

ESTUDO DAS ELASTICIDADES RENDA DA DEMANDA DO USUÁRIO LINDEIRO DO METRÔ DO RECIFE.

João José dos Santos, Maurício Oliveira de Andrade.

RESUMO

O presente estudo busca detectar a intensidade do impacto que o aumento na renda dos trabalhadores da RMR tem provocado em relação à demanda nos transportes públicos dessa região. Para tal fim, serão utilizados métodos econométricos com dados das demandas em séries anuais entre 2010 e 2015, referentes aos passageiros lindeiros transportados pelo Metrô do Recife, comparando-os com os dados gerais do sistema de ônibus da RMR gerenciado pelo Consórcio Grande Recife no mesmo período. Dessa forma, com os dados disponíveis buscou-se responder a questão se as elasticidades-preço de demanda e as elasticidades-renda da demanda diferem quando considerados os passageiros transportados por ônibus e por metrô. Com os resultados das elasticidades constataram-se as hipóteses que consideram os transportes públicos por ônibus como “bens inferiores” e o transporte por metrô como “serviços desejados”, já que apresentaram aumentos de demandas em ambiente econômico de elevação da renda média da população.

1. INTRODUÇÃO

O transporte público nas regiões metropolitanas brasileiras necessita ainda de muito estudo e investimentos para atingir um patamar satisfatório de atratividade refletido pela qualidade, gestão e eficiência na prestação dos seus serviços. Dessa forma, o transporte individual passou a ser para muitos, durante recente fase de elevação da renda no Brasil (2004-2013), a meta a ser alcançada. Neste período crescem fortemente a venda de automóveis e principalmente de motocicletas. No Recife no período 2000-2015, dobra a frota de automóveis e quintuplicam as motocicletas. Em contrapartida, as externalidades como congestionamentos, acidentes e poluição aumentaram consideravelmente, piorando a qualidade de vida e produzindo deseconomias sensíveis nas grandes e médias cidades brasileiras.

Diversos fatores afetam a demanda por transportes públicos que incluem questões de natureza urbanística, como a relação da oferta de transportes com o uso do solo; de natureza comportamental como a percepção dos usuários quanto ao conforto, à segurança e à conveniência do tempo de viagem, por exemplo; e questões de natureza econômica, como tarifas e nível de renda dos consumidores. Apesar de isolados, esses fatores que na prática influenciam de forma direta ou indireta as demandas por transportes, segundo Balcombe et al (2004) não deveriam ser analisados separadamente. Ainda nesse contexto, Litman (2007) exemplifica que a decisão de utilizar um modo de transporte é influenciada

não apenas pelo valor da tarifa cobrada, mas também pela classe social da pessoa, pelas características da viagem – período do dia, distância, etc.-; pela qualidade do serviço, pelo custo de serviços semelhantes substitutos (outros modos de transporte) e pelas condições do tráfego e condições meteorológicas. Apesar da multiplicidade de fatores influentes e por necessidade e simplificação do escopo, o presente estudo foca nos efeitos das variações da renda das famílias e do valor das tarifas de transportes sobre a demanda por esses serviços na Região Metropolitana do Recife (RMR), pois, representam as variáveis mais tradicionais usadas nessas análises microeconômicas.

Nessa conjuntura de crescimento da renda nos últimos anos, tem-se observado redução da demanda por transporte público, caracterizando um quadro que os economistas denominam de deslocamento da curva de demanda para baixo, em um ambiente de relativa estabilidade das tarifas do transporte público, principalmente após os protestos nacionais em 2013. Esse fenômeno econômico e social ocorre porque os transportes públicos são considerados por grande parte da população, pelos seus problemas, como um serviço inferior, a ser descartado tão logo as condições individuais de renda melhorem. Na prática há uma migração para modos substitutos considerados superiores pelo senso comum. Dessa forma, como argumenta Gomide e Morato (2011), o abandono do transporte público por muitos, pela consideração de bem inferior, gera como efeito perverso, o aumento das tarifas dos serviços, já que quanto menos usuários pagantes tiverem o serviço, maiores serão os custos *per capita*.

Na RMR em Pernambuco, no período de 2010-2015, com aumento acumulado da renda real (descontada a inflação) de 20,85% conforme Tabela 3 (CONDEPE/FIDEM), o transporte público integrado (SEI) que é composto por ônibus e metrô, teve nos seus números gerais, uma perda de demanda da ordem de 20% (GRANDE RECIFE, 2016). É importante destacar que essa redução de demanda ocorreu apesar da realização de investimentos para melhoria da qualidade e conforto do transporte público (a exemplo da operação dos BRT Norte-Sul e Leste-Oeste, além da criação de faixas exclusivas para ônibus comuns em vários corredores) e da sensível expansão do Sistema Estrutural Integrado (SEI), que encorpou no período, mais seis estações de integração. Dessa forma, observa-se uma elasticidade renda da demanda aproximadamente unitária e negativa, ou seja, aumentos acumulados da renda média da população geraram reduções de demanda praticamente iguais.

