

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE CUSTOS DOS MEIOS DE TRANSPORTE

Mauro Seiji Fukunaga

Departamento de Engenharia de Transporte
Universidade de São Paulo

RESUMO

O número de veículos particulares nos grandes centros urbanos brasileiros está em constante ascensão, mesmo com o aumento do preço médio de aquisição destes e da oferta de transporte público. Porém, a maioria de quem adquire um veículo desconhece o quanto é realmente necessário investir no ativo. Através da simulação é possível mensurar em termos financeiros o investimento total necessário na aquisição, operação, manutenção e remuneração do capital do ativo. O resultado é um comparativo financeiro direto entre os meios de transporte particular e público, medindo também o valor de critérios intangíveis na escolha do meio de transporte, como exemplo a acessibilidade, segurança e conforto. De acordo com o perfil do ator avaliado são atribuídos pesos para cada um dos critérios de avaliação no simulador, tornando a ferramenta um suporte na escolha consciente do meio de transporte que melhor vá atender as necessidades de transporte do ator.

ABSTRACT

The number of private vehicles on the main Brazilian urban centers is constantly increasing, even with the rise of the vehicles' price and the public transport offering. However, most of those who had purchased a car were unaware of how much money was really necessary to invest on this asset. Through simulation is possible to measure in financial meanings the total investment need in the acquisition, operations, maintenance and opportunity cost for the asset. The product is a direct financial comparative between public and private transport, that also measure intangible criteria like accessibility, security and comfort. According to the actor's profile, weights were assigned for each evaluation criterion on simulation, which made it a support tool for a conscious choice regarding the transport type that will better fit on the actors needs.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de contrastes, onde a concentração de renda é tão alarmante que reflete geograficamente. A população tende a se concentrar nos grandes centros urbanos, que ficam extremamente povoados e torna complexa a gestão de serviços para atender a população, como saúde, educação, segurança e transporte. A cidade de São Paulo é um exemplo típico de metrópole, que apresenta as mesmas qualidades e problemas encontrados em outros grandes centros.

São Paulo oferece muitas oportunidades de emprego, entretenimento e educação. Esta oferta de serviços tem atraído cada vez mais pessoas para a cidade todos os dias. Moradores das regiões periféricas se deslocam para as áreas centrais diariamente, e durante a manhã a capital recebe visitantes periódicos de toda Grande São Paulo. O Fluxo inverso ocorre no período de tarde para noite, quando as pessoas voltam para seus bairros e municípios periféricos.

Este excedente de pessoas há muito tempo causa muitos problemas relacionados ao transporte. Congestionamentos com mais de 100 km são vistos diariamente na Capital nos horários de pico impactando a todos, não importando o meio de transporte escolhido, seja ele público ou particular. O tempo de acesso já não faz tanta diferença quando se tem que enfrentar um congestionamento de rotina. A segurança, o conforto, e a conveniência são fatores que começam a importar cada vez mais na escolha do meio de transporte, muitas vezes se equivalendo ou superando fatores tradicionais como custo e tempo.

2. OBJETIVO

O objetivo é obter uma análise comparativa entre os diversos meios de transporte disponíveis na cidade sob diversos critérios de escolha, mensurados em valores monetários. Será feita uma breve análise financeira em diversos cenários para o perfil de cada ator envolvido, considerando os custos operacionais e benefícios do uso de cada meio de transporte.

Um simulador foi criado para calcular os custos operacionais fixos e variáveis, bem como as rentabilidades correspondentes no caso do investimento do valor do ativo. Aos fatores intangíveis são atribuídos notas e pesos para que possam ser mensurados em termos financeiros, de modo a termos um único parâmetro final na análise.

3. METODOLOGIA

Foi adotada a simulação de cenários através de modelos matemáticos computacionais, devido à sua rapidez e praticidade e o baixo custo. Os dados de entrada foram fornecidos pelo ator avaliado, bem como os cenários de análise, de modo a tornar a simulação mais ampla possível para o auxílio na escolha do meio de transporte.

A coleta de dados de campo de usuários foi realizada através de uma pesquisa de Origem-Destino, tanto para o transporte público como para o particular. Os atores foram os mesmos para todos os meios de transporte avaliados, para que pudesse haver coerência de objetivos no comparativo. Os meios de transporte analisados foram separados da seguinte maneira:

- Transporte Particular
 - Carro
 - Motocicleta
 - Bicicleta
- Transporte Público
 - Ônibus, Trem, Metrô, ou combinação.

