

Identificação de variáveis explicativas para o número de passageiros no sistema público de transporte de ônibus de Curitiba

Rodrigo Salvador dos Santos (UFPR) rodrigo.salvador@ufpr.br

Gustavo Valentim Loch (UFPR) gustavo.gvalentim@gmail.com

Cassius Tadeu Scarpin (UFPR) cassiusts@gmail.com

Resumo:

A locomoção é um dos principais anseios de uma sociedade, e o transporte público desempenha papel central neste quesito para parcela considerável da população. Desta forma, para um melhor planejamento público e privado, é importante o conhecimento de quais fatores explicam a demanda por cada tipo de transporte. O presente trabalho identificou, por meio de estudos de Regressão Linear Múltipla, um conjunto de variáveis independentes capaz de explicar o número de passageiros no sistema público de transporte de ônibus de Curitiba. O estudo foi realizado com dados obtidos junto à SETRANSP, num total de 78 variáveis independentes candidatas à explicação. Após as análises realizadas, foi possível obter uma explicação da variabilidade da demanda superior a 65% com apenas oito variáveis.

Palavras chave: Variáveis explicativas, Regressão Linear Múltipla, Transporte público, Curitiba.

Identification of explanatory variables for Multiple Linear Regression in the public transportation system of Curitiba

Abstract

The locomotion is one of the main aspirations of a society, and the public transport plays central role in this question for a considerable part of the population. Thus, for better public and private planning, it is important to know what factors explain the demand for each type of transportation. The present study identified, through Multiple Linear Regression studies, a set of independent variables capable of explaining the number of passengers in the public bus transportation system of Curitiba. The study was carried out with data obtained from SETRANSP, in a total of 78 independent variables that were candidates for explanation. After the analysis, it was possible to obtain an explanation of demand variability of more than 65% with only eight variables.

Key-words: Explanatory variables, Multiple Linear Regression, Public transportation, Curitiba.

1. Introdução

Este artigo se propõe a discutir, por meio da técnica de Regressão Linear Múltipla (RLM), a influência das variáveis independentes na variável dependente número de passageiros no sistema de transporte público de ônibus em Curitiba. Identificar variáveis dispensáveis em um conjunto pode apresentar ganhos como simplificação do modelo, maior facilidade de compreensão do objeto de estudo e redução de custo computacional (MIYASHIRO & TAKANO, 2015).

Num conjunto de n variáveis independentes, é possível encontrar aquelas que explicam melhor o comportamento do sistema, isto é, as variáveis com maior correlação com a variação de uma série temporal; todavia, uma combinação linear de $p < n$ variáveis do modelo pode explicar o comportamento de uma em específico, tornando-a redundante. Ao conjunto das variáveis suficientes para descrever um modelo dá-se o nome de variáveis explicativas.

Para esta pesquisa, foram listadas 78 variáveis independentes candidatas a explicar o fenômeno estudado. Destas, pretende-se identificar quais são suficientes para explicar o comportamento da variação do total mensal de passageiros que fazem uso do sistema de transporte. Foram utilizadas tanto variáveis internas ao sistema – por exemplo, valor da tarifa, quantidade de ônibus – quanto externas, principalmente econômicas – PIB, variação do desemprego, IPCA, entre outras.

2. Revisão da literatura

Neste artigo, o método aplicado para a seleção das variáveis explicativas é o já consolidado *stepwise regression*, proposto por Efroymson (1960). O método prevê que as variáveis independentes sejam eliminadas uma a uma, à medida que se identifique uma multicolinearidade com as demais do conjunto, até que uma condição seja satisfeita.

O *stepwise regression* tem bons resultados na literatura, mas não se preocupa com o desempenho computacional. Ao se considerar este fator, Miyashiro e Takano (2015) ofereceram um modelo baseado em programação cônica inteira mista de segunda ordem (*Mixed Integer Second Order Cone Programming*, MISOCP), solúveis usando procedimentos *branch-and-bound*. Além da vantagem da programação inteira em obter resultados melhores que os métodos heurísticos, o modelo apresentado precisou de poucos minutos para encontrar o melhor subconjunto em um grupo de 30 variáveis. Para grupos com mais de 60 variáveis, o modelo encontrou subconjuntos que os autores consideraram melhores que os obtidos pelo método *stepwise*.

No campo das heurísticas, Orkcu (2013) apresenta um modelo híbrido entre algoritmo genético e *simulated annealing*, adaptado para a seleção de variáveis. Aplicando conjuntos de dados encontrados na literatura, o autor comparou o critério de informação assintótica (*asymptotic information criterion*, AIC) do modelo proposto com os métodos *forward selection*, *backward elimination* e o algoritmo genético clássico com base em procedimentos de regressão.

