

CATEGORIA 1

FATORES DE GERAÇÃO DA DEMANDA DE PASSAGEIROS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO

INTRODUÇÃO

O transporte público tem papel fundamental na eficiência da gestão das cidades, sendo um instrumento para o aumento da qualidade de vida e desenvolvimento econômico da população que o utiliza.

Segundo Ortúzar e Willumsen (2011), a escolha do modo de transporte pelos usuários é o elemento mais importante do planejamento urbano e das políticas de transporte, porque afeta a eficiência do sistema como um todo, pelo qual a população se locomove no espaço urbano por meio da variedade de opções. A escolha pessoal de qual modo de transporte será utilizado para as viagens de trabalho, estudo ou lazer depende de diversos fatores, que podem ser categorizados em três grupos: características do viajante, do transporte e da natureza da viagem.

Os fatores relativos às pessoas são a renda, a posse de veículo próprio, a quantidade de moradores na residência e a estrutura familiar, essa relacionada ao estado civil e existência de ascendentes, descendentes ou colaterais.

Quanto aos modos de transportes, os aspectos são quantitativos, como o tempo e o custo da viagem, a regularidade e a pontualidade do serviço ou qualitativos, tais como segurança, conforto ou a oportunidade de executar outras tarefas enquanto se locomove.

Por fim, características da viagem são o propósito, trabalho, estudo ou lazer; o período do dia em que ocorre e o deslocamento, solitário ou não.

DIAGNÓSTICO

Wardman (2006) desenvolveu em seu artigo um modelo melhorado para estimar a demanda do setor ferroviário e analisou os fatores responsáveis pelo grande crescimento do setor na década de 1990 na Grã-Bretanha. Foram utilizados os dados de pesquisas de viagens e sobre a venda de bilhetes para elaboração do modelo que utilizou o PIB como principal variável geradora de viagens. Também foram utilizadas como variáveis determinantes para a demanda: o preço do combustível, a variação no tempo de trajeto de veículo particular, a população e quantidade de veículo particulares. O modelo de estimativa de demanda ferroviária previu com sucesso a demanda do setor ferroviário ocorrida desde 1998.

No estudo comparativo entre os fatores determinantes para a escolha do meio de transporte entre dois países com altos índices de posse de veículos pela população, fortes indústrias de automóveis e grande quantidade de estradas de alta velocidade, Estados Unidos e Alemanha, Buehler (2011) utilizou uma regressão bivariada para verificar a influência de fatores como: distância entre domicílio e a ponto de parada do transporte público, densidade populacional, uso e ocupação do solo, variáveis socioeconômicas e demográficas, acesso de veículos, sexo, idade, tipo de viagem e empregabilidade. E na segunda etapa da análise da Pesquisa Nacional de Viagens Domiciliares (NHTS, 2001) americana e a Pesquisa Alemã de Mobilidade (MiD, 2002) foram utilizadas regressões para controlar a influência dos fatores na escolha modal devido as particularidades dos dois países.

Cascetta et al. (2011) analisaram em seu estudo o uso de trem de alta velocidade no percurso entre Roma e Nápoles, na Itália. Foram feitas pesquisas de Preferência Revelada para os utilizadores habituais dos trens e uma pesquisa de Preferência Declarada para os utilizadores de veículos particulares e usuários de trens intercity. Através da utilização de um modelo de calibração Logit verificou-se que o número dos viajantes utilizadores de automóveis e trens intercity permaneceu inalterado. Sugerindo que as viagens por trem de alta velocidade sejam feitas por novos utilizadores ou devido o aumento na frequência de viagens de utilizadores frequentes do modal ferroviário. A pesquisa executada por Cascetta et al. (2011) aponta como principais fatores responsáveis para tal fato a diminuição do tempo de viagem, a melhor qualidade de serviços à bordo e o aumento da acessibilidade.