Considerando a integração do transporte público na cidade de São Paulo proporcionada pelo uso do Crédito Eletrônico na cobrança das tarifas, os diversos meios de transporte desta categoria foram agrupados em uma só.

Os dados operacionais dos meios de transporte particulares foram pesquisados com fornecedores e em mídias especializadas; bem como os índices financeiros, características de mercado, rotas e itinerários. A análise é realizada ao inserir os dados no simulador, que calcula os dados automaticamente.

3. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Foram realizadas pesquisas de Origem-Destino através de formulários padronizados, um para cada tipo de Meio de Transporte avaliado. Os formulários foram especialmente construídos para este trabalho, de modo a coletar dados relevantes para a análise posterior de cenários.

3.1. Pesquisa Origem Destino

A pesquisa identifica as características da viagem do ator. Dados absolutos como distâncias de trajeto, meio de transporte, tempo de viagem e tempo de espera são registrados; bem como as percepções atribuídas aos critérios intangíveis, como condições de conforto, segurança e acessibilidade.

Estes últimos apresentam variações entre um entrevistado e outro, pois fazem parte de uma avaliação subjetiva e pessoal. Na parte de análise teremos mais detalhes sobre o uso destes dados. A Figura 1 ilustra um exemplo de um meio de transporte estudado.

Formulário de Avaliação de Viagem															
Dados do Viajante															
Sexo	Masculino	Divisão de Classe Social (R\$):													
Idade	24														
Portador de Deficiência Física	Não														
Classe Social	B														
Número de Carros na Família	2														
Remuneração Média (R\$/h)	R\$ 0,00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td> <td>Mais de 9175</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>3295 - 9174</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>838 - 3294</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>410 - 837</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0 - 409</td> </tr> </table>				A	Mais de 9175	B	3295 - 9174	C	838 - 3294	D	410 - 837	E	0 - 409
A	Mais de 9175														
B	3295 - 9174														
C	838 - 3294														
D	410 - 837														
E	0 - 409														
Dados da Viagem															
Origem	Av. dos Três Poderes														
Destino	Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3 (Poli)														
Percurso TOTAL															
Data	12-Jun-07														
Trajetos (Km)	4,7														
Meio de Transporte	Particular	Carro	Parati 1.8 Gas												
Horário de Saída (hh:mm)	8:25														
Horário de Chegada (hh:mm)	8:37														
Tempo Total de Percurso	0:12														
Condições Climáticas	Regular	Normal	Ruim, Regular ou Bom												
Condições de Segurança	Regular	Normal													
Condições de Trajeto	Regular	Normal													
Avaliação															
Critérios Tangíveis															
Tempo de Viagem Total	Bom	Tempo baixo	3	Ruim, Regular ou Bom											
Custo	Bom	Baixo Custo	2												
Critérios Intangíveis															
Conforto	Bom	Normal	2	Ruim, Regular ou Bom											
Segurança	Bom	Movimentada	3												
Acessibilidade	Bom	Normal	1												

Figura 1: Formulário de Avaliação de Viagem – Transporte Particular: CARRO

3.2. Pesquisa Custos Operacionais

Consideraram-se os custos operacionais dos meios de transporte particular e o custo das tarifas no transporte público. Os dados da pesquisa operacional podem ser atualizados no simulador sempre que for conveniente. Os preços foram pesquisados no mercado, e os custos divididos entre fixos e variáveis. A remuneração de capital (custo de oportunidade) foi considerada como um custo fixo operacional, sendo o valor final total deste discriminado com, e sem este custo.

Foram analisados os casos do transporte particular CARRO, MOTOCICLETA e BICICLETA; e o caso do uso do transporte público. A Figura 2 apresenta os custos das tarifas e suas combinações possíveis com o uso do crédito eletrônico, adotado nas interligações dos meios de transporte público municipal. A Figura 3 ilustra a pesquisa de custos operacionais no caso do transporte particular CARRO.

