

TRANSPORTE PÚBLICO SOBRE TRILHOS

## Procedimento para avaliação da demanda transferida de passageiros para trens regionais

**Swellen M. Pessanha**

*E-mail: swellenmendonca@gmail.com*

**Vânia. B. G. Campos**

*E-mail: vania@ime.eb.br*

**Renata. A. M. Bandeira**

*E-mail: re.albergaria@gmail.com*

*Instituto Militar de Engenharia*



Estudos favoráveis à implantação de trens regionais vêm sendo desenvolvidos buscando, dentre outros objetivos, a redução da ociosidade e revitalização de trechos ferroviários com a implantação de trens de passageiros. Para avaliar a viabilidade de implantação desses serviços faz-se necessário estimar a demanda a ser transportada. Para tanto, neste trabalho, apresenta-se um procedimento para estimativa de demanda transferida com aplicação na linha regional entre as cidades de Campos e Macaé.

### OBJETO DO ESTUDO

Desde 1997, iniciaram-se estudos visando uma avaliação técnico-econômica de sistemas ferroviários de passageiros de interesse regional. Estes estudos surgiram a partir de um projeto governamental de recuperação do setor ferroviário de movimentação de cargas, em que já era citado o elevado nível de ociosidade na maior parte da malha ferroviária brasileira, sendo estes trechos propícios ao investimento em transporte ferroviário de passageiros com deslocamentos regionais, sabendo-se que esta já era uma realidade encontrada em diversos países desenvolvidos (BNDES, 1997). Assim, em 2003, foi lançado o Plano de Revitalização das Ferrovias, em que estava incluído, o Programa de Resgate dos Transportes Ferroviários de Passageiros, que indicou inicialmente 14 trechos prioritários para promover o atendimento regional do ponto de vista social e turístico (Brasil, Ministério dos Transportes, 2013).

Estes estudos visando o resgate do transporte ferroviário de passageiros buscavam a recuperação de ferrovias para ligações regionais, com projetos de integração, expansão, modernização e reutilização



da malha ferroviária de transportes a fim de melhorar a qualidade de vida da população nos centros urbanos. Tinham como objetivos a geração de emprego e renda, o desenvolvimento do turismo nas cidades servidas e a preservação do patrimônio histórico ferroviário para trens turísticos. Além disso, a revitalização de alguns trechos tinha como foco atender a demanda de passageiros entre regiões onde as viagens, apesar das distâncias, têm caráter pendular, por motivos de estudo ou trabalho.

Os movimentos pendulares no Brasil foram caracterizados no censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, IBGE, 2010). De acordo com a pesquisa, em relação aos deslocamentos para estudos, de um total de 59,6 milhões de pessoas que frequentavam escola ou creche, 7,3% (mais de quatro milhões) não estudavam no próprio município onde moravam (Brasil, IBGE, 2010), ou seja, faziam viagens intermunicipais para chegar ao seu destino. No caso de deslocamento para trabalho, num total de 86 milhões de pessoas “ocupadas” em 2010, 11,8% (10,1 milhões) dos trabalhadores faziam viagens intermunicipais para chegar ao seu trabalho.

Os movimentos pendulares ocorridos entre cidades, mais que a satisfação das necessidades dos viajantes quanto ao objetivo da viagem (estudo ou trabalho), são responsáveis por processos de redistribuição espacial urbanística, pela interação das cidades em um contexto regional de forma positiva e são importantes pontos de estudo.

Sendo assim, tendo-se como foco o transporte ferroviário regional, apresenta-se neste trabalho um procedimento para estimativa de demanda transferida para sistemas de transporte ferroviário de passageiros em ligações regionais ou semiurbanas, com viagens de característica pendular; e uma aplicação deste procedimento na ligação ferroviária existente entre as cidades de Campos e Macaé no Estado do Rio de Janeiro. Para tanto foram analisados fatores que influenciam a escolha de um modo de transporte, assim como métodos de estimativa deste tipo de demanda com base numa revisão de literatura.

### MODELOS DE ESTIMATIVA DE DEMANDA

A demanda de transporte é derivada das atividades realizadas numa região. Assim, é preciso conhecer os movimentos internos e entre cidades gerados por essas atividades para estimar a demanda em função de melhorias em sistemas existentes ou implantação de novos sistemas (Campos, 2013).

O estudo da demanda neste trabalho compreende os deslocamentos pendulares, ou seja, casa – trabalho e casa – escola especificamente em relação à demanda transferida de outros modos já existentes na

região para um novo serviço (revitalizado ou implantado) de transporte ferroviário de passageiros.

