



A PERCEPÇÃO DO USUARIO NA ESCOLHA MODAL: O CASO BRT-TROLE DA CIDADE DE QUITO-EQUADOR

Alex Rojas Alvarado*

alessi1985@hotmail.com

Elayne Babosa dos Santos**

elayne.santos@dnit.gov.br

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Alex Rojas Alvarado y Elayne Babosa dos Santos (2018): "A percepção do usuario na escolha modal: o caso brt-trole da cidade de Quito-Ecuador.", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (mayo 2018).

En línea:

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/usuario-escolha-modal.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/usuario-escolha-modal.html)

Resumo

O objetivo principal deste artigo foi determinar a percepção do usuário na escolha modal. Realizou-se uma revisão da literatura para determinar o método mais adequado e determinar as principais variáveis analisadas. A partir desta, foi elaborado um questionário e aplicado aos usuários de transporte público. Os dados foram analisados através de uma análise fatorial exploratória em combinação com um logit binomial que determinaram que as variáveis explicativas em conjunto com as variáveis latentes conseguem representar de maneira adequada as escolhas dos indivíduos, mostrando a relevância da percepção dos indivíduos na escolha modal.

Palavras chaves: Percepção, Trole, Escolha Modal

Abstract

The aim of this article was to determine the user's perception in the modal choice. A literature review was performed to determine the most appropriate method and determine the main variables analyzed. A questionnaire was developed and applied to public transport users. The data were analyzed through an exploratory factorial analysis in combination with a binomial logit that determined that the explanatory variables together with the latent variables can adequately represent the individual's choices, showing the relevance of the individuals' perception on the modal choice.

Key Words: Perception, Trolley, Modal choice.

*Mestre em Engenharia. Desenvolveu sua carreira em vários órgãos públicos do governo do Equador: Empresa Pública de Transporte- Santo Domingo, Municipio de Guamote. Foi professor convidado do Instituto Superior Tecnológico Aeronáutico, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Na atualidade é professor de pós-graduação da Universidade Politécnica estatal del Carchi.

**Possui graduação em Engenharia Civil pelo Instituto Camillo Filho. Atualmente é Mestranda em Transportes da Universidade de Brasília - UnB. É técnica em infraestrutura de transportes - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estradas e Transportes.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas BRT (Bus Rapid Transit), têm suas origens na cidade de Chicago nos Estados Unidos, onde foram desenvolvidos os primeiros planos de ação para transformar três linhas férreas da cidade

em corredores de ônibus exclusivos (Bilbao, 2014). A partir dessa experiência outras cidades americanas implantaram uma série de vias exclusivas nas cidades de Washington, St. Louis e Milwaukee (TRB, 2003).

A primeira experiência de construção de vias exclusivas na América Latina foi desenvolvida na cidade de Lima-Peru no ano 1972, onde foi construída a primeira “Via Expresa” (Bilbao, 2014). No mesmo ano na cidade de Curitiba seria desenvolvido o primeiro sistema BRT do mundo, o mesmo que entrou em operação no ano 1974, sendo este, o surgimento de um sistema de alta capacidade, eficiente e de baixo custo (Lerner, 2009).

A partir de então, uma série de sistemas BRT semelhantes com o de Curitiba foram construídos em cidades como Quito-Ecuador (1995), Bogotá- Colômbia (2000), Los Angeles-Estados Unidos (2000), México -México (2003), Pequim-China(2005), Istambul -Turquia (2008) (Wright e Hook, 2008). Nos últimos anos este tipo de sistemas têm-se intensificado, somando um total de 205 cidades no mundo que possuem este tipo de sistemas.

Esse incremento súbito na construção de sistemas BRT, foi influenciada por diversas vantagens do tipo operacional e econômicas, ao ser considerados como sistemas de solução barata, rápidos e de alta flexibilidade para atender as demandas mais dinâmicas das cidades (Levinson et al., 2003). Essas vantagens operacionais foram consequência do uso de uma gama de veículos especializados que podem operar em faixas exclusivas com prioridade de passagem, incrementando de forma significativa a velocidade operacional e a redução de custos de operação (Wright e Hook, 2008).