Caso Comum:	Tarifas - Crédito Eletrônico (R\$)	Ônibus	Trem	Metrô
	Comum	2,30	2,30	2,30
	Escolar	1,15	1,15	1,15
	Vale-Transporte	2,30	2,30	2,30
	Conjugado Ônibus + Metrô ou Trem	3,50		

Figura 2: Custos das tarifas do transporte público na cidade de São Paulo

Caso 1: Carro

Dados do Carro		
Modelo	Gol City	
Ano	2005	
Motorização	1.0 8V	
Combustível	Flex	
Valor de Mercado (FIPE)	19.562	

Consumo Médio		Composição %
Alcool (Km/L)	10	50%
Gasolina (Km/L)	14	50%
Gás (Km/m³)	0	0%
Diesel (Km/L)	0	0%
Quilômetros Rodados a.m.	1000	

Cotação de Combustível		R\$
Alcool (R\$/L)	1,32	
Gasolina (R\$/L)	2,34	
Gás (R\$/m³)	1,2	
Diesel (R\$/L)	1,89	

Custos Fixos a.m.	R\$	R\$/Km	Parte %
Depreciação a.a.	132,00	0,132	17%
Remuneração do Capital (Selic)	164,50	0,164	22%
Licenciamento	70,00	0,070	9%
IPVA	65,00	0,065	9%
Seguro Obrigatório	15,00	0,015	2%
Seguro Facultativo	104,00	0,104	14%
SubTotal Custos Fixos	550,4961568	0,5504962	72%

Custos Variáveis a.m.	R\$	R\$/Km	Parte %
Consumo de Combustível Total	149,57	0,150	20%
Alcool	66,00	0,132	9%
Gasolina	83,57	0,167	11%
Gás	0,00	0,000	0%
Diesel	0,00	0,000	0%
Pneus	13,86	0,014	2%
Manutenção (Peças e Mão-de-obra)	27,00	0,027	4%
Lubrificante do Motor	5,00	0,005	1%
Lubrificante da Transmissão	0,47	0,000	0%
Lavagem e Lubrificação	5,00	0,005	1%
Estacionamento / Valet Parking	10,00	0,010	1%
SubTotal Custos Variáveis	210,90	0,211	28%
Custo Total	761,39	0,761	100%
Sem Remuneração do Capital	596,90		

Figura 3: Custo operacional de transporte particular – CARRO

No caso da BICICLETA, o consumo energético adotado foi o de quilocalorias por quilômetro rodado, fazendo uma analogia com a energia adquirida através da alimentação no café da manhã, face ao esforço realizado com o gasto energético da força de tração humana durante o trajeto. Considerou-se neste caso a ingestão adicional média de quilocalorias necessária. A Figura 4 ilustra a pesquisa no caso do uso do transporte particular BICICLETA.

Caso Especial: **Bicicleta**

Dados da Bicicleta

Modelo	Bicicleta Sundown Attacker Aro 26 18v
Ano	2007
Motorização	Tração Humana
Combustível	0
Valor de Mercado (FIPE)	300

Consumo Médio

Energia Consumida: Kcal/Km	57,2
Quilômetros Rodados a.m.	600

Cálculo Energético

	R\$	Kcal
2 Pães com Manteiga	0,45	326
1 Copo Leite com achocolatado	0,25	246
Total	0,7	572

Taxa: 1 Lanche para cada 10 Km Rodados

Custos Fixos a.m.

	R\$	R\$/Km	Parte %
Depreciação a.a.	4,17	0,004	7%
Remuneração do Capital (Selic)	2,52	0,003	4%
Seguro Facultativo	0	0,000	0%
SubTotal Custos Fixos	6,69	0,007	12%

Custos Variáveis a.m.

	R\$	R\$/Km	Parte %
Consumo Energético	42,00	0,070	74%
Pneus e Câmara	3,00	0,005	5%
Manutenção (Peças e Mão-de-obra)	3,60	0,006	6%
Lavagem e Lubrificação	1,80	0,003	3%
SubTotal Custos Variáveis	50,40	0,084	88%
Custo Total	57,09	0,091	100%
Sem Remuneração do Capital	54,57		

Figura 4: Custo operacional de transporte particular – BICICLETA

4. SIMULAÇÃO

A simulação dos investimentos vem da escolha do tipo de investimento, do período de investimento, e do montante investido mensalmente. Foram utilizados indicadores financeiros reais e atuais, de acordo com o BACEN e as taxas praticadas no mercado. Os dados financeiros devem ser atualizados periodicamente no simulador através de fontes oficiais. A Figura 5 ilustra os dados financeiros considerados na simulação.