Para o desenvolvimento do procedimento de estimativa da demanda transferida fez-se uma revisão dos procedimentos utilizados neste tipo de análise compreendendo artigos, notas técnicas, dissertações e documentos de governos, entre 1997 e 2014, em diferentes países. Como resultado desta pesquisa foram identificadas as variáveis utilizadas, os processos de coleta de informações, assim como os métodos de avaliação e softwares empregados para a realização das análises.

Foram assim revistos 23 trabalhos, destacando-se dentre estes: Bel (1997), Rolle (1997), Crisalli (1999), Stefanis *et al.* (2001), Jovivic e Hansen (2003), Wardman (2006), Burge *et al.* (2011), Ahern e Tapley (2006), Iarnród Éireann (2011), Li *et al.* (2006), Trap (2014), Network Rail (2009a), Yao e Morikawa (2005), Sanko *et al.* (2013), Kitagawa *et al.* (2005), Dou *et al.* (2013), Wijeweera *et al.* (2014), Virginia Department of Rail and Public Transportation (2009), Anderson e Simkins (2012), Ventura (2012).

Verificou-se que para estimativa de demanda transferida, que mede o potencial de atração sobre usuários que utilizam outros modais concorrentes, são utilizados modelos comportamentais, cujos dados para modelagem da demanda são obtidos em pesquisas de preferência declarada. Este tipo de pesquisa tem como objetivo medir a escolha do viajante a partir de uma opção de cenário criado geralmente comparando os modos de transporte existentes com a proposta de um novo sistema. Assim, são definidas as características do modo ainda não implantado tais como tarifa, tempo de viagem, velocidade, entre outros, e, de acordo com estas informações, os viajantes avaliam qual modo de transporte (entre os existentes e o novo) seria utilizado para realização da viagem (Anderson, 2012; Wardman, 2004; Yao *et al.*, 2005).

De forma geral, para modelagem e estimativa da demanda os autores utilizaram dois processos: a regressão (método dos mínimos quadrados) e logit. Os modelos logit são baseados na análise comportamental e os autores utilizam vários processos para determinação da função utilidade. As funções utilidade são embasadas na teoria da utilidade, que considera que quanto maior for a utilidade de um modo em relação aos demais, maior a probabilidade de que este modo seja escolhido pelo indivíduo.

Das variáveis utilizadas pelos autores, que levaram em consideração as características das viagens, a maior parte dos trabalhos apresentou as variáveis frequência dos serviços, tempos de viagem e custo do deslocamento, sempre analisadas de acordo a finalidade da viagem.



www.antp.org.br

Em relação à variável “tempo de viagem”, além de considerar o tempo passado pelo viajante dentro do modo de transporte, alguns autores contabilizam o tempo de acesso e egresso das estações, tempos de conexões, e tempo de espera para o embarque. As características da viagem e do modo, como distância entre origem e destino, velocidade média e número de transferências necessárias influenciam diretamente o tempo de viagem.

Para a variável “custo de viagem”, da mesma forma que para o tempo de viagem, além de considerar o custo do bilhete ou o custo do combustível, no caso de automóveis particulares, são considerados também, em alguns trabalhos, o custo de acesso e egresso das estações e as taxas pagas em alguns sistemas de média e longa distância (seguros, *check-in* etc.). Porém, notou-se que algumas das variáveis relacionadas com o custo da viagem são pouco utilizadas, como o tipo de tarifa, a classe escolhida e quem é o responsável pelo pagamento da tarifa ou combustível para a realização do deslocamento.

Quanto às variáveis que levam em consideração as características dos viajantes e socioeconômicas da região, a maior parte dos trabalhos apresentou dados de Produto Interno Bruto – PIB, renda familiar, PIB per capita, renda per capita, idade dos viajantes e propriedade de automóvel. Yao *et al.*, analisando as mudanças na demanda em algumas regiões, observaram que melhorias nas condições socioeconômicas de uma determinada área influenciam o aumento da demanda por transportes.

Li *et al.* afirmam que as características individuais dos passageiros como idade, renda, educação, propriedade/disponibilidade de carro podem influenciar na escolha do modo, além das características mais comuns na escolha dos transportes como localização da atividade, duração e propósito da atividade, frequência das atividades, características de origem-destino.

Também alguns aspectos demográficos foram levados em consideração em trabalhos analisados como dados de uso do solo, existência de plano diretor e densidade populacional.

