrapassou-se a casa dos 15 milhões de passageiros já em 2012, atingindo a marca de 15,33 milhões/dia em 2013, o que representou o total de 5,6 bilhões de passageiros – com crescimento de 12,9% em relação a 2009.

MODELAGEM ECONOMÉTRICA DE DEMANDA AGREGADA POR TRANSPORTES

Os modelos econométricos e as estimativas de elasticidades da demanda podem ser ferramentas extremamente úteis de embasamento quantitativo ao planejamento de transportes, dado que proporcionam um uso mais sistemático das bases de dados setoriais disponíveis e geram estimação de parâmetros passíveis de uso em simulações e construções de cenários futuros. O estudo de demanda engloba a análise qualitativa da base de dados coletada, bem como o desenvolvimento de modelo econométrico de demanda por viagens urbanas em transporte coletivo. Ao final, serão realizadas previsões de demanda segundo cenários diversificados. Esses passos do estudo são apresentados a seguir.

Análise de regressão

A análise de regressão é uma ferramenta que permite descrever e fazer inferências entre as variáveis de um estudo, entender como diferentes variáveis em um modelo de estudo se relacionam umas com as outras de uma maneira não determinística e permite prever o comportamento assim como a magnitude da variação de uma variável quando outra varia.

Uma regressão é formada por dois tipos de variável: a variável independente e a variável dependente. A variável independente ou variável exploratória recebe esse nome por variar independentemente, de forma determinística: é a variável x_n ($n = 0, 1, 2, 3... k$) da equação. As variáveis dependentes são aleatórias e dependem das variáveis independentes para serem estimadas, são as variáveis y . A variável u , chamada de termo de erro, representa outros fatores além das variáveis x_n que afetam y . São os fatores não observados da equação. Um modelo genérico de regressão pode ser definido como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + u \quad (1)$$



www.antp.org.br

Especificação do modelo

A equação (2) apresenta o modelo econométrico utilizado no trabalho.

$$\begin{aligned} \text{pass diários sp} = & \beta_0 + \beta_1 \text{tarifa média} + \beta_2 \text{salário x emprego} \\ & + \beta_3 \text{tendência} + \beta_4 \text{tendência quebra} \\ & + \sum_k y_z \text{ sazonalidade mês } k + u \end{aligned} \quad (2)$$

O procedimento de coleta de dados englobou consulta a páginas da internet das instituições responsáveis pelo setor de transportes no município de São Paulo, bem como no estado de São Paulo. Ao final do procedimento de coleta e tratamento dos dados, obteve-se uma amostra com 168 pontos amostrais. A periodicidade dos dados é mensal, englobando o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2013. As variáveis utilizadas são as seguintes:

- **pass diários sp**: número total diário de passageiros do transporte coletivo público da Região Metropolitana de São Paulo (fonte: SPTrans, Secretaria dos Transportes Metropolitanos e cálculos próprios). No cômputo do total de passageiros não estão incluídos os tráfegos de passageiros do transporte coletivo público intramunicipal das cidades da RMSP, mas apenas da cidade de São Paulo.
- **tarifa média**: índice da tarifa média do transporte coletivo público da RMSP em valores constantes de janeiro de 2014 (fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). A base do índice é 100, fixada ao valor médio de 2000. No cômputo dessa variável, foram utilizados dados coletados no banco de dados agregados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra), disponível em sidra.ibge.gov.br. Na base referente ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), foram coletados dados mensais de variação de preços na RMSP para os itens de tarifa de ônibus municipal, ônibus intermunicipal, metrô e trem metropolitano. Construiu-se um índice médio desses itens, ponderado por sua participação no total de tráfego mês a mês, com base nos dados coletados junto à SPTrans e à Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Para o procedimento de ajuste a valores monetários constantes visando expurgar o efeito inflacionário, foi utilizada a inflação geral do IPCA para a RMSP.
- **salário x emprego**: índice do salário médio multiplicado pelo nível de emprego, com base 100 na média de 2000. A série de **salário** representa o índice de salário nominal médio na indústria do estado São Paulo, trazido a valores constantes de janeiro de 2014 pelo IPCA/IBGE (vide procedimento das tarifas acima). A série de **emprego** representa o índice do nível de emprego na indústria do Estado de São Paulo. Ambas as séries têm como fonte a Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), levantamento de conjuntura, e foram coletadas no portal Ipeadata (www.ipeadata.gov.br).