Cardoso e Portugal (2013) estudaram os elementos que influenciam os usuários a trocarem o trem pelo ônibus ou permanecerem na escolha do modal ferroviário bem como o percentual de utilizadores por modo de transporte, considerando o abandono e sucateamento do sistema de transporte ferroviário do Rio de Janeiro e concluíram a necessidade de investimentos para aumentar o conforto e acessibilidade, assim como a necessidade que o tempo de viagem seja reduzido. Neste estudo, adaptado para o setor ferroviário a técnica de Jensen (1999), técnica que utiliza da análise comportamental de carácter qualitativo concentrada nas percepções e avaliações feitas pelos viajantes sobre

o papel e à dependência dos transportes no cotidiano. A técnica de Jensen aplicada categorizou e identificou os grupos de usuários mais tendenciosos à mudança de meio de transporte, permitindo, através da análise qualitativa, a determinação do contingente de usuários potencialmente sensíveis a troca do transporte por ônibus para o trem.. Para colocar os estudos em prática, Cardoso e Portugal (2013) categorizaram os usuários em 6 níveis, de acordo com o grau de dependência dos meios de transporte. A técnica de Jensen foi adaptada por Cardoso e Portugal (2013) para os usuários do transporte ferroviário na cidade do Rio de Janeiro, classificando-os como usuário cativo, tradicional e seletivo.

Os fatores determinantes entre a posse e uso de veículo particular e a escolha pelo modo de transporte ferroviário foi amplamente estudado por Shen, Chen e Pan (2016) para quatro subúrbios de Xangai. Como resultado das pesquisas a localização da residência próxima a estações de metrô e maiores distâncias entre a residência e o local de trabalho se mostraram como fatores importantes para a escolha pelo modo de transporte público por trilhos, enquanto renda, status no trabalho, subsídios de transporte, considerações sobre custo, tempo, conforto e segurança no meio de transporte são fatores influenciadores na escolha pelo modo de transporte individual e particular.

Jana e Varghese (2017) através da análise de pesquisa doméstica dividiram as viagens em urbanas e rurais, e em seguida, subdiviram em viagens noturnas e de mesmo dia, gerando 4 classes de viagens: urbanas noturnas, urbanas diárias, rurais noturnas e rurais diárias. Para os 4 cenários de viagens citados, foram analisados 6 modos de transportes, sendo eles, trem, ônibus, veículo próprio, transporte à pé, avião e veículo alugado ou fretado. Utilizando uma regressão do modelo logístico binário para analisar fatores que influenciam a escolha do modo de transporte a ser utilizado, como idade do viajante, se possui acompanhante na viagem, quantidade de noites no destino e quantidade de locais visitados. Dessa forma, o estudo pôde concluir que a presença de acompanhante influencia a escolha por modos de transporte privado, enquanto com o aumento da idade do passageiro cresce a probabilidade de escolha do modo ferroviário ao invés dos ônibus. Observou-se também que quando a quantidade de noites no destino cresce a probabilidade do uso de trem, assim como quando muitos locais são visitados na mesma viagem o modo de transporte ferroviário e veículos alugados apresentam grandes valores na probabilidade de escolha, enquanto a escolha pelo ônibus apresenta baixa preferência nessas situações.

Sohoni et al. (2017) apresentaram em seus estudos uma análise sobre a escolha do modo de transporte para o novo sistema de metrô da cidade de Mumbai, Índia. O estudo projetou, implementou e analisou os resultados de uma pesquisa de Preferência Revelada realizada com os usuários do recém-inaugurado sistema de metrô de leste à oeste da cidade de Mumbai; e de uma pesquisa de Preferência Declarada para os moradores da bacia hidrográfica por onde passa o novo trecho projetado para o metrô da cidade indiana. A pesquisa de Preferência Revelada, apresentou como resultado, que 80% dos usuários da linha de metrô já implementada utilizavam transporte público anteriormente ao novo sistema de transporte metroviário, quanto a pesquisa de Preferência Declarada, teve como resultado, que 60% da população entrevistada que utilizam veículos particulares

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



declararam sua vontade de mudar para o novo modo de transporte por trilhos. O resultado da análise foi utilizado para atualizar os parâmetros do modelo de planejamento de transporte aplicado em Mumbai. Através da apuração da avaliação feita pelos utilizadores para o conforto nos veículos e a economia de tempo de viagem, considerando tempo de espera e de traslado, foi estimada a demanda de passageiros no sistema de transporte proposto.

