

Análise das relações entre os fatores e as taxas de geração de viagens ferroviárias: o caso do Rio de Janeiro

Gustavo Teixeira de Andrade

Licínio da Silva Portugal

Programa de Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ .Brasil

Jorge Augusto Martins Gonçalves

Rede de Polos Geradores de Viagens – PET-COPPE/UFRJ., Brasil

RESUMO

Este artigo pretende estabelecer, a partir das variáveis levantadas na bibliografia consultada, aquelas potencialmente indicadas para explicar e estimar a geração de viagens ferroviárias, considerando as características e especificidades dos trens suburbanos e das estações da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), assim como do seu entorno. Complementarmente, com base nos dados de ramais ferroviários da RMRJ, serão determinados correlações e modelos econométricos contemplando variáveis explicativas das taxas de embarque e desembarque das estações de trem. Diferente do observado na literatura internacional, as variáveis IDH, renda média e população apresentaram baixa correlação com as variáveis dependentes taxa de embarque, taxa de desembarque e total de viagens. IDH chama atenção por apresentar ainda uma correlação negativa, o que reforça a ideia de que no Brasil a oferta do trem não contribui para o desenvolvimento humano. Já a baixa correlação com a renda média e com a população pode refletir a baixa qualidade de serviço e a conseqüente imagem não atraente do trem. As variáveis que apresentaram maior capacidade de explicar as taxas de viagens foram empregos na área de influência e número de ramais, o que sugere que no Rio de Janeiro o trem possui importante papel em transportar o trabalhador até o local de trabalho e reflete a relevância da conectividade para atrair passageiros.

1. INTRODUÇÃO

O trem é uma modalidade reconhecida historicamente pela sua habilidade em estruturar o território e organizar o sistema de transportes. Observa-se uma preocupação internacional em pesquisar as variáveis que influenciam na geração de viagens metroferroviárias, por diferentes motivos, como o de planejar os seus melhores traçados, conceber uma rede integrada e incentivar o desenvolvimento no entorno das estações (Cervero, 2009; Bertolini e Spit, 2007). Algumas pesquisas confirmam que as cidades de maior porte, baseadas em modalidades sobre trilhos, tendem a proporcionar menores custos de congestionamento, acidentes de trânsito e impactos ambientais (Liman, 2004; TTI, 2003). Em muitas cidades é comum que o trem, além de oferecer um serviço de excelente qualidade, exerça funções promotoras de um ambiente articulado não só às demais modalidades como também ao desenvolvimento sustentável (Cervero, 2009). Alguns conceitos, como o TOD - Transit

Oriented Development, ressaltam as potencialidades do trem e de suas estações nesse processo que estimulam o uso de modalidades mais produtivas socialmente, como o transporte público e os meios não motorizados (Gonçalves et al, 2012).

Mas para que o sistema ferroviário cumpra com sua missão são requeridas condições que aproveitem suas potencialidades de forma plena. A complexidade da atuação do sistema metroferroviário passou a exigir uma visão multidisciplinar e fundamentalmente integrada. Essa nova abordagem é identificada no estudo de Bertolini (1999), no qual é analisado o sistema ferroviário com base em variáveis que abrangem as áreas urbanas, uso do solo, socioeconômico e de transporte, tendo como propósito classificar estações de acordo com o equilíbrio entre a oferta de transportes e as atividades desenvolvidas no seu entorno. Essa diretriz também é identificada em diferentes estudos (Gutierrez et al., 2011; Preveen e Maghelal, 2011; Sohn e Shim, 2010; Kim et al., 2007; Kuby et al., 2004), que, em comum, buscam identificar as variáveis que influenciam na geração de viagens.

Os estudos dessas variáveis vêm sendo realizados em diferentes contextos históricos, culturais, sociais e políticos, cujos resultados naturalmente variam de acordo com as especificidades locais (Preveen e Maghelal, 2011).

No caso do Brasil, com problemas graves na mobilidade urbana, é um grande desafio se prover transporte público de qualidade em especial para vinte e duas Regiões Metropolitanas com mais de um milhão de habitantes (IBGE, 2010), o que justifica um sistema de transportes integrado e baseado nas modalidades de maior capacidade, como o metroferroviário. Entretanto, tipicamente, mais de 90% das viagens motorizadas são feitas por veículos rodoviários que disputam um espaço viário escasso (Portugal et al., 2010). O incoerente é que em muitas dessas metrópoles há malhas ferroviárias subutilizadas, como é o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ): são mais de 200 km de ferrovias que atendem a menos de 600 mil passageiros diariamente (Anuário RF, 2011), o que corresponde a 3% do total de viagens motorizadas. Vale ressaltar que, há quase 50 anos atrás, os trens chegaram a transportar diariamente mais de um milhão de passageiros, se responsabilizando por mais de 15% das viagens. Essa subutilização se torna ainda mais visível levando em conta dados de 56 cidades da Europa, EUA e Ásia sistematizados por Ely (2012), que indicam que, em condições similares, a malha ferroviária da RMRJ deveria atender a cerca de 4 milhões de viagens diárias.