- **tendência:** variável discreta de tendência (fonte: cálculos próprios) que assume valores 1, 2, ..., 168 (tamanho da amostra).
- **tendência quebra:** variável discreta de tendência multiplicada por uma variável binária (*dummy*, que assume valores 0 ou 1) referente ao período pós introdução do sistema de bilhete único do transporte de ônibus municipal na cidade de São Paulo, em 18 de maio de 2004. A *dummy* assume valores 1 a partir de junho daquele ano (fonte: cálculos próprios).
- **sazonalidade mês k:** variáveis *dummy* de sazonalidade, indicadoras dos meses do ano, ou seja, meses 2 a 12 (fevereiro a dezembro). O caso base das variáveis *dummy* é o mês de janeiro. Cada *dummy* assume o valor igual a 1 para o respectivo mês (fonte: cálculos próprios).
- **u:** é o termo de erro econométrico da regressão.

A tabela 2 a seguir apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo econométrico:

Tabela 2
Estatísticas descritivas

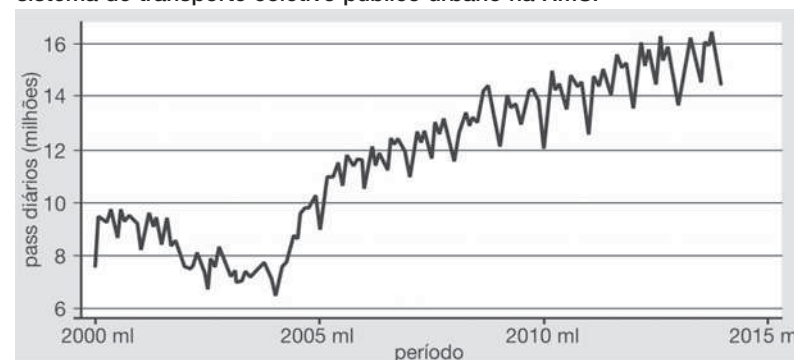
Variável	Unidade de medida	Média	Desvio padrão	Mín,	Máx,
pass diários sp	milhões pass/dia	11,63	2,83	6,50	16,52
tarifa média	índice 2000 = 100	113,85	8,23	96,14	128,85
salário x emprego	índice 2000 = 100	109,60	7,96	91,48	129,72
tendência	sequencial (1, 2, ...)	84,50	48,64	1,00	168,00
tendência quebra	multiplicação (0, 1, 2, ...)	72,88	60,98	0,00	168,00
sazonalidade mês 2	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 3	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 4	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 5	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 6	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 7	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 8	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 9	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 10	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 11	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00
sazonalidade mês 12	binária (0 ou 1)	0,08	0,28	0,00	1,00

Os gráficos a seguir apresentam a evolução ao longo do tempo das principais variáveis utilizadas no estudo. Esses gráficos proporcionam um entendimento do fenômeno a ser quantificado pela modelagem econométrica implementada. Primeiramente, temos a evolução da



principal variável – o regressando da presente análise, constituído pelo número de passageiros diários na RMSP (*pass diários sp*), apresentado na figura 1.

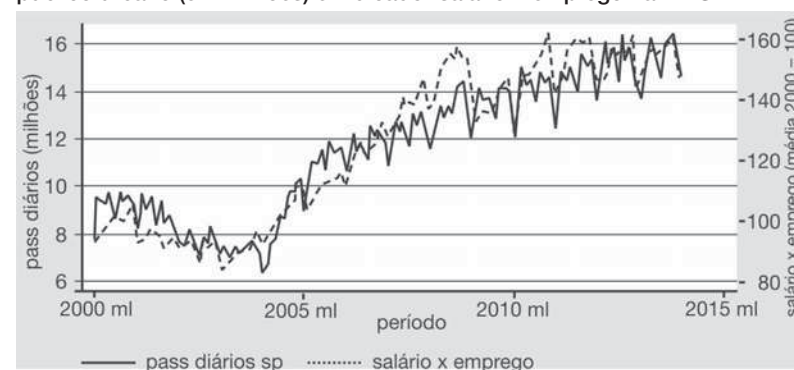
Figura 1
Evolução do movimento de passageiros totais diários (em milhões) no sistema de transporte coletivo público urbano na RMSP



Fonte: SPTrans e Secretaria dos Transportes Metropolitanos.

