



# PREVISÃO DE PASSAGEIROS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO AO NÍVEL DE ESTAÇÃO

**Diego Garcia**

**Vania Barcellos Gouvêa Campos**

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-87893-17-8



# **PREVISÃO DE PASSAGEIROS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO AO NÍVEL DE ESTAÇÃO**

**Diego Garcia**

**Vânia Barcellos Gouvêa Campos**

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes

Seção de Fortificação e Construção

Instituto Militar de Engenharia

## **RESUMO**

A previsão de demanda de passageiros em transporte público assume importância cada vez maior em função da crescente dificuldade de mobilidade nas grandes cidades. Os projetos desenvolvidos pelos governos, e concedidos à iniciativa privada, necessitam de grande acurácia no seu planejamento, a fim de melhor direcionar os recursos para a construção, bem como para a operação, com foco num eficiente dimensionamento das necessidades, que incluem, entre outras, a mão de obra e os equipamentos. Os modelos de demanda direta apresentam-se como boa opção de ferramenta que auxilia numa estimativa mais objetiva da demanda por estação se comparado à modelagem tradicional utilizada em planos de transportes. Considera-se que é necessário que se dê especial atenção à previsão ao nível de estação, principalmente quando há mudanças no sistema, de maneira que se possa otimizar os recursos investidos.

## **1. INTRODUÇÃO**

Vários estudos têm sido produzidos a respeito da demanda por transportes, público ou privado, seja na parte da modelagem, seja através de uma perspectiva analítica, a fim de entender e definir os diversos fatores impactantes da demanda.

A modelagem tradicional de transportes, amplamente explicada e detalhada por Ortúzar & Willumsen (2011), tem sido a base para a projeção de demanda de novos projetos e modificações em redes de transportes. Nesta modelagem, diversos fatores são utilizados, como variáveis de população, emprego, renda, posse de auto, dentre outros, incluídas nos métodos que compreendem o Modelo de Quatro Etapas. Este processo é extremamente útil e necessário para projetos de longo prazo, com alto nível de investimento. Porém, para uma previsão da demanda em curto prazo ou para uma análise mais objetiva dentro de um sistema específico de transporte, como por estação, esta modelagem pode se tornar onerosa e, menos assertiva.

Esta modelagem, na qual se tem uma estimativa da demanda futura por modo de transporte, pode apresentar erros significativos no curto prazo, por não ser sensível a variações pequenas ocorridas nos próprios sistemas. Assim, os erros, ao nível mais detalhado, podem ser altos, prejudicando a receita esperada pelas companhias responsáveis pelas operações de novos projetos ou ampliação de sistemas de transporte nos primeiros anos, que são deveras significativos para o cálculo de valor do projeto.

A cada ano que passa, as empresas se tornam cada vez mais rigorosas com os erros de seus modelos de previsão. De diversas maneiras, busca-se minimizar as variações em torno da receita esperada para um determinado exercício. Como não é possível controlar o ambiente externo, tenta-se, ao máximo, melhorar os métodos de modelagem da demanda, a fim de se incorporar, da maneira mais técnica possível, as alterações previstas para o período que se almeja projetar.

## **2. OBJETIVO E MOTIVAÇÃO**

A dissertação tem como objetivo desenvolver um modelo que possibilite projetar a demanda para um sistema de transporte de massa, identificando fatores e variáveis que tem influência nesta demanda e, ainda, avaliar mudanças na demanda em função de alterações significativas neste sistema, preocupando-se, em especial, com a distribuição dessa demanda em cada uma das estações.

Conforme já mencionado, nota-se uma menor preocupação, nas técnicas de modelagem com a demanda de um determinado meio de transporte de forma específica, em especial, quando se pensa num detalhe maior, como, por exemplo, na demanda de uma estação específica. As técnicas de modelagem usuais preocupam-se mais com a demanda sob um ponto de vista agregado, no qual a variação global entre os valores estimados e verificados pode ser diminuta, mas as oscilações dos valores previstos com os realizados, especificamente por segmento do sistema de transporte, podem chegar a ordem dos 20% (Welde, 2011).