No entanto, depois de décadas de abandono, há vários investimentos em curso para melhorar a mobilidade urbana. Segundo Marchesi (2013), há mais de 60 projetos de transporte sobre trilhos em execução no país, esperando-se que 22 desses projetos estejam prontos até 2016 e os demais até 2020, quando então terão sido aplicados R\$ 100 bilhões. Além disso, há um esforço para a revitalização dos ramais existentes em várias metrópoles brasileiras.

No caso da RMRJ, com o objetivo de reverter essa situação, a Secretaria Estadual de Transporte instituiu, em 2011, o Programa Estadual de Transporte II (PET II), que pretende elevar a capacidade de oferta ferroviária para cerca de 1,2 milhão de passageiros/dia útil.

Apesar do aumento ser abaixo do esperado, beneficiará uma população estimada em 10,2 milhões de habitantes e 19 municípios (Secretaria de Transporte do Estado do Rio de Janeiro, 2011). Para a devida aplicação desse investimento, se requer um conhecimento de variáveis e medidas que contribuam para tornar o trem mais atraente para capturar uma demanda compatível com a nova capacidade ofertada.

A ocupação histórica dos subúrbios e da periferia, que são atendidos pelos trens, se fez com populações de menor poder aquisitivo, sendo usual a presença de comunidades carentes ao longo dos ramais ferroviários. Destaca-se que tais comunidades tendem a apresentar baixas taxas de mobilidade, caracterizando uma situação de exclusão social. Nessas condições, há um grande desafio para que a revitalização dos trens seja uma oportunidade para resgatar o papel dessa modalidade na promoção do desenvolvimento socioeconômico e na inclusão social dessas comunidades.

Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo estabelecer, a partir das variáveis levantadas na bibliografia internacional, aquelas potencialmente indicadas para explicar e estimar a geração de viagens ferroviárias, considerando as características e especificidades dos trens suburbanos e das estações da RMRJ, assim como do seu entorno.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FERROVIÁRIAS E SUAS FUNÇÕES

Como elemento do ambiente urbano, as estações ferroviárias têm as seguintes características: ligar duas áreas divididas pela linha férrea, compartilhar o mesmo espaço físico com outros tipos de transporte e exercer a função de polo de integração modal. Além disso, muitas atividades são efetuadas no seu espaço interno e na sua vizinhança, envolvendo usualmente vários tipos de uso do solo. Como uma entidade geográfica, a estação é um “nó”, isto é, ponto de acesso ao trem e, cada vez mais, aos outros modos de transportes, e, ao mesmo tempo, ela é um “lugar”, isto é, uma parte da cidade com uma concentração de infraestrutura, mas com uma grande quantidade de construções de estilos diferentes e espaços públicos (Bertolini e Spit, 2007). Em todas essas situações, a estação ferroviária atua como um polo gerador de viagens.

Com essa configuração a estação ferroviária exerce várias funções no ambiente urbano. De acordo com Zemp (2011), podem ser destacadas cinco destas funções, descritas na Tabela 1, que interagem entre si e seus desdobramentos devem ser entendidos como indicações ou tendências gerais.

O conhecimento das funções exercidas pela estação e a identificação dos fatores que interferem na demanda de viagens ferroviárias podem apontar caminhos para que o trem possa utilizar todas as suas potencialidades em benefício da comunidade. Historicamente aspectos como o quantitativo populacional e de empregos, a renda familiar e a distância das residências até a estação estão fortemente relacionados com a demanda ferroviária. A

implantação do trem teve como objetivo transportar um grande contingente de trabalhadores de suas casas até as fábricas. Posteriormente, a questão da conexão entre as linhas ferroviárias se tornou importante, haja vista a complexidade dos deslocamentos urbanos nas atuais metrópoles mundiais. Mas existem outros fatores e variáveis, com conotações mais pontuais, que também interferem na geração de viagens ferroviárias, e que precisam ser investigados.

Denominação	Função	Principal característica
F1	Conectar a área de influência com a rede de transporte	Delimitar porte e natureza da demanda fruto das atividades desenvolvidas na sua área de influência e sua atratividade.
F2	Dar suporte a integração modal	Atrair usuários de outras linhas e modalidades de transporte
F3	Atrair atividades comerciais para sua área interna	Concentrar atividades na sua área interna visando aumentar a receita das empresas operadoras e a sua atratividade
F4	Prover espaço público para atividades sociais e culturais	Propiciar lazer e destacar alternativas de deslocamentos, além de atrair usuários de outras modalidades
F5	Contribuir para identificar sua vizinhança no tempo e no espaço	Fazer com que o trem passe a fazer parte da vida das pessoas

Tabela 1 - Funções exercidas pela estação no ambiente urbano (Zemp, 2011) .

3. FATORES E VARIÁVEIS INTERVENIENTES NA GERAÇÃO DE VIAGENS FERROVIÁRIAS

A fim de se identificar e analisar os fatores que influenciam nas taxas de embarque e desembarque de estações metroferroviárias, se procedeu a uma revisão bibliográfica, a partir de Gonçalves et al (2012) e contemplando os seguintes estudos: Quade e Douglas, 1996; Walters e Cervero, 2003; Chu, 2004; Kuby et al., 2004; Anspacher, 2005; Brons et al., 2008; Debrezion et al., 2009; Sohn e Shim, 2010; Gutiérrez et al., 2011; Lucas, 2011; Basu e Hunt, 2012; Brown et al. 2013 e Frei e Mahmassani, 2013. Vale ressaltar que Basu e Hunt (2012), ao realizarem o estudo de caso em Mumbai, Índia, junto com Gonçalves et al. (2012) são os únicos focados nos países em desenvolvimento.