Pode-se notar, na figura 1, o forte crescimento no sistema a partir de 2004, com a implantação do sistema de bilhete único no transporte coletivo de ônibus da cidade de São Paulo. A aparente tendência da série era de queda no tráfego até então, tendo sido totalmente revertida a partir de meados de 2004. A figura 2 apresenta a evolução das séries *pass diários sp* e *salário x emprego*.

Figura 2
Movimento de passageiros totais diários no sistema de transporte coletivo público urbano (em milhões) e indicador salário x emprego na RMSP



Fonte: SPTrans, Secretaria dos Transportes Metropolitanos e Fiesp.

A figura 2 evidencia de maneira clara a correlação temporal entre as duas variáveis.

Resultados das estimações

Apresentamos a seguir os resultados da estimação do modelo econométrico de demanda por viagens urbanas do transporte coletivo urbano da Região Metropolitana de São Paulo, expresso na equação (2) e utilizando os dados coletados e discutidos no item anterior.

Com vistas a deixar mais clara a análise dos impactos das variáveis regressoras x na variável dependente *pass diários sp*, optou-se por exibir as elasticidades estimadas da demanda de passageiros com relação ao respectivo regressor x . Denominemos essas elasticidades da demanda de $\eta_x^{pass\ diários\ sp}$. As elasticidades da demanda podem ser definidas da seguinte forma:

$$\eta_x^{pass\ diários\ sp} = \frac{\partial pass\ diários\ sp}{\partial pass\ x} \cdot \frac{média\ amostral\ do\ regressor\ x}{média\ amostral\ de\ pass\ diários\ sp} \quad (1)$$

A exibição das elasticidades torna os resultados dos coeficientes estimados adimensionais (isto é, independem da escala adotada nas variáveis do modelo). O estimador utilizado foi o estimador de mínimos quadrados ordinários (*ordinary least squares*, OLS). Os resultados das elasticidades advindas dos coeficientes estimados pelo modelo de regressão estão apresentados na tabela 3.

Na coluna (1) da tabela 3 apresentamos os resultados de estimação que consideramos preferidos. Essa coluna contém as estimativas do modelo completo, ou seja, utilizando todas as variáveis especificadas na equação (1). Já a coluna (2) da tabela 3 foi inserida com a finalidade de se checar o comportamento das estimativas quando efetuado o procedimento de descarte de algumas variáveis (subespecificação intencional), no caso, da omissão das variáveis de **tendência** e **tendência quebra**.

Novamente, na interpretação dos resultados da tabela 3, é importante salientar que os valores apresentados são as elasticidades estimadas do regressor no ponto médio amostral. Por fim, temos que as estrelas apresentadas são indicativas dos testes de hipóteses quanto à nulidade das elasticidades a um determinado nível de significância (***, ** e * indicando 1%, 5% ou 10%, respectivamente). A ausência de estrelas indica que a variável não foi estatisticamente significativa no modelo econométrico estimado.



Tabela 3
Resultados do modelo de regressão (variável dependente: *pass diários sp*)

	(1)	(2)
tarifa média	-0,4977***	-0,1635
salário x emprego	0,5676***	1,1977***
tendência	-0,0530	
tendência quebra	0,2177***	
sazonalidade mês 2	0,0072***	0,0066***
sazonalidade mês 3	0,0100***	0,0095***
sazonalidade mês 4	0,0067***	0,0047***
sazonalidade mês 5	0,0075***	0,0051***
sazonalidade mês 6	0,0060***	0,0034***
sazonalidade mês 7	0,0010	-0,0020
sazonalidade mês 8	0,0100***	0,0077***
sazonalidade mês 9	0,0076***	0,0049***
sazonalidade mês 10	0,0085***	0,0057***
sazonalidade mês 11	0,0046***	0,0005
sazonalidade mês 12	0,0040***	0,0023*
Estatística R ²	0,9674	0,9384
Estatística RMSE	0,5359	0,7323
Teste F (estatística)	285,7413	97,1607
Teste F (valor P)	0,0001	0,0001
Teste Reset (estatística)	0,2651	1,8967
Teste Reset (valor P)	0,6066	0,1685