Sanko *et al.* consideram que os fatores determinantes para a previsão da demanda variam de cidade para cidade e de país para país, e que a demanda de curto e de longo prazo possuem elasticidades diferentes.

Segundo o estudo da Network Rail (2009), os modelos de escolha discreta para a escolha do transporte são a chave para modelagem da demanda principalmente para análises de melhorias nos sistemas de transporte existentes.

## PROCEDIMENTO PARA ESTIMATIVA DE DEMANDA TRANSFERIDA

Com o intuito de definir um processo de análise da demanda transferida em ligações regionais, desenvolveu-se um procedimento com base na revisão da literatura. Este procedimento compreende uma estrutura básica cuja aplicação pode ser implantada de acordo com as características da ligação a ser estudada. Para tanto, utiliza-se como fonte de informação e análise uma pesquisa de preferência declarada, cujos atributos a serem considerados nos cenários de escolha podem ser definidos por uma pesquisa prévia. Desse modo, são definidas as seguintes etapas:

**Etapa 1:** Conhecimento das características regionais, modos de transporte e infraestrutura existentes na região, além de particularidades nos grupos de população que compreendem trabalhadores e estudantes.

**Etapa 2:** Escolha dos atributos dos sistemas mais representativos para a região através de questionários em que os entrevistados analisam, numa comparação par a par, os atributos apresentados. Sugere-se que estes atributos incluam aqueles observados na revisão como: segurança, confiabilidade, conforto, frequência, tempo de viagem e custo e outros que se baseiem nas características observadas na etapa 1. Propõe-se a utilização do processo AHP simplificado, denominado Structured Pairwise Comparison - SPC (Silva e Silva, 2009) para a análise da relevância dos atributos.

**Etapa 3:** A partir da identificação dos atributos mais importantes para a demanda local, desenvolve-se a pesquisa de preferência declarada, utilizando os mais significativos apontados na pesquisa da etapa 2.

**Etapa 4:** Com os dados da preferência declarada, são definidas as funções utilidade e é realizada a análise dos dados para avaliação da demanda, utilizando e desenvolvendo a modelagem conforme os modelos logit multinomial. Os dados são analisados por intermédio do software livre Biogeme que utiliza o método de estimativa de máxima verossimilhança para estimar os parâmetros dos modelos de escolha discreta (Bierlaire, 2015).

**Etapa 5:** Definição da demanda transferida, ou seja, o percentual das viagens existentes ou projetadas que serão transferidas para o sistema de transporte ferroviário de passageiros em estudo.

## ESTUDO DA LIGAÇÃO REGIONAL ENTRE CAMPOS E MACAÉ

Aplicou-se o procedimento para analisar a ligação ferroviária existente entre Campos dos Goytacazes e Macaé, cidades do Estado

Rio de Janeiro. A ligação ferroviária existente entre estes dois municípios faz parte dos 14 trechos prioritários para implantação do programa Resgate do Transporte Ferroviário de Passageiros desenvolvido pelo Ministério dos Transportes (Brasil, Ministério dos Transportes, 2013), com 94 km de extensão, pertencente à Ferrovia Centro-Atlântica (FCA).

A escolha destes municípios também se deveu à sua interdependência com relação a viagens por motivo estudo (concentração de universidades em Campos) e por motivo trabalho (na área petrolífera em Macaé).

Atualmente, as viagens de trabalhadores e estudantes entre Campos e Macaé são realizadas por ônibus, na grande maioria, e uma pequena parte por automóvel. Buscou-se, nesta aplicação, identificar o percentual destas viagens que se transferiria para o trem regional entre estas cidades, caso esta ligação fosse revitalizada. De acordo com o procedimento, além das características regionais, foram identificados os modos de transporte existentes na região, as condições de infraestrutura disponíveis e as particularidades de cada modo utilizado.

Os dados para a pesquisa foram levantados em agosto de 2015, levando em consideração os grupos de trabalhadores e estudantes. Para os trabalhadores, os meios de transporte mais comuns são os ônibus regulares, os ônibus fretados e o automóvel. Os estudantes têm gratuitamente um serviço de ônibus fretado partindo de Macaé para Campos, oferecido pela Prefeitura Municipal de Macaé.

O serviço de ônibus fretado para os trabalhadores partindo de Campos para Macaé existe de duas formas: quando o empregador fornece o transporte ao empregado e quando o trabalhador procura a empresa de ônibus existente e realiza um “contrato”. Esta segunda modalidade é a mais interessante para o estudo, pois funciona como o serviço de ônibus regular. É um caso específico da região, em que cada trabalhador escolhe a melhor linha e tem seu espaço “reservado” no ônibus.