3. Descrição do problema

Em Curitiba, o transporte público se integra com as cidades da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). Neste âmbito, a Urbanização de Curitiba S.A. (URBS) é a empresa responsável pelo controle do sistema. As empresas que gerenciam a frota são representadas pelo Sindicato das Empresas de ônibus de Curitiba e Região Metropolitana (SETRANSP). No acordo atual, a URBS paga às empresas, ao fim de um ano tarifário, um valor referente ao total de passageiros multiplicado por uma tarifa técnica. Por ano tarifário, entenda-se o período compreendido entre 26 de fevereiro de um ano e 25 de fevereiro do ano seguinte, de acordo com o contrato em vigor.

O cálculo da tarifa técnica, de acordo com a URBS (2018), é dado por $(c/km)/IPK$, onde c/km é o custo por quilômetro total na RMC, e IPK é o índice de passageiros equivalentes por quilômetro total. O c/km provem de uma metodologia tarifária calculada por $FT(V_v - V_r)/(120 \cdot km \text{ da categoria})$, onde FT é a frota total, V_v é o valor do veículo sem rodagem e V_r é chamado valor residual. Por sua vez, o IPK é o resultado de PPE/km , onde PPE (Passageiros Pagantes Equivalentes) é o número total de passageiros que efetivamente pagariam a tarifa

cheia. Para melhor ilustração, dois passageiros estudantes (que têm direito à meia tarifa) representam 1 PPE.

O sistema de transporte público da RMC foi estudado no período de 2013 a 2017. Neste período, foram identificadas características para formar seis subgrupos de dias de funcionamento: Dia Útil (D.U), Dia Útil Atípico (D. U. Atípico), Sábado, Sábado Atípico, Domingo e Feriado. O D.U. Atípico e o Sábado Atípico são aqueles que acontecem em pontes de feriado (isto é, dias anteriores e/ou posteriores a datas festivas) ou em dias de especificidade conhecida pela URBS e pela SETRANSP.

Para cada subgrupo, os dados são separados de acordo com o tipo de passageiro. Os 4 tipos abordados são: Transportados, Isento Geral, Pagantes e Equivalentes. Os passageiros Pagantes são os que pagam integralmente a tarifa, enquanto os Isentos são livres dela. Faz-se notar que, na categoria Isento Geral, não são contabilizados aqueles que não utilizam a catraca, devido à falta de controle. Os passageiros Equivalentes, já descritos anteriormente, não foram calculados neste trabalho; são dados oficiais obtidos junto à SETRANSP e repassados pela URBS em cada período de apuração.

As 78 variáveis levantadas para abordar o problema estão sumarizadas na Tabela 1. São apresentados o nome da variável, o período de observação, a frequência na qual a variável foi obtida, o tratamento para transformar os dados em mensais quando necessário e a fonte dos dados. O tratamento das variáveis que não estavam em frequência mensal foi necessário para o alinhamento com a variável dependente (número de passageiros transportados), cuja informação mensal é disponibilizada. Outro motivo é o histórico de observações registradas. Se fosse tomada por padrão uma frequência anual, cada variável teria apenas 5 valores, implicando assim em um ajuste grosseiro na série de dados.

Variável	Período	Frequência	Tratamento	Fonte
Valor da passagem RIT	2013-2017	mensal	Nenhum	URBS
Valor da passagem Circular Centro	2013-2017	mensal	Nenhum	URBS
Valor da passagem Domingueira	2013-2017	mensal	Nenhum	URBS
Valor da passagem Lina Turismo	2013-2017	mensal	Nenhum	URBS
Quebras de ônibus	2015-2016	anual	Interpolação geométrica	URBS
Tempo de espera	2017	anual	Considerado constante	Proteste
Velocidade média	2014-2015	anual	Considerado constante	CONF
Preço do Diesel	2013-2017	mensal	Nenhum	ANP
Preço do Diesel S10	2013-2017	mensal	Nenhum	ANP
Automóveis em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	Detran
Motocicletas em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	Detran
Utilitários em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	Detran
Ônibus em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	Detran
Táxis em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	URBS
Desemprego no Brasil	2013-2017	trimestral	Interpolação geométrica	IBGE
PIB per capita Curitiba	2013-2015	anual	Considerado constante	IPARDES
Matrículas na rede estadual	2013-2015	anual	Considerado constante	SINEPE
Matrículas na rede municipal	2013-2015	anual	Considerado constante	SINEPE
Matrículas na rede federal	2013-2015	anual	Considerado constante	SINEPE
Matrículas na rede privada	2013-2015	anual	Considerado constante	SINEPE
Passageiros idosos	2017	mensal	Nenhum	SETRANSP
Passageiros acompanhantes	2017	mensal	Nenhum	SETRANSP
Passageiros oficiais de justiça	2017	mensal	Nenhum	SETRANSP
Passageiros fiscais	2017	mensal	Nenhum	SETRANSP
Passageiros operadores do sistema	2017	mensal	Nenhum	SETRANSP