No entanto, as vantagens operacionais do sistema foram percebidas pelos usuários através da redução do custo das passagens e poupança nós temos de deslocamento, atraindo cada vez mais, um número maior de passageiros com diversas necessidades de deslocamento. Como consequência desse incremento de demanda os sistemas BRT tiveram que incrementar suas frotas de operação inicial com o objetivo de aumentar sua capacidade operacional.

O sistema BRT, é o mais importante do DMQ, o mesmo que transporta quase 250.000 passageiros por dia (Torres et al., 2011). Esse incremento na demanda teve um impacto negativo na qualidade do serviço, aumentando os tempos de espera nas paradas e ônibus superlotados. Outro dos efeitos negativos dessa problemática foi a perda de uma grande parte dos usuários do sistema que acabou mudando este meio de transporte por opções existentes no mercado, originando como consequência o incremento de veículos privados na cidade (Plan de Movilidad Urbana- PMU, 2008).

Preocupados pelo crescimento automotor e os constantes problemas de congestionamento na cidade, as autoridades municipais decidiram melhorar o sistema. Com a aquisição de novas unidades veiculares do tipo biarticulado e a criação de um subsídio para manter a tarifa, tentaram atrair mais usuários ao sistema. No entanto, na visão do usuário não parece existir uma melhoria que possa garantir a escolha modal deste tipo de sistema.

Nesse contexto o presente trabalho tem com o objetivo estudar a percepção do usuário na escolha modal deste tipo de transporte, utilizando como ferramenta a análise fatorial exploratória.

2. METODOLOGIA

A análise fatorial exploratória é uma técnica usada como uma ferramenta de pesquisa experimental em diversos campos como a psicologia, pedagogia e economia (Rizzi et al., 2005). Nesse sentido, a análise fatorial envolve a identificação do padrão de correlação ou covariância da matriz de uma série de variáveis observadas, com o objetivo principal de gerar informações sobre um determinado um construto latente ou também chamado de fator (Bertazzo, 2008).

Para exemplificar melhor este conceito considere-se um conjunto de corpos. Se tomamos a medida relacionada com aspectos métricos como a longitude, volume, altura, profundidade, pode-se encontrar que essas medições não variam independentemente, senão que acabam manifestando dependências como; entre uma altura maior existira um maior volume e maior longitude. Neste caso,

o análise fatorial exploratório permitirá descobrir que o conjunto dessas variáveis somente pode variar em três dimensões (Rizzi et al, 2005; Yela, 1997).

Nesse caso específico de estudo, o problema da percepção é definido a partir da formação de um grupo focal de estudo. Para definir os atributos usou-se as pesquisas realizadas por Rizzi et al., (2005) e Ugrinovic (2009) , que definiram as perguntas necessárias para obter os atributos dos sistemas de transporte público a serem avaliados. Os estudos desenvolvidos pelos autores foram realizados em Santiago do Chile nos sistemas de trem e ônibus interestadual.

Os atributos considerados em base aos postulados e questionamentos das pesquisas já mencionados são os seguintes:

- Conveniência dos horários de viagem
- Facilidade para viajar com crianças e carga (malas, sacolas)
- Conveniência de atividades (ler, escrever, estudar)
- Conforto da viagem
- Confiabilidade do serviço
- Forma de distração
- Segurança em caso de furto
- Segurança em caso de acidente
- Segurança em caso de sofrer algum tipo de assédio sexual