Em relação às viagens por automóvel, o tempo do transporte e o custo foram calculados com base nos preços de agosto de 2015 na região e comparados com informações de viajantes que fazem este trecho de carro. Sabendo-se que o trecho entre as duas cidades possui 109 quilômetros e que o valor do litro do combustível era de R\$ 3,59, o pedágio entre as cidades era de R\$ 3,80 e o consumo médio de um carro popular na estrada é de 14 km/l, o custo por viagem foi estimado em R\$ 31,75. Não foram considerados custos de manutenção e



depreciação do veículo. O tempo médio de viagem informado pelos viajantes é de uma hora e 40 minutos. A rodovia que liga Campos a Macaé é a BR-101, trecho atualmente administrado pela Autopista Fluminense S.A., que possui a maior parte de seu trecho duplicado e em boas condições de manutenção.

Existem também outros tipos de transporte entre as duas regiões como serviços de transporte por vans, caronas e transporte aéreo entre o litoral de Campos e Macaé, porém, como estes serviços não são ofertados regularmente e as viagens são realizadas principalmente por ônibus e carros, optou-se por não incluí-los nesta análise.

Assim, as informações referentes aos principais modos utilizados, incluindo preços da tarifa, frequência, tempo de viagem e padrão de conforto estão relacionados no quadro 1.

**Quadro 1**  
Informações dos serviços de transporte entre as cidades

Atributo	Trabalhadores		Estudantes	
	Ônibus regular	Ônibus fretado	Carro	Ônibus fretado
Preço (R\$)	28,76	26,65	31,75	-
Frequência (ônibus/h)	2,13	Horários marcados	-	Horários marcados
Frequência (ônibus/dia)	51	29	-	7
Lugares (por ônibus)	46	48	-	46
Tempo de viagem (horas)	2	02:16	01:40	2

Tipos de ônibus ofertados: convencional e convencional com ar.

- Convencional: poltrona reclinável e ar condicionado.

- Convencional com ar: poltrona, ar condicionado e banheiro.

Numa segunda etapa, buscou-se identificar os atributos dos transportes mais importantes para os usuários nas viagens entre Campos e Macaé. Para tanto, foi realizada uma pesquisa com 20 viajantes rotineiros – 10 viajantes a trabalho e 10 viajantes para estudo em novembro de 2015. As entrevistas foram realizadas face a face, nos locais de estudo e nos pontos de ônibus.

Os atributos utilizados na análise quanto à escolha de um modo por parte de seus usuários foram: confiabilidade, conforto, tempo, custo, frequência e segurança. A análise quanto à importância se baseou nos pesos obtidos pelo método SPC, obtendo-se o resultado apresentado no quadro 2.



**Quadro 2**  
Pesos dos atributos dos sistemas para os grupos analisados  
Trabalhadores e estudantes

Atributo	Peso	Desvio padrão
Segurança	0,316	0,142
Custo	0,210	0,191
Confiabilidade	0,198	0,132
Tempo	0,126	0,085
Conforto	0,107	0,079
Frequência	0,077	0,049



Os atributos analisados podem ser classificados em duas categorias: quantitativos (tempo, custo e frequência) e qualitativos (segurança, confiabilidade e conforto). Assim, observou-se que os atributos quantitativos mais importantes na pesquisa foram custo e tempo. Em relação aos atributos de qualidade, observou-se a importância dada à segurança pelos entrevistados, vindo em seguida a confiabilidade e o conforto. Considerou-se que os atributos de segurança e confiabilidade devem se manter ou melhorar em relação ao padrão existente com a revitalização do sistema ferroviário. Assim, para composição dos cenários para a pesquisa de preferência declarada, na próxima etapa, foram considerados os seguintes atributos: custo, tempo de viagem e conforto.

Na terceira etapa do processo definiu-se o grupo focal para realização da pesquisa de preferência declarada. A amostra selecionada foi composta de viajantes rotineiros – trabalhadores e estudantes diretamente afetados pelo transporte ferroviário a ser implantado entre as cidades de Campos e Macaé. Na região onde o procedimento foi aplicado, os viajantes rotineiros realizam as viagens em ônibus fretados. Dessa forma, foram realizadas entrevistas nos ônibus fretados de estudantes (41 entrevistados) e trabalhadores (40 entrevistados), totalizando 81 entrevistados entre novembro e dezembro de 2015.