Passageiros carteiros	2017	mensal	Nenhum	SETRASNP
Passageiros policiais e guardas municipais	2017	mensal	Nenhum	SETRASNP
Passageiros estudantes	2017	mensal	Nenhum	SETRASNP
Greve	2013-2017	mensal	Nenhum	SETRASNP
Tamanho da população	2013-2017	anual	Interpolação geométrica	IBGE
Admissões em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego em Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões na microrregião	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões na microrregião	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego na microrregião	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões no Paraná	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões no Paraná	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego no Paraná	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões no Brasil	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões no Brasil	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego no Brasil	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões em Curitiba com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões em Curitiba com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego CTBA, ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões na microrregião, ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões na microrregião, ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego micr., ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões no Paraná com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões no Paraná com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego PR, ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Admissões no Brasil com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Demissões no Brasil com ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
Variação de emprego BR, ajuste sazonal	2013-2017	mensal	Nenhum	PDET
INPC	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
INPC mês	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
INPC 12 meses	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
IPC Curitiba	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
IPCA mês	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
IPCA	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
IPCA ano	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
IPCA 12 meses	2013-2017	mensal	Nenhum	IPARDES
Ônibus tipo Micro	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Micro Especial	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Comum	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Comum EE	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Semi Padron	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Padron	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Padron LD	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Padron DD	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Híbrido	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Híbrido Bio	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Articulado 18 m	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Articulado LD	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Articulado 20m	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Articulado Bio 20m	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Biarticulado	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP
Ônibus tipo Biarticulado Bio	2013-2017	anual	Considerado constante	SETRASNP

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1 – Variáveis independentes relacionadas ao transporte público de Curitiba

4. Metodologia

A fim de estabelecer um subconjunto das 78 variáveis para explicação do número de passageiros, foram utilizadas técnicas estatísticas para a análise de variáveis independentes. Estas técnicas serão apresentadas nas subseções a seguir.

4.1 Interpolação geométrica

Algumas variáveis, conforme já citado no capítulo 3, foram tratadas com interpolação geométrica. A necessidade se deu por conta da estratégia escolhida para a abordagem – neste caso, utilizar o período de um mês como padrão da frequência dos dados. Como o intervalo estudado é de apenas 5 anos, a frequência anual reduziria o total de valores das variáveis para apenas cinco. A opção pela frequência mensal, permitindo 60 valores para cada variável, se deu pela característica do conjunto de dados.

Assim, verificou-se que 26 das 78 variáveis precisaram ser convertidas para que seus valores representassem frequências mensais. Destas, 23 não necessitaram de interpolação devido à característica. A frota de ônibus e o total de matrículas nas redes municipal, estadual e federal, por exemplo, não tem taxas de variação mensal que justifiquem uma interpolação. Foram, portanto, consideradas constantes durante o ano. As outras 3 variáveis (Quebras de ônibus, Desemprego no Brasil e Tamanho da população de Curitiba), para atender adequadamente ao modelo, passaram por um processo de interpolação geométrica.

Para a variável Quebra de ônibus, por exemplo, os valores de 2015 e 2016 foram fixados para janeiro e dezembro de cada ano, respectivamente. A interpolação foi então aplicada entre estes dois valores. A variável Desemprego no Brasil, por sua vez, foi coletada em intervalos trimestrais. Seus valores foram definidos como referentes ao último mês de cada trimestre em questão. A interpolação foi aplicada para cada par de trimestres consecutivos. Por fim, a interpolação aplicada na variável Tamanho da população levou em conta os dados obtidos pelo CENSO de 2010 e a previsão registrada no site do IBGE para dezembro de 2017.

4.2 Regressão Linear Múltipla

O estudo da correlação permite entender o relacionamento entre variáveis, ao determinar seu tipo (linear ou não) e sua intensidade (medida de correlação). Para um grande conjunto de variáveis, a aplicação do coeficiente de correlação linear fornece uma medida numérica (o coeficiente de Pearson, por exemplo) que permite fazer comparações e inferências. No entanto, o coeficiente de correlação linear limita a análise a apenas pares de variáveis. Para obter uma função que exprima a relação entre o conjunto de variáveis independentes e a variável dependente de que este trabalho dispõe, fez-se o uso da técnica de RLM.

O objetivo do uso da RLM foi, então, definir quais das 78 variáveis podem ser descritas como combinação linear de outras e, assim, serem eliminadas. Para isso, foi adotado o processo de *stepwise regression* que, iterativamente, retirou variáveis que foram identificadas como redundantes em função da multicolinearidade. O seguinte conjunto de variáveis independentes foi selecionado ao fim deste processo.