Para valorar os atributos mencionados usou-se a escala de Likert de 1 até 7, onde 1 representa a valoração mais baixa do atributo e o 7 representa a valoração mais alta. A partir deste ponto, os indivíduos colocaram uma nota a cada um desses atributos, permitindo a determinação dos fatores ou variáveis latentes. Uma vez determinados os fatores, calcula-se o valor de cada um para cada combinação de indivíduo. O objetivo final deste procedimento é a inclusão das variáveis latentes na função de maximização da utilidade. A seguinte fórmula apresenta a função de utilidade condicionada para o BRT:

$$V_{BRT} = \alpha_{\text{tempo de viagem}} \text{tempo de viagem}_{BRT} + \alpha_{\text{custo da viagem}} \text{custo da viagem}_{BRT} + \sum_{j \neq BRT} \alpha_{\text{fator } j} \text{fator } j_{BRT} \quad (1)$$

Com esta equação pode-se estimar o modelo de escolha modal utilizando algum pressuposto sobre a distribuição de erros, este pode ser um erro do tipo aditivo que se distribui de forma independente e idêntica conforme é sugerido por Ortúzar e Willumsem (2011). O resultado final é o modelo logit que para nosso caso de estudo, estará representado conforme a seguinte expressão matemática que representa a probabilidade de escolha do BRT:

$$P_{(BRT)} = e^{V_{BRT}} / (e^{V_{BRT}} + e^{V_{\text{outro meio}}})$$

A probabilidade final será definida pela diferença entre:

$$\text{Probabilidade BRT} = 1 - \text{Probabilidade de usar outro meio de transporte}$$

Embora a literatura apresente um método mais sofisticado e robusto de cálculo denominado logit híbrido (Mc Fadden, 1986; Walker, 2001; Alvarado y Alvarado, 2017, Rizzi et al, 2005, e Ugrinovic, 2009), este estudo pretende ter um enfoque exploratório considerando que o mesmo possa servir como um primeiro passo para a posterior utilização do modelo logit híbrido no BRT da cidade de Quito.

3. AMOSTRA

Um dois aspectos mais importantes nas pesquisas é a seleção da amostra, pois ela representa uma porcentagem da população que vai ser estudada com o objetivo de extrair características de interesse e representatividade. Para a determinação da amostra levou-se em consideração os requerimentos

mínimos necessários para a aplicação da análise fatorial exploratória descrita por diversos autores. Assim por exemplo, Gorush (1988), na sua pesquisa declarou que a amostra mínima para a realização de uma análise fatorial é de 200 indivíduos.

No entanto, Guadagnoli e Velicer (1988), desafiaram este critério e sugeriram que um tamanho aceitável de amostra depende do tamanho de cargas fatoriais analisadas. Podendo se obter bons resultados com amostras de 50 indivíduos ou amostras ao redor de 300 a 400 indivíduos, o número vai depender do tamanho das cargas fatoriais presentes na pesquisa.

Por outro lado Wolins (1995), desafia este critério e afirma que não existe um tamanho de amostra mínima para efetuar uma análise fatorial. O autor indica que é errado supor que um maior número de variáveis analisadas precisa de um número maior de indivíduos. Pasqualli (2009), indicou que um tamanho mínimo de amostra para a realização de uma análise fatorial é de 100 indivíduos. Comrey e Lee(2013), indicaram que uma amostra ideal pode ser classificada em seis grupos, que são descritos a seguir na tabela 1:

Tabela 1. Tamanho da amostra ideal

Amostra (indivíduos)	Classificação
50	Muito inferior
100	Inferior
200	Razoável
300	Boa
500	Muito boa
1000	Excelentes

Fonte: Comrey e Lee (2013)

Diante do considerações expostas para a determinação da amostra, foi estabelecida um critério mínimo de 400 indivíduos usuários do sistema de transporte público BRT da cidade de Quito-Ecuador.

3.1. ANÁLISE DESCRITIVO DA AMOSTRA

A tabela 2, mostra informações características da amostra selecionada :destinos de viagem; motivos, gênero, idade e as características socioeconômicas.

