ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA DEMANDA NO FLUXO DE PASSAGEIROS E CARGA AÉREA NA OPERAÇÃO DO TRANSPORTE DO MODAL AÉREO NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Luiz Rodrigo Bonette

Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Rua Carlos Gomes, 1338. 16 33017338 – Araraquara, SP – Brasil,
rogobonette@hotmail.com

Walther Azzolini Junior

Universidade de São Paulo – EESC

Avenida Trabalhador São-carlense, 400. 16 33738605 – São Carlos, SP – Brasil,

wazzolini@sc.usp.br

Jorge Alberto Achcar

Centro Universitário de Araraquara - UNIARA

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Rua Carlos Gomes, 1338. 16 33017338 – Araraquara, SP – Brasil,
achcar@fmrpusp.br

RESUMO

Este estudo tem como principal objetivo, a identificação de fatores que influenciam o desempenho do modal aéreo pela grande variabilidade da demanda dos centros regionais do sistema aeroportuário em operação no Estado de São Paulo, medido a partir de dados de séries temporais no período de 01 janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014. Deste modo, o modelo estatístico apresentado neste estudo, contribui a partir dos resultados obtidos para uma melhor visão da operação do sistema em alguns dos principais centros regionais, dentro de um grande grupo de 32 aeroportos relatados no conjunto de dados.

Palavras-chave: *Hub-and-spoke*, Passageiros, Carga aérea, Séries Temporais, Regressão.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas precursoras de redes de transporte *hub-and-spoke* sempre abordaram temas relacionados ao transporte de passageiros e problemas de localização *hub*, assim chamados de *p-hub*. Com o passar o avanço das pesquisas, sobretudo nas décadas de 2000 e 2010 a necessidade de novos estudos associando uma ampliação dos principais temas relacionados, como por exemplo, o transporte de cargas aéreas, passaram a serem abordados como estratégia devido a percepção de prováveis mudanças do perfil *hub* regional e passaram consequentemente a compor parte dos temas de pesquisa da área de maior ênfase no momento atual (ver por exemplo, Alumur e Kara, 2008; Farahani et al., 2009).

Neste contexto, a questão evidenciada para a pesquisa neste trabalho se concentra em como determinar *hubs* estratégicos associando a movimentação de passageiros ao volume de cargas aéreas transportadas em uma região do Brasil. Neste caso, a proposta enfatiza o mapeamento de quais são os fatores estratégicos de *hubs* regionais através da análise de variáveis de operações aeroportuárias e covariáveis econômicas que compõe tais cenários como objetivo geral deste trabalho. Os objetivos específicos são a contextualização e a interpretação das variáveis e covariáveis dos relatórios com estatística de movimentação do Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo (DAESP-http://www.daesp.sp.gov.br/), a comparação entre a evolução e a sazonalidade do transporte de passageiros e de cargas aéreas, a determinação de fatores estratégicos que formam *hubs* regionais a partir dos achados comparativos entre transporte de passageiros e cargas de 32 aeroportos pesquisados no estado de São Paulo. O uso de modelos estatísticos especialmente usando modelos de regressão linear trazem os achados relevantes partir dos dados obtidos do DAESP.

2. UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA

A literatura apresenta um conjunto específico de artigos relacionados ao tema de transporte aéreo. A seguir, apresenta-se alguns artigos relevantes publicados sobre cargas aéreas "*cargos flights*" em redes *hub-and-spoke* relacionados ao tema de pesquisa deste trabalho:

• Morrel e Pilon (1999), Kara e Tansel (2001), Smilowitz e Daganzo (2007), relatam que os temas relacionáveis a cargas aéreas "*cargo flights*" com recortes sobre processos de alianças de serviços de cargas aéreas gerando serviços combinados ou customização dos modelos padrão de *p-hub* para cargas e localização de sistemas de distribuição de cargas aéreas relacionados a *hubs* transitórios.

• Gardiner, Humphreys e Ison (2005), Gardiner e Ison, (2008) e Gardiner, Ison e Humphreys (2016) examinam casos de companhias não integradas de cargas aéreas e buscam quantificá-las com base no conceito de "hierarquia do aeroporto" (*hubs* primários, *hubs* secundários, *hubs* terciários).