Guo et al. (2018) utilizaram um modelo logit de parâmetros aleatórios para estimar o impacto da forte imigração interna na cidade de Foshan, província de Guangdong, local de maior atração de imigrantes chineses. Através da pesquisa doméstica de viagens realizada pela prefeitura de Foshan, datada de outubro de 2010, foi separada a população em dois grandes grupos, um de residentes e outro de imigrantes; subgrupos com as classificações habituais como sexo, idade, tamanho da família e nível de educação foram criados dentro dos dois grupos. O estudo verificou diferença nas escolhas modais entre imigrantes e residentes em circunstâncias semelhantes ou idênticas, ou seja, renda semelhante, posse ou não de automóvel próprio ou viajantes com mesma percepção dos fatores importantes para escolha modal. Também foi observado que diferentes fatores motivam a escolha modal de homens e mulheres, assim como viajantes jovens e mais velhos.

Birolini et al. (2019) estudaram a possibilidade de implementar um trem expresso para transportar os passageiros que tem como destino o aeroporto low-cost de Milão, ou seja, o terminal aeroportuário onde as empresas de baixo custo operam. Através de uma pesquisa de Preferência Revelada feita no período de 2013 a 2016 no aeroporto, o estudo apontou que a implementação de um trem expresso aumentaria cerca de 7 vezes mais o uso do transporte ferroviário em comparação ao trem parador. Através do uso de um Logit misto, permitiu-se concluir por meio de uma análise de sensibilidade que os passageiros das empresas aéreas de baixo custo não fazem sua escolha de transporte para acesso ao aeroporto exclusivamente pelo preço do bilhete, mas também pelo tempo de viagem.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para modelagem da divisão modal

Autor(es)	Local	Variáveis Utilizadas
Cardoso e Portugal (2013)	Rio de Janeiro - RJ	Acessibilidade, Conforto, Confiabilidade, Tempo de viagem, Segurança
Luz e Fernandes (2017)	Região Metropolitana de São Paulo - RMSP	Tempo de viagem, Tarifa
Sohoni et al. (2017)	Mumbai - Índia	Tempo de viagem, Tempo de espera, Tarifa, Conforto
Wardman (2006)	Grã-Bretanha	Posse de veículos particulares, Sexo, Estrutura doméstica, Faixa etária
Cascetta et al. (2011)	Roma a Nápoles - Itália	Tarifa, Tempo de viagem
Shen et al. (2016)	Shanghai - China	Tarifa, Tempo de viagem, Conforto, Segurança
Biolini et al. (2019)	Milão - Itália	Custo Total, Tempo de viagem, Tempo de espera
Jana e Varghese (2017)	Índia	Faixa etária, Número de lugares visitados, Tipo de estadia, Época do ano, Propósito da viagem
Guo, et al. (2018)	Foshan, China	Situação cívica (Imigrante ou residente), Faixa etária, Sexo, Estrutura familiar, Nível de educação
Buehler (2011)	EUA e Alemanha	Sexo, Faixa etária, Propósito da viagem, Empregabilidade, Densidade populacional, Distância domicílio-transporte, Uso e ocupação do solo, Grupo socioeconômico, propriedade de veículos particulares.

CONTEXTUALIZAÇÃO

O sistema de transporte de passageiros por trem habita a lembrança de quem, à época, tinha como única e melhor forma de deslocar-se entre as cidades.

Após a entrada das indústrias automobilísticas no Brasil o meio de transporte ferroviário foi perdendo gradativamente seu espaço para aqueles que buscavam o conforto de ter, em seu veículo particular, apenas familiares e amigos, e daqueles que almejavam o status de desfilar a posse de uma dessas novidades tecnológicas.

Com o passar do tempo, a busca por status ganhou variações de modelos e marcas, a busca pelo conforto individualizado transformou as cidades mais populosas em cenários de caos urbano e a rotina dos motoristas ganhou uma parcela representativa do dia em tempo de traslado devido ao trânsito causado nas cidades.

O transporte público disponível, na maioria das cidades brasileiras, é apenas rodoviário, de forma que, enfrentam e encorpam os congestionamentos urbanos. Medidas como criação de faixas exclusivas para os ônibus e implantação dos veículos de trânsito rápido, em maioria chamados de BRT, *bus rapid transit*, atenuam o problema, porém não os solucionam, devido à limitação da capacidade dos veículos utilizados.