Tabela 2. Estatística descritiva da amostra coletada

Destino da viagem	BRT	Outros Meios	Motivo da viagem	BRT-Outros meios
Quitumbe	18	16	Estudo	183
Cóndor Ñan	1	0	Trabalho	118
Amaru Ñan	0	0	Turismo	24
Morán Valverde	7	1	Visita Familiar	29
Registro Civil	2	8	Saúde	14
Quimiag	1	0	Outros	32
Mayorista	2	15	Idade	
Solanda	2	1		
Ajaví	1	0	Menores de 18 anos	124
La internacional	1	0	18-25 anos	56

Quito Sur	0	0	26-32 anos	43
España	1	0	33-40 anos	72
El calzado	7	0	41-47 anos	53
El Recreo	32	8	48-53 anos	27
Villaflores	12	1	54-61 anos	18
Chimbacalle	4	0	62-70 anos	3
Jeferson Pérez	0	0	Maiores de 70 anos	4
La Recoleta	1	2	Ingresso econômicos	
Cumandá	1	0		
Santo Domingo	0	0	USD 0	147
Plaza Grande	5	14	Menores de USD 375	95
Plaza del Teatro	1	0	USD 375-1125	89
Hmno. Miguel	0	1	USD 1116-2250	52
Banco Central	7	9	Maiores que 2251	17
La Alameda	6	3	Gênero	
El Ejido	13	23		
La Mariscal	1	1	Homen	210
Santa Clara	0	1	Mulher	190
Colón	6	17		
Cuero y Caicedo	2	0		
Mariana de Jesús	12	1		
El Florón	7	1		
La Carolina	7	8		
El Estadio	9	14		
La Y	8	20		
Estación Norte	12	0		
Parque Kennedy	1	11		
Del maestro	8	0		
Carcelén	14	12		

Fonte: Os autores(2018)

A tabela mostra o resumo estatístico dos dados coletados para cada meio de transporte avaliado. A relação existente entre as variáveis socioeconômicas mostra uma tendência de escolha do BRT relacionada com a idade e com o motivo de viagem. Por outro lado, os ingressos econômicos mostram uma relação com o uso de meios particulares como o veículo privado.

4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Como parte essencial da pesquisa foi realizada uma análise exploratória, com o objetivo de verificar o modelo empregado nesta investigação. Utilizando o estatístico de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett foram obtidos os seguintes resultados, para o KMO obteve-se um valor de 0,91 sugerindo uma ótima adequação dos dados na análise fatorial. Aplicando o teste de esfericidade de Bartlett ($\chi^2 = 4,974$, $p < 0,00001$), pode-se deduzir que não é significativa a hipótese nula das diferentes variáveis não correlacionadas. Os valores mencionados mostram a factibilidade de aplicar a análise fatorial para esta pesquisa.

Rizzi et al., (2005) indicaram que variâncias superiores a 57% indicam um modelo do tipo parcimonioso que explica de forma significativa o nível de variabilidade observada. A tabela 4, mostra todos os resultados obtidos na análise fatorial exploratória para cada atributo avaliado.

Tabela 4. Análise Fatorial exploratório

Atributo	Fator 1 Conforto BRT	Fator 1 Conforto Outros meios	Fator 2 Segurança BRT	Fator 2 Segurança Outros meios	Fator 3 Conveniência BRT	Fator 3 Conveniência Outros meios
Conveniência dos horários da viagem					0,726	0,711
Facilidade para viajar com crianças e carga	0,312	0,865				
Conveniência de atividades (ler, escrever, estudar)	0,175	0,549				
Conforto da viagem	0,227	0,983				
Confiabilidade do serviço	0,702	0,841				
Forma de distração	0,398	0,909				
Segurança em caso de furto			0,102	0,786		
Segurança em caso de acidente			0,454	0,792		
Segurança em caso de sofrer algum tipo de assédio sexual	0,031		0,012	0,874		

Fonte: Os autores (2018)

A análise fatorial exploratória, determinou a existência de três fatores (Conforto, Segurança e conveniência) ou variáveis que influenciam a escolha modal. Para o caso do BRT os atributos de conforto em relação a confiabilidade do serviço e a conveniência em relação aos horários das viagens mostraram ser fatores condicionantes na hora de decidir o meio de transporte para se deslocar. Os fatores relacionados com a segurança em caso de sofrer furto, acidente ou assédio sexual também mostraram ser condicionantes para a decisão por outros meios de transporte. Neste caso os valores dos atributos de segurança do BRT marcaram uma percepção negativa do serviço que acaba influenciando a escolha dos usuários por outros meios de transporte mais seguros e confortáveis.