## **3. METODOLOGIA**

Para atingir o objetivo proposto serão realizados estudos, conforme as etapas a seguir:

- Etapa 1 – Revisão bibliográfica sobre modelagem de demanda de transporte urbano;
- Etapa 2 – Identificação de métodos, fatores e variáveis que podem ser utilizados para estimativa da demanda para sistemas de transportes urbanos;
- Etapa 3 – Proposta de indicadores para a avaliação da demanda de sistemas de transporte urbano relacionado a mudanças estruturais.
- Etapa 4 – Proposta de uma metodologia para estimativa da demanda em segmentos e estações num corredor de transporte de massa
- Etapa 5 - Aplicação do estudo - Análise da demanda projetada frente à realizada, bem como a incorporação das alterações estudadas;
- Etapa 6 – Conclusões e recomendações.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os temas da modelagem e da sua precisão adquirem contornos cada vez mais importantes, em especial pelo fato de o investimento em projetos de transportes terem quase sempre a participação do Governo como financiador. Por tratar-se de projetos de grande vulto, que alteram a infraestrutura de uma determinada localidade, impactando diretamente na vida e rotina das pessoas, eles devem ser muito bem dimensionados, não só para o presente momento, quanto para os horizontes futuros, devendo estar, ainda, harmônicos com outros projetos em desenvolvimento na mesma região. Dessa forma, eles podem ser bem planejados e desempenhar a função original para a qual foram concebidos: a melhoria da mobilidade.

Welde (2011), em seus estudos, deu grande foco à falta de acurácia e precisão tanto na previsão de demanda quanto na previsão dos custos na operação de rodovias norueguesas. Ele afirma que os erros são inerentes às previsões, mas que esses erros devem apresentar um comportamento aleatório, uma vez que, quando estão enviesados, tornando as previsões extremamente otimistas ou pessimistas, essa aleatoriedade não ocorre, deixando os valores estimados tendenciosos. Ele

exemplifica, através de uma revisão bibliográfica, diversos casos ao redor do mundo de projetos de rodovias cujas projeções de demanda estavam enviesadas, chegando ao ponto de variações da ordem de 40% do valor originalmente estimado.

O autor supracitado utilizou o conceito de *ramp up*, isto é, de uma curva de aprendizado dos usuários em relação à nova rodovia e/ou sistema, mostrando que, aos poucos, as pessoas vão se acostumando à nova alternativa; o *ramp up* pode ser usado como uma forma de mitigar parte do erro da previsão, em especial nos primeiros anos do projeto, uma vez que, em geral, nem todo o potencial da via é explorado nesse período inicial. Ele mostra que, na estimativa global, a variação da demanda real frente à estimada é bem pequena, de cerca de 0,7%. No entanto, quando os projetos são analisados isoladamente, obtêm-se variações de demanda de -20,0% para mais de um quinto deles. Essas variações podem inviabilizar financeiramente um determinado projeto, daí a grande importância do tema. Skamris & Flyvbjerg (1997) já haviam desenvolvido estudos similares sobre grandes projetos de transportes, com foco na Dinamarca, em 1997, e chegando a conclusões bem parecidas.

Por outro lado, Flyvbjerg (2005) publicou um estudo alertando para os perigos de se fazer as previsões de demanda para baixo, num conservadorismo desnecessário, fazendo com que os ganhos de um determinado sistema sejam subestimados e, por consequência, o mesmo seja inviabilizado, quando, na verdade, trata-se de investimento rentável e necessário para a dinâmica de transportes de uma determinada região. Este autor questiona o uso do conceito de *ramp up*, dizendo que, se no primeiro ano o projeto apresenta demanda abaixo do estimado, é bem provável que a demanda mantenha-se assim nos anos subsequentes. Desse modo, ele conclui que é bem provável que a modelagem original tenha sido feita de forma equivocada.

Para modelagem de demanda de um sistema em nível mais detalhado, Choi *et al* (2011) utilizaram duas técnicas distintas (um modelo multiplicativo e a regressão de Poisson) para analisar e prever a demanda por pares de estações, conseguindo até identificar a influência de outros modais na competição por passageiros. Estes autores identificaram as variáveis que influenciam na demanda pelo modo metroviário, para incluí-las na modelagem, separando as mesmas, inclusive, pelo momento do dia: pico da manhã, vale e pico da tarde. Essa separação se mostrou bem interessante, uma vez que foi possível concluir, com alto grau de aderência e precisão, as variáveis que mais influenciam a demanda numa determinada estação ao longo do dia.