Notas:

(1) ***, ** * indicam estatisticamente significativa a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

(2) Erros padrões das estimativas omitidos. Os mesmos foram corrigidos de forma a serem robustos à presença de heteroscedasticidade e autocorrelação de ordem 18 (apontada em testes de hipóteses). A correção adotada foi o procedimento Newey-West (vide Baum, 2006).

(3) Resultados apresentados refletem as elasticidades a partir dos respectivos coeficientes estimados.

Pode-se notar que os resultados do modelo completo apresentam parâmetros consistentes com a expectativa *ex-ante* para o setor: elasticidades da variável **tarifa média** e do indicador **salário x emprego** com valores negativo e positivo, respectivamente.

A interpretação dos valores das elasticidades dessas variáveis é a seguinte: na média amostral, para cada aumento percentual na tarifa média, temos uma retração de 0,4977% na demanda por transporte coletivo público na RMSP; adicionalmente, para cada aumento per-

centual no indicador de salário x emprego, temos um aumento de 0,5676% na mesma demanda. Ou seja, enquanto, por um lado, um aquecimento do mercado de trabalho aumenta a demanda, por outro lado, um aumento nos custos dos passageiros com viagens causa retrações de demanda, mesmo que de magnitude reduzida.

Pode-se notar que ambas as estimativas refletem um comportamento inelástico da demanda, ou seja, o número de viagens responde a esses fatores, mas de forma menos que proporcional. A inelasticidade-preço da demanda é um fator esperado para o transporte urbano público, em se considerando a essencialidade do serviço, retratada na importância do setor na mobilidade urbana e na rotina diária de milhões de trabalhadores da região, sendo de difícil substituição no curto prazo.

Os resultados das variáveis de tendência indicam que, após a introdução do sistema de bilhete único no transporte por ônibus da cidade de São Paulo, em 2004, houve uma tendência de crescimento do tráfego – na tabela 3, temos o coeficiente da variável **tendência quebra** como positivo e estatisticamente significativo. Apesar de não ter sido possível rejeitar a hipótese de ausência de tendência no período prévio à introdução do bilhete único – resultado não estatisticamente significativo da variável **tendência** – temos que a variável teve resultado mais favorável quando conduzimos um teste de hipóteses quanto à nulidade *conjunta* das duas variáveis. Como a multicolinearidade (correlação entre regressores) entre as mesmas é relativamente alta (obtivemos estatísticas de *variance inflation factor*, VIF, estimadas acima de 10, em um modelo em que o VIF médio foi estimado acima da unidade), temos que o teste isolado da significância da variável **tendência** pode ser relativizado em prol do resultado do teste conjunto.

No que diz respeito à sazonalidade do comportamento da demanda, temos que os meses de janeiro (caso base das *dummies* de sazonalidade) e julho são os períodos de menor tráfego no sistema. De fato, os coeficientes de todas as *dummies* dos demais meses mostraram-se positivos e estatisticamente significantes, indicando que esses meses possuem maior tráfego que janeiro e julho. Esse é um resultado esperado, dado o período de férias escolares.

Os resultados da coluna (2) indicam a sensibilidade das estimativas à omissão das variáveis **tendência** e **tendência quebra**. Pode-se notar que a subespecificação do modelo, conforme os resultados dessa coluna, aponta para a existência de um viés positivo tanto na estimação do coeficiente da variável **tarifa média** quanto da variável **salário x emprego**.

De fato, ao se analisar os valores estimados dessas variáveis, temos que, na coluna (2), seus valores estimados são consideravelmente maiores. Note-se que a estimativa de elasticidade-preço da demanda

não apenas fica mais próxima de zero do que na coluna (1), como se torna estatisticamente não significativa.