As variáveis indicadas na pesquisa bibliográfica são tipicamente agrupadas em fatores que procuram representar as principais dimensões que contribuem na geração de viagens, que são: Ambiente Urbano, Uso do Solo, Socioeconômico, Transporte e Estrutura da Rede Ferroviária (Tabela 2). Destes, destacaram-se pela alta frequência de citação de suas

variáveis por diferentes autores e/ou pela importância dessas para os modelos, os fatores "Uso do Solo" e "Transporte".

O fator "Uso do Solo" apresenta quatro variáveis citadas ao menos por 6 autores (população, emprego na área de influência, centro da cidade e TOD - Transit Oriented Development). O atributo "Polos Geradores de Viagens", embora menos contemplado, apresentou importância similar.

Fatores	Variáveis	Descrição
Ambiente Urbano	Segurança	Repulsão/Atração de passageiros.
	Climas extremos	Podem desestimular viagens.
	Área turística	Atração de passageiros.
	Acidentes	Número de mortes por atropelamento.
	TOD (transit oriented development)	Projeto Urbanístico orientado ao transporte público e ao não motorizado.
Uso do solo	Empregos na Área de Influência (AI)	Número de empregos.
	População na AI	Número de habitantes.
	Polos Geradores de Viagens	Instituições de Ensino; Aeroportos; Rodoviárias; e Centros Comerciais, Financeiros, Hospitalares, Desportivos e de Lazer.
	Índice de Desenvolvimento Humano	Ferrovia tende a promover desenvolvimento socioeconômico.
	Renda	Renda familiar média na Área de Influência (AI) que influencia na taxa de mobilidade.
Socioeconômicos	Taxa de Desemprego	Imobilidade.
	Escolaridade	Instrução da população residente na AI.
	Porcentagem de inquilino/habitações alugadas na área de influência	Tendem a ser de baixa renda, Jovens dividindo habitações, não requerendo estacionamento.
	Faixa etária	Capacidade de Deslocamento.
	Gênero	Os homens tendem a ter maior mobilidade.
	Etnia	Diferentes padrões de viagens.
	Taxa de motorização	Número de automóveis por residência ou morador.
	Integrações Intermodais	Ônibus alimentadores; Vagas de estacionamento, Bicletário,

		Ciclovias.
Transporte	Congestionamento de Vias Rodoviárias	Incentivo ao uso do transporte metroferroviário.
	Preço e Qualidade de Serviço	Tarifa; Pontualidade; Tempo de espera e de viagem; Facilidade de compra do bilhete; Taxa de ocupação; Informação; Climatização; Atendimento (Simpatia) e Limpeza.
	Acessibilidade a pé	Distância, conectividade e qualidade de caminhada;
	Concorrência	Linhas de ônibus concorrentes.
	Valor da Gasolina	Incentiva o uso do transporte público.
	Estação Terminal	Abrangência da Área de Influência.
Estrutura da rede ferroviária	Distância entre Estações	Abrangência da Área de Influência.
	Centralidade	Atratividade
	Conectividade	Número de linhas em cada estação, de transferências necessárias para a viagem e acessos (relação com a integração dos transportes).
	Intervalo entre os trens	Tempo de espera e capacidade da oferta de lugares.
	Nível de congestionamento da rede	Rapidez e Qualidade de serviço.
	Tecnologia	Tipo de Veículo que interfere na capacidade, conforto e acesso universal.
	Tecnologia	Tipo de Veículo que interfere na capacidade, conforto e acesso universal.

Tabela 2 - Fatores e indicadores com capacidade de influência em estações metroferroviárias

No fator "Transportes", estão em evidência as variáveis: Interações intermodais/ acessibilidade veicular, qualidade de serviço e acessibilidade a pé, contemplados por ao menos sete autores. Qualidade de serviço é uma variável que apresenta relevância por ser de possível intervenção por parte da empresa operadora do serviço e por ter sido considerado nas quatro publicações mais recentes. Outras variáveis que apresentaram grande relevância na pesquisa bibliográfica foram renda e conectividade, estando a primeira inserida no fator "Socioeconômico" e a segunda em "Estrutura da rede ferroviária" (tabela 2).

Quanto a influência da renda nas taxas de embarque e desembarque das estações ferroviárias, segundo Rosenbloom e Clifton (1996) apud Kuby (2004), o percentual de pessoas que utilizam o trem e o metrô aumenta com relação à renda. Os trabalhadores com maior renda tendem a realizar viagens mais longas e são mais sujeitos a usar o trem (Wachs e Taylor, 1998 e Wachs et al., 1993 apud Kuby, 2004).