Por outro lado, em diversas pesquisas de opinião sobre escolhas modais na RMR têm-se observado que uma significativa parcela dos usuários de transportes individuais afirma que mudaria sua escolha se houvesse investimentos maciços em transporte público de qualidade, citando como paradigmas sistemas metroferroviários como o metrô ou VLT. Como o Recife dispõe de uma rede metroviária há mais de 25 anos, os autores desse artigo propõem testar se essa hipótese da fidelidade ao transporte de qualidade pelos usuários lindeiros é robusta, quando testada sua elasticidade da demanda face aos aumentos da renda média dos usuários.

2. TRANSPORTE PÚBLICO NA RMR

O serviço de transporte público de passageiros da Região Metropolitana do Recife (RMR) é composto pelo Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP), gerido pelo Grande Recife Consórcio de Transportes (GRCT); pelo Sistema de Transporte Complementar de Passageiros do Recife (STCP), gerido pela Companhia de Trânsito e Transporte Urbano

(CTTU) da Prefeitura do Recife; e pelo Sistema de Transporte de Passageiros Sobre Trilhos da RMR (STPST-RMR), administrado pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), através da Superintendência de Trens Urbanos do Recife (STU-REC), responsável pelo Metrô do Recife (INSTITUTO DA CIDADE, 2015).

2.1 Grande Recife Consórcio de Transporte (GRCT)

A principal função do GRCT é planejar e gerir o STPP/RMR, na busca da qualidade e da universalidade dos serviços. Este órgão é responsável pela gestão, planejamento, operação e fiscalização dos sistemas municipais e metropolitano. Atualmente, o sistema é composto por 13 empresas de ônibus, que realizam mais de 26 mil viagens por dia, transportando diariamente 2 milhões de passageiros, através de mais de três mil ônibus distribuídos em 394 linhas, atendendo toda a RMR. Com o objetivo de promover uma maior integração operacional e tarifária entre redes municipais e metropolitana, foi criado o Sistema Estrutural Integrado (SEI), sob a sua gestão. (GRANDE RECIFE, 2016).

O Sistema Estrutural Integrado (SEI) é uma rede de transporte público composta de linhas de ônibus e metrô, voltado para o transporte de massa. É constituído por eixos radiais e perimetrais cujas linhas se encontram nos Terminais de Integração (TI). Nesses terminais ocorre uma multiplicidade de ligações de origem-destino, através de viagens modais e multimodais, permitindo ao usuário a troca de linha sem pagar nova tarifa. Através do SEI, o Consórcio Grande Recife tem promovido, paulatinamente a integração entre o STPST/RMR, o STPP/RMR e o STCP-Recife (GRANDE RECIFE, 2016).

No objetivo de analisar as questões propostas neste estudo apresentam-se na Tabela 1, dados do GRCT (2016), referentes ao quantitativo anual de passageiros transportados no período de 2010 a 2015, bem como as respectivas tarifas anuais predominantes no sistema (Anel A).

Tabela 1 Quantitativo de passageiros transportados no STPP/RMR e suas respectivas tarifas no período de 2010 a 2015.

Ano	Passageiros transportados por ônibus/ano	Tarifa R\$ (ônibus)
2010	488.733.192	1,85
2011	415.386.951	2,00
2012	410.262.567	2,15
2013	383.728.281	2,15
2014	365.000.000	2,15
2015	350.000.000(*)	2,45

Fonte: Grande Recife Consórcio de Transportes (2016). * estimativa dos autores por regressão.

2.2 Metrô do Recife

O Sistema de Trens Urbanos do Recife (STU/REC) é composto por três linhas ferroviárias, sendo duas linhas eletrificadas e uma operada por Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) a diesel. Possui uma extensão de 68,8 km, distribuído em 35 estações abrangendo quatro municípios da RMR (Recife, Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe e Cabo de Santo Agostinho). A Linha Centro, é eletrificada, possui 18 estações, é composta pelo trecho Recife/Jaboatão e o ramal Coqueiral/Camaragibe. A Linha Sul, também eletrificada, possui 11 estações no trecho Recife/Cajueiro Seco, destas, duas são compartilhadas com a linha centro (Recife e Joana Bezerra). A Linha Diesel possui oito estações e é operada por VLT

dentro do trecho Cajueiro Seco/Cabo e Cajueiro Seco/Curado, onde esta faz conexão com a linha centro. De acordo com relatórios internos da STU/REC, em fevereiro de 2016, foram transportados 8.410.418 passageiros nestas linhas (CBTU, 2016).