- a) PIB per capita Curitiba;
- b) Matrículas na Rede Estadual;
- c) Admissões em Curitiba com ajuste sazonal;
- d) Demissões em Curitiba com ajuste sazonal;
- e) INPC 12 meses;

- f) IPC Curitiba;
- g) IPCA mês;
- h) Automóveis e motocicletas em Curitiba.

A fim de dar maior base aos resultados, a análise de RLM foi aplicada nos dados de 2013 a 2015 para estimar os valores destas variáveis de 2016. Em seguida, o método foi aplicado novamente para estimar os valores das variáveis de 2017, com base nos dados de 2013 a 2016.

Os gráficos apresentados nas subseções a seguir são compostos por cinco séries distintas: os dados reais do período (em laranja), o ajuste realizado após a RLM (em azul), a projeção da RLM (em amarelo) e os erros do ajuste e da projeção (verde tracejado e amarelo tracejado, respectivamente).

4.2.1 Teste de estimativa das variáveis independentes para 2016

Os maiores erros de projeção no modelo de previsão para 2016 ocorreram na categoria Isentos. O Gráfico 1 mostra esta projeção, explicada em função do comportamento diferente desta categoria de passageiro em relação aos demais. A RLM aplicada na categoria Pagantes é apresentada no Gráfico 2, com erro máximo mensal de 3.35% e erro de projeção anual igual a 0.94%. Chama a atenção o dado de junho de 2014, que se comporta como outlier na série. Tanto o ajuste acentuado quanto o erro percebido se justificam devido ao evento Copa do Mundo FIFA, do qual a cidade de Curitiba foi uma das cidades-sede.