Ainda no fator “Socioeconômico”, a variável “Taxa de Desemprego”, somente foi contemplada nos estudos de Brown et al (2013) e Frei e Mahmassani (2013), ambos estadunidenses. O seu aparecimento somente no ano de 2013 talvez possa ser um reflexo da crise financeira iniciada em 2006 nos Estados Unidos e atualmente é responsável por desempregos não apenas nos EUA, mas também na Europa.

O indicador “Gênero” aparece como explicativo das taxas de geração de viagens apenas até o ano de 2005 (Anspacher, 2005 e Walters e Cervero, 2003), que pode ser explicado pela maior inserção da mulher no mercado de trabalho e uma menor desigualdade entre os gêneros nas sociedades no qual são originados os artigos.

O fator “Estrutura da rede ferroviária” chama a atenção pela continuidade da variável “Conectividade”, presente em oito dos treze artigos analisados. O fator menos abordado pelos autores foi o “Ambiente Urbano”, no entanto, não pode-se afirmar que esse apresenta uma menor importância. O indicador “segurança”, apesar de ter sido pouco citado, está presente em dois dos quatro estudos mais recentes (Gonçalves et al., 2012; Frei e Mahmassani, 2013).

Devido às especificidades socioeconômicas, culturais e políticas do Brasil, esses fatores levantados na bibliografia podem apresentar diferentes interferências nas taxas de geração de viagens no país. É importante analisá-los para que se possa entender a realidade brasileira e com isso poder interferir com fins de aumentar a mobilidade da população; espalhar as atividades pela cidade, diminuindo a necessidade de locomoção; e incentivar o uso do trem e por consequência diminuir o número de automóveis nas vias.

4. FATORES RELEVANTES NO CASO BRASILEIRO

De acordo como estudo do PlanMob (2007), a concentração da população brasileira não ocorre apenas nas regiões metropolitanas e as projeções oficiais mostram que esta concentração tende a se acentuar. Quanto maior a cidade, mais os seus habitantes dependem das redes de infraestrutura de circulação para ter pleno acesso às oportunidades de trabalho e de consumo nela concentradas, porém, esta acessibilidade não é homogênea. O padrão de urbanização, de baixa densidade e com expansão horizontal contínua, comandada pela especulação imobiliária, segrega a população de baixa renda em áreas cada vez mais inacessíveis, desprovidas total ou parcialmente de infraestrutura e de serviços, prejudicando o seu acesso a essas oportunidades, impedindo uma apropriação

equitativa da própria cidade e agravando a desigualdade na distribuição da riqueza gerada na sociedade.

Ainda segundo o mesmo estudo, nossas cidades foram, ao longo de décadas, construídas, reformadas e adaptadas para um modelo de circulação, hoje percebido como insustentável, fundado no transporte motorizado, rodoviário e individual: o automóvel. O desafio que se apresenta para o planejamento, objeto dos Planos Diretores e dos Planos de Mobilidade está em alterar as condições que produziram esse quadro.

De acordo com Nigriello (1999, apud Santos, 2007), a superação dos entraves urbanos deve conjugar soluções de transporte sobre trilhos, com a implantação de melhorias nas cidades que envolvam adensamento populacional, a instalação de equipamentos urbanos para atendimento a carências e a instalação de atividades que gerem empregos no entorno das estações. Em um ambiente com essas características há uma tendência de maior procura pelo modo de transporte ferroviário, tanto no trajeto casa-trabalho-casa, quanto nos outros tipos de deslocamentos.

Em síntese, no caso do Brasil e na própria RMRJ, os cinco fatores observados na revisão devem ser contemplados de forma articulada e integrada para se identificar e implementar as soluções para a acessibilidade e a mobilidade urbana. E ainda levando em conta determinadas características presentes em nossas cidades, como a questão das favelas, o déficit habitacional e as ineficiências do sistema de transporte, que acentuam as desigualdades, a exclusão e conseqüentemente a imobilidade dos segmentos mais pobres da sociedade.

O Índice de Desenvolvimento Social (IDS), aplicado pelo IPP (2008), e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), calculado pela ONU- Organização das Nações Unidas - podem servir como referência para se verificar a contribuição do trem para o desenvolvimento socioeconômico das áreas do entorno de suas estações.

Com base nos resultados da revisão e nas especificidades observadas em nossas metrópoles, dentre as variáveis potencialmente mais indicadas para explicar as taxas de embarque e de desembarque, no fator “Socioeconômico”, destacam-se o IDH e a renda. No fator “Uso do solo”, ressaltam-se as variáveis relacionadas a projetos urbanísticos (como o TOD); empregos na área de influência; densidade populacional e presença de Polos Geradores de Viagens, todas procurando expressar as possibilidades de produzir e atrair viagens. Quanto ao “Transporte”, destacam-se variáveis como a qualidade de serviço, a imagem e facilidades de integração. Em relação à “Estrutura da rede ferroviária”, enfatiza-se a conectividade e a distância entre as estações.

Entretanto, vale a pena enfatizar que, no estudo de Gonçalves et al. (2012), considerando pesquisa realizada em nosso País, não foram encontradas correlações entre o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – e as taxas de embarque e desembarque das estações, o que poderia indicar que o trem, no Rio de Janeiro, não realiza a sua missão de promover o

desenvolvimento, diferentemente das cidades localizadas em países desenvolvidos. Também não se encontraram correlações com a população e a renda, mas com o emprego sim.