A solução definitiva para o melhor escoamento das populações nas mais diversas cidades brasileiras envolve a volta ao apoio e investimentos nos sistemas de transporte de passageiros que utilizam veículos de grande capacidade, como os trens e metrô, por exemplo.

No entanto, a instauração de sistemas de transporte sobre trilhos envolve grande aporte financeiro na fase de implantação, o que impõe que o seu planejamento e dimensionamento seja criteriosamente feito de forma a mitigar os riscos de o projeto não retratar a realidade e, após a iniciação, não alcançar os objetivos almejados em projeto.

O conhecimento prévio das variáveis responsáveis pela escolha de um modo de transporte aos outros disponíveis, feita pela população analisada, permite aos planejadores e projetistas adequar a concepção do projeto às características locais.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Além dos estudos que abordaram regiões brasileiras, foram analisados trabalhos feitos nas mais diversas localidades globais, concentrados majoritariamente nos continentes asiático e europeu. Continentes que, de acordo com Jóia (2018) são regiões de inerente consciência e destaque no transporte público sobre trilho, além do grande investimento e apoio governamental ao setor.

As variáveis utilizadas pelos estudos se referem em 52% aos atributos característicos do modo de transporte, sendo 34% quanto às características pessoais dos viajantes, a segunda categoria mais abordada pelas variáveis geradoras de demanda de transporte, conforme demonstrado na Figura 1.

Características relacionadas ao tipo de viagem, tal como o motivo e quantidade de lugares visitados numa mesma viagem foram determinantes em apenas 8% dos estudos apreciados, restando a outros fatores não relacionados às características do transporte, do viajante e, tampouco, com o tipo ou razão da viagem 6%, sendo essas características gerais e particulares das localidades, como época do ano, densidade populacional e uso e ocupação do solo.

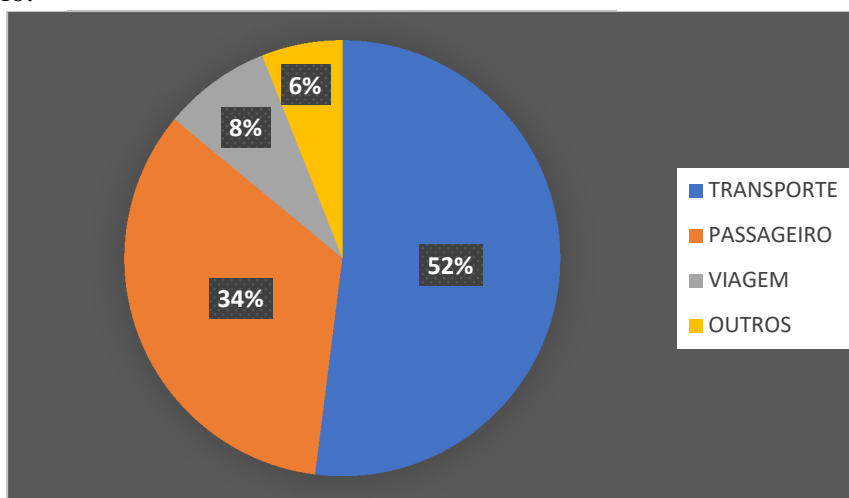


Figura 1 – Percentual dos tipos de características das variáveis utilizadas

Tratando-se das características relativas ao transporte, pode-se observar que o tempo de viagem representa a particularidade mais determinante para os utilizadores, correspondendo a 26%, enquanto 7% destacam o tempo de espera como um agente decisório na escolha pelo modo de transporte a ser utilizado. Pode-se analisar com base em tais dados, que o tempo total de traslado, ou seja, tempo de espera somado ao tempo de viagem, resultaria em 33% dos fatores do modo de transporte.

Cabe-se ressaltar a importância dada as características inerentes ao modo de transporte de 52% do total de agentes determinantes para a escolha modal, sendo, portanto, o tempo total, o tempo de viagem e o tempo de espera responsáveis por 17%, 14% e 4% do total de fatores apontados como cruciais ao processo decisório da escolha modal.