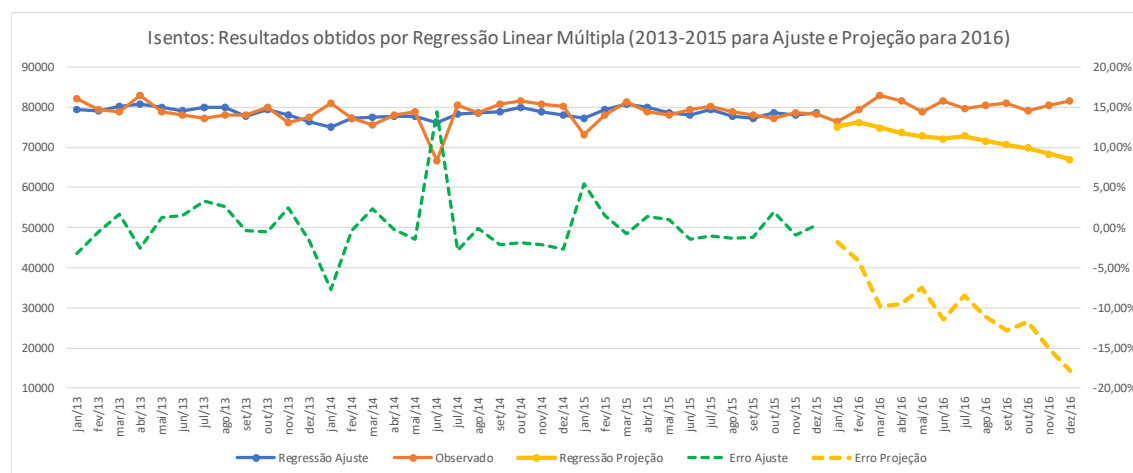


Gráfico 1 – Resultado da RLM para 2016, passageiros isentos

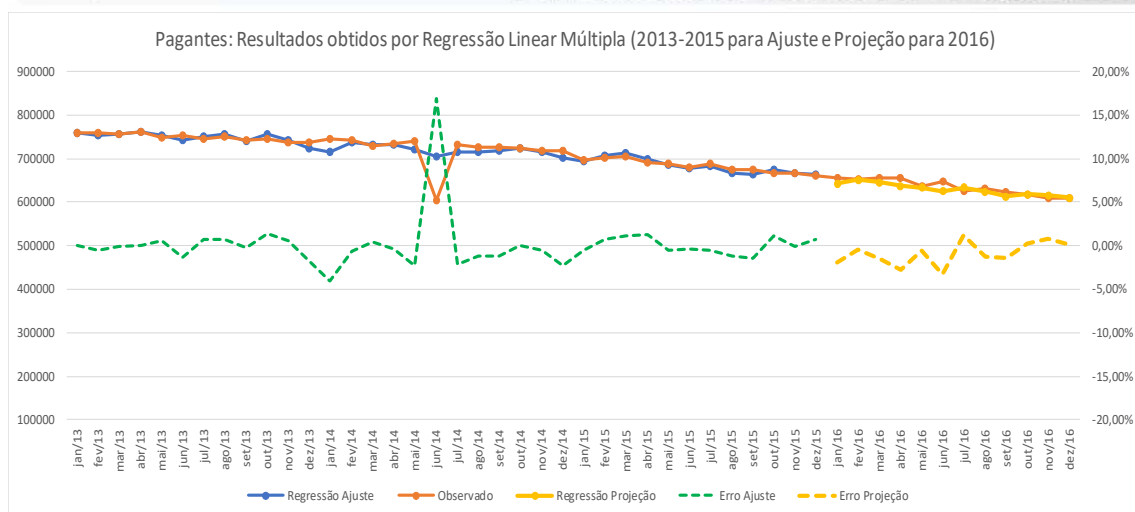


Gráfico 2 – Resultado da RLM para 2016, passageiros pagantes

O Gráfico 3 apresenta os dados relacionados a passageiros Equivalentes. Para esta categoria de passageiros, o erro anual total ficou abaixo dos 3%, com teto de 6% para o erro da previsão mensal. Por fim, a previsão para os passageiros Transportados, cujo erro não ultrapassou 5,5%, pode ser vista no Gráfico 4.