Com o propósito de confirmar essas hipóteses, compreender as variáveis que influenciam nas taxas de embarque e desembarque no Brasil, bem como a forma e a intensidade com que isto acontece, em confronto ao verificado na bibliografia internacional, foram utilizadas ferramentas econométricas de correlação e regressão. Para criar um modelo relacional, foi realizado um estudo de caso em dois ramais ferroviários da cidade do Rio de Janeiro.

5. MODELOS RELACIONAIS APLICADOS AOS RAMAIS DEODORO E SANTA CRUZ - RIO DE JANEIRO

Os ramais de Deodoro e Santa Cruz apresentavam 35 estações ferroviárias ativas no momento da coleta de dados, espalhadas por 32 bairros sobretudo nas Zonas Norte e Oeste do município do Rio de Janeiro, compreendendo aproximadamente 54 km e cuja área de influência é ocupada por populações de diferentes características socioeconômicas. Os rendimentos domiciliares médios mensais, incluindo os sem renda, variam entre os bairros de 5.000 reais (Maracanã) à 1.020 reais (Santa Cruz) (IPP, 2010), enquanto o IDH varia entre aproximadamente 0,944 e 0,742, nos mesmos bairros respectivamente (IPP, 2000). O bairro de Santa Cruz que apresentou os piores índices localiza-se na extremidade do ramal e na periferia da cidade. Os dados de diferentes anos justificam-se por terem sido os mais recentes disponíveis na escala de bairro.

Grande parte dessas estações apresenta imagem negativa diante a população da cidade, por serem antigas, com baixa manutenção e apresentarem poucas funções, servindo sobretudo para embarque e desembarque nos trens e conectar áreas cortadas pela linha férrea.

Foram estabelecidas como variáveis dependentes as taxas de embarque, desembarque e totais (embarque mais desembarque) das estações de trem no horário entre as 05h e 19h, que seria o horário de maior fluxo de passageiros e também por serem os dados disponíveis pelo PDTU (SETRANS-RJ, 2011). A estação Central foi desconsiderada nos modelos realizados com o objetivo de não distorcer a análise comparativa, na medida em que ela concentra aproximadamente 39% do total de viagens dos ramais.

Vale ressaltar que, para todas as variáveis selecionadas, a delimitação da área de influência das estações correspondeu aos limites dos bairros, onde as mesmas se localizavam. No caso de duas estações no mesmo bairro, como Campo Grande, Bangu e Santa Cruz, os valores das variáveis foram divididos ao meio. Em relação ao tipo do uso do solo desenvolvido na área de influência da estação, foram utilizadas na análise as variáveis população e número de empregos (IPP, 2010), que nos revelam parcialmente as atividades

exercidas e a mobilidade da população na área de influência. Além dessas, analisou-se exploratoriamente a presença das favelas que teriam potencial para ser um PGV por apresentarem alta densidade populacional, considerado pela bibliografia como variável de influência positiva para a geração de viagens.

Para analisar a presença de favela, foi considerado o limite de 1.200 metros a partir das estações ferroviárias, para que a população estivesse disposta a acessá-la, sendo que até 800 metros classificada de forma favorável, de acordo com padrões recomendados (Meziani, 2012).

Inseridos no fator "Socioeconômico", as variável IDH que apresenta importante relevância nos modelos da revisão bibliográfica internacional, foi analisada para testar a hipótese e confirmar estudos anteriores que defendem que há um diferente comportamento dessa na influência das taxas de geração de viagens em estações ferroviárias brasileiras. Ou melhor, que em nosso País não há uma relação entre o desenvolvimento e a presença do trem, definida pela sua demanda de viagens.

Para a análise da renda, foram criados os seguintes atributos: Porcentagem da população com renda inferior a um salário mínimo e rendimento nominal médio domiciliar. Acredita-se que a porcentagem da população de baixa renda nos revelará se há tendências de imobilidade dessa classe de indivíduos e a variável renda nominal média nos revele se há uma relação positiva entre o aumento da renda e as taxas de embarque.

A variável conectividade da estação, identificada como fundamental para a análise das taxas de geração de viagens, também foi contemplada no presente estudo de caso, expressa através do número de ramais que param em cada estação. A hipótese é de que quanto maior for a conectividade, maior será a taxa de viagens, pois quanto maior o número de ramais, maior será o acesso do passageiro a diferentes estações.

No que diz respeito ao fator "Estrutura da rede", foi analisada a variável "distância à estação anterior". acreditando-se que quanto maior for a distância entre as estações, maior será o poder de atração de passageiros, por essa abranger uma área de influência maior.

Apesar da importância da variável integração intermodal para o estudo de geração de viagens, em particular na cidade do Rio de Janeiro, pela falta de linhas de ônibus e vans alimentadoras nas estações, operando muitas vezes de forma concorrente ao sistema ferroviário, entretanto, as deficiências de dados dificultaram a mensuração e o uso dessa variável no presente estudo.

A partir da análise da matriz de correlação, pode-se afirmar que as variáveis explicativas que apresentaram maior capacidade de explicar as variáveis dependentes foram as variáveis: emprego, número de ramais e área total das favelas até 800 m (Tabela 3).