Os cenários propostos são divididos em casos de investimentos. Considera-se que o ator utilize parte ou total montante de capital, originalmente destinado ao meio de transporte particular, para um investimento de sua escolha. No ambiente de simulação é possível realizar diversas interações de casos, variando os tipos de investimentos, de ativos, períodos e rentabilidades.

Análise Financeira					
Dados:	Rentabilidade Acumulada	12 Meses	24 Meses	36 Meses	Média Mensal
Investimento	Fundos de Renda Fixa	12,72%	32,33%	54,46%	1,06%
	Fundos MultiMercados	14,05%	35,00%	60,00%	1,17%
	Fundos Cambiais Dólar	-12,15%	-13,08%	-32,00%	-1,01%
	Previdência Privada	10,94%	27,34%	44,87%	0,91%
	Poupança	6,17%	12,72%	27,06%	0,51%
Ações	Petrobras	6,84%	91,31%	171,28%	0,57%
	Vale	63,45%	149,41%	241,66%	5,29%
	Embraer	22,66%	34,15%	28,39%	1,89%
	PIBB	36,24%	110,27%	167,60%	3,02%
Índices	Selic Meta	12,50%			1,04%
	Selic Over	12,00%			1,00%
	CDI Anual	12,45%			1,04%
	IBovespa médio	42,56%			3,55%
	IBrX médio	40,60%			3,38%

Figura 5: Dados financeiros para a análise financeira. *Fonte: BACEN*

No cenário proposto, foi considerado como ativo o carro particular, definido o investimento em um fundo de renda fixa e o período em meses, de acordo com os dados da Figura 6. Em seguida a simulação de rendimentos dos casos é ilustrada pela Figura 7.

Ativo	Carro
Valor de Mercado	\$ 19.562,00
Custo Operacionais a.a.	\$ 596,90
Tipo de Investimento	Fundos de Renda Fixa
Período de Investimento em Meses	12

Figura 6: Caracterização dos dados financeiros

Caso 1:	Investimento Total do Capital Destinado ao Ativo	
	Tipo de Investimento:	Fundos de Renda Fixa
	Principal	\$ 19.562,00
	Rentabilidade a.m.	1,06%
	Número de Meses	12
	Incremento Mensal	\$ 596,90
	Valor Futuro	\$29.796,07
	Diferença em Relação ao Investido	\$3.071,31
Caso 2:	Investimento do Principal Apenas	
	Tipo de Investimento:	Fundos de Renda Fixa
	Principal	\$ 19.562,00
	Rentabilidade a.m.	1,06%
	Número de Meses	12
	Incremento Mensal	\$ -
	Valor Futuro	\$22.200,60
	Diferença em Relação ao Investido	\$2.638,60
Caso 3:	Investimento do Custo Operacional Apenas	
	Tipo de Investimento:	Fundos de Renda Fixa
	Principal	\$ -
	Rentabilidade a.m.	1,06%
	Número de Meses	12
	Incremento Mensal	\$ 596,90
	Valor Futuro	\$7.595,50
	Diferença em Relação ao Investido	\$432,70

Figura 7: Casos de investimentos

- Caso 1: Investimento Total do Capital Destinado ao Ativo, onde tanto o valor do ativo, como o capital destinado a custear o seu uso seria investido. Neste caso os custos operacionais mensais se converteriam em aportes mensais no investimento. O principal seria investido integralmente no primeiro período.
- Caso 2: Investimento do Principal Apenas
- Caso 3: Investimento do Custo Operacional Apenas

5. ANÁLISE COMPARATIVA

Os cálculos são realizados de acordo com os dados encontrados na pesquisa operacional e de origem-destino. O tempo é sempre multiplicado pela remuneração média da pessoa, de modo à parametrizar os critérios em termos financeiros. Os critérios intangíveis são considerados com os pesos a eles atribuídos na pesquisa origem-destino pelos atores avaliados. O tempo de viagem é multiplicado por estes critérios posteriormente, após a normalização dos dados.

Situações críticas, como um grande tempo de espera e condições adversas (chuva, falta de iluminação e segurança) são consideradas nos campos de critérios intangíveis, dado um peso maior quanto mais crítica for a situação. Por fim, temos um custo final atribuído ao uso de cada meio de transporte, considerando critérios intangíveis e seus pesos de importância. O resultado da análise do caso adotado está ilustrado na Figura 8.

