

ESTIMATIVA DO VALOR DO TEMPO DE VIAGEM A PARTIR DE PESQUISA DE ORIGEM - DESTINO. ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Falavigna C., Nassi C. D.

RESUMO

O estudo apresenta uma estimativa do valor do tempo considerando as viagens feitas em automóvel, transporte público, moto e bicicleta para a cidade de Córdoba, Argentina.

Para aquelas pessoas que tem como possíveis alternativas o automóvel e o transporte público os valores de tempo representam uma proporção de 70% do valor do salário médio da população quando são considerados os custos totais do automóvel. Entretanto que se são computados só os custos de combustível o valor do tempo é sensivelmente menor (26% do salário médio da população).

Ao analisar as alternativas diferentes ao automóvel e o transporte público se observa que os valores de tempo obtidos são muito baixos.

1 INTRODUÇÃO

O valor do tempo de viagem é, talvez, o parâmetro mais importante na avaliação socioeconômica de projetos de transportes e na estimação da demanda de cada modo, resultando um dos tópicos mais estudados da economia de transporte. Os resultados e antecedentes encontrados na bibliografia apontam que o valor do tempo não deve ser tratado de forma padronizada, e sim baseado em estimações locais procurando representatividade das condições próprias de cada sociedade (World Bank, 1997).

O valor do tempo utilizado nas avaliações econômicas é diferente do utilizado nos modelos de escolha modal. Estes modelos são baseados nas teorias econômicas de maximização de utilidade dos indivíduos o que leva em consideração as características de cada indivíduo fazendo que as valorações do tempo variem para cada grupo social. Portanto, diversos estudos evidenciam que o valor de tempo aumenta quanto maior é o nível de renda da pessoa, porém nas avaliações de projetos, onde se deve estimar os custos e benefícios que o projeto em questão terá como impacto em cada grupo, não é equitativo considerar que as pessoas com maior renda terão maior benefício para um mesmo ganho de tempo (Ortúzar e Willumsen, 2011).

Devemos considerar que nos países desenvolvidos as condições de mobilidade que as pessoas têm são diferentes às existentes em América Latina. Nos países em desenvolvimento existem pessoas em situação de pobreza, as quais não possuem recursos suficientes para pagar uma tarifa de transporte público. Além disso, a proporção de famílias que possuem automóvel é consideravelmente inferior ao observado em países desenvolvidos. Desta forma é evidente que as estimações do valor do tempo devem ser

feitas baseadas em dados próprios de cada cidade e evitar adotar valorações “predeterminadas”.

Por outro lado, nos últimos anos têm-se observado um acréscimo na quantidade de estudos na América Latina referentes ao valor do tempo (Calmet e Capurro, 2011; Cervini e Ramirez, 2008; Pereira, 2007; Brito e Strambi, 2007, Jara-Diaz *et al.*, 2004). No entanto, estas estimações ainda são escassas em comparação com a existente nos países desenvolvidos.

É assim que o objetivo deste estudo é fazer uma estimativa do valor do tempo de viagem procurando incluir as viagens feitas em modos diferentes ao automóvel e transporte público como são modos não motorizados ou motocicleta. Utiliza-se como fonte de dados a pesquisa domiciliar de origem e destino de viagens realizadas na cidade de Córdoba (Argentina), elaborada por PTUMA (2009).

2 METODOLOGIA

2.1 Descrição da metodologia proposta por Beesley.

Beesley (1965) foi um dos pioneiros na estimação empírica do valor do tempo. Ele analisou as escolhas das pessoas que possuem diferentes modos de transporte como alternativa para realizar a viagem, sendo que cada modo apresenta diferentes custos e tempos de viagem. Essas pessoas que possuem opções são chamadas de “traders”.

No estudo de Beesley, baseado na cidade de Londres (Inglaterra), as opções dos “traders” são o transporte público e o automóvel, ele avaliou dois grupos de trabalhadores com diferente nível de renda no percurso residência-trabalho.

Considerando as pessoas que possuem mais de uma opção para fazer a viagem, cada uma com um determinado custo e tempo, existem nove combinações possíveis, mais só dois destas combinações serão as que evidenciem se a pessoa tem uma preferência pelo tempo ou pelo dinheiro. Isto é, dado as nove combinações possíveis de custo e tempo, só interessam os casos donde a pessoa deve escolher uma alternativa mais rápida e cara ou outra com menor velocidade e mais econômica (*traders*). Na Tabela 1 são resumidas as possíveis situações exemplificadas o caso da escolha entre automóvel e ônibus que são as avaliadas no estudo de Beesley.