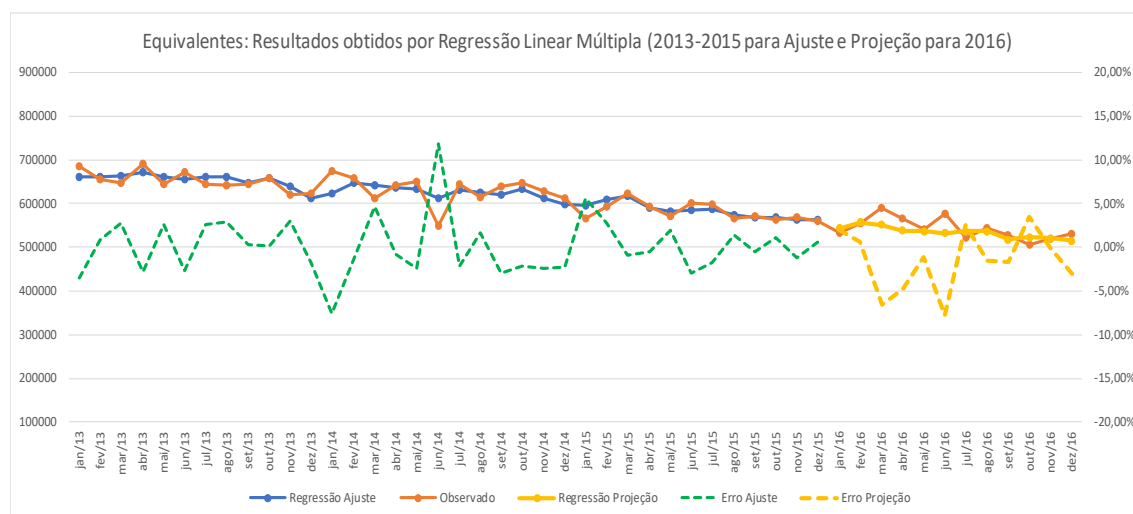


Gráfico 3 – Resultado da RLM para 2016, passageiros equivalentes

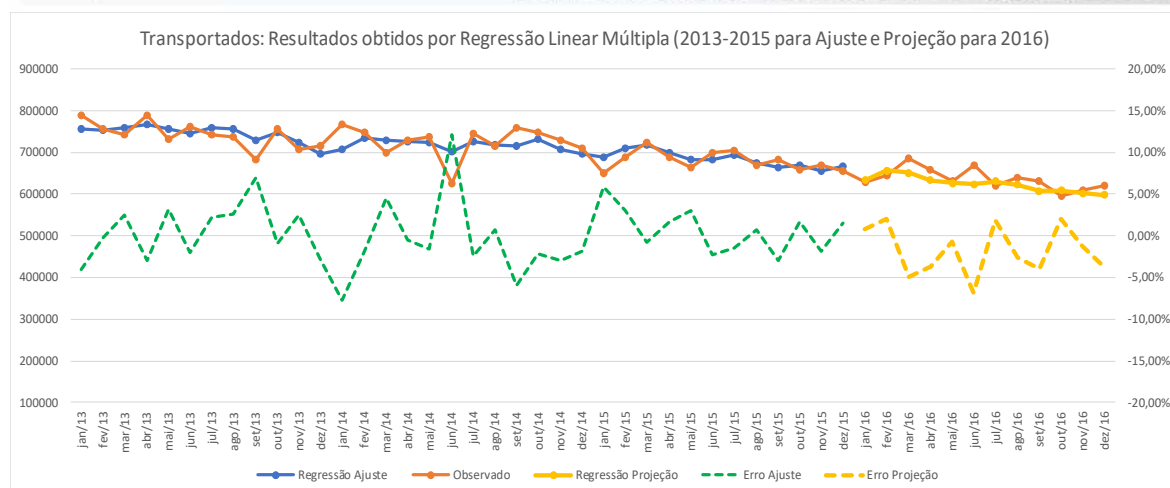


Gráfico 4 – Resultado da RLM para 2016, passageiros transportados

4.2.2 Teste de estimativa das variáveis independentes para 2017

Com um ano a mais de informação em cada variável – 12 valores a mais em relação à modelagem anterior –, a previsão de passageiros Isentos para 2017 teve um desempenho melhor. É possível ver no Gráfico 8 que o erro da projeção ultrapassa os 5% apenas para o mês de abril/17, período em que houve uma greve no transporte público em Curitiba. Na categoria pagantes, representada no Gráfico 9, o erro máximo da projeção até junho/17 foi 1,85%, mas passou a crescer até atingir 6,66% em dezembro/17. Em uma nova busca para encontrar algum fato relacionado a esta alteração, encontrou-se a regulamentação municipal de “sistemas de transporte privado individual a partir de compartilhamento de veículos”. Este fator pode estar relacionado à queda adicional de 4,85% no número de passageiros.

A modelagem para a categoria de passageiros Transportados, apresentada no Gráfico 10, não apresentou erros acima de 5,5%. No Gráfico 11, são apresentados os valores relacionados a passageiros Equivalentes, com erro mensal que não ultrapassa 6%.