Utilizando o raciocínio tradicional do viés ocasionado por omissão de variáveis (vide Woodridge, 2002), temos o seguinte raciocínio: a variável **tendência quebra** tende a ser correlacionada com fatores não observáveis impulsionadores de demanda e, por isso, sua presença é importante no controle desses fatores; como essa tendência é provavelmente correlacionada com fatores explicativos do crescimento de salários e emprego, além de ser correlacionada com a própria tarifa, essas associações terminam por causar o viés na estimação com o modelo subespecificado observado na coluna (2).

Por exemplo, se um dos fatores não observados for a expansão do número de terminais de ônibus e estações do metrô e essa expansão for inserida em paralelo a um reajuste de tarifas (o que é realista, como forma de financiar a expansão), então teremos uma correlação positiva entre fatores não observados e variável **tarifa média**. Como expansão da infraestrutura é positivamente relacionada à demanda, então temos configurado o viés positivo clássico na estimação do coeficiente da variável **tarifa média**. Essa questão está claramente exposta na coluna (2) da tabela 3. Temos, assim, que o exercício de sensibilidade dos resultados apresentados nas duas colunas nos permite avaliar o potencial impacto prejudicial na estimação de demanda por transporte coletivo público em São Paulo quando não se usam controles de tendência, como as variáveis **tendência** e **tendência quebra**. Esse resultado serve de advertência metodológica a pesquisadores da área.

Por fim, alguns comentários finais a respeito das estatísticas-síntese do modelo de regressão estimado. O coeficiente de determinação (R^2) ficou acima de 90%, indicando um ajuste adequado dos dados ao modelo. O mesmo acontece com o teste de nulidade conjunta das variáveis, o teste F, que é estatisticamente significativo a 1% e indica que o modelo possui poder explicativo do fenômeno. Por fim, temos o teste Reset, que tem como hipótese nula a existência de alguma subespecificação do modelo, medida por polinômios inseridos na regressão: temos que o modelo da coluna (1) não rejeita a hipótese de nulidade dos coeficientes desses polinômios (indicando ausência de subespecificação do modelo) ao nível de significância de 25% (ampliado para aumentar o poder do teste de hipóteses). Entretanto, para o exercício da coluna (2), o teste rejeita a hipótese nula, como era de se esperar dada a subespecificação intencional.

Em suma, os resultados das estatísticas-síntese apontam para a adequação da análise implementada. Sugere-se, como extensão para trabalhos futuros, que outras variáveis sejam incorporadas ao mesmo,



www.antp.org.br

com vistas a identificar fatores como a expansão da frota de veículos particulares e a existência de substitutibilidade e complementariedade intermodais na RMSP.

Previsão de demanda

De posse dos modelos econométricos com os devidos parâmetros estimados, foi possível realizar uma previsão de demanda para o total de passageiros do transporte coletivo público da Região Metropolitana de São Paulo. Utilizando o modelo de regressão, foi possível prever um crescimento vegetativo do sistema como um todo, a partir do uso dos coeficientes estimados do modelo preferido da coluna (1) da tabela 3. No desenvolvimento da previsão de demanda, foram efetuadas as seguintes configurações de premissas:

- Período de previsão: de janeiro de 2014 a dezembro 2016.
- Variáveis de manuseio para cômputo da previsão: **salário x emprego, tendência quebra, sazonalidade mês k**. A variável **tarifa média** foi mantida constante nos valores de dezembro de 2014.
- Cenários utilizados: “pessimista”, “neutro” e “otimista”.
 - “Pessimista”: variável **salário x emprego** cresce a uma taxa de 1,24% a. a., segundo o valor médio observado entre 2011 e 2013 (taxas de crescimento baixo, considerando-se as taxas anuais de crescimento observadas em todo o período amostral).
 - “Neutro”: variável **salário x emprego** cresce a uma taxa de 5,03% a. a., segundo o valor médio observado entre 2007 e 2010 (taxas de crescimento intermediário, considerando-se as taxas anuais de crescimento observadas em todo o período amostral).
 - “Otimista”: variável **salário x emprego** cresce a uma taxa de 11,38% a. a., segundo o valor médio observado entre 2004 e 2006 (taxas de crescimento alto, considerando-se as taxas anuais de crescimento observadas em todo o período amostral).