Kuby *et al.* (2003) fizeram um longo e detalhado trabalho acerca da previsão de embarques, por estação, de diversos sistemas de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT, na sigla em português, ou LRT, em inglês, de *Light Rail Transit*) ao longo dos Estados Unidos da América (EUA). A motivação do trabalho partiu da observação da retomada de popularidade desses sistemas, em função do aumento das receitas deles da ordem de 77%, entre 1991 e 1999, contra acréscimos de 8% e 30% da população e do trânsito em geral, respectivamente.

A idéia central do estudo era avaliar as variáveis que influenciam a demanda pelos sistemas de VLT, incluindo aspectos relativos ao uso do solo, mas não se limitando a eles. Além disso, o objetivo era quantificar o efeito de cada uma dessas variáveis na quantidade média diária de

embarques em dias úteis típicos (MDU) nos sistemas existentes. Não foram feitas diferenciações, com, por exemplo, em relação a estações localizadas em zonas centrais de comércio, sendo estas tratadas da mesma forma que as demais estações; esse aspecto foi um tanto quanto inovador em sua abordagem, quando comparado a estudos e trabalhos anteriores.

De modo geral, diversos autores têm proposto a aplicação das mais variadas técnicas na previsão da demanda de transportes. Por vezes, essas técnicas aparecem sendo utilizadas de maneira isolada e, em outros casos, são feitas combinações de técnicas distintas para uma maior precisão da modelagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RESULTADOS ESPERADOS

Para desenvolvimento da dissertação foi realizada, conforme a metodologia de pesquisa, uma revisão de modelagem da demanda de passageiros para sistemas de transportes. Percebeu-se que diversas técnicas têm sido adotadas, com resultados interessantes em cada um dos casos, adequando-se cada uma delas à situação específica, com vantagens e desvantagens. É possível perceber, também, uma preocupação crescente em detalhar, cada vez mais, essa previsão, chegando-se, inclusive, ao nível de estação-estação, como nos estudos de Choi *et al* (2011). Observou-se também a utilização de um conjunto de diferenciado de variáveis na modelagem. Este conjunto é um indicador das variáveis que podem ser utilizadas no caso do Brasil. Então, para os próximos passos desta pesquisa estão sendo coletados dados de diferentes fontes de informação para serem analisados quanto a sua influência na modelagem da demanda de passageiros, inicialmente, do Metro RJ.

Com a aplicação das técnicas adequadas, pretende-se definir um processo de modelagem a ser aplicado em sistemas de transporte de massa, em especial, quando houver uma alteração significativa numa rede já definida, como, por exemplo, a inauguração de uma nova estação terminal em um modo metroviário, prevendo não só a demanda da nova estação, mas o impacto dela nas estações adjacentes.

## REFERÊNCIAS

- Choi, J., Lee, Y., Kim, T., Sohn, K.. (2012) An analysis of Metro ridership at the station-to-station level in Seoul. *Transportation*, v.39, p. 705–722.
- Flyvbjerg, B. (2005) Measuring inaccuracy in travel demand forecasting: methodological considerations regarding ramp up and sampling. *Transportation Research Part A*, v.39, p. 522–530.
- Kuby, M., Barranda, A., Upchurch, C. (2004) Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A*, v.38, p. 223 – 247.
- Ortúzar, J.D., Willumsen, L.G. (2011) *Modeling Transport* (4ª ed.). Wiley, New York, NY, USA.
- Skamris, M. K., Flyvbjerg, B. (1997) Inaccuracy of traffic forecasts and cost estimates on large transport projects. *Transport Policy*, v.4, n.3, p. 141-146.
- Welde, M. (2011) Demand and operating cost forecasting accuracy for toll road projects. *Transport Policy*, v.18, p. 765–771

---

Diego Garcia (dgarcia@ime.eb.br)

Vânia Barcellos Gouvêa Campos (vania@ime.eb.br)

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes - Seção de Fortificação e Construção.

Instituto Militar de Engenharia

Praça Gen. Tiburcio. 80. Praia Vermelha. 22290-270 – Rio de Janeiro. RJ. Brasil