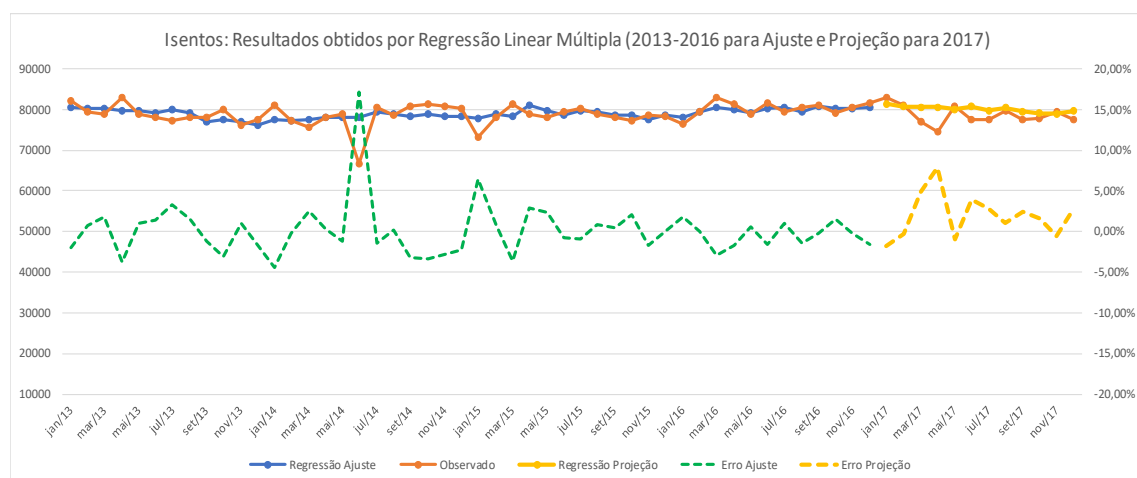


Gráfico 8 – Resultado da RLM para 2017, passageiros isentos

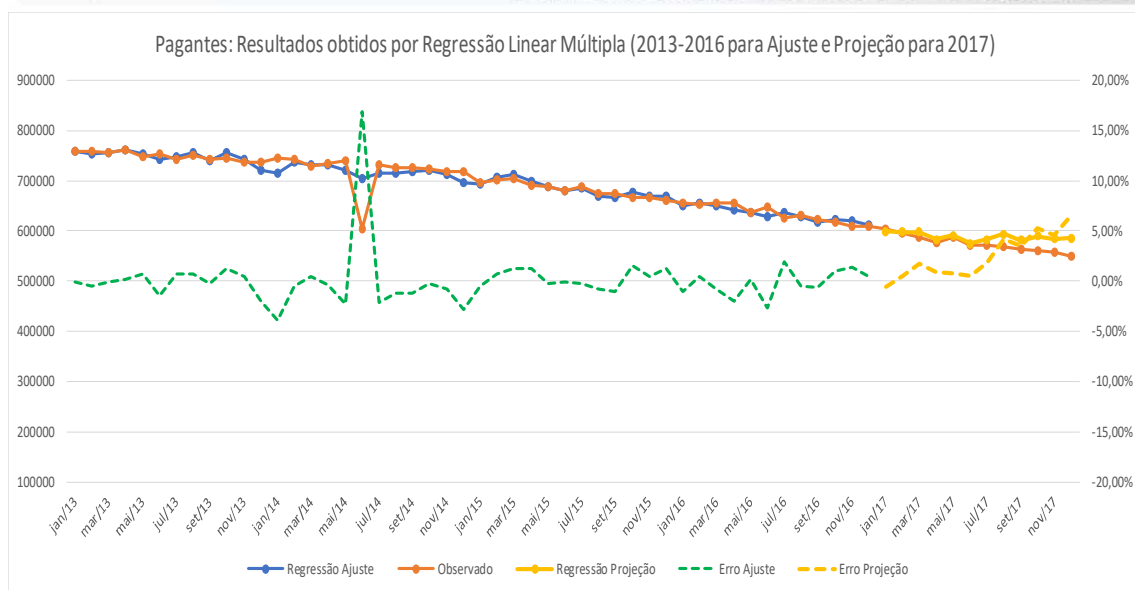


Gráfico 9 – Resultado da RLM para 2017, passageiros pagantes

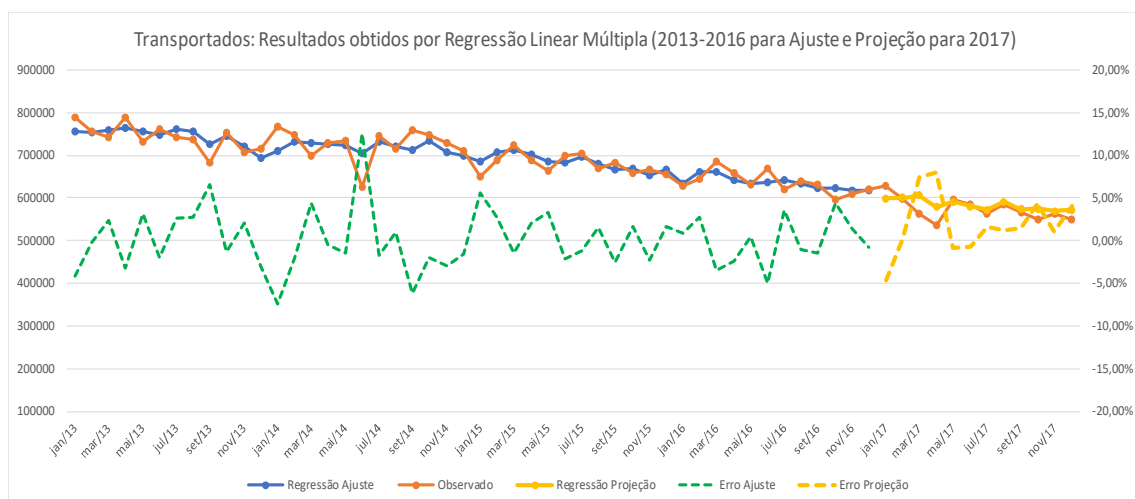


Gráfico 10 – Resultado da RLM para 2017, passageiros transportados

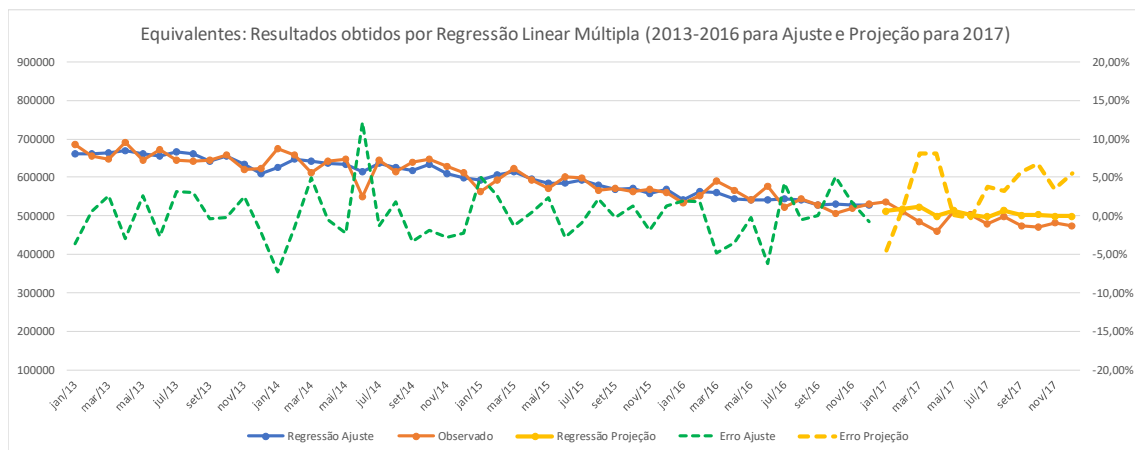


Gráfico 11 – Resultado da RLM para 2017, passageiros equivalentes

Nas tabelas a seguir, são apresentadas as estatísticas da aplicação da RLM. Ao observar que o valor de R-quadrado-ajustado é superior a 0,65 na Tabelas 2, tem-se bons indícios de que as oito variáveis independentes selecionadas têm boas condições de explicar o número médio de passageiros das categorias Equivalente, Pagantes e Transportados. Todavia, a análise da média de passageiros Isentos não teve o mesmo resultado, como se observa no valor inferior a 0,1 no R-quadrado-ajustado.