Dentre as variáveis de maior capacidade explicativa, a variável "área total das favelas até 800 m" apresentou coeficiente diferente do esperado levando em consideração a

bibliografia internacional em relação à densidade populacional. A variável "área total das favelas até 1200 m" também apresentou correlação negativa, confirmando que apesar de possuir atributos necessários para ser um PGV, não se constitui como um, demonstrando a baixa mobilidade por trem da população residente, que pode ser pela baixa renda mas também pelas restrições de acessibilidade à estação, podendo caracterizar a exclusão social dessas comunidades.

Analisando as demais variáveis de maior capacidade de explicação, as variáveis "emprego" e "conectividade" apresentaram uma correlação com coeficientes consistentes com as hipóteses formuladas, ou seja, quanto maior o número de empregos na área de influência e maior o número de ramais, maiores serão as taxas de embarque e desembarque.

			Variáveis dependentes		
			Embarque	Desembarque	Total Viagens
variáveis explicativas	Uso do solo	População	0,1643	0,0240	0,0735
		Empregos	0,5226	0,5619	0,5574
		Área total das favelas até 800m	-0,2078	-0,1996	-0,2057
		Área total das favelas até 1200m	-0,1202	-0,1128	-0,1172
	Socioeconomico	Renda (% pop. com renda inferior a 1 salario min)	-0,0970	-0,1177	-0,1124
		Renda (média domiciliar)	0,0507	0,0757	0,0682
		IDH	-0,0730	-0,0506	-0,0593
	Estrutura da Rede	Distância a estação anterior	-0,1137	-0,2222	-0,1879
		Conectividade (nº de ramais)	0,5627	0,6598	0,6367

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis dependentes e explicativas.

A variável porcentagem da população com rendimento inferior à um salário mínimo apresentou coeficiente negativo, ou seja, quanto maior a presença dessa população, menor será a taxa de embarque e desembarque, o que ressalta a restrita mobilidade ferroviária da população de baixa renda.

A variável renda (média domiciliar) apresentaram coeficientes positivos, no entanto, baixas correlações com as taxas de viagens, (tabela 3), o que confirma o esperado para o Brasil diferentemente do observado na bibliografia internacional. Em nosso país, alta renda não é um indicativo de viagens mais longas, ao contrário, na periferia tipicamente estão segmentos com menor renda, parte dos quais são servidos pelo trem. Mesmo para a parcela

da população de maior poder aquisitivo e que vive na área de influência dos ramais ferroviários, tendem a não usar tal modalidade, seja pela qualidade precária do serviço, seja pela sua imagem.

Conforme o esperado, as variáveis IDH, IDS e população também apresentaram baixa correlação com o total de viagens (tabela 3), apesar de serem de grande poder explicativo para as taxas de embarque e desembarque de demais países, sobretudo os Estados Unidos da América e os localizados na Ásia e Europa. Do mesmo modo que "população" não apresentou resultados satisfatórios para ser uma variável explicativa das taxas de embarque e desembarque.

As melhores correlações das variáveis explicativas IDH, IDS e população com as variáveis dependentes foram -0,073; 0,098 e 0,073 com as variáveis embarque, desembarque e total de viagens respectivamente. Analisando as variáveis IDH e IDS é possível afirmar que o trem não contribui para o desenvolvimento humano e socioeconômico para as áreas do entorno das estações ferroviárias no Brasil, especificamente na cidade do Rio de Janeiro, o que confirma o estudo de Gonçalves et al. (2012) realizado em outro ramal ferroviário da cidade. Chama-se atenção para a variável IDH que além de apresentar baixa correlação, apresentou coeficiente negativo.

A variável "distância a estação anterior" apresentou coeficiente negativos, diferente da hipótese formulada anteriormente, que acreditava que quanto maior fosse a distância entre as estações, maior seria o poder de atração de passageiros. Uma possível resposta seja a perda para outros modos mais acessíveis a pé, como o ônibus e transporte alternativo (vans e kombis). Ou ainda, custo do bilhete alto para pequena distância, o que poderia ser considerado pela uma Política Tarifária, extensiva ao intensivo de viagens fora do pico, baseado nas novas tecnologias de cobrança e bilhetagem eletrônica.

Analisando as variáveis com maior poder explicativo citadas anteriormente - empregos na área de influência e conectividade - ambas apresentaram maior correlação com as taxas de desembarque.

Foram realizadas regressões simples e múltiplas utilizando essas duas variáveis e demais que apresentaram correlação intermediária com as variáveis dependentes respeitando a correlação que algumas dessas apresentaram entre si. As regressões simples apresentaram heterocedasticidade.

Após a realização dos devidos testes chegou-se ao modelo mais adequado que tem como variáveis dependentes o número de empregos na área de influencia da estação e o número de ramais que param na estação, demonstrando a conectividade da estação com a rede (equação 1). A variável independente de maior relação com essas dependentes foi a taxa de desembarque.

$$Y = - 5443,15 + 0,19 X1 + 5.714,48 X2$$

(1)

onde : X1 - Número de empregos e X2 - Número de ramais

O modelo apresentou um R² de 0,557 (tabela 4) e foi aplicado o Teste P a todas as variáveis do modelo com 93% de nível de confiança e a hipótese nula não foi rejeitada.