Sobre o padrão de conforto para o transporte ferroviário, optou-se por utilizar este atributo como uma opção de modo de transporte para o viajante, com um custo adicional, sem a necessidade de ampliar o número de cenários. Assim, para a definição da porcentagem de custo adicional para o “trem com conforto” foram pesquisadas as variações dos valores adicionais por serviços diferenciados já existentes no Brasil e em outros países. Observou-se que os valores adicionais por um melhor padrão de conforto variavam entre 25% e 50% do valor da tarifa básica. A partir disso, optou-se por colocar um custo adicional de 30% para um padrão de conforto mais elevado. O quadro 3 resume as características dos atributos por modo de transporte para composição dos cenários.



**Quadro 3**  
Características dos atributos por cenário

Atributo	Natureza da variável	Cenários	Valores dos níveis associados	
Tempo de viagem	Quantitativa	Melhor cenário	2	01h30min (-20 minutos)
		Médio	1	01h50min (tempo médio entre carro e ônibus)
		Pior cenário	0	02h10min (+20 minutos)
Custo de viagem	Quantitativa	Melhor cenário	2	R\$ 25,72 (-15%)
		Médio	1	R\$ 30,26 (valor médio entre carro e ônibus)
		Pior cenário	0	R\$ 34,79 (+15%)
Padrão de conforto	Qualitativa	Melhor cenário	2	 Poltronas semileito, descanso para pernas, ar condicionado e toalete
		Médio	1	 Poltronas reclináveis, ar condicionado e toalete

Como a região já possui o transporte rodoviário bem consolidado e a rodovia tem boas condições de manutenção e operação, com vias duplicadas, foi considerado que a região não sofrerá maiores investimentos, alterações e melhorias que podem impactar a estimativa da demanda caso o projeto da implantação do modo ferroviário aconteça em médio ou curto prazo. Dessa forma, consideraram-se que os modos de transporte da região estão consolidados e, assim, para os modos existentes, os níveis dos atributos não variaram, diminuindo o número de cenários necessários para a aplicação da pesquisa de preferência declarada conforme apresentado no quadro 4.

**Quadro 4**  
Cenários com valores de atributos e níveis definidos

Cenários	Atributos	Modo rodoviário				Modo ferroviário			
		Carro		Ônibus		Trem		Trem + Conforto	
		Custo	Tempo	Custo	Tempo	Custo	Tempo	Custo	Tempo
1		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 25,71	01:30	R\$ 33,42	01:30
2		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 25,71	01:50	R\$ 33,42	01:50
3		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 25,71	02:10	R\$ 33,42	02:10
4		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 30,26	01:30	R\$ 39,34	01:30
5		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 30,26	01:50	R\$ 39,34	01:50
6		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 30,26	02:10	R\$ 39,34	02:10
7		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 34,79	01:30	R\$ 45,23	01:30
8		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 34,79	01:50	R\$ 45,23	01:50
9		R\$ 31,75	01:40	R\$ 28,76	02:00	R\$ 34,79	02:10	R\$ 45,23	02:10
Níveis									



www.antp.org.br

A partir da definição dos cenários, um formulário de pesquisa foi desenvolvido, em que, além da análise dos nove cenários, foram incluídas informações sobre origem e destino (Campos ou Macaé), motivo da viagem (trabalho, estudo), modo normalmente utilizado para as viagens (ônibus fretado, veículo próprio, ônibus regular ou outro), posse de automóvel (sim ou não), quem paga a passagem (o próprio viajante, o empregador, a prefeitura municipal ou parte viajante e parte empregador), assim como características dos usuários como idade, gênero, renda, grau de instrução, instituição de ensino frequentada (para os estudantes).

Os dados foram coletados (informações e escolha de cenários) por intermédio de entrevistas face a face, gerando uma planilha para análise das informações no software Biogeme (Bierlaire, 2015).

### ESTIMATIVA DA DEMANDA TRANSFERIDA

Inicialmente, foi realizada uma análise com as 81 respostas, porém, como os resultados não foram satisfatórios (Rho-square que deve ser maior que 0,2), foram excluídas algumas entrevistas que poderiam ser consideradas inválidas. Sendo assim, foram excluídos seis questionários, reduzindo a amostra para 75 pessoas. Conforme observado por Brito (2007), as entrevistas podem ser consideradas inválidas quando os entrevistados respondem a apenas uma opção de transporte, sem variar a resposta, ou seja, quando os entrevistados não consideram a maximização da utilidade do modo. Também ao acrescentar as variáveis renda, gênero, idade, e “quem paga” à função utilidade, analisando-as individualmente em cada rodada do programa, não foram encontrados resultados satisfatórios, com valores para o teste *t* maiores que 1,96 em módulo e *p*-valor menor que 0,05 para 95% de confiança. Finalmente, chegou-se ao melhor modelo cujos valores são apresentados no quadro 5.