O preço da tarifa cobrada para o serviço é representante de 19%, à medida que conforto detém 15% e segurança 7% das variáveis decisivas tocante aos atributos de transporte.

São classificados como outros 26% destes elementos, por se tratarem de propriedades menos recorrentes aos estudos de transportes, tais como confiabilidade, acessibilidade, pontualidade, custo total e tempo de tráfego.

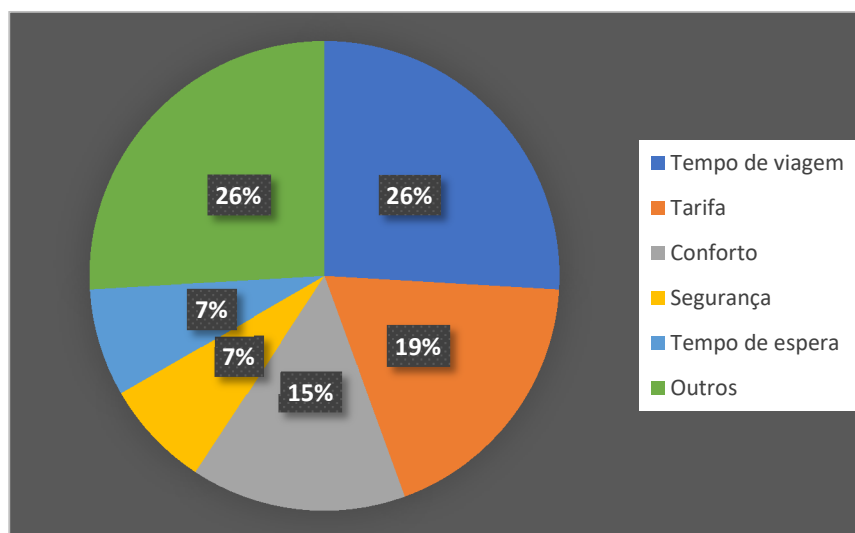


Figura 2 – Percentual das variáveis relativas às características do transporte

Dentre os fatores relacionados às características particulares dos potenciais utilizadores, recebem destaque a faixa etária com uma exposição de 23% dentre as características do viajante, enquanto o sexo é fator determinante com 18% das manifestações nos estudos.

Wardman (2006) apontou que viagens a negócios são feitas 60% a mais por pessoas do gênero masculino e que indivíduos acima dos 50 anos de idade fazem 30% a menos de viagens que os demais.

Buehler (2011) destaca que variáveis demográficas, como estrutura doméstica, sexo, idade são fatores mais determinantes em países com alto grau de desenvolvimento. Os estudos apontaram que aposentados residentes na Alemanha são mais suscetíveis a usar o transporte público, caminhar ou utilizar bicicleta do que aposentados norte-americanos, que são mais propícios a fazer viagens compartilhadas em veículos particulares.

A estrutura familiar, isto é, se o indivíduo tem filhos, se é aposentado, solteiro ou recém-casado, é representante de 12% dos fatores apontados como responsáveis pelos estudos, porcentagem também de fatores como grupo socioeconômico, ou seja, classe social do entrevistado, e se o mesmo possui ou não veículo particular próprio.