	Coeficientes	valor-P
Interseção	-5443,1498	0,03496
Número de Empregos	0,1952	0,00638
Número de ramais (conectividade)	5714,4769	0,00026
R ²	0,557	
F de significação	3,24E-06	

Tabela 4 - Coeficientes dos parâmetros do modelo: valores e validação estatística.

As variáveis dependentes não apresentaram alta correlação entre si e o F de significação apresentou um valor muito próxima de zero (tabela 4) e maior que a margem de erro utilizada (7%), validando o modelo.

6. CONCLUSÕES

O sistema metroferroviário das cidades brasileiras têm carências quando comparado com redes integradas. Além disso, são insuficientes estudos nas estações que apontem os aspectos mais sensíveis para sua inserção como modo principal de deslocamento metropolitano.

Na revisão bibliográfica, destacaram-se fatores pela frequência, importância na atualidade e facilidade de intervenção. No entanto, nem sempre esses fatores apresentam o mesmo comportamento quando analisados em estações metroferroviárias brasileiras, haja vista suas especificidades. O trem e as suas estações no Brasil, de um modo geral, não utilizam todo o seu potencial no transporte de passageiros nas áreas urbanas e têm muitas vezes uma imagem negativa, reflexo de processos históricos de ocupação das cidades e da má qualidade do serviço prestado.

As variáveis IDH, renda e população apresentaram diferentes correlações com as taxas de embarque, quando comparadas com a bibliografia internacional, porém confirmaram estudos brasileiros e tiveram resultados já esperados.

As correlações negativas das variáveis referentes à porcentagem da população de baixa renda com as taxas de viagens demonstram a baixa mobilidade da população mais carente, enquanto a fraca correlação da variável renda média com as mesmas taxas revelam que o trem não se constitui como opção de transporte para muitos indivíduos, mesmo quando esses têm acesso às tarifas e são servidos da malha ferroviária.

Assim como no estudo realizado por Lara et al. (2007) apud Gonçalves et al. (2012), foi verificado a importante relação entre o número de empregos na área de influência para a previsão das taxas de viagens, demonstrando que no Rio de Janeiro o trem, tem sobretudo o uso de levar o trabalhador ao seu local de trabalho. Os resultados também demonstram a relevância da conectividade das estações com a estrutura da rede viária na geração de viagens.

Em relação à presença da favela, que poderia ser um PGV devido a sua densidade populacional, a maior correlação negativa com a variável que mensura a área dessa dentro do raio considerado como o de acessibilidade favorável (800m) faz questionar para próximos estudos quais outras variáveis relacionadas à presença da favela podem estar contribuindo para essa correlação, sendo plausível a análise do fato segurança, na medida em que, por ausência ou por ação do Estado, pode haver maiores índices de violência nessas localidades. Faz-se necessário a análise também da acessibilidade dessas comunidades às estações de trem como forma de integração social.

Algumas das estações dos ramais em estudo passam por reformas que objetivam principalmente atender as demandas para a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016 que serão realizados na cidade do Rio de Janeiro. Após as reformas, poderá ser realizado um estudo comparativo analisando o fator "transporte" na geração de viagens, na medida em que, espera-se, mudanças da imagem e do serviço.

A elaboração de redes integradas e que incentivem a população a fazer do trem o principal meio de deslocamento é vital para reduzir os congestionamentos nas cidades brasileiras e melhorar a qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Rede Ibero-Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (<http://redpgv.coppe.ufrj.br>).

REFERÊNCIAS

ABREU, M. (2011) Evolução urbana do Rio de Janeiro. Instituto Pereira Passos Press, Rio de Janeiro.

ANSPACHER, D. (2005) The demand for rail feeder shuttles. *Journal of Public Transportation* 8(1).

ANUÁRIO RF (2011). Ferroviária Press, São Paulo.

BERTOLINI, L., SPIT, T. (2007) *Cities on rails: the redevelopment of rails stations areas*. Spon Press, London and New York.

BASU, D. E HUNT, J. D. (2012) Valuing of attributes influencing the attractiveness of suburban train service in mumbai city: A stated preference approach. *Transportation*

Research Part A 46(9), pp. 1465-1476.

BEZERRA, J.A. (2011) Como definir o bairro? uma breve revisão. *Revista Geotemas* 1(1), pp. 21-31

BRONS, M. GIVONI, M. E RIETVELD, P. (2008) Access to railway stations and its potential in increasing rail use. *Transportation Research Part A* 43(2), pp. 136-149.

BROWN, J., THOMPSON, G., BHATTACHARYA E JAROSZYNSKI, M. (2013) Understanding transit ridership demand for the multi-destination, multi-modal transit network in Atlanta, Georgia: lessons for increasing rail transit choice ridership while maintaining transit-dependent bus ridership. *TRB Annual Meeting*, 13-17 January 2013. Washington, District of Columbia.

CERVERO, R. (2011) State roles in providing affordable mass transport services for low-income residents. *International Transport Forum*, 25-27 May 2011. Leipzig, Sachsen.