• Petersen (2007), Bartodziej et al. (2009), Leung et al. (2009), Li et al. (2009), Wang e Kao (2008) , Amaruchkul e Lorchirachoonhkul (2011), Huang e Lu (2015) descrevem as diferenças entre operações de carga e passageiros sobre critérios de incerteza, complexidade e flexibilidade como fatores estratégicos em lidar com *hubs*.

• Scholz e Cossel (2011), Onghena (2011) e Heinicke (2006/2007) observam que, a literatura escassa e este tipo de pesquisa que tem sido focada na integração entre companhias aéreas, em sua maioria, não se integram em redes *hub-and-spoke*.

2.1 CONTEXTUALIZANDO NO BRASIL

Alamo e Brinati (2006), Fraga (2011), Oliveira e Correia (2011), Junior e Torquato (2012) dão ênfase no caso do Brasil, de acordo com a literatura, a abordagens com possibilidades sobre os problemas *hub-and-spoke* associados a questão das cargas aéreas e/ou passageiros

É importante salientar que em grande parte das pesquisas de Alamo e Brinati (2006), Lin et al. (2003), Tan e Kara (2007), Scholz e Cossel (2011), Fraga (2011), Oliveira e Correia (2011), Alumur et al. (2012), Grosso e Shepherd (2011), Junior e Torquato (2012), Lakew e Tok (2015), Feng et al. (2015), Huang e Lu (2015) e Oktal e Özger (2013), foi utilizado um dos três pontos determinantes ou todos que influenciaram o método desta pesquisa:

- Uso de modelos estatísticos na análise dos dados.
- Presença de variáveis e covariáveis.
- Uso de dados secundários de órgãos oficiais do setor aéreo ou da economia aos respectivos trabalhos da revisão de literatura.

3. DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS, APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DESCRITIVA

Para aplicabilidade desta pesquisa alinhada ao método estatístico este trabalho busca-se neste contexto explorar os dados dos relatórios estatísticos do DAESP relacionados ao período de tempo entre os anos de 2008 à 2014, período onde foi extraído um conjunto de 10.572 dados formados por 32 aeroportos, duas variáveis (volume de passageiros e cargas) associadas à duas covariavéis (cotação da taxa de câmbio (dólar) e taxa de desemprego) em uma análise estatística pelas técnicas de séries temporais e regressão linear. Através deste conjunto de dados o trabalho propõe-se analisar os dados totais de *hubs* regionais no interior do estado de São Paulo.

Os dados do estudo se referem ao movimento mensal de passageiros e cargas no período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014 de 32 aeroportos do interior do Estado de São Paulo (Andradina, Araçatuba, Araraquara, Assis, Avaré/Arandu, Barretos, Bauru, Bauru/Arealva, Botucatu, Bragança Paulista, Campinas (Amarais), Dracena, Franca, Itanhaém, Jundiaí, Lins, Marília, Ourinhos, Penápolis, Piracicaba, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Registro, Ribeirão Preto, São Carlos, São José do Rio Preto, São Manuel, Sorocaba, Tupã, Ubatuba, Urubupungá, Votuporanga) com base nos relatórios de movimentação estatístico ano (DAESP, 2015). Além das contagens (passageiros/carga) também consideramos algumas covariáveis que podem estar correlacionadas com as contagens (passageiros/cargas) como a taxa de câmbio (dólar) mensal e índice mensal de desemprego (ACESP; Ipeadata, 2015). Como dois aeroportos (Urubupungá e Registro) apresentam muitos dados faltantes, os dados desses dois aeroportos não são considerados na análise estatística. Na Figura 1, temos os gráficos das séries temporais para as quatro variáveis (contagens passageiros/carga, taxa de câmbio (dólar) e índice de desemprego) reportadas mensalmente no período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014 considerando os totais para todos os aeroportos.

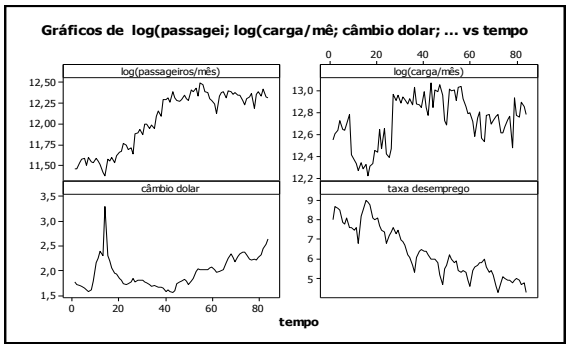


Figura 1: Séries temporais para contagens passageiros/carga, taxa de câmbio (dólar) e índice de desemprego na escala logarítmica.