O método proposto pelo autor considera as situações onde o tempo e o custo são conflitantes (1 e 2 na Tabela 1) e calcula as diferenças no tempo ($t_{\delta} - t_a$ ou $t_a - t_{\delta}$) e no custo ($c_{\delta} - c_a$ ou $c_a - c_{\delta}$) entre a opção escolhida e a alternativa descartada. Estas diferenças podem ser colocadas num gráfico Δ custo (Y) e Δ tempo (X). Na Figura 1 pode se observar que o quadrante superior esquerdo (I) é o caso das pessoas que escolhem a alternativa mais cara e mais rápida, ou seja, com preferência a pagar pelo ganho de tempo (*time preference*), entanto que no quadrante inferior direito (II) são os casos com preferência pelo dinheiro (*cost preference*). Entanto que o quadrante III e o IV são aqueles casos onde alguma das alternativas é predominante ou desfavorável respectivamente.

Tabela 1. Possíveis situações de escolha que podem se apresentar para dois modos de transporte diferentes.

#	Opções		Situação	Quadrante
	Custos	Tempos		
1	$c_{\hat{o}} < c_a$	$t_{\hat{o}} > t_a$	conflito na escolha (“traders”)	I ou II
2	$c_{\hat{o}} > c_a$	$t_{\hat{o}} < t_a$	conflito na escolha (“traders”)	I ou II
3	$c_{\hat{o}} < c_a$	$t_{\hat{o}} < t_a$	ônibus predominante	III ou IV
4	$c_{\hat{o}} > c_a$	$t_{\hat{o}} > t_a$	automóvel predominante	III ou IV
5	$c_{\hat{o}} = c_a$	$t_{\hat{o}} > t_a$	automóvel predominante	No eixo X
6	$c_{\hat{o}} = c_a$	$t_{\hat{o}} < t_a$	ônibus predominante	No eixo X
7	$c_{\hat{o}} > c_a$	$t_{\hat{o}} = t_a$	automóvel predominante	No eixo Y
8	$c_{\hat{o}} < c_a$	$t_{\hat{o}} = t_a$	ônibus predominante	No eixo Y
9	$c_{\hat{o}} = c_a$	$t_{\hat{o}} = t_a$	equivalentes	Na origem (X,Y=0,0)

O anterior pode ser representado em termos de custo generalizado pelas seguintes equações:

$$CG(X_A) = \alpha_0 + \alpha_1(t_A) + \alpha_2(c_A) \quad (\text{Eq.1})$$

$$CG(X_B) = \alpha_0 + \alpha_1(t_B) + \alpha_2(c_B) \quad (\text{Eq.2})$$

$$CG(X_A - X_B) = \alpha_1(t_A - t_B) + \alpha_2(c_A - c_B) \quad (\text{Eq.3})$$

As equações (1) e (2) representam o custo generalizado das alternativas de transporte “A” e “B” respectivamente, no entanto que a equação (3) representa a diferença de custo generalizado. Caso o custo generalizado seja representado em unidades monetárias, o coeficiente α_2 , que incide no termo $(C_A - C_B)$, será igual a 1, e nesse caso o valor do tempo é dado pelo coeficiente α_1 que pode ser estimado mediante uma regressão linear que terá uma reta com pendente negativa (representa a “disutilidade” do tempo) nas unidades [\$/Arg/minuto].