**Quadro 5**  
Resultados das variáveis após a exclusão de pesquisas inválidas

Rho-square:	0,267		
Adjusted rho-square:	0,261		
Nome	Valor	Teste t	Valor p
ASC_CARRO	0,00		
ASC_ONIBUS	1,61	6,85	0,00
ASC_TREM	1,53	7,18	0,00
ASC_TREMC	2,95	8,90	0,00
BETA_CUSTO	-0,311	-10,63	0,00
BETA_TEMPO	-0,0616	-8,95	0,00

Dessa forma, com os valores do quadro 5, têm-se as equações de utilidade para cada opção de transporte representadas pelos números 1, 2, 3 e 4.

Para a opção de trem convencional:

$$U_t = 1,53 - 0,0616 * t - 0,311 * c \quad (1)$$

Para a opção de trem com conforto:

$$U_{tc} = 2,95 - 0,0616 * t - 0,311 * c \quad (2)$$

Para a opção de carro e ônibus respectivamente:

$$U_{car} = - 0,0616 * t - 0,311 * c \quad (3)$$

$$U_o = 1,61 - 0,0616 * t - 0,311 * c \quad (4)$$

Onde:

$U_t$  = Utilidade do trem convencional

$U_{tc}$  = Utilidade do trem com conforto

$U_{car}$  = Utilidade do carro

$U_o$  = Utilidade do ônibus fretado

$t$  = Tempo de viagem em cada cenário

$c$  = Custo de viagem em cada cenário

Após o teste das variáveis e do modelo estimado, realizou-se a aplicação das funções utilidade para cada alternativa de transporte regional, obtendo-se as taxas de propensão de usuários de ônibus a partir das equações 5 e 6 para os cenários de implantação do trem e do trem com adicional de conforto:

$$P_{trem} = e^{U_t} / e^{U_t} + e^{U_{tc}} + e^{U_o} \quad (5)$$

$$P_{tc} = e^{U_{tc}} / e^{U_t} + e^{U_{tc}} + e^{U_o} \quad (6)$$

Onde:

$P_{trem}$  = Taxa de propensão de escolha do trem convencional

$P_{tc}$  = Taxa de propensão de escolha do trem com adicional de conforto

O quadro 6 apresenta o percentual estimado de usuários do transporte por ônibus que se transfeririam para o sistema de trem regional de acordo com cada cenário proposto nas duas opções deste modo de transporte.

Observa-se, a partir do quadro 6, que nas condições dos serviços de transporte apresentadas, os cenários 1, 2 e 4 têm percentual total acima de 80%, e estima-se que mais de 60% de usuários optariam pelo ferroviário convencional. Porém, as duas primeiras opções são aquelas que têm valores inferiores de tempo e custo para o transporte

ferroviário convencional em relação ao ônibus. Assim, analisando-se a quarta opção, verifica-se que a um custo um pouco maior e um tempo menor para o transporte ferroviário, tem-se a possibilidade de aproximadamente 66% de usuários migrarem para a ferrovia para uma diferença de menos 30 minutos de viagem e, na quinta opção, tem-se uma estimativa de migração de aproximadamente 46% para uma diferença de 10 minutos. Também a sétima opção apresenta um percentual atrativo de transferência de aproximadamente 51% para um valor de tarifa um pouco maior para a ferrovia e um tempo de viagem 10 minutos menor. Dessa forma, os resultados apresentados no quadro 6, assim como as funções utilidades obtidas, proporcionam análises importantes para a tomada de decisão quanto à implantação do transporte ferroviário de passageiros entre estas cidades, associada a análises de custos dos sistemas.

**Quadro 6**  
Percentual de demanda transferida de usuários de ônibus

Cenários	Percentual	Percentual	Percentual
	Trem	Trem - conforto	Total
1	69,34	26,08	95,42
2	62,39	23,47	85,86
3	46,45	17,47	63,92
4	65,89	16,18	82,07
5	45,90	11,28	57,18
6	22,50	5,53	28,03
7	43,97	7,08	51,05
8	20,09	3,23	23,32
9	7,02	1,13	8,15

## CONCLUSÕES

O procedimento proposto traz como diferencial, na análise usual de demanda transferida, a etapa dois que busca identificar atributos importantes para os usuários da região estudada. Estes podem variar segundo as expectativas dos moradores da região e também quanto à sua importância. Além disso, o público alvo da análise foram usuários rotineiros de viagem a trabalho e estudo que utilizam serviços de ônibus com características específicas.