CERVERO, R. (2009) Urban development on railway served land: Lessons and opportunities for the developing world. University of California Press, Berkeley.

CHU, X. (2004) Ridership models at the stop level national center of transit research. University of South Florida Press, Florida.

DEBREZION, G., PELS, E. E RIETVELD, P. (2009) Modelling the joint access mode and railway station choice. *Transportation Research Part E* 45, pp. 270-283.

ELY, M. (2012) Urban rail networks in world cities. Em: EBRAHIM, N; GEORGE SUN, G; MAGERET ELY, M; AI, F (ed.) *Journeys*. LTA Academy, Singapore. pp. 48-58.

FREI, C. E MAHMASSANI, H. S. (2013) Riding more frequently: Disaggregate ridership elasticity estimation for a large urban bus transit network. *TRB Annual Meeting*, 13-17 January 2013. Washington, District of Columbia.

GONÇALVES, J. A. M. PORTUGAL, L.S.; CARDOSO, B. C. (2012) Estações Metroferroviárias, p. 261 - 286, EN PORTUGAL, L. S (ed.) *Polos Geradores de Viagens orientados à Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos e Taxas de Geração de Viagens*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

GONÇALVES, J. A. M.; ANDRADE, G. T. DE E PORTUGAL, L. S. (2014) Fatores Intervenientes na Relação entre a Inclusão Social e o Trem Considerando as Favelas e as Taxas de Embarque Observadas nas Estações. *Journal of Transport Literature* 8(3), pp. 37 - 61.

GUTIÉRREZ, O. D. C., CARDOZO, O. D. E GARCÍA-PALOMARES, J. C. (2011) Transit ridership forecasting at station level: an approach based on distance-decay weighted regression. *Journal of Transport Geography* 19(6) pp. 1081-1092.

IPP-INSTITUTO PEREIRA PASSOS (2000). *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

IPP-INSTITUTO PEREIRA PASSOS (2008) *Índice de Desenvolvimento Social - IDS: comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro*, Coleção Estudos Cariocas, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

IPP - INSTITUTO PEREIRA PASSOS (2010). *Rendimento nominal médio e mediano do município*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

KUBY, M.; BARRANDA, A.; UPEHURCH, C. (2004) Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A* 38(3), pp. 223-247.

LITMAN (2004) *Rail Transit in America: Comprehensive Evaluation of Benefits*. Victoria

Transport Policy Institute Press, Victoria.

LITMAN, T. (2013) Smart Congestion Relief: Comprehensive Analysis of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Strategies. Victoria Transport Policy Institute Press, Victoria.

LUCAS, K. (2011) Making the connections between transport disadvantage and the social exclusion of low income populations in the Tshwane Region of South Africa. *Journal of Transport Geography* 19 (6), pp. 1320-1334.

MARCHESI, R.(2013) O custo da passagem no transporte público. *Valor Econômico*. Disponível em <http://www.valor.com.br/> acesso: julho de 2013.

MEZIANI, R. (2012) Visibility Analysis of the Capital District in the 2030 Master Plan of Abu Dhabi. EAAE/ISUF International Conference, 16-19 October 2012. Delft, Zuid-Holland.

MOTTE-BAUMVOL, B. E NASSI, C. D. (2012) Immobility in Rio de Janeiro, beyond poverty. *Journal of Transport Geography* 24, pp. 67-76.

PLANMOB (2007) Construindo a cidade sustentável, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, Brasília.

QUADE, B. P. E DOUGLAS, I. (1996) Transit and Urban Form, TCRP Report 16. National Academy Press, Washington.

ROSA, S. J. (2006). Transporte e exclusão social: a mobilidade da população de baixa renda da Região Metropolitana de São Paulo e trem metropolitano. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, L. C. L. (2007) Transporte e espaço urbano: integração e desenvolvimento. Disponível em: <http://www.cbtu.gov.br/> Acesso em janeiro de 2013.

SETRANS-RJ- SECRETARIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2011). Plano Diretor de Transporte Urbano - PDTU. Relatório 4.

SANTOS, G.; HANNAH, B.; ALEXANDER. T (2010) Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics* 28, pp. 46-91.

SOHN, K. E SHIM, H. (2010) Factors generating boarding at Metro stations in the Seoul metropolitan area. *Cities* 27, pp. 358-368.

TTI (2003) Urban mobility study. Texas Transportation Institute. Disponível em: <http://mobility.tamu.edu/ums>. Acesso em setembro de 2013.

WACHS, M., TAYLOR, B.D. (1998). Can transportation strategies help meet the welfare challenge? *Journal of the American Planning Association* 64, pp. 15–19.

WALTERS, G. E CERVERO, R. (2003). Forecasting Transit Demand in a Fast Growing Corridor: The Direct-Ridership Model Approach. Technical Memorandum prepared for the Bay Area Rapid Transit District. Lafayette: Fehr and Peers.

ZEMP, S., STAUFFACHER, M., LANG., D., J., SCHOLZ, R. W. (2011) Generic functions of railway stations – a conceptual basis for the development of common system understanding and assessment criteria. *Transport Policy* 18 pp.446-455.