Dos gráficos da Figura 1, observa-se que,

- ✓ Aparentemente o número de passageiros aumenta no decorrer do tempo; depois decresce um pouco.
- ✓ Aparentemente o número de cargas aumenta no decorrer do tempo; depois decresce um pouco.
- ✓ Aparentemente o número mensal de passageiros decresce com a alta da taxa de câmbio (dólar).

Para estudar a relação entre as variáveis e encontrar os fatores mais importantes afetando a variabilidade da contagem de passageiros/carga no período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014, é considerado uma análise estatística assumindo modelos de regressão múltipla relacionando as covariáveis da taxa de câmbio (dólar), índice de desemprego, períodos anual e mensal com as respostas contagem passageiros/carga.

4. USO DE UM MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA PARA A ANÁLISE DOS DADOS CONSIDERANDO O TOTAL DE TODOS OS AEROPORTOS

O uso de modelos de regressão é fundamental para relacionar uma variável resposta conjuntamente com vários fatores que podem estar relacionados com essa resposta. Usualmente considera-se os modelos de regressão linear, mas em algumas situações podem ter modelos não-lineares. A construção de modelos de regressão em geral é feita empiricamente, e cada modelo deve ser verificado em termos de ajuste a partir da análise dos resíduos do modelo. O uso de modelos de regressão permite identificar estatisticamente quais desses fatores (uso de testes de hipóteses) afetam significativamente a resposta. Além disso um modelo de regressão é usado para previsão futura da resposta dados os valores fixados das covariáveis.

Os modelos de regressão linear são frequentemente ajustados usando-se a abordagem de mínimos quadrados. Quando utilizamos mais de uma variável explanatória para predizer o comportamento de uma variável resposta, passamos a nomeá-lo como modelo de regressão múltipla (Draper e Smith, 1981). Na análise de regressão linear verifica-se o efeito conjunto das covariáveis em uma resposta denotada por Y (ver por exemplo, Draper e Smith, 1981; Seber e Lee, 2003; ou Montgomery e Runger, 2011).

Para satisfazer algumas suposições necessárias do modelo de regressão (normalidade dos erros e variância constante dos erros) foi considerado um modelo de regressão linear múltiplo com a resposta dada na escala logarítmica.

Assumindo a resposta (passageiros/mês) transformada para a escala logarítmica e as covariáveis taxa de câmbio (dólar) mensal, índice mensal de desemprego, mês e ano em um modelo de regressão múltipla ajustado pelo método de mínimos quadrados e obtidos usando o software Minitab®, temos:

(1)

$$\log\left(\frac{passageiros}{mês}\right) = 12{,}5 - 0{,}341\ câmbio\ dólar - 0{,}0659\ taxa\ desemprego + 0{,}00847\ meses + 0{,}138\ anos$$

Na Tabela 1, temos os estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão, os erros-padrões (EP) dos estimadores, os valores das estatísticas T de *Student* e os valores-p para testar cada parâmetro de regressão ser igual à zero.

Tabela 1: Estimadores para os parâmetros de regressão-passageiros

Preditor	***Coef***	***EP Coef***	***T***	***P***
Constante	12,5313	0,2646	47,36	0,000
câmbio dólar	-0,3412	0,05114	-6,67	0,000
taxa desemprego	-0,06589	0,03064	-2,15	0,035
Meses	0,008469	0,005254	1,61	0,111
Anos	0,13831	0,02003	6,9	0,000
S = 0,115497 R-Sq = 89,5% R-Sq (adj) = 89,0%				

Fonte: Autores (2016).

As suposições necessárias para o modelo (normalidade para os resíduos e variância constante) foram verificadas a partir de gráficos de resíduos. Isso também foi feito para todos modelos de regressão linear múltipla considerados.

A partir dos resultados da Tabela 1, conclui-se:

- ✓ Anos, taxa de câmbio (dólar) e taxa de desemprego afetam o número de passageiros (valor-p < 0,05), isto é, os coeficientes de regressão são estatisticamente diferentes de zero num nível de significância igual à 5%.
- ✓ Observa-se um valor positivo para o parâmetro de regressão relativo à anos (0,13831) o que implica que há um aumento significativo no número de passageiros no decorrer dos anos (de 2008 a 2014).