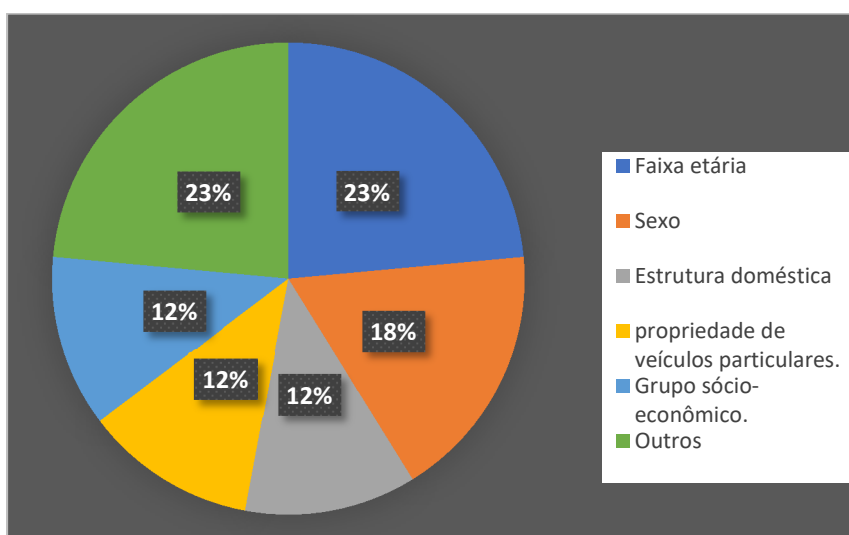


Figura 3 – Percentual das variáveis relativas às características dos viajantes

O propósito da viagem é, notoriamente, um fator determinante para a geração de viagem e o modo utilizado para executá-la. Buehler (2011) aponta que nos Estados Unidos da América e na Alemanha o transporte público é utilizado principalmente para as viagens com finalidade laboral, no entanto, os alemães são cinco vezes mais tendenciosos a usar o transporte público para viagens relacionadas a atividades de lazer.

A relevância do destino e tipo de estadia, no que trata de viagens intercidades, aparece um 25% dos fatores relativos às características da viagem. Jana e Varguese (2016) revelam que as viagens com objetivo de hospedagem em hotéis e pousadas estão positivamente associadas a escolha do modo aéreo de transporte e negativamente relacionadas ao modal ferroviário, enquanto a viagem com destino ao domicílio de familiares ou amigos indicam uma maior tendência ao uso de veículo particular.

A quantidade de lugares visitados na viagem apresenta-se, também, como 25% dos fatores relacionados às características do traslado. O aumento do número de lugares a serem visitados, de acordo com Jana e Varguese (2016), direcionam para um número maior de escolha de modos de transporte ferroviário ou veículos próprios, sendo a escolha pelo uso de ônibus maior quando o destino é um único local.

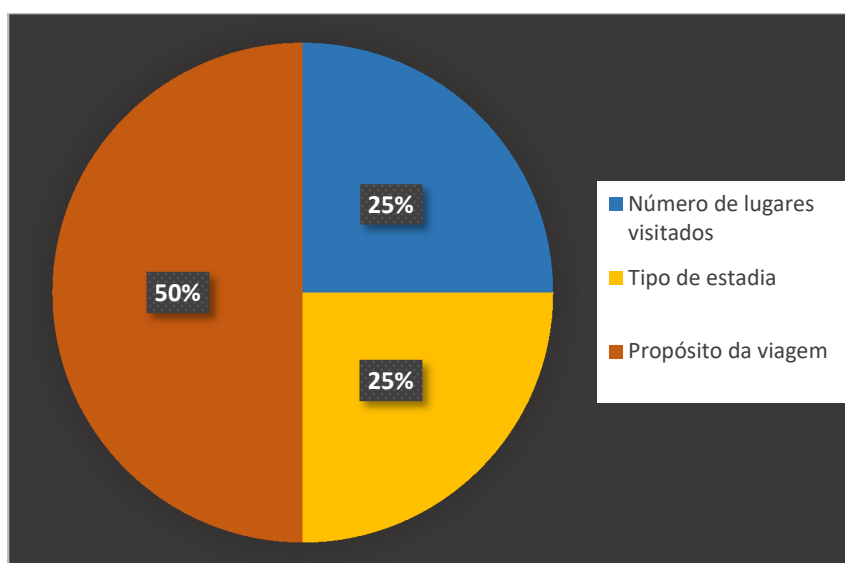


Figura 4 – Percentual das variáveis relativas às características da viagem

CONCLUSÕES

A dificuldade de se verificar os fatores responsáveis pela opção de executar a viagem, seja dos trajetos rotineiros para trabalho ou estudo, seja para atividades de lazer, utilizando um modo de transporte ao invés de outro é causadora da discrepância entre os valores da demanda de passageiros transportados estimada em projeto e os valores reais aferidos com o sistema de transporte operante.

Tal complexidade impulsiona a necessidade de se estudar tais causas, verificando-se através dos mais relevantes estudos discorrentes sobre o tema os fatores com maior representatividade para os utilizadores e potenciais usuários do sistema de transporte de passageiros sobre trilhos.