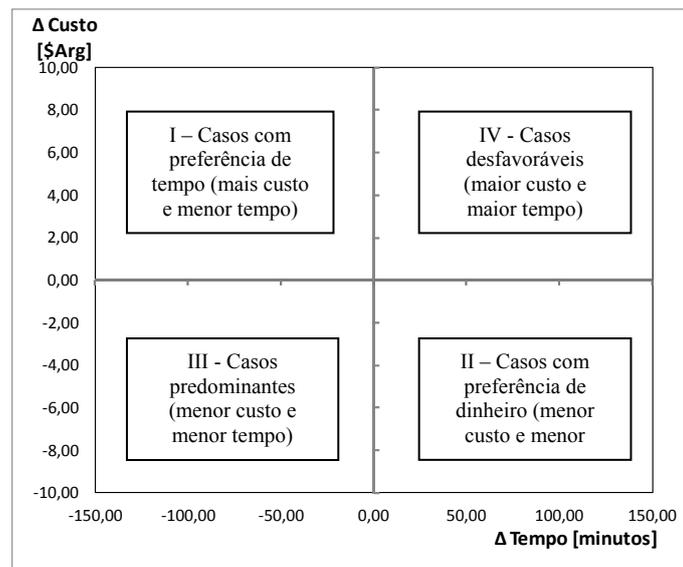


Figura 1. Diagrama de Beesley.

2.2 Hipóteses, limitações e justificativa.

Esta metodologia apresenta algumas hipóteses que devem ser destacadas:

- i. - é considerado que as pessoas escolhem a opção do modo de transporte que minimiza a “desutilidade”. Esta hipótese é o fundamento da teoria da utilidade (Jara-Díaz, 2007; Small e Verhoef, 2007)
- ii. - a “disutilidade” média e marginal é igual para todos os indivíduos. Isto é uma simplificação, pois mesmo assim que as pessoas sejam classificadas segundo o nível socioeconômico, e que todas fazem viagens similares (da residência para o trabalho), cada indivíduo possui características e preferências diferentes.
- iii. - todos os tempos que conformam a viagem são considerados com o mesmo valor (tempo de caminhada, de espera e dentro do veículo).
- iv. - as “disutilidades” dos diferentes modos de transporte são consideradas iguais. Isto é a utilidade é valorada pelo tempo e pelo custo, não há outros fatores como conforto ou segurança que sejam considerados.

A metodologia apresenta duas limitações, a saber: a primeira, e tal vez a mais importante, é que a proporção de pessoas em situação com escolha contraditória, ou seja, que devem selecionar entre o ganho de tempo ou dinheiro, e geralmente pequena proporção e pode não representar a totalidade dos casos. A segunda limitação é que é difícil determinar, para cada caso, as possíveis opções de transporte que as pessoas possuem.

A proposta de Beesley é um método antigo baseado em pesquisas de preferências reveladas, vale destacar que na bibliografia atual existem outros métodos mais precisos e que levam em consideração algumas das hipóteses antes levantadas, os quais estão baseados em pesquisas de preferências declaradas (ver Ortuzar e Willumsen, 2011; Jara-Díaz, 2007). Não obstante, o método de Beesley tem a vantagem que pode ser calculado a partir de pesquisas domiciliares de origem-destino de viagens (preferência revelada), as quais geralmente apresentam um tamanho de amostra representativa da população. Esta é uma consideração importante, pois os métodos baseados nas preferências declaradas precisam de pesquisas planejadas especificamente para ter resultados adequados e isso faz com que seja muito custoso ter uma amostra representativa da população.

2.3 Aplicação proposta.

Em base ao anterior, neste trabalho a estimativa do valor do tempo foi feita para os casos das pessoas que fazem viagens residência-trabalho e que possuem como alternativa os seguintes modos de transporte: 1) caso com opções de transporte público ou automóvel, 2) aquelas que podem escolher entre o transporte público e a motocicleta e 3) por último entre a motocicleta e a bicicleta. É importante destacar que no caso da escolha entre transporte público e automóvel foram feitas duas estimativas, uma considerando só os custos diretos (combustível e estacionamento) e outra considerando os custos totais (incluindo manutenção, depreciação e impostos), este assunto será tratado no item 3.2.

Vale destacar que no caso da cidade de Córdoba o sistema de transporte público são linhas de ônibus diamétrais, com tarifa única e que cobrem a totalidade do território urbano e que convergem na área central da cidade. Existem também três linhas de trólebus que possuem as mesmas características operativas que os ônibus, ou seja, mesma tarifa, frequência e

qualidade de serviço. O anterior permite aceitar a hipótese de que o serviço de ônibus é disponível para todas as pessoas, entando que as opções de carro, bicicleta ou motocicleta só serão possíveis alternativas caso que tenha sido declarada na pesquisa que a família tem disponibilidade desse tipo de veículos.

3 DADOS

Nesta seção é detalhada a fonte de dados referentes às viagens e aos custos de operação de cada modo.