- ✓ Observa-se um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de câmbio (dólar) (-0,34118) o que implica que há um decréscimo significativo no número de passageiros com aumento da taxa de câmbio (dólar) (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014).
- ✓ Observa-se um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de desemprego (-0,06589) o que implica que há um decréscimo significativo no número de passageiros com aumento do desemprego (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014).
- ✓ Aproximadamente 89,5% da variabilidade dos dados é explicado pelo modelo. O que define como resultado um excelente ajuste.
- ✓ Um estimador para o desvio-padrão do erro é dado por 0,1155.

Assumindo a resposta (carga/mês) transformada para a escala logarítmica e as covariáveis taxa de câmbio (dólar) mensal, índice mensal de desemprego, mês e ano em um modelo de regressão múltipla ajustado pelo método de mínimos quadrados e obtidos usando o software Minitab®, temos:

(2)

$$\log\left(\frac{carga}{mês}\right) = 14{,}0 - 0{,}406\ câmbio\ dólar - 0{,}0880\ taxa\ desemprego + 0{,}00363\ meses + 0{,}0205\ anos$$

Na Tabela 2, temos os estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão, os erros-padrões (EP) dos estimadores, os valores das estatísticas T de *Student* e os valores-p para testar cada parâmetro de regressão ser igual à zero.

Tabela 2: Estimadores para os parâmetros de regressão-cargas

Preditor	***Coef***	***EP Coef***	***T***	***P***
Constante	13,9794	0,3486	40,10	0,000
câmbio dólar	-0,40585	0,06738	-6,02	0,000
Taxa desemprego	-0,08800	0,04037	-2,18	0,032
Meses	0,003634	0,006922	0,52	0,601
Anos	0,02048	0,02639	0,78	0,440
S = 0,152163	R-Sq = 54,8%	R-Sq (adj) = 52,5%		

Fonte: Autores (2016).

A partir dos resultados da Tabela 2, conclui-se:

- ✓ O índice de desemprego e taxa de câmbio (dólar) afetam o transporte de cargas (valor-p<0,05), isto é, os coeficientes de regressão são estatisticamente diferentes de zero. Os meses e anos não afetam o transporte de cargas (valor-p > 0,05).
- ✓ Observa-se um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de câmbio (dólar) (-0,40585) isto é, há um decréscimo significativo no transporte de cargas com o aumento da taxa de câmbio (dólar) (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014.
- ✓ Temos um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de desemprego (-0,08800) isto é há um decréscimo significativo no volume de cargas com o aumento do desemprego (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014.
- ✓ Aproximadamente 55% da variabilidade dos dados é explicado pelo modelo.
- ✓ Um estimador para o desvio-padrão do erro é dado por 0,1521.

Usando os modelos ajustados (1) e (2), podemos fazer previsões para observações futuras. Por exemplo, se consideramos mês=01(janeiro), ano=8 (2015), cambio=3,30 e desemprego=9,50 o valor de previsão é dado na escala original por 146.444 passageiros e 158.198 para cargas. Na Figura 2, temos os gráficos das séries temporais para as contagens de passageiros e cargas reportadas mensalmente no período de período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014 considerando os totais para todos os aeroportos e os valores ajustados pelo modelo de regressão (1) e (2). Observa-se um bom ajuste do modelo aos dados.

5. UM CASO ESPECIAL: O AEROPORTO DE RIBEIRÃO PRETO

A partir dos dados coletados, observa-se que quatro aeroportos têm relevância no interior do estado de São Paulo: os aeroportos de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Bauru/Arealva e Presidente Prudente reportadas mensalmente no período de período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014.Dessa forma considera-se como um caso especial, a análise dos dados do aeroporto de Ribeirão Preto.