Conforme programado pelo Grande Recife Consórcio, existem na STU/REC quinze terminais participantes do SEI integrados com as estações do metrô do Recife, distribuídos pelas estações metroviárias conforme apresentado na figura 2.1 a seguir.



Figura 1 Mapa esquemático das Linhas do Metrô do Recife e suas respectivas estações integradas com o SEI. Fonte: CBTU-STU/REC (2016).

Para o presente estudo, foram efetuados levantamentos de dados junto a CBTU (2016) dos usuários lindeiros, aqueles que têm acesso às estações, pagantes do sistema, e que não acessaram ao sistema através do SEI. Ou seja, os usuários que residem nas proximidades das estações e que adentram ao sistema através dos bloqueios eletrônicos. Assim, na tabela 2, encontramos o quantitativo de passageiros lindeiros do metrô, transportados no período de 2010 a 2015.

Tabela 2 Quantitativo de passageiros lindeiros transportados pelo Metrô e suas respectivas tarifas no período de 2010 a 2015.

Ano	Passageiros lindeiros transportados pelo Metrô / ano	Tarifa R\$ (metrô)
2010	16.656.101	1,40
2011	19.569.991	1,50
2012	18.346.055	1,60
2013	21.468.097	1,60
2014	23.011.392	1,60
2015	23.302.389	1,60

Fonte: CBTU- STU/REC (2016).

3 ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA E ELASTICIDADE-RENDA DA DEMANDA

Tarifas são elementos essenciais para o financiamento da operação dos transportes públicos, pois formam quase sempre a maior parte da receita das operadoras. Em geral se

elas crescem, haverá perda de clientes. Se as receitas das operadoras vão aumentar ou diminuir como resultado de aumentos de tarifas, depende da relação funcional existente entre tarifas e número de usuários, representado como uma função de demanda. Normalmente essa relação é expressa a partir do conceito de elasticidade (PAULLEY et al, 2006). O termo elasticidade, em economia, representa a alteração percentual de uma variável em relação à alteração percentual em outra. Ou seja, significa uma resposta ou reação de uma variável, em face de mudanças em outras variáveis. No caso da elasticidade preço da demanda, representa a variação percentual das quantidades em relação à variação percentual dos preços e tem um valor negativo. Se o seu valor absoluto estiver entre 0 e 1, a demanda é inelástica e no caso dos transportes, aumentos de tarifas representarão aumentos de receitas das operadoras. Se o valor absoluto for superior a 1, a demanda é elástica e nesse caso, aumento de tarifas produzirão redução de receitas às operadoras. A equação 1 expressa matematicamente a elasticidade da demanda (E_d).

$$E_d = \frac{\text{Variação \% da Quantidade demandada}}{\text{Variação \% do preço do produto ou serviço}} = \frac{\Delta \% Q}{\Delta \% p} \quad (1)$$

Tanto quanto, estudar o efeito da tarifa sobre a demanda de um produto ou serviço é importante observar o efeito dessa elevação sobre a demanda de outros serviços ou produtos. Segundo Paulley et al (2006) o método usual para levar em conta os efeitos que outros modos de transporte sobre a demanda de um modo particular de transporte público é utilizar o conceito de elasticidade cruzada da demanda (Equação 2), através da estimativa da demanda de um modo alternativo com base nos aumentos de tarifas em um dado modo de transporte.

$$E_{dx, y} = \frac{\text{Variação \% da Quantidade demandada no modo X}}{\text{Variação \% do preço do modo Y}} = \frac{\Delta \% Q_x}{\Delta \% P_y} \quad (2)$$

As elasticidades da demanda variam de forma significativa e dependem não apenas do modo de transporte, mas também do período de tempo analisado. Nessas análises, considera-se curto prazo, um período médio de 1 a 2 anos, médio prazo de 5 a 7 anos e longo prazo acima de 10 anos. Estudos no Reino Unido revisados na literatura (PAULLEY et al., 2006) demonstram valores de elasticidade da demanda para serviços de ônibus em torno de -0,40 no curto prazo; -0,56 no médio prazo (inelásticos) e -1,0 no longo prazo. Para serviços de metrô, elasticidades da demanda se situam na média de -0,3 no curto prazo e -0,6 no longo prazo.

O aumento das elasticidades com o tempo, como observado no Reino Unido, deve-se ao fato da dificuldade de em curtos prazos, os usuários encontrarem modos alternativos mais convenientes e isso diminui seu poder de reação aos preços. Quanto às diferenças observadas nas elasticidades da demanda entre serviços de ônibus e de metrô no Recife, pode-se inferir que por serem mais inelástico, os usuários do metrô revelam mais fidelidade, em função de ser considerado na maior parte das situações o mais eficiente, confortável e de maior capacidade.

Elasticidade-Renda da demanda (E_r) mede a variação percentual na quantidade demandada de um bem ou serviço, dada uma variação percentual na renda do consumidor (HORN AF RANTZIEN e RUDE (2014). É calculada através da divisão da variação percentual na quantidade demandada pela variação percentual da renda, conforme apresentado na Equação 3.

$$Er = \frac{\text{Variação \% da Quantidade demandada}}{\text{Variação \% da Renda do consumidor}} = \frac{\Delta \%Q}{\Delta \%r} \quad (3)$$

Se a elasticidade-renda for menor que 1 e positiva o bem é inelástico à renda. Se for maior que 1 e positivo o bem é elástico à renda. Se for negativo o bem é considerado inferior, ou seja, aumentos de renda geram redução na quantidade demandada, normalmente devido à substituição por outros bens de qualidade reconhecida como superior.

A finalidade do presente estudo é detectar a intensidade do impacto que o aumento na renda dos trabalhadores da RMR provocou em relação à demanda nos transportes públicos, efetuados por ônibus e metrô, dessa região no período 2010-2015. Diversos fatores podem influenciar as escolhas dessas demandas, portanto, para concretização desse estudo adotou-se a condição *coeteris paribus*, ou seja, o foco será nas variáveis, tarifa, renda e demanda para o cálculo da elasticidade, sendo mantidas constantes as outras variáveis que poderiam afetar a demanda por transporte público.

Complementando o presente estudo, necessários à análise econométrica proposta, encontra-se na Tabela 3 abaixo, a evolução dos veículos cadastrados pelo órgão de trânsito responsável, como também os dados referentes à renda média da população da RMR e seus respectivos índices de desemprego.

Tabela 3 Frota de Veículos na RMR, Renda média e Índice de desemprego da população da RMR, no período de 2010 a 2015.

Ano	Frota de Veículos na RMR ⁽¹⁾	Renda Média ⁽²⁾	% de desemprego ⁽²⁾
2010	934.881	R\$ 2.083,20	17,20%
2011	1.027.563	R\$ 2.225,82	13,70%
2012	1.109.081	R\$ 2.320,60	11,60%
2013	1.176.706	R\$ 2.400,84	13,40%
2014	1.234.180	R\$ 2.449,32	12,50%
2015	1.276.606	R\$ 2.517,64	14,00%

Fonte: (1) DETRAN/PE e (2) CONDEPE/FIDEM e MTE (base 2009).

4 METODOLOGIA

Para avaliar o impacto da variação do preço e da renda sobre o volume de passageiros pagantes transportados nos sistemas de ônibus urbanos e metrô, foram realizadas regressões lineares simples, tendo como variáveis dependentes as demandas de transportes configuradas sobre os dados de total de passageiros transportados anualmente no sistema STPP e no Metrô do Recife, neste caso, considerando apenas os passageiros que acessaram o sistema pelas suas estações, assumidos como residentes lindeiros. As variáveis independentes consideradas nesses modelos foram: a tarifa média do modo considerado e a renda média de trabalho assalariado da RMR, a preços constantes de 2009. A variável renda testou a elasticidade-renda da demanda e a variável preço ou tarifa testou a elasticidade da demanda de cada modo.

As regressões realizadas foram preparadas considerando séries temporais de dados obtidos em fontes secundárias relativas aos anos de 2010 a 2015. Com base nessas regressões foram calculadas as elasticidades preço da demanda e as elasticidades renda da demanda para os dois modos de transporte com base em uma função de demanda obtida,

considerando-se a data base em 2010 e data final em 2015 e aplicando-se as equações 1 e 3. Nas regressões foram feitos os testes de variância (ANOVA) e de significância e calculados os coeficientes de determinação.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste tópico serão analisadas as regressões referentes às demandas atingidas pelo sistema STPP e pelo metrô, destacando as elasticidades que aparecem nesses modos de transportes consequentes dos preços das tarifas de cada modo, bem como, da renda média do trabalho assalariado na RMR. Nas tabelas de cada modo de transporte, serão acrescidos os valores das tarifas calculadas pelo índice de inflação com base na tarifa praticada em 2010, com o objetivo de verificar se o aumento ou decréscimo nas tarifas poderá provocar efeitos nas elasticidades calculadas. As rendas médias *per capita* analisadas também foram a preços constantes de 2010 para possibilitar a análise de sensibilidade.

5.1 Elasticidades da demanda no STPP

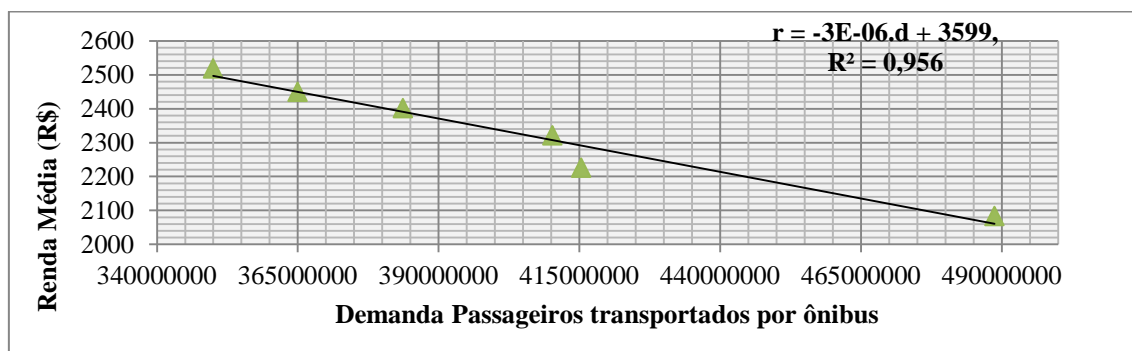
A Tabela 4 serviu como referência para o cálculo das elasticidades-preço e elasticidade-renda da demanda, e também para a análise de regressão.

Tabela 4 Passageiros transportados por ônibus de acordo com tarifa cobrada e corrigida, no período de 2010 a 2015.

Ano	Passageiros transportados por ônibus/ano	Tarifa R\$ (ônibus)	Tarifa corrigida ano base 2010	Renda Média na RMR (R\$) base 2010
2010	488733192	R\$1,85	R\$1,85	R\$2.083,20
2011	415386951	R\$2,00	R\$1,92	R\$2.225,82
2012	410262567	R\$2,15	R\$2,13	R\$2.320,60
2013	383728281	R\$2,15	R\$1,98	R\$2.400,84
2014	365000000	R\$2,15	R\$1,87	R\$2.449,32
2015	350000000	R\$2,45	R\$2,34	R\$2.517,64

Na primeira análise verificada através da regressão linear simples (Gráfico 1), observa-se que há uma forte correlação entre as variáveis renda e demanda (\approx a 95,6%), porém pelo seu coeficiente angular negativo, conclui-se que com o aumento da renda ocorre uma menor procura pelos serviços de transportes pelos ônibus. Este resultado confirma a hipótese de que os usuários consideram o transporte público por ônibus um serviço inferior, no qual o aumento de renda produz o efeito substituição pelo consumo de bens ou serviços considerados de melhor qualidade.

Gráfico 1 Regressão: Renda média x Demanda do STPP em geral (2010-2015)



Preparando a expressão obtida na regressão do gráfico acima, considerando como variável dependente a demanda de transporte (d) e a variável explicativa a renda (r), obtém-se a equação da demanda em função da renda média dos assalariados na RMR (Equação 4).

$$d = -300000 r + 1.100.000.000 \quad (4)$$

A elasticidade renda da demanda do volume transportado por ônibus foi calculada utilizando-se a equação 3, preparando-se inicialmente os valores finais (ano 2015) e iniciais (ano 2010) de renda e demanda estimados pelo modelo de regressão, resultando:

$$r_0 = \text{R\$ } 2.132,00 \text{ (2010) e } d_0 = 488.733.192 \text{ (2010)}$$

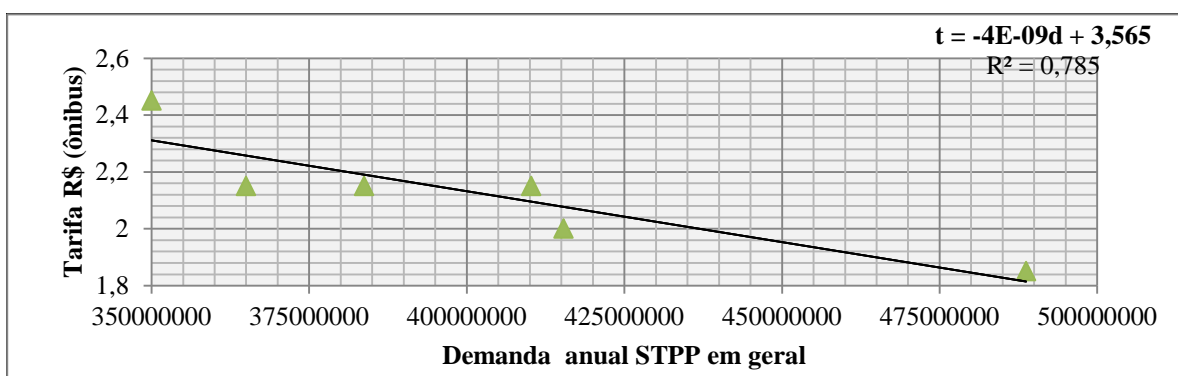
$$r_1 = \text{R\$ } 2.549,00 \text{ (2015) e } d_1 = 350.000.000 \text{ (2015)}$$

$$Er = \frac{\Delta \% Q}{\Delta \% r} = \frac{\frac{d_1 - d_0}{d_0}}{\frac{r_1 - r_0}{r_0}} = \frac{\frac{350.000.000 - 488.733.192}{488.733.192}}{\frac{2549,00 - 2.132,00}{2.132}} = -1,45$$

No cálculo da elasticidade-renda da demanda (E_r), verificou-se que $E_r = -1,45$. Por ser negativo representa que a população considera o ônibus um bem inferior. O fato do seu valor em módulo ser superior à unidade demonstra ser elástico, ou seja, aumentos de renda reduziram a demanda por transporte público em geral no Recife em intensidade mais do que proporcional, demonstrando uma grande sensibilidade à variações de renda.

Verificou-se também a correlação entre as tarifas praticadas pelas operadoras de ônibus e o volume de passageiros transportados, e de maneira análoga, a regressão representada no Gráfico 2, o valor $R^2 = 78,5\%$ significa uma correlação moderada onde o aumento no valor das tarifas pode ter representado o decréscimo no volume dos passageiros transportados por esse modo de transporte.

Gráfico 2 Regressão: Demanda anual SPPT geral x tarifa dos ônibus (2010 - 2015)



Preparando a expressão obtida na regressão do gráfico acima, considerando como variável dependente a demanda de transporte (d) e a variável explicativa a tarifa (t), obtém-se a função de demanda (Equação 5).

$$d = -250.000.000 t + 891.250.000 \quad (5)$$

A elasticidade da demanda de transporte dos usuários do STPP em geral foi calculada utilizando-se a equação 1, preparando-se inicialmente os valores finais (ano 2010) e iniciais (ano 2015) de tarifa e demanda estimados pelo modelo de regressão, resultando:

$t_0 = \text{R\$ } 1,85$ (2010) e $d_0 = 428.750.000$ (2010)

$t_1 = \text{R\$ } 2,30$ (2015) e $d_1 = 315.500.000$ (2015)

$$Ed == \frac{\Delta \% Q}{\Delta \% d} = \frac{\frac{d_1 - d_0}{d_0}}{\frac{t_1 - t_0}{t_0}} = \frac{\frac{315.500.000 - 428.750.000}{428.750.000}}{\frac{2,30 - 1,85}{1,85}} = -1,08$$

Este valor de elasticidade pode demonstrar que a demanda do STPP é fortemente influenciada por aumentos de tarifas, mas pode também significar que há também forte influência do aumento da renda, fazendo transferência de usuários de transportes públicos para o transporte individual. Este fato adicional está demonstrado pela elasticidade renda da demanda apresentada na função representada pela Equação 4.

5.2 Elasticidades da demanda lindeira do metrô

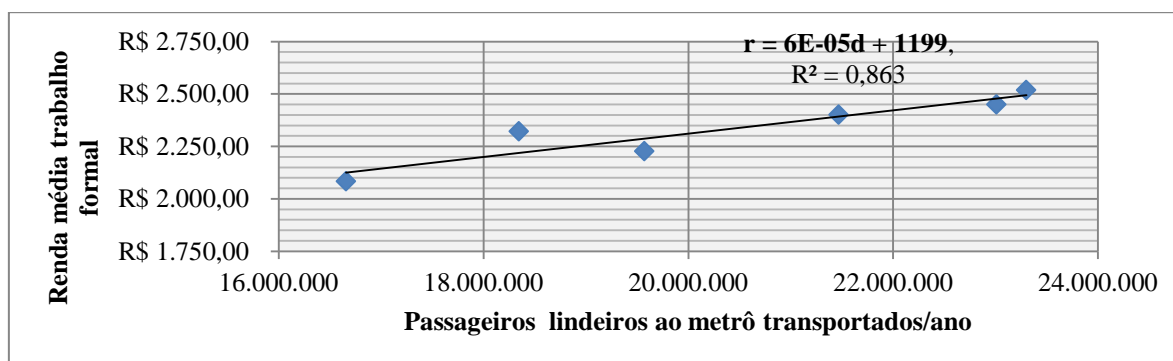
A Tabela 5 serviu como referência para o cálculo das elasticidades-preço e elasticidade-renda da demanda lindeira do metrô, bem como para a análise de regressão relacionada a este modo.

Tabela 5 Passageiros lindeiros do metrô de acordo com tarifa cobrada e corrigida, no período de 2010 a 2015.

Ano	Passageiros transportados por Metrô/ano	Tarifa R\$ (Metrô)	Tarifa corrigida ano-base 2010	Renda Média na RMR
2010	16.656.101	R\$ 1,40	R\$ 1,40	R\$ 2.083,20
2011	19.569.991	R\$ 1,50	R\$ 1,34	R\$ 2.225,82
2012	18.346.055	R\$ 1,60	R\$ 1,37	R\$ 2.320,60
2013	21.468.097	R\$ 1,60	R\$ 1,27	R\$ 2.400,84
2014	23.011.392	R\$ 1,60	R\$ 1,20	R\$ 2.449,32
2015	23.302.389	R\$ 1,60	R\$ 1,15	R\$ 2.517,64

Na análise verificada através da regressão linear simples (Gráfico 3), observa-se que há uma forte correlação entre as variáveis renda e demanda ($R^2 = 0,86$).

Gráfico 3 Regressão: Renda média x demanda lindeira do metrô (2010-2015)



Preparando a expressão obtida na regressão considerando como variável dependente a demanda de transporte (**d**) e a variável explicativa a renda (**r**), obtém-se a equação da renda de demanda dos usuários lindeiros do metrô (Equação 6).

$$d = 600000.r + 19983333 \quad (6)$$

A elasticidade renda da demanda do metrô pelos usuários lindeiros foi assim calculada preparando-se inicialmente os valores finais (ano 2015) e iniciais (ano 2010) de renda (r_0 e r_1) e demanda (d_0 e d_1) estimados pelo modelo de regressão, resultando:

$$r_0 = \text{R\$ } 2.198,36 \text{ (2010) e } d_0 = 16.656.000 \text{ (2010)}$$

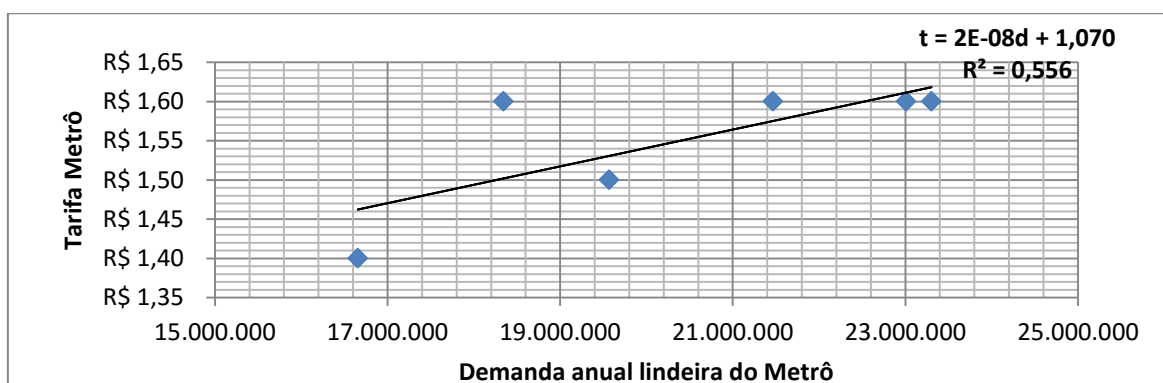
$$r_1 = \text{R\$ } 2.597,14 \text{ (2015) e } d_1 = 23.302.333 \text{ (2015)}$$

$$Er = \frac{\Delta \%Q}{\Delta \%r} = \frac{\frac{d_1 - d_0}{d_0}}{\frac{r_1 - r_0}{r_0}} = \frac{\frac{23302333 - 16656000}{16656000}}{\frac{2597,14 - 2198,36}{2198,36}} = 2,20$$

Este valor positivo de elasticidade renda de 2,20 demonstra que os usuários consideram o metrô um bem desejado e normal, pois aumentos de rendas produzem elevação de consumo do serviço. Sabe-se que o índice de mobilidade cresce com o aumento da renda ou que pessoas de rendas mais elevadas demandam mais viagens. Essa forte elasticidade apresentada, demonstra que o aumento da mobilidade se deu fortemente pela opção de transporte público por metrô.

A análise da demanda do metrô em relação à tarifa cobrada demonstra certa dispersão de dados que caracterizados no teste de aderência $R^2 = 0,55$; $F = 50,2$; e $p\text{-valor} \approx 0,08$ e principalmente, com coeficiente angular positivo, demonstra a rejeição da hipótese que a variável tarifa pode ser considerada de grande valor para explicar isoladamente o aumento na demanda do metrô (Gráfico 4). Por essa imprecisão e pela inversão da lógica microeconômica da curva de demanda descendente não foram feitos os cálculos de elasticidade.

Gráfico 4 Regressão: Demanda lindeira do metrô x tarifa base 2010



Apesar do exposto, ao se analisar a elasticidade da demanda do metrô verifica-se que há uma inversão do sentido da curva, o que não é natural em microeconomia, ou seja, aumentos de preços ensejarem aumento de demanda. Essa distorção de mercado pode ser explicada pela política de congelamento de tarifas do metrô (durante os últimos quatro

anos), que pode dar uma idéia ao usuário com aumento de renda, de redução de preços e aí sim, associada à melhor qualidade do metrô estimular o aumento da demanda.

6 CONCLUSÕES

O presente artigo demonstra a hipótese levantada de que há uma diferença sensível entre a percepção de qualidade e aceitabilidade por parte dos usuários dos modos ônibus e metrô na RMR no período analisado. As relações entre nível de renda e demanda por cada modo de transporte individualmente demonstram através das elasticidades-renda que os usuários consideram o metrô um bem normal ou desejado, que desperta interesse de consumo em cenários de crescimento da renda. Isto significa que usuários residentes próximos ao metrô com renda crescente, consideram mais vantajosa essa opção, do que o transporte individual, normalmente a opção de produto substituto ou aparentemente mais conveniente. Desta forma, reforça-se a opinião dos que afirmam que poderiam mudar suas escolhas modais se houvesse investimento em sistemas de transportes mais atrativos.

Os resultados da elasticidade-renda dos usuários do STPP, ao contrário do metrô, demonstram forte redução de demanda no período estudado, comprovando a hipótese desse tipo de transporte público como um serviço inferior quando submetido a elevações nos níveis médios de renda da população usuária.

As grandes diferenças em termos de elasticidade da demanda dos transportes públicos por ônibus na RMR ($E_d = -1,08$ e elástica) nos últimos cinco anos e no Reino Unido, segundo Paulley et al (2006) no mesmo número de anos ($-0,56$ e inelástica), devem-se aparentemente aos diferentes perfis socioeconômicos das duas populações. Enquanto o Brasil e principalmente a região nordeste, ainda não atingiram os níveis de motorização de sociedades economicamente mais ricas, há uma tendência maior da substituição do transporte público considerado deficiente, pelo privado. No Reino Unido por outro lado, a relativa inflexibilidade na redução de demanda por aumento de preços pode decorrer da disponibilidade de um sistema de transportes públicos muito mais desenvolvido, fazendo com que as possibilidades de substituição por transportes individuais sejam atenuadas.

Como possibilidade para futuras pesquisas, aponta-se testar a elasticidade cruzada da demanda entre metrô e ônibus em áreas onde estes dois modos possam ser considerados substitutos e desta maneira aferir as taxas de substituição.

REFERÊNCIAS

Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M., Shires, J., White, P. (2004) **The demand for public transport: A practical guide**, Trl Report, Trl 593, Crowthorne, Uk.

Carrera-Fernandez, José (2009), **Curso básico de microeconomia**, Salvador: EDUFBA, 3ª ed.

CBTU- STU/REC – Companhia Brasileira de Trens Urbanos – Superintendência de Trens Urbanos do Recife, (2016). In: <http://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/sistemas-cbtu/recife>

DETRAN/PE, (2016). **Evolução anual da frota de veículos, por região. 1961 – 2016**, http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.2_evolucao_anual.pdf,

Gomide, Alexandre E Morato, Renato, **Instrumentos de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado: Lições e recomendações**, 2011. Instituto de Energia e Meio Ambiente, São Paulo.

Grande Recife Consórcio de Transportes, (2016).

In: <http://www.granderecife.pe.gov.br/web/grande-recife>. Acesso em março de 2016.

Horn af Rantzien, V. and Rude, A. (2014) **Peak-load pricing in public transport: A case study of Stockholm**. Journal of Transport Literature, vol. 8, n. 1, pp. 52-94.

Instituto da Cidade (2015). **Plano de Mobilidade do Recife – Diagnósticos**.

In: http://www.recife.pe.gov.br/PlanMOB_diagnostico.pdf, acesso em março de 2016.

Litman, T. (2007), **Transit prices elasticities and cross-elasticities**, Victoria, Canada, Victoria Transport Policy Institute.

Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J.M., Wardman, M.R., Shires, J.D., White, P. (2006). **The demands for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership**, Transport Policy 13(4), Pp 295-306.

Ribeiro de Carvalho, C.H., Pereira, R.H., 2011. **Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil**, IPEA, Textos Para Discussão 1595, Brasília.