3.1 Dados referentes às viagens.

Os dados referentes às viagens foram obtidos da pesquisa domiciliar de origem e destino, realizada na cidade de Córdoba, Argentina, no 2009 (PTUMA, 2009). A amostra foi de 2800 casos na área metropolitana de Córdoba, das quais 1936 correspondem à cidade de Córdoba. Neste trabalho são consideradas somente as viagens realizadas dentro da cidade.

Aos fins de contextualizar o desempenho do sistema de transporte público e as características de mobilidade da população na Tabela 2 são apresentados dados da distribuição modal na cidade de Córdoba classificados pelo nível socioeconômico das famílias.

Tabela 2. Distribuição modal por nível de renda e disponibilidade de automóvel, cidade de Córdoba, Argentina.

Modo de transporte	Índice de Nível Socioeconômico (INSE)					Disponibilidade de automóvel		Total geral
	5 (alta renda)	4	3	2	1 (baixa renda)	Não	Sim	
Ns/Nc - Outros	0,2	0,3	0,6	0,5	0,2	0,6	0,2	0,4
Transporte público	23,7	36,5	36,8	35,3	28,6	40,5	27,0	33,5
Automóvel	52,0	26,1	11,1	9,3	3,6	3,5	43,7	24,5
Taxi	2,9	3,7	3,6	1,5	3,2	3,0	3,2	3,1
Bicicleta	0,7	2,2	2,6	4,3	6,6	3,8	1,3	2,5
Moto	2,6	5,1	10,8	5,8	6,4	7,5	4,3	5,8
A pé	14,7	24,4	31,8	42,0	49,1	39,1	18,0	28,1

3.2 Dados referentes aos custos de cada modo.

Para obter estimativas do valor do tempo é fundamental ter valorações adequadas dos custos de operação dos veículos, pois isto afetará diretamente o resultado. No caso do modo de transporte público, na cidade de Córdoba o serviço regular possui uma tarifa única de \$Arg 1,50, entando que no caso dos automóveis foram considerados os diversos tipos de combustíveis (gasolina, GNV e Óleo Diesel), pois na pesquisa domiciliar existia informação referente ao tipo de combustível utilizado e ao ano de fabricação do veículo. O custo dos combustíveis foi estimado mediante uma média ponderada pelo volume de vendas observadas no ano nos postos de abastecimentos da cidade de Córdoba, baseado em informações da Secretaria de Energia.

O custo de operação médio para cada automóvel foi estimado de duas formas diferentes: uma primeira, considerando só os custos variáveis de combustíveis e de estacionamento (naqueles casos que foi declarado na pesquisa) e outra forma considerando os custos totais (incluindo manutenção, depreciação e impostos) além do estacionamento. É importante esclarecer que no trabalho de Beesley foram considerados só os custos de combustíveis, mas o autor especifica que não há certeza se deveriam se estimar o valor do tempo considerando os custos totais (depreciação, manutenção, impostos, etc.). Respeito deste assunto Ortúzar e Willumsen (2011) destacam que nos modelos de escolha modal é recomendável colocar na função de utilidade só os custos diretos (combustível, estacionamentos e pedágios principalmente) além do tempo, pois as escolhas dos usuários são baseadas nas percepções dos custos e não são levados em conta aqueles custos que são pagos em forma diferida no tempo. Contudo, o trabalho desenvolvido no Brasil por Pereira (2007) ela utilizou o método de Beesley considerando os custos totais, não só os diretos.

O custo por combustível foi calculado com o rendimento médio ponderado em base a dados de vendas dos veículos de esse ano.

4 RESULTADOS

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentados os resultados dos diagramas de Beesley com dados das regressões. Em cada figura são mostradas as escolhas que as pessoas fizeram em cada caso. Na Tabela 5 são resumidos os valores de tempo obtidos para cada caso.