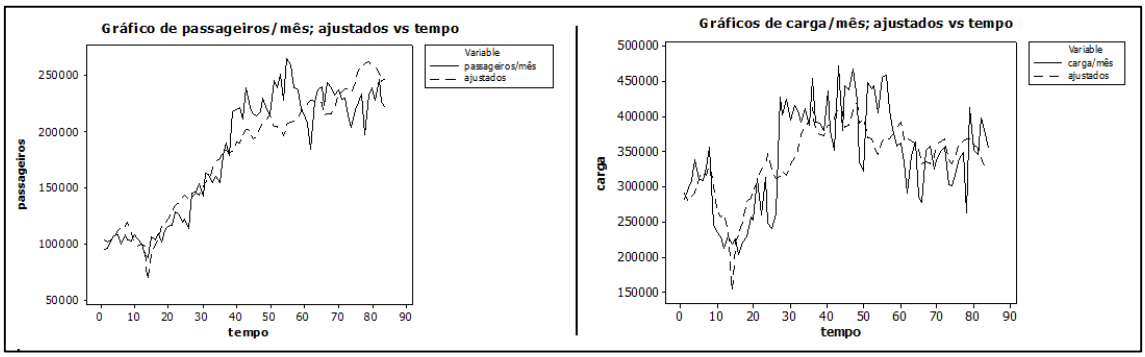


Figura 2: Séries temporais para valores observados e valores ajustados-passageiros e cargas totais.

Assumindo a resposta (passageiros/mês) transformada para a escala logarítmica e as covariáveis taxa de câmbio (dólar) mensal, índice mensal de desemprego, mês e ano em um modelo de regressão múltipla ajustado pelo método de mínimos quadrados e obtidos usando o software Minitab®, temos:

(3)

$$\log(passRP) = 11{,}7 - 0{,}427\ câmbio\ dólar - 0{,}0812\ taxa\ desemprego + 0{,}0140\ meses + 0{,}158\ anos$$

Na Tabela 3, temos os estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão, os erros-padrões (EP) dos estimadores, os valores das estatísticas T de *Student* e os valores-p para testar cada parâmetro de regressão ser igual à zero.

Tabela 3: Estimadores para os parâmetros de regressão-passageiros Ribeirão Preto

Preditor	***Coef***	***EP Coef***	***T***	***P***
Constante	11,7171	0,3573	32,8	0,000
câmbio dólar	-0,42691	0,06905	-6,18	0,000
taxa desemprego	-0,08115	0,04137	-1,96	0,053
Meses	0,014048	0,007094	1,98	0,051
Anos	0,15831	0,02705	5,85	0,000
S = 0,155937	R-Sq = 86,5%	R-Sq (adj) = 85,8%		

Fonte: Autores (2016).

A partir dos resultados da Tabela 3, conclui-se:

- ✓ Anos, meses, taxa de câmbio (dólar) e taxa de desemprego afetam o número de passageiros para Ribeirão Preto (valor-p < 0,05 ou bem próximos de 0,05), isto é, os coeficientes de regressão são estatisticamente diferentes de zero num nível de significância igual à 5%.
- ✓ Observa-se um valor positivo para o parâmetro de regressão relativo à anos (0,15831) o que implica que há um aumento significativo no número de passageiros para Ribeirão Preto no decorrer dos anos (2008 a 2014).
- ✓ Observa-se um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de câmbio (dólar) (-0,42691) o que implica que há um decréscimo significativo no número de passageiros para Ribeirão Preto com aumento da taxa de câmbio (dólar) (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014).
- ✓ Observa-se um valor negativo para o parâmetro de regressão relativo à taxa de desemprego (-0,08115) o que implica que há um decréscimo significativo no número de passageiros para Ribeirão Preto com aumento do desemprego (1/janeiro/2008 a 31/dezembro/2014).
- ✓ Temos um valor positivo para o parâmetro de regressão relativo a meses (0,014048) o que implica que há um aumento significativo no número de passageiros no decorrer dos meses. O final de cada período anual leva à um aumento significativo no número de passageiros.

- ✓ Aproximadamente 86,5% da variabilidade dos dados (número de passageiros) é explicado pelo modelo. O que define como resultado um excelente ajuste.
- ✓ Um estimador para o desvio-padrão do erro é dado por 0,1559.

Assumindo a resposta (carga/mês) transformada para a escala logarítmica e as covariáveis taxa de câmbio (dólar) mensal, índice mensal de desemprego, mês e ano em um modelo de regressão múltipla ajustado pelo método de mínimos quadrados e obtidos usando o software Minitab®, temos:

(4)

$$\log(cargaRP) = 11{,}9 - 0{,}171\ câmbio\ dólar - 0{,}115\ taxa\ desemprego + 0{,}0181\ meses + 0{,}0003\ anos$$

Na Tabela 4, temos os estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes de regressão, os erros-padrões (EP) dos estimadores, os valores das estatísticas T de *Student* e os valores-p para testar cada parâmetro de regressão ser igual à zero.