As variáveis latentes relacionadas com outros meios de transporte mostraram uma superioridade na hora de tomar uma decisão por um determinado meio de transporte. Assim os fatores de conveniência, conforto e segurança obtiveram pontuações altas que acabam favorecendo a percepção positivo por outros meios e transporte.

Explorando ainda mais os resultados pode-se dizer que também existe uma forte presença de variáveis relacionadas com as características socioeconômicas da população estudada. Por exemplo os indivíduos com maiores ingressos reportaram pontuações maiores para os fatores de conforto e segurança do que os indivíduos com menores ingressos econômicos. No entanto os indivíduos com menores ingressos econômicos obtiveram maiores pontuações sobre o fator de conveniência dos horários da viagem.

5. ESTIMATIVA DA ESCOLHA MODAL

Para o modelo de escolha final, foi usado o Logit Binomial que é um caso tipo dos modelos de escolha discreta do tipo multinomial. Para o cálculo final foram introduzidas as variáveis de tempo e custo da viagem além de uma constante modal BRT. O objetivo desta inclusão é obter um maior ajuste no modelo, produzindo um incremento significativo na função de máxima verossimilhança (Rizzi et al., 2005).

Os resultados do modelo estimado sugerem uma melhora no entendimento da escolha tradicional dos indivíduos, as variáveis latentes segurança, conforto e conveniência resultam ser significativas, melhorando a significância estatística da variáveis explicativas tempo e custo da viagem. Os resultados também mostram a possível presença de um fator não avaliado na modelagem, isto sugere um indicio de algum tipo de fator latente relacionada com a falta de opções e a obrigatoriedade do uso do BRT por razões econômicas ou de outro nível.

O modelo final de escolha discreta também apresentou um melhor ajuste em relação ao log verossimilhança e Rho2. As variáveis qualitativas ou latentes relacionadas com outros meios de transporte obtiveram valores superiores ao 1,34 no estatístico-t. As variáveis relacionadas com o BRT apenas a conveniência dos horários obteve um valor superior ao esperado. A partir dessas estimações observa-se que o modelo que inclui as variáveis latentes é superior aos modelos que só utilizam variáveis do tipo explicativas. A tabela 5 mostra as estimações realizadas pelo modelo Logit .

Tabela 5. Logit Binomial

Variável	Modelo Logit sem variáveis latentes (teste-t)	Modelo Logit com variáveis latentes(teste-t)
Custo	-8,34e-3 (-3,5)	-4,6e-3(-0,2)
Tempo	0,0034 (3,4)	-6,5e-2(-0,9)
Conveniência		0,00145(2,45)
Conforto		0,023(2,4)
Segurança		0,0153(1,49)
Log-verossimilhança	-1.984,67	-1.123,23
Rho2	0,007	0,102

Fonte: os autores

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em concordância com os resultados obtidos no modelo, considera-se que as variáveis latentes melhoram o desempenho do modelo logit de escolha discreta, favorecendo o entendimento da percepção dos usuários no momento da escolha de um determinado meio de transporte.

A metodologia utilizada mostrou-se adequada para atingir o objetivo principal da pesquisa e permitiu observar como as variáveis tradicionais como são as características socioeconômicas dos indivíduos analisados em conjunto com a percepção dos indivíduos acaba influenciando determinadas escolhas. Os usuários de renda baixa, se comparados com os outros níveis de renda, mostraram uma clara tendência de utilizar o BRT como meio de transporte principal. O modelo explica essa associação e confirma a provável existência de algum tipo de variável relacionada com a falta de outros meios de transporte, subsídios ou algum tipo de variável latente não analisada nesta pesquisa que deverá ser avaliada em futuras pesquisas nesta área.