Estatística	2013-2015	2013-2016
EQUIVALENTES		
R múltiplo	0,8545	0,9165
R-Quadrado	0,7302	0,8399
R-Quadrado ajustado	0,6503	0,8070
Erro padrão	22993,71	21783,58
Observações	36	48
PAGANTES		
R múltiplo	0,8545	0,9165
R-Quadrado	0,7302	0,8399
R-Quadrado ajustado	0,6503	0,8070
Erro padrão	22993,71	21783,58
Observações	36	48
TRANSPORTADOS		
R múltiplo	0,8545	0,9165
R-Quadrado	0,7302	0,8399
R-Quadrado ajustado	0,6503	0,8070
Erro padrão	22993,71	21783,58
Observações	36	48
ISENTO		
R múltiplo	0,8545	0,9165
R-Quadrado	0,7302	0,8399
R-Quadrado ajustado	0,6503	0,8070
Erro padrão	22993,71	21783,58
Observações	36	48

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 2 – Resumo de resultados estatísticos da RLM

Considerando então que o grupo de oito variáveis independentes selecionado é suficiente pra explicar a demanda de passageiros na RIT, analisou-se a influência de cada uma delas na série, através do coeficiente de correlação de Pearson. A Tabela 3 apresenta a correlação entre cada variável com cada categoria de passageiros. Como esperado pelo resultado estatístico da RLM, os coeficientes são próximos a 0 em módulo para a categoria Isentos. Para as demais, percebe-se forte correlação positiva das variáveis Matrículas na Rede Estadual, Admissões Curitiba e Demissões Curitiba.

Variável	Isentos	Transportados	Pagantes	Equivalentes
PIB Per Capita Curitiba	-0,0697	-0,6169	-0,6348	-0,6568
Matrículas Rede Estadual	-0,0689	0,8880	0,9330	0,9154
Admissões Curitiba	-0,0454	0,7987	0,8202	0,8363
Demissões Curitiba	-0,0547	0,8846	0,9013	0,9103

INPC 12 meses	0,1607	0,3040	0,3028	0,2462
IPC Curitiba	0,0669	0,2052	0,2336	0,1766
IPCA Mês	-0,0822	0,2722	0,3300	0,2540
Automóveis e motos Curitiba	0,0380	-0,5143	-0,5462	-0,5765

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 3 – Coeficientes de correlação linear de Pearson entre variáveis independentes e categorias de passageiros

5. Conclusões

Apesar de existirem variáveis quantitativas relacionadas diretamente ao sistema público de transporte no conjunto inicial de variáveis independentes, o subgrupo selecionado é composto principalmente por variáveis com viés econômico. A atividade econômica exerce muita influência no resultado final, de maneira particular as variáveis Admissões em Curitiba e Demissões em Curitiba.

É possível perceber também um impacto negativo no total de passageiros relacionado ao aumento na renda média. Quanto maior o PIB do município e a quantidade de veículos particulares de locomoção (carros e motos), menor o número médio de usuários do sistema.

Tem-se uma tendência, portanto, de perceber uma situação delicada no sistema como um todo, já que a recuperação da atividade econômica aumenta a demanda, mas limitado a um aumento da renda que leve o usuário a procurar alternativas.

Uma destas alternativas já se percebe no Gráfico 9, mesmo sem grandes movimentos econômicos. A regulamentação do sistema de transporte privado individual a partir do compartilhamento de veículos permite deslocamentos mais rápidos e, quando compartilhados, com preços semelhantes ou até menores que a tarifa de ônibus. O sistema, já com pontos frágeis, ganhou então um concorrente, tornado ainda mais urgente a tomada de ações que estructurem a viabilidade do sistema.

Referências

EFROYMSON, M.A. *Multiple regression analysis*. Mathematical methods for digital computers (pp. 191–203), 1960.

MIYASHIRO, R.; TAKANO, Y. *Mixed integer second-order cone programming formulations for variable selection in linear regression*. European Journal of Operational Research, 247(3), p.721–731, 2015

HASAN ÖRKÜ, H. *Subset selection in multiple linear regression models: A hybrid of genetic and simulated annealing algorithms*. Applied Mathematics and Computation 219 (p.11018–11028), 2013

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA. *Metodologia de cálculo da tarifa técnica*. Disponível em https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/images/provisional/downloads/4_metodologia_de_calculo_da_tarifa_tecnica.pdf (acessado em 15/09/2018)