Em relação à pesquisa de preferência declarada verificou-se que os cenários e atributos apresentados foram de fácil entendimento para os entrevistados. Percebeu-se que a alternativa de trem com conforto foi



válida, evitando, assim, a necessidade de se ter uma maior quantidade de cenários e possibilitando a análise de forma mais clara para o usuário. Desse modo, a coleta de dados para a utilização no programa indicado, utilizando o modelo logit multinomial no Biogeme, foi realizada sem dificuldades e o programa foi de fácil aplicação e entendimento.

Observou-se também um bom percentual de transferência para o modo ferroviário dentro das variações propostas nos cenários, o que a princípio indica a possibilidade de viabilizar a implantação, ou melhor, a utilização da linha para o transporte de passageiros entre as cidades de Campos e Macaé. No entanto, ainda é essencial a realização de um estudo de viabilidade econômica para a tomada de decisão sobre a implantação do sistema. Esta análise permitirá avaliar se a demanda estimada será viável economicamente para uma tarifa estabelecida em função do custo de implantação e operação do sistema.

Sobre a aplicação regional e considerando o cenário econômico brasileiro, observou-se uma variação considerável da economia desde o início do estudo em 2014 até o fim da coleta de dados em 2015 e em 2016 no processo de conclusão do trabalho, ao serem observados altos níveis de desemprego. Dessa forma, a interdependência entre as cidades enfraqueceu principalmente na geração de empregos, impactando, possivelmente, a demanda de viagens entre elas.

Como propostas para trabalhos futuros, as pesquisas poderiam ser estendidas a todos os grupos de viajantes entre as regiões – trabalhadores, visitantes, estudantes – mesmo que não rotineiros, também incluindo outros modos para identificar de forma mais precisa a porcentagem de viajantes que se transferiria para o transporte ferroviário a ser implantado.

Sugere-se que sejam realizadas aplicações do procedimento em outras regiões identificando a consistência das variáveis utilizadas e, possivelmente, verificando a demanda após a implantação de uma proposta ferroviária, a fim de reavaliar o processo proposto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHERN, A. A. & TAPLEY, N. The use of stated preference techniques to model modal choices on interurban trips in Ireland. *Transportation Research Part A: Policy and practice*, vol. 42, nº 1, 2008, p. 15-27.
- ANDERSON, M. S. & SIMKINS, J. M. Report d – revised comprehensive report: development of long distance multimodal passenger travel modal choice model. Washington, United States: Department of Transportation Federal Highway Administration, 2012.
- BEL, G. Changes in travel time across modes and its impact on the demand for inter-urban rail travel. *Transportation Research Part E: Logistics and transportation review*, vol. 33, nº 1, 1997, p. 43-52.



www.antp.org.br

- BIERLAIRE, M. *Bisonbiogeme 2.4: estimating a first model*, biogeme.ep.ch., 2015.
- BNDES. *Avaliação técnico-econômica de sistemas ferroviários de interesse regional*, vol. I. ANTP, 1997. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.antp.gov.br/html/objects/\_downloadblob.php?cod\_blob=12349>. Acesso em: 10 out. 2014.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Arranjos populacionais e concentrações urbanas do Brasil (2015) Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 20 nov. 2015.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 mai. 2015
- BRASIL. Ministério dos Transportes. Projeto trens regionais. Atualização em 12/04/2013.
- BRITO, A. N. *Aplicação de um procedimento de preferência declarada para a estimativa do valor do tempo de viagem de motoristas em uma escolha entre rotas rodoviárias pedagiadas e não pedagiadas*. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007, 185 f.
- BURGE, P.; KIM, C.; ROHR, C. *Modelling demand for long-distance travel in Great Britain*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2011.
- CAMPOS, V. B. G. *Planejamento de transportes: conceitos e modelos*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013, 188 p.
- CRISALLI, U. User's behavior simulation of intercity rail service choices. *Simulation practice and theory*, vol. 7, nº 3, 1999, p. 233-249.
- DOU, F. D.; XU, J.; WANG, L.; JIA, L. A train dispatching model based on fuzzy passenger demand forecasting during holidays. *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 6, nº 1, 2013, p. 320-335.
- EUA. Virginia Department of Rail and Public Transportation. Appendix G: Travel Forecasting Methodology. Virginia: Richmond Hampton Roads Passenger Rail Project, 2009.
- Iarnród Éireann Intercity Network. *2030 Rail Network Strategy Review*. Dublin, 2011.
- JOVICIC, G. & HANSEN, C. O. A passenger travel demand model for Copenhagen. *Transportation Research Part A: Policy and practice*, vol. 37, nº 4, 2003, p. 333-349.
- KITAGAWA, T.; SARATCHAI, O.; TERABE, S. Various factors affecting modal choice behavior of the inter-city passenger between Keihanshin and Fukuoka. In: EASTERN ASIA SOCIETY FOR TRANSPORTATION STUDIES. *Proceedings*. 2005, p. 199-208.
- KROES, E. P. & SHELDON, R. J. Stated preference methods: An introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXII, nº 1, 1988, p. 11-25.
- LI, T.; VAN HECK, E.; VERVEST, P.; VOSKUILEN, J.; HOFKER, F.; JANSMA, F. Passenger travel behavior model in railway network simulation. In: 38TH CONFERENCE ON WINTER SIMULATION. *Proceedings*. 2006, p. 1380-1387.
- LIMA Jr., O. F. *Qualidade em serviços de transportes: conceitualização e procedimentos para diagnóstico*. São Paulo. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1995, 215 p.
- LOPES FILHO, J. I. de O. *Pós-avaliação da previsão de demanda por transportes no município de Fortaleza*. Dissertação de mestrado, Programa de Mestrado de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2003, 179 fl.
- NETWORK RAIL. Demand forecasting technical note. Reino Unido: New Lines Programme, 2009a.