Análise Comparativa

Dados do Viajante

Sexo	Masculino
Idade	25
Portador de Deficiência Física	Não
Classe Social	C
Número de Carros na Família	3
Remuneração Média (R\$/h)	10

Divisão de Classe Social (R\$):

A	Mais de 9175
B	3295 - 9174
C	838 - 3294
D	410 - 837
E	0 - 409

Dados de Rotina

Origem	Av. dos Três Poderes
Destino	Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3 (Poli)

Percurso TOTAL

Trajetos (Km)	11				
Meio de Transporte	Carro	Motocicleta	Bicicleta	Tranporte Público	Misto
Horário de Saída (hh:mm)	8:25	8:25	8:25	8:25	0:00
Horário Estimado de Chegada	8:37	8:32	8:46	8:57	0:00
Tempo Total de Espera	0:00	0:00	0:00	0:03	0:00
Tempo Total de Trajeto	0:12	0:07	0:21	0:29	0:00
Tempo Total da Viagem	0:12	0:07	0:21	0:32	0:00
Financeiro					
Valor de Mercado	19.562	5.288	300	0	
Custo Operacional Mensal	596,90	312,57	54,57	92,00	
Custo de Oportunidade	164,50	44,47	2,52	0,00	
Custo Total Mensal	761	357	57	92	
Conveniência					
Tempo de Viagem Total	\$ 0,25	\$ 0,15	\$ 0,44	\$ 0,73	\$ -
Tempo de Trajeto	\$ 0,08	\$ 0,05	\$ 0,15	\$ 0,20	\$ -
Tempo de Espera	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,04	\$ -
Conforto	\$ 0,50	\$ 0,29	\$ 0,88	\$ 1,46	\$ -
Segurança	\$ 0,75	\$ 0,44	\$ 1,31	\$ 2,19	\$ -
Acessibilidade	\$ 0,25	\$ 0,15	\$ 0,44	\$ 0,73	\$ -
Nota Atribuída ao Uso	0,55	0,94	0,31	0,19	
Custo Final Pelo USO					
	\$ 834,73	\$ 399,82	\$ 185,42	\$ 305,89	\$ -

Figura 8: Análise comparativa entre os meios de transporte

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os custos financeiros absolutos diretos, como o preço do ativo e o preço da tarifa do transporte público, são sempre levados em conta na hora de se optar pelo meio de transporte.

Porém, dada a dificuldade de mensurar o valor de critérios intangíveis como segurança, acessibilidade e conforto; aspectos tão importantes como estes ou são supervalorizados ou desconsiderados na hora da avaliação do meio de transporte a ser adotado pelo ator.

Entretanto, uma série de pesos é atribuída aos fatores intangíveis, de modo a retratar de maneira mais fidedigna os comportamentos estudados e o perfil de cada ator. Pelo caráter intangível de cada um destes últimos fatores, as análises podem apresentar significativa diferença entre um entrevistado e outro.

Com a análise, foi possível atribuir um valor financeiro a estes fatores intangíveis, através dos comparativos de alternativas. Os atores que participaram do estudo puderam perceber o quanto custava financeiramente aspectos como conforto, segurança, acessibilidade e status; geralmente atribuídos ao uso de um transporte particular, mas nunca levados em conta sob o aspecto financeiro se comparados com outros meios de transporte.

Perguntas como “Qual o valor do seu conforto” agora puderam ser respondidas, e o uso do meio de transporte particular foi repensado em alguns casos; muitos atores refletiram se o conforto, segurança e acessibilidade proporcionados pelo meio de transporte particular valiam a diferença de investimento necessária, em comparação com outras alternativas de transporte.

Geralmente a pesquisa apresentou uso do transporte público recomendado para os trechos com boa acessibilidade, e de média distância. O particular foi proposto para curtas e longas distâncias, dado o baixo custo variável no primeiro caso, e a relação custo-benefício no segundo. Porém, para cada caso adotado é preciso avaliar o perfil do ator, principalmente a renda média na qual ele se encaixa, e os pesos dados para cada um dos critérios intangíveis avaliados na simulação.

Mauro Seiji Fukunaga (mauroseiji@gmail.com)

Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380 - São Paulo, SP, Brasil