Tabela 4: Estimadores para os parâmetros de regressão-carga Ribeirão Preto

Preditor	***Coef***	***EP Coef***	***T***	***P***
Constante	11,8536	0,7505	15,79	0,000
câmbio dólar	-0,1714	0,1451	-1,18	0,241
taxa de desemprego	-0,11469	0,08691	-1,32	0,191
Meses	0,01812	0,01490	1,22	0,228
Anos	0,00031	0,05682	0,01	0,996
S = 0,327588	R-Sq = 22,6%	R-Sq(adj) = 18,6%		

Fonte: Autores (2016).

A partir dos resultados da Tabela 4, conclui-se:

- ✓ Nenhuma covariável (mês, ano, índice desemprego e taxa de câmbio (dólar) afetam o transporte de cargas para Ribeirão Preto (valor-p > 0,05), isto é, os coeficientes de regressão não são estatisticamente diferentes de zero. Há uma estabilidade no transporte de cargas no aeroporto de Ribeirão Preto independente da variabilidade das covariáveis (mês, ano, índice desemprego e taxa de câmbio (dólar). Isso também pode ser verificado na Figura 3.
- ✓ Aproximadamente 22,6% da variabilidade dos dados é explicado pelo modelo.
- ✓ Um estimador para o desvio-padrão do erro é dado por 0,3276.

Usando os modelos ajustados (3) e (4) e considerando mês=01(janeiro), ano=8 (2015), cambio=3,30 e desemprego=9,50 o valor de previsão é dado na escala original por 49.901 passageiros e 27.424 em volume de carga para o aeroporto de Ribeirão Preto.

Na Figura 3, temos os gráficos das séries temporais para as contagens de passageiros e carga reportadas mensalmente no período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014 no aeroporto de Ribeirão Preto e os valores ajustados pelos modelos de regressão (3) e (4).

Observa-se um bom ajuste dos modelos aos dados.

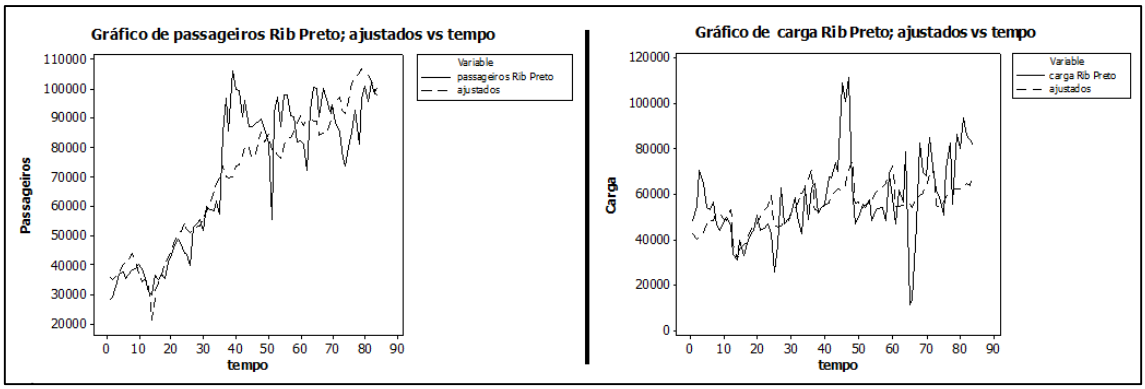


Figura 3: Séries temporais para valores observados e valores ajustados-passageiros e carga Ribeirão Preto.

6. CONCLUSÕES

Tendo em vista os aspectos observados percebe-se que a pesquisa encontra indícios de que a sazonalidade da quantidade de passageiros e de volume de carga aérea é fortemente influenciada por dados econômicos como a cotação da taxa de câmbio (dólar) e a taxa de desemprego, sendo que tanto as análises de quantidade de passageiros ou volume de cargas aéreas aumentam ou diminuem, trazendo um comportamento inverso a cotação da taxa de câmbio (dólar) e da taxa de desemprego.

Conclui-se que, quando se tem a alta dos dados econômicos (alta da cotação da taxa de câmbio (dólar) ou alta da taxa de desemprego) acontece a queda das operações aeroviárias e econômicas. A capacidade e produtividade daquela região enfraquece e sucessivamente a rede de transporte aéreo *hub-and-spoke* perde sua capacidade de alimentação em grande parte do seu fluxo descaracterizando esta mesma rede