A tabela 4 apresenta as premissas de taxa de crescimento adotadas, segundo o cenário construído, decompondo-se a taxa de crescimento para as variáveis **emprego** e **salário** e indicando o período a que se referem.

Tabela 4

Taxas de crescimento utilizadas nos cenários de previsão

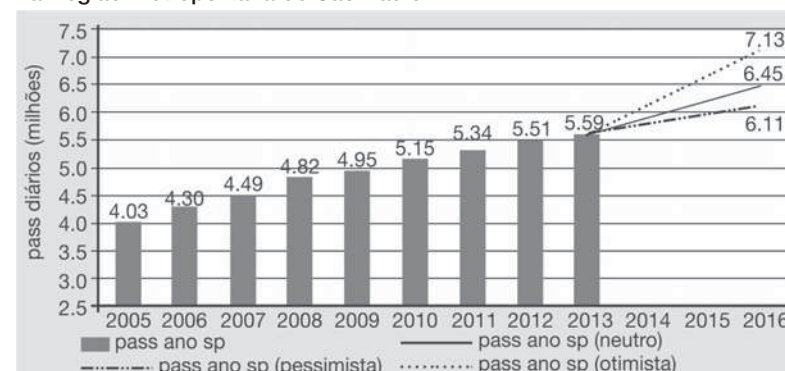
Variação anual (%)	Cenários		
	Pessimista	Neutro	Otimista
Período da premissa	2011-2013	2007-2010	2004-2006
Salário	1,80%	4,06%	7,85%
Emprego	-0,53%	0,76%	3,31%
Salário x emprego	1,24%	5,03%	11,38%



A figura 3 apresenta as previsões de médio prazo de demanda, levando-se em consideração cada cenário e as premissas adotadas, até o ano de 2016. Apesar do modelo de regressão ter sido computado utilizando-se valores diários de tráfego de passageiros, os valores apresentados na figura 3 foram anualizados (variável **pass ano sp** = **pass diários sp** x 365) para permitir uma melhor análise do agregado do sistema.

Figura 3

Previsão de demanda de médio prazo para o transporte coletivo público na Região Metropolitana de São Paulo



Pode-se observar, na figura 3, que todos os cenários apontam para uma estimativa de mais de seis bilhões de passageiros/ano totais no sistema em 2016. Isso representa uma carga adicional considerável ao sistema, respectivamente de 9,3%, 15,4% e 27,5% a mais de passageiros em relação a 2013, respectivamente nos cenários pessimista, neutro e otimista.

Neste último cenário, o fluxo total pode atingir valores acima dos sete bilhões de passageiros/ano. O número de passageiros incrementais entre 2013 e 2016 é estimado em torno de 860 milhões de novas viagens/ano no cenário neutro. Dadas as previsões, atingirão 6,45 bilhões em 2016. Dado o aumento esperado no sistema nos próximos anos, torna-se fundamental que as autoridades reforcem o planejamento estratégico de médio prazo para o melhor atendimento da população, no sentido de evitar quedas na qualidade do serviço prestado.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo efetuar um estudo de demanda de transporte coletivo público urbano da Região Metropolitana de São Paulo. Com uso de modelagem econométrica e séries temporais coletadas junto aos organismos responsáveis pelo setor, foi possível estimar tanto a elasticidade-preço agregada do setor, como a elasticidade-

de do sistema à atividade econômica, medida pelas condições no mercado de trabalho da indústria.

A elasticidade-preço estimada ficou em valores próximos de -0,50, e a elasticidade-atividade econômica, na casa dos 0,60, evidenciando um comportamento inelástico da demanda em ambos os casos. Por meio de previsão de demanda de médio prazo, foi possível indicar, em um cenário neutro, o resultado de que o tráfego urbano deve atingir patamares próximos dos 6,5 bilhões de passageiros/ano até 2016.

O presente trabalho possui limitações importantes como, por exemplo, a falta de correções para possíveis variáveis regressoras endógenas (em especial a tarifa) e a falta de controles mais evidentes de fatores relacionados ao tráfego em veículos particulares. Adicionalmente, não foram desenvolvidos cenários futuros em que a tarifa média cobrada dos passageiros sofresse alteração, optando-se por um congelamento dos valores reais das mesmas. Sugere-se que trabalhos futuros efetuem adequações à modelagem à luz dessas questões em possíveis extensões.