O diagnóstico exposto apresenta uma maior atenção demandada para os fatores do sistema de transporte, como menor tempo de viagem, e um menor intervalo entre veículos nos horários de maior demanda, além do conforto, segurança, menor distância das estações aos domicílios e locais de trabalho e qualidade de serviço abordo.

Tais características se apresentam, nos estudos analisados, como os fatores de sucesso do projeto, devendo, portanto, serem objeto de bastante análise e estudo para compreensão das peculiaridades locais.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Fatores externos ao projeto podem também influenciar positiva ou negativamente o projeto, como preço do combustível, faixa etária, sexo e grupo socioeconômico da população beneficiada pelo projeto e situação econômica local e do país, devendo, portanto, serem considerados no momento de tomada de decisão.

A ciência das principais características que determinam a preferência de um modo de transporte aos demais manifesta-se como agente decisivo para o sucesso do projeto, de forma a garantir o melhor atendimento aos anseios da população beneficiada pelo projeto, evitando, portanto, que o investimento necessário não resulte no objetivo pretendido.

Desta forma, a solução de mobilidade urbana apoiada pelos estudos explorados depende do atendimento aos parâmetros de êxito do projeto evidenciados na revisão bibliográfica, garantindo que a dependência dos modos rodoviários não seja mais o vilão do cotidiano dos moradores das cidades de grande e médio porte, gerando perda de eficiência laboral, estresse, problemas físicos e insatisfação pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEEN, Luis G.. **Modelling Transport**. 4. ed. Wiley, 2011. 608 p.
- CARDOSO, Bianca Côrtes; PORTUGAL, Licinio da Silva. Transferência Modal Dos Usuários Do Trem Para O Ônibus – Razões E Motivos. **Associação Nacional De Pesquisa E Ensino Em Transportes - ANPET**, Belém, p. 1-12, 4 ago. 2013. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2013-1/770-transferencia-modal-dos-usuarios-do-trem-para-o-onibus-razoes-e-motivos/file>. Acesso em: 7 nov. 2019.
- BIROLINI, Sebastian et al. Access mode choice to low-cost airports: Evaluation of new direct rail services at Milan-Bergamo airport. **Transport Policy**, [s.l.], v. 73, p.113-124, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.10.008>.
- SHEN, Qing; CHEN, Peng; PAN, Haixiao. Factors affecting car ownership and mode choice in rail transit-supported suburbs of a large Chinese city. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s.l.], v. 94, p.31-44, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2016.08.027>.
- CASCETTA, Ennio et al. Analysis of mobility impacts of the high speed Rome–Naples rail link using withinday dynamic mode service choice models. **Journal Of Transport Geography**, [s.l.], v. 19, n. 4, p.635-643, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.07.001>.
- SOHONI, Aditya V; THOMAS, Mariam; RAO, K.v. Krishna. Mode shift behavior of commuters due to the introduction of new rail transit mode. **Transportation Research Procedia**, [s.l.], v. 25, p.2603-2618, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.311>.
- WARDMAN, Mark. Demand for rail travel and the effects of external factors. **Transportation Research Part e: Logistics and Transportation Review**, [s.l.], v. 42, n. 3, p. 129-148, maio 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2004.07.003>.
- JENSEN, M. (1999) Passion and heart in transport – a sociological analysis on transport behaviour. **Transport Policy**, 6 (1), 19-33.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



- JANA, Arnab; VARGHESE, Varun. Analyzing mode choice for inter-regional travel in India. **Transportation Research Procedia**, [s.l.], v. 25, p. 5220-5234, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2018.02.049>.
- GUO, Yuntao; WANG, Jian; PEETA, Srinivas; ANASTASOPOULOS, Panagiotis Ch.. Impacts of internal migration, household registration system, and family planning policy on travel mode choice in China. **Travel Behaviour And Society**, [s.l.], v. 13, p. 128-143, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tbs.2018.07.003>.
- BUEHLER, Ralph. Determinants of transport mode choice: a comparison of germany and the usa.: a comparison of Germany and the USA. **Journal Of Transport Geography**, [s.l.], v. 19, n. 4, p. 644-657, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.07.005>.
- JÓIA, André Corrêa. **Análise de potencial local para implantação de estações ferroviárias urbanas em belo horizonte, utilizando sistemas de informações geográficas**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2018.