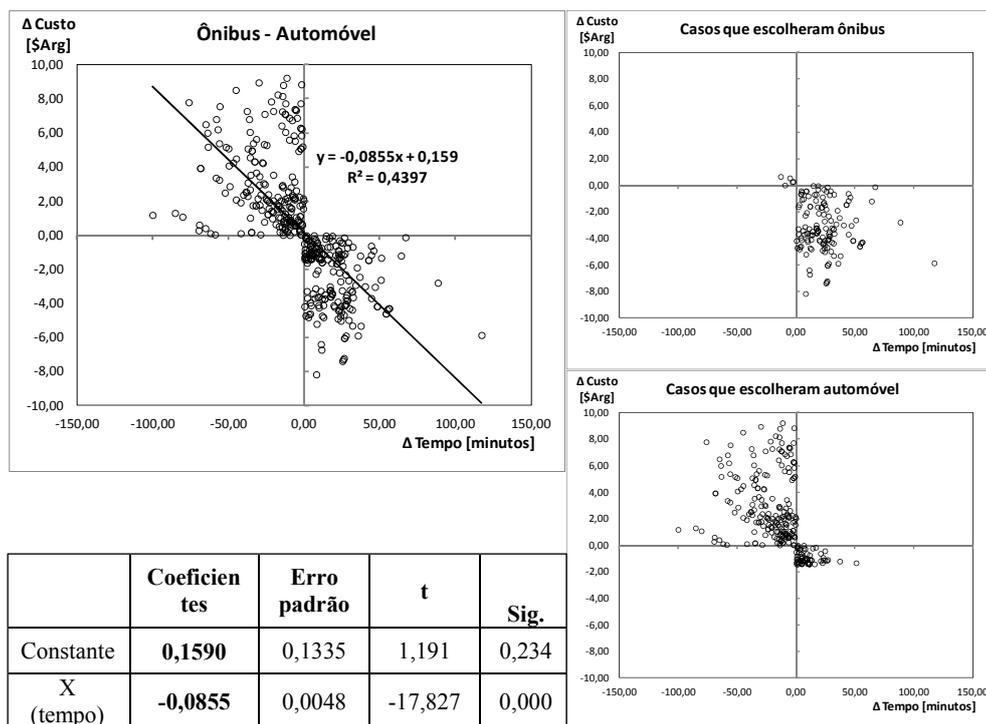


Figura 2. Diagrama de Beesley, considerando casos com escolha entre transporte público (ônibus) e automóvel (só custo combustível). Viagens residência-trabalho, famílias com disponibilidade de automóveis e transporte público. Total de casos: 470

Observa-se na Figura 2 e 3 que os usuários de automóvel aparecem como pessoas com preferência de tempo (localizados no quadrante superior esquerdo) e os usuários de transporte público com preferência ao dinheiro (quadrante inferior direito).

Tabela 3. Preço médio ponderado dos combustíveis disponíveis para automóvel.

	GNV [m ³]	Gasolina			Óleo Diesel (Diesel)		
		Comum [L]	Super [L]	Premium [L]	Grado 2 [L]	Grado 2B [L]	Grado 3 [L]
Volume de vendas na cidade Córdoba Novembro 2009 (1000 m ³ o 1000 L)	11.894	193	11.551	2.800	5.016	2.238	6.888
Preço médio ponderado [\$Arg/m ³] o [\$Arg/L]	0,928	3,161	3,620	3,960	3,013	2,924	3,091
Preço médio ponderado por tipo de combustível [\$Arg/m ³]o [\$Arg/L]	0,928	3,679			3,037		
Notas: - Valores de preços expressos em Pesos Argentinos (\$Arg) - Os valores correspondem a volume de vendas em postos de abastecimentos localizados na cidade de Córdoba - Na Argentina é permitido o uso de combustível Óleo Diesel em carros particulares - Segundo a Resolução N° 1104/2004 a classificação dos hidrocarbonetos é a seguinte: - Gasolina Comum com até 92 de Numero de Octanagem (NO) - Gasolina Super entre 92 e 95 Número de Octanagem (NO) - Gasolina Premium mais de 95 de Numero de Octanagem (NO) - Óleo Diesel Grado 2 e 2B possuem até 1500 partes por milhão (ppm) de teor de enxofre - Óleo Diesel Grado 3 possui até 50 partes por milhão (ppm) de teor de enxofre Fonte: Elaboração própria baseada em dados da <i>Secretaría de Energía de la Nación Argentina</i> (http://energia3.mecon.gov.ar/home/)							

Tabela 4. Custo de operação por quilômetro segundo o tipo de combustível e o ano de fabricação do veículo.