Com as estimativas de elasticidades da demanda agregada e as previsões de demanda futura, é possível aos planejadores de transportes da região melhor entender a evolução do sistema como um todo, e não apenas alimentar, mas também adaptar, os planos e estratégias de transporte urbano integrado atualmente em curso para refletirem a realidade projetada no médio prazo. Em particular, dada a expectativa de geração de um montante de quase um bilhão de novas viagens no sistema nos próximos anos, apontada no exercício de previsão, torna-se fundamental que as autoridades intensifiquem as ações de melhoria no atendimento aos passageiros, no sentido de evitar quedas abruptas na qualidade do serviço prestado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. *Transporte humano – cidades com qualidade de vida*. São Paulo: ANTP, 1997.
- BAUM, C. F. *An introduction to modern econometrics using Stata*. College Station: Stata Press, 2006.
- BRUTTON, M. J. *Introdução ao planejamento dos transportes*. 2ª edição. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979.
- Higa, C. V. *Políticas de transporte coletivo em São Paulo entre 2001 e 2010: meio ambiente construído, sistemas técnicos e organização dos serviços de transporte*. Dissertação de mestrado em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- MELLO, J. C. *Planejamento dos transportes urbanos*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1981.
- PAIVA, C. Evolução dos tempos das viagens do modo trem na Região Metropolitana de São Paulo. *Journal of Transport Literature*, vol. 5, n. 3, 2011, p. 182-191.
- _____. Atendimento à população: ônibus urbano no município de São Paulo. *Journal of Transport Literature*, vol. 7, n. 1, 2013, p. 182-193.
- WOOLDRIDGE, J. *Econometrics analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2002.



www.antp.org.br

Revista dos Transportes Públicos - ANTP

Orientação para os autores de artigos

A Revista dos Transportes Públicos está aberta à publicação de artigos sobre transportes públicos e trânsito, em diversas áreas, a saber:

1. Urbanismo

- Legislação urbanística e mobilidade
- Uso e ocupação do solo e mobilidade
- Impacto de projetos de mobilidade no uso e na ocupação do solo

2. Planejamento de transporte

- Transporte público sobre trilhos
- Transporte público sobre pneus

3. Economia do transporte

- Financiamento do sistema de mobilidade
- Custos de implantação e operação de sistemas viários e de transporte
- Legislação fiscal em transporte
- Tarifas e sistemas tarifários
- Custo de externalidades (acidentes, poluição, congestionamento)

4. Tecnologia de transporte e trânsito

- Veículos públicos e privados
- Sistemas de controle e gerenciamento/Equipamentos

5. Planejamento e gestão do Trânsito

- Políticas de mobilidade geral
- Políticas de mobilidade em meios específicos: caminhada, bicicleta, moto, automóvel
- Gestão do Trânsito / Segurança e educação de trânsito
- Operação do Trânsito
- Fiscalização e policiamento do trânsito
- Transporte de carga

6. Meio ambiente

- Energia na mobilidade
- Emissão de poluentes

O autor deve indicar qual o tema e subtema a que seu artigo deve ser relacionado. O artigo deve ter, no máximo, 25 laudas digitadas (20 linhas com 70 toques cada uma), acompanhado de um resumo de seu conteúdo, em no máximo 5 linhas de 70 toques. As ilustrações e gráficos já estão contabilizados neste tamanho.

O artigo e o resumo devem ser enviados para o e-mail revista@antp.org.br ou em cd por correio para a ANTP – Rua Marconi, 34, 2º andar, conj. 21 e 22, República, CEP 01047-000, São Paulo, SP. No CD devem ser discriminados o programa, sua versão e os nomes dos arquivos.

O artigo expressa a opinião de seu(s) autor(es), que assumem inteira responsabilidade sobre o texto escrito. Os autores não recebem nenhuma remuneração da ANTP e todos os direitos autorais do(s) artigo(s) são cedidos à ANTP, sem ônus para nenhuma das partes.

A publicação de um artigo fica a critério do Conselho Editorial, podendo ser reproduzidos, bastando, para tanto, mencionar como fonte a *Revista dos Transportes Públicos*, da ANTP.