- RANDOLPH, R. & GOMES, P. H. O. Urbanização, movimento pendular e migração: surgem novas territorialidades em áreas perimetropolitanas? O caso do Rio de Janeiro. In: V ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES. *Anais*. Campinas, ABEP, outubro, 2007.
- RECK, G. Apostila de transporte público. Paraná: UFPR, Departamento de Transporte, 2003.
- ROLLE, J-D. Estimation of Swiss railway demand with computation of elasticities. *Transportation research part E: Logistics and transportation review*, vol. 33, nº 2, 1997, p. 117-127.
- SANKO, N.; MORIKAWA, T.; NAGAMATSU, Y. Post-project evaluation of travel demand forecasts: implications from the case of a Japanese railway. *Transport Policy*, vol. 27, 2015, p. 209-218.
- SILVA, L.; SILVA R. da. Planejamento estratégico de uma experiência pedagógica inovadora. *Revista Minerva*, vol. 6, 2009, p. 99-106.
- STEFANIS, V.; PROFILLIDIS, V.; PAPADOPOULOS, B.; BOTZORIS, G. Analysis and forecasting of intercity rail passenger demand by econometric and fuzzy regression models. In: 8TH SIGEF CONGRESS: NEW LOGIC FOR THE NEW ECONOMY. *International Association for Fuzzy Set Management and Economy*. Naples, Italy, 2001.
- TRAP, M. L. *The Dutch winter timetable: Assessment of alternative line systems for the Dutch railway network during winter weather*. 108 f. Dissertação de mestrado, master of science in Transport, Infrastructure & Logistics, Delft University of Technology, Delft, 2014.
- VENTURA, T. S. *Procedimento metodológico para a estimativa de demanda transferida em sistemas de transporte ferroviário de passageiros com característica semiurbana: estudo de caso do trecho Florianópolis (SC) – Itajaí (SC)*. 238 p. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 2012.
- WARDMAN, M. Demand for rail travel and the effects of external factors. *Transportation Research Part E: Logistics and transportation review*, vol. 42, nº 3, 2004, p. 129-148.
- WIJEWEERA, A.; PARA, H.; CHARLES, M. B.; SLOAN, K. A time series analysis of passenger rail demand in major Australian cities. *Economic Analysis and Policy*, vol. 44, nº 3, 2014, p. 301-309.
- YAO, E. & MORIKAWA, T. A study of an integrated intercity travel demand model. *Transportation Research Part a: Policy and practice*, vol. 39, nº 4, 2005, p. 367-381.



## Revista dos Transportes Públicos - ANTP

### Orientação para os autores de artigos

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

#### 1. Urbanismo

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

#### 2. Planejamento de transporte

- Transporte público sobre trilhos
- Transporte público sobre pneus

#### 3. Economia do transporte

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

#### 4. Tecnologia de transporte e trânsito

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

#### 5. Planejamento e gestão do trânsito

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

#### 6. Meio ambiente

- Energia na mobilidade
- Emissão de poluentes

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

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

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

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