Por sua vez, os usuários com níveis de renda mais alta, relacionaram sua percepção de escolha com variáveis relacionadas com o conforto e segurança que os meios particulares oferecem na sua percepção. No entanto essas mesmas variáveis resultaram ser desmotivadores de escolha para usuários de renda mais baixa em relação ao BRT.

A partir do que foi avaliado, nota-se a necessidade de uso de métodos mais robustos que avaliem de forma sequencial ou simultânea as variáveis latentes e explicativas. Um modelo que pode ser utilizado para o desenvolvimento de futuras pesquisas é o Modelo de múltiplos indicadores e múltiplas causas-MIMIC, que é um tipo de modelo híbrido que pode auxiliar de uma melhor forma no entendimento da percepção na escolha modal.

Finalmente um dos aspectos mais importantes reveladas na formação do grupo focal de estudo foi a ausência de variáveis latentes relacionadas com a consciência ambiental, os indivíduos selecionados não identificaram algum tipo de utilidade ambiental para sua escolha. Sugere-se a análise de outros tipos de Sistemas BRT ou outros tipos de meios de transporte como o andar a pé e a bicicleta, com o objetivo de verificar o comportamento dos indivíduos, suas percepções e escolhas.

REFERENCIAS

Alvarado, A. R., & Alvarado, V. R. LA DENSIDAD URBANA Y SU INFLUENCIA EN LOS VIAJES A PIE.

Bertazzo, Â. B. S. (2008). Estimativa e avaliação do padrão de viagens geradas para instituições de ensino médio.

Bilbao, N. M. (2014). Avaliação de desempenho do sistema BRT da cidade de Lima utilizando o auxílio multicritério à decisão.

Comrey, A. L., & Lee, H. B. (2013). A first course in factor analysis. Psychology Press.

LERNER, J. Avaliação Comparativa das Modalidades de Transporte Público Urbano. NTU. 2009.

Guadagnoli, E., & Velicer, W. F. (1988). Relation to sample size to the stability of component patterns. Psychological bulletin, 103(2), 265.

LEVINSON, H.S., ZIMMERMAN, S., CLINGER, J., GAST, J. Bus rapid transit. Synthesis of case studies. Transportation Research Record, 1841, p. 1–11. 2003.

McFadden, D. (1986). The Choice Theory Approach to Marketing Research. Marketing Science, 5 (4), 275-97.

Ortúzar, J. D. y L. G. Willumsen. (2011) "Modelling Transport." 3 th ed. Wiley, Chichester.

Pasquali, L. (2009). Instrumentação psicológica: fundamentos e práticas. Artmed Editora.

Quito, M. D. D. M. (2005). Plan Maestro de Movilidad 2009-2025.

Rizzi L.I, Cantilo, V., Bronfman, V.(2005) Influencia de la percepción del nivel de servicio en la elección modal para viajes interurbanos de transporte público hacia el Sur de Chile

Torres, L. M., Torres, R., Borndörfer, R., & Pfetsch, M. E. (2011). Line planning on tree networks with applications to the Quito Trolebús system. *International Transactions in Operational Research*, 18(4), 455-472.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD WASHINGTON, D.C. Transit Cooperative Research Program; Bus Rapid Transit ,v. 2: Implementation Guidelines . 2003.

Ugrinovic, J. N. (2009). Inclusión de variables latentes en modelos de elección discreta para usuarios de buses y trenes interurbanos.

Walker, J. (2001). *Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible Error Structures and Latent Variables*. PhD Thesis, MIT.

Wolins, L. (1995). A Monte Carlo study of constrained factor analysis using maximum likelihood and unweighted least squares. *Educational and Psychological Measurement*, 55(4), 545-557.

WRIGHT, Lloyd., HOOK Walter. *Bus rapid transit. Planning Guide*. Institute for transportation and Development Policy. New York, NY. 2008