

O TRANSPORTE SOBRE TRILHOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA/PB

Modelagem estatística de fatores que influenciam a demanda de passageiros

Lucian Hendyo M. Pereira
Mariko de Almeida Carneiro

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária



Problemática, objetivos e métodos

Até que ponto os fatores internos e externos a um sistema metroferroviário podem influenciar a demanda de passageiros?

No sistema metroferroviário de João Pessoa (série: 2013 a 2016)

- Modelagem da demanda, através de teorias estatísticas (Correlação, regressão e séries temporais);
- Diagnosticar os fatores que podem afetar a demanda de passageiros, seus efeitos e a relevância estatística;
- Técnicas estatísticas: Análise Exploratória (média, mediana, variância, desvio-padrão etc.); Regressão Linear (OLS); Correlação Linear (Pearson, Spearman e Kendall); e Séries temporais (VAR)

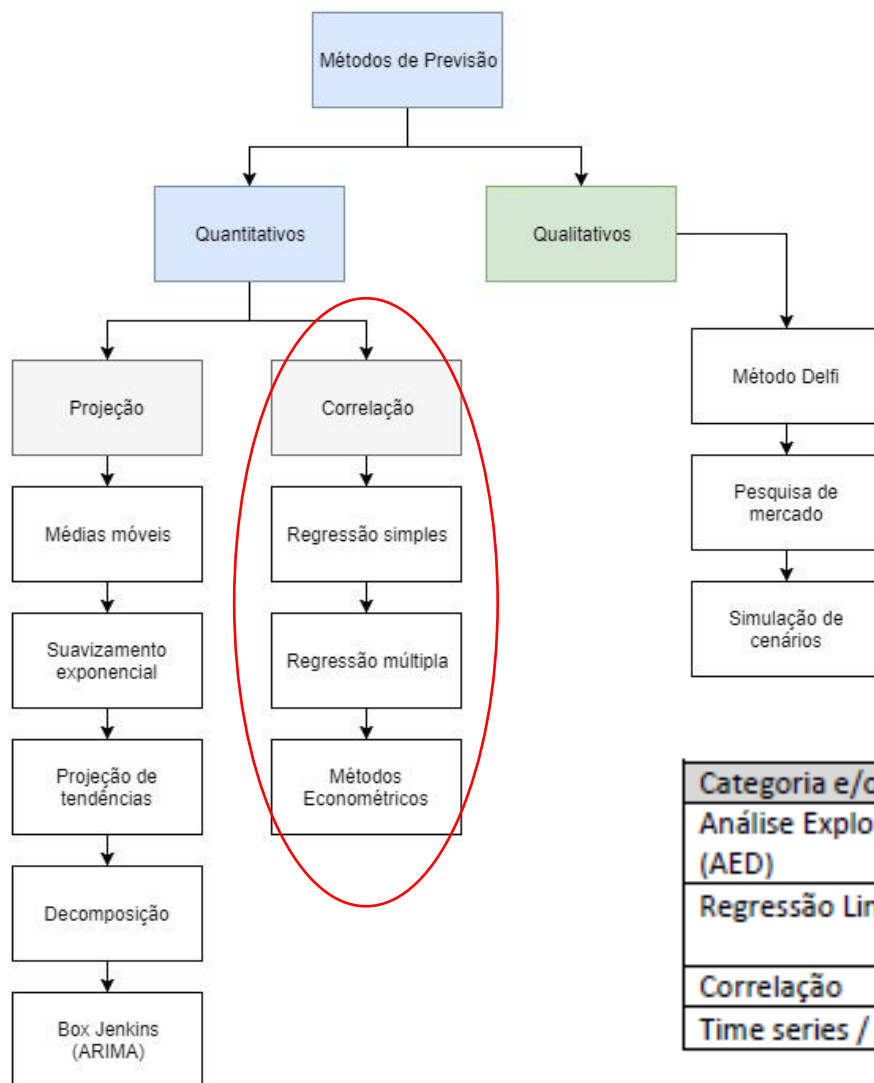


Modelagem da demanda

- Disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. É influenciada por fatores de ordem externa ou interna, a exemplo de condições macroeconômicas ou operacionais (LUSTOSA, et. al, 2008);
(usar mais de uma linha se necessário)
- A análise da demanda no setor de transportes tem relação direta com o processo de planejamento do sistema (alocação de recursos, definição de operações, etc.) (MURÇA; MULLER, 2014);
- Abordagens possíveis: Métodos quantitativos e qualitativos.



Análise da demanda



- Abordagem e métodos de análise da demanda utilizados na pesquisa.

Categoria e/ou tipo	Estatísticas
Análise Exploratória de Dados (AED)	Média, Mediana, Variância, Desvio-padrão, etc.
Regressão Linear	Simple e Múltipla, Ordinary Least Squares (OLS)
Correlação	Coeficientes de Pearson, Spearman e Kendall
Time series / Forecasting	Vetor autoregressivo (VAR)

O sistema metroferroviário de João Pessoa/PB

- Sistema de via permanente singela com 30 km de extensão;
- Atende a 04 municípios, incluindo João Pessoa, com um total de 12 estações;
- A região atendida possui uma população estimada de cerca de 1,08 milhão de habitantes;
- Passageiros transportados: 1,9 milhão por ano.

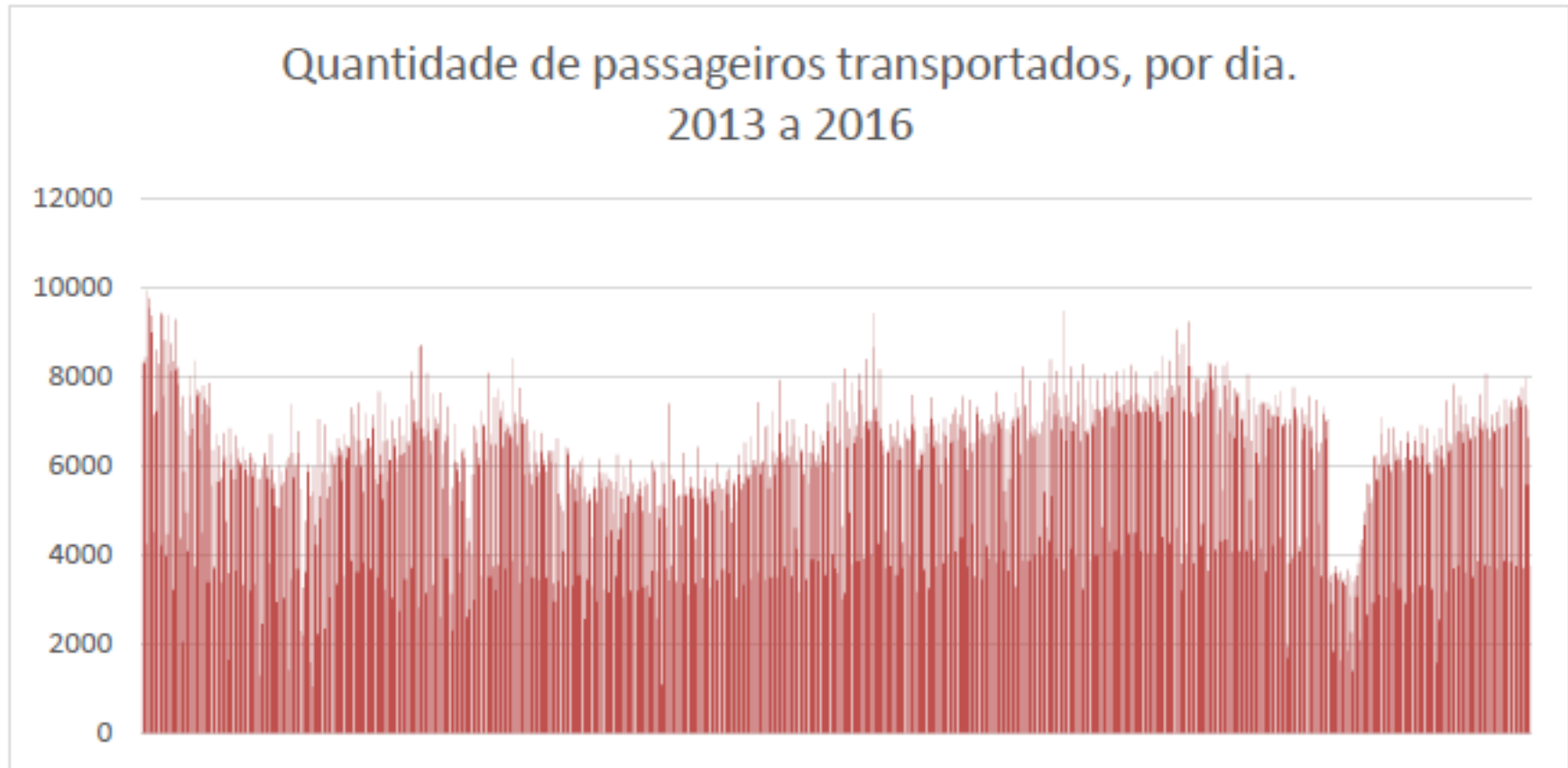


Metodologia

- Série histórica: transporte de passageiros, de segunda a sexta, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016.
 - Para fins de estimação foi desconsiderado o sábado e dias equiparados (feriados de funcionamento parcial), a fim de não gerar grandes distorções e assim, permitir uma generalização mais robusta.
 - Categorização das variáveis consideradas nos modelos: **dia da semana, evento interno (campanhas ou notícias), evento externo (acidente ou paralização por motivos extrínsecos à empresa).**
 - Total de 1218 observações válidas.
 - Pacotes e/ou ferramentas de apoio estatístico utilizados: Planilhas eletrônicas e software STATA ®.
-



Resultados (Análise Exploratória)



- Pode-se notar, visualmente, picos e quedas na demanda. Com destaque para eventos próximos do final da série.

Resultados (Análise Exploratória)

Passageiros transportados (por dia)			
Ano/Período	Média	Mediana	Desvio-padrão
2013	5865,84	6152,50	1707,40
2014	5405,38	5645,00	1223,82
2015	6455,93	6876,00	1407,31
2016	5898,89	6538,00	1725,15
Período (2013 a 2016)	5905,42	6240,50	1573,87

Quantidade média de eventos por ano (em número de dias)	
Campanhas (ações sociais, eventos de marketing etc.)	15,75
Eventos Externos (ações municipais, estaduais, instituições etc.)	13,25
Acidentes (e situações de risco, colisões, violência etc.)	14,00
Notícias (publicações da CBTU, matérias, anúncios de investimentos etc.)	13,00

Duração do efeito de um evento sobre a demanda	
Campanhas (ações sociais, eventos de marketing etc.)	2,3 dias (+)
Eventos Externos (ações municipais, estaduais, instituições etc.)	1,1 dias (+)
Acidentes (e situações de risco, colisões, violência etc.)	2,8 dias (-)
Notícias (publicações da CBTU, matérias, anúncios de investimentos etc.)	1,9 dias (+ ou -)



Análise dos dados (Correlações)

- **Pearson:** correlação significativa entre a demanda e as variáveis dia da semana, campanha, notícia, acidente e evento externo.
- **Spearman:** correlação significativa, novamente, entre a demanda e as variáveis dia da semana, campanha, notícia, acidente e evento externo.
- **Tau de Kendall:** correlação significativa, mais uma vez, entre a demanda e as variáveis dia da semana, campanha, notícia e acidente e evento externo.

Os sinais (+) ou (-) da modelagem indicaram: correlação negativa entre a demanda e acidente e evento externo; correlação positiva entre a demanda e notícia e campanha.



Análise dos dados (Regressão Linear)

- Em razão dos limites da capacidade preditiva e explicativa da causalidade dos modelos de correlação, na sequência optou-se pela modelagem por meio de Regressão Linear.
- Apesar da baixa capacidade preditiva do modelo ($R^2 = 0,35$), pode-se testar a significância das variáveis levantadas, o que levou a novos resultados, dessa vez considerando a capacidade preditiva.
- Significância: **eventos externos e acidentes (negativos) e apenas a variável notícia com sinal positivo.**
- A variável acidente causa efeito de maior intensidade (-). A variável notícia (+) causa efeito intenso, mas inferior à variável acidente.
- Testes de normalidade e heterocedasticidade: Shapiro-wilk e Breusch-Pagan não sugerem a rejeição do modelo.



Análise dos dados (Séries Temporais)

- Modelo adotado: Basic VAR, a fim de verificar se ao longo do tempo a capacidade preditiva é rejeitada ou não.
- Restrita a interação individual de cada componente gerador da série (as variáveis), a fim de se verificar o qual confiável é (ou não) a consideração das variáveis estudadas.
- **Variáveis significantes: eventos externos e acidentes.**
- Essas variáveis persistem na série, como componentes que tendem a influenciar, com mais intensidade, ao longo do tempo.



Conclusões

- As análises revelaram que as variáveis mais capazes de explicar a demanda apresentam efeito negativo duradouro, a exemplo de acidentes.
- As variáveis notícia e campanha são de efeito positivo, mas seu efeito não persiste no longo prazo (aparentemente apenas no curto e médio).
- Estratégias de redução de acidentes e antecipação de eventos externos (paralisações, notícias, etc.) podem ser úteis para evitar quedas bruscas na demanda de passageiros.
- Campanhas (e divulgações de notícias) desenvolvidas pela empresa podem ajudar, embora de maneira mais pontual, a incrementar a demanda de passageiros.
- O público do sistema parece reagir de forma bastante contundente a inoperâncias. Também é relevante, para a demanda, o desenvolvimento de campanhas, de forma constante, para incrementar a demanda de passageiros.



Referências

- BROWN, R. G. Statistical Forecasting for Inventory Control. New York: McGraw-Hill Book, 1959.
- MURÇA, M. C. R; MULLER, C. Urban public transportation: a demand analysis for the city of Salvador. Journal of Transport Literature, vol. 8, n. 1, 2014.
- LUSTOSA, L.; MESQUISTA, A. M.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2ª edição, São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre aspectos metodológicos. Revista brasileira de epidemiologia, vol. 4, n. 3, São Paulo, nov., 2011.
- CAVALCANTI, M. A. F. H. Identificação de modelos VAR e causalidade de Granger: uma nota de advertência. Economia Aplicada, vol. 14, n. 2, Ribeirão Preto, abril/junho, 2010.



O TRANSPORTE SOBRE TRILHOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA/PB

Modelagem estatística de fatores que influenciam a demanda de passageiros

Lucian Hendyo M. Pereira
Mariko de Almeida Carneiro

23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