	Automóveis "novos" (Data de fabricação ≥ 1999)			Automóveis "velhos" (Data de fabricação < 1999)		
	GNV [m ³]	Gasolina [L]	Óleo Diesel [L]	GNV [m ³]	Gasolina [L]	Óleo Diesel [L]
Preço unidade combustível [\$Arg/unidade]	0,928	3,679	3,037	0,928	3,679	3,037
Rendimento médio [Km/1 (m ³) ou (L)]	12,1	10,7	12,8	9,7	8,5	10,2
Custo operação por quilômetro [\$Arg/km]	0,077	0,344	0,237	0,096	0,430	0,297
Notas: - O rendimento médio dos veículos novos a gasolina e óleo diesel foram calculados como a média ponderada baseada nas vendas dos anos 2009, 2008, 2007 e 2006 na província de Córdoba, segundo informações da ACARA (2009, 2008, 2007, 2006). - O rendimento dos veículos com GNV foi considerado 1,13 vezes do rendimento dos veículos a gasolina (http://www.gnc.org.ar/). - O rendimento dos veículos com data de fabricação anterior ao ano 1999 foi considerado 80 do rendimento dos veículos fabricados depois desse ano (http://www.testdelayer.com.ar/).						

No caso das motocicletas foi considerado só os custos de combustível e estacionamento (se houver) com um valor por quilômetro de \$Arg/km 0,090.

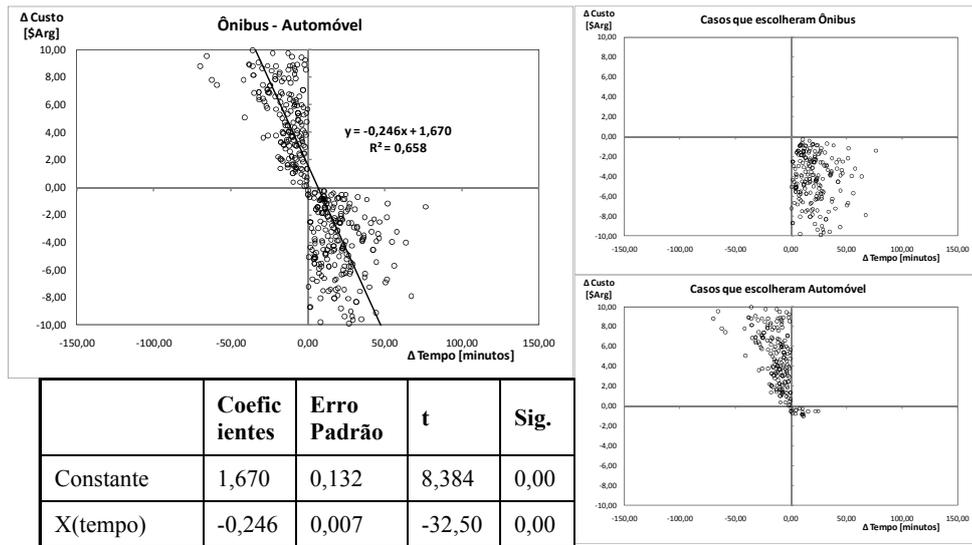


Figura 3. Diagrama de Beesley, considerando casos com escolha entre transporte público (ônibus) e automóvel (custos totais). Viagens residência-trabalho, famílias com disponibilidade de automóveis e transporte público. Total de casos: 470

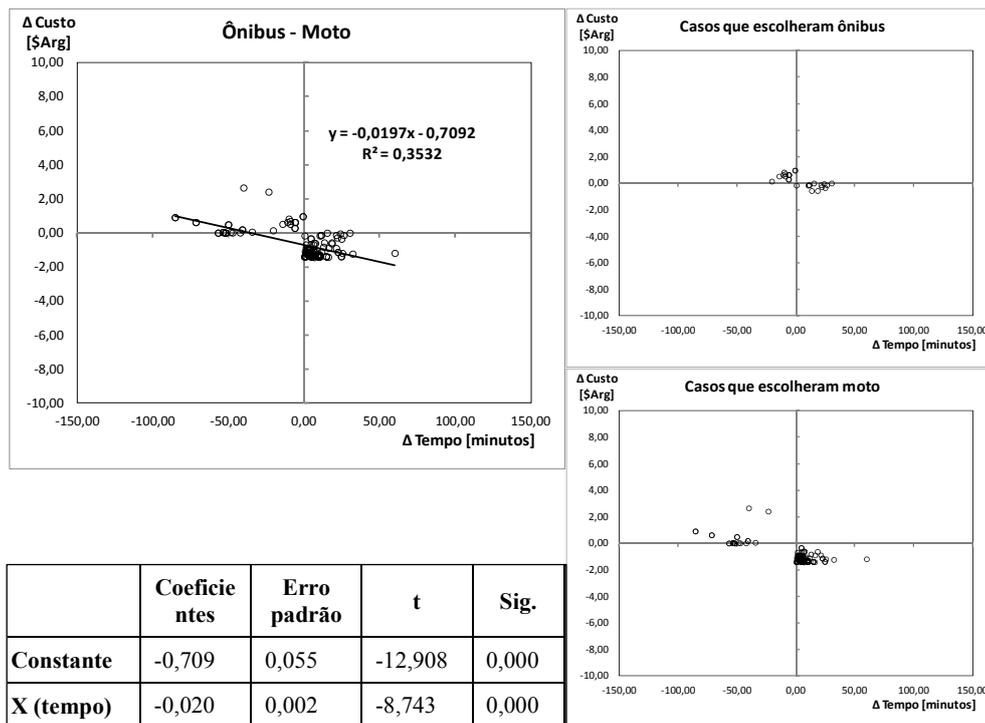


Figura 4. Diagrama de Beesley, considerando casos com escolha entre transporte público (ônibus) e motocicleta. Viagens residência-trabalho, famílias com disponibilidade de moto e transporte público. Total de casos: 142.

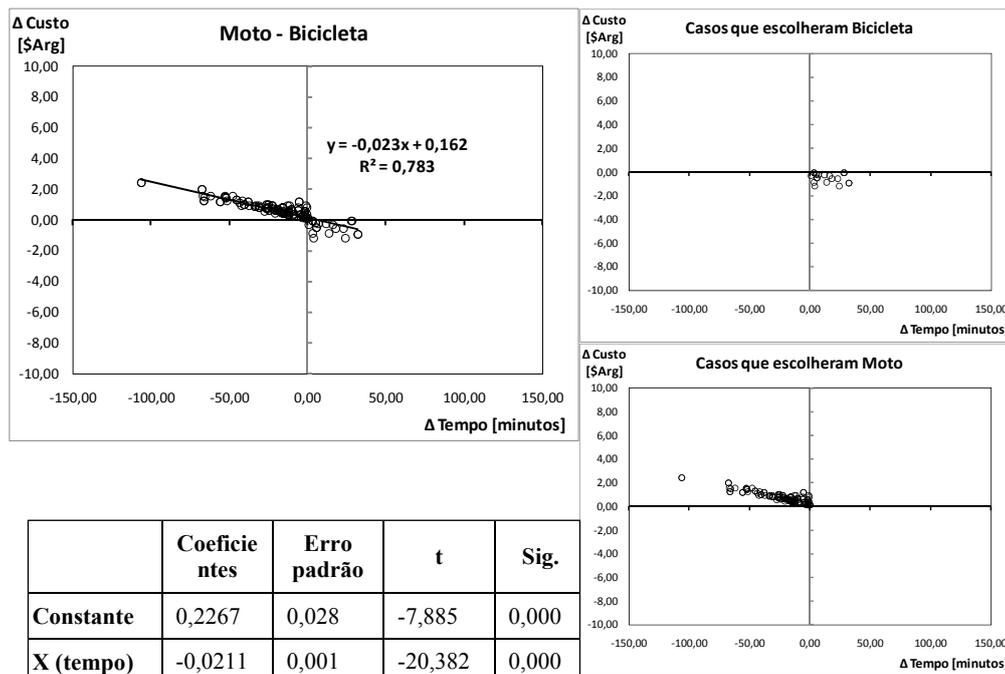


Figura 5. Diagrama de Beesley, considerando casos com escolha entre motocicleta e bicicleta. Viagens residência-trabalho, famílias com disponibilidade de moto e bicicleta. Total de casos: 147.

Tabela 5. Valores do tempo de viagem.

Casos	Valor do tempo	
	[\$Arg/min]	[\$Arg/mês] (160h/mês)
Ônibus – Auto (só custo combustível)	0,0855	820,8
Ônibus – Auto (custos totais)	0,246	2361,6
Ônibus - Moto	0,020	192
Moto - Bicicleta	0,023	220,8

5 DISCUSSÃO

Os valores de tempo apresentam grandes variações não só pelos modos considerados como alternativas de escolha, como também pelos custos levados em conta. É importante destacar que no caso da escolha entre ônibus e automóvel são importantes as influências das características operacionais de cada modo, pois são poucos os casos de usuários de ônibus com ganho de tempo evidenciado pela pouca quantidade de pontos observados no quadrante superior esquerdo (Figura 2 e 3). Isto implica que, tal vez, os usuários não escolhem o modo pelo ganho de dinheiro e sim porque não podem pagar outro modo mais rápido como o automóvel (trata-se de usuários cativos). O anterior se confirma ao observar a distribuição modal em cada classe social na Tabela 2.

Aparentemente pelos valores de tempo obtidos, no caso do automóvel, é conveniente considerar todos os custos e não só o combustível. Nestes casos foram obtidos valores de até 70% do valor do salário médio. Nos restantes casos (Moto – Ônibus e Bicicleta – Moto) os valores aparecem muito baixos (menores a 10% do salário médio), mas pode ser por causa da baixa renda desses usuários. Em Córdoba no ano 2009 o percentil 10% da população tinha um salário de \$Arg 700, ou seja, o valor do tempo seria entorno a 30% do salário deste grupo.

As grandes diferenças nos valores do tempo entre as distintas alternativas observadas evidenciam as iniquidades que podem se gerar nas avaliações de viabilidade econômica ao considerar valores diferentes segundo a classe social da pessoa o segundo o modo utilizado. As pessoas não escolhem os modos mais caro e rápido só porque não possuem condições de pagar os custos desses modos e não porque tenham um valor do tempo mais baixo do que os outros.

6 CONCLUSÕES

O estudo apresenta uma estimativa do valor do tempo de viagem considerando as viagens feitas em automóvel, transporte público, moto e bicicleta.

Para aquelas pessoas que possuem o automóvel e o transporte público como possíveis alternativas os valores de tempo representam uma proporção de 70% do valor do salário médio da população quando são considerados os custos totais do automóvel, entanto que se são computados só os custos de combustível o valor do tempo é sensivelmente menor (26% do salário médio da população).

Ao analisar as alternativas diferentes ao automóvel e o transporte público se observam que os valores de tempo obtidos são muito baixos.

7 REFERÊNCIAS.

Beesley, M. E. (1965) The Value of Time Spent in Travelling: Some New Evidence. **Economica**, Vol 32, N 126

Brito, A. e Strambi, O. (2007) Análise de características relacionadas à variação do valor do tempo de viagem de motoristas usando técnicas de preferências declaradas. **Revista Transportes**, USP, Brasil.

Calmet, D. e Capurro, J. (2011) El tiempo es dinero: cálculo del valor social del tiempo en Lima Metropolitana para usuarios de transporte urbano. **Revista de Estudios Económicos** 20, pp73-86. Banco Central de Reserva del Perú.

Cervini, H. e Ramirez, L. (2008) Valor social del tiempo en México. **Análisis Económico**, Vol. XXIII, Núm. 54, sin mes, 2008, pp. 175-202.

Jara-Diaz, S. (2007) **Transport economic theory**. Ed. Elsevier, Netherlands.

Jara-Diaz, S.; Munizaga, M.; Palma, C. (2004) **The Santiago TASTI survey (Time Assignment Travel and Income)**. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Chile.

Ortúzar, J. e Willumsen, L. (2011) **Modelling Transport**. 4ta edição. Ed. John Wiley & Sons.

Pereira, C.(2007) **Contribuição para a modelagem da divisão modal multinomial com base em estimativa do valor do tempo em transportes associada a um SIG**. Tese DSc, UFRJ, RJ, Brasil.

PTUMA, 2009. **Encuesta Origen Destino 2009: Área Metropolitana de Córdoba**. Disponível em: www.ptuba.gov.ar.

Small, K. e Verhoef, E. (2007) **The economics of urban transportation**. Ed. Routledge, USA.

World Bank (1997) **The Value of Time In Economic Evaluation of Transport Projects**. Transport NO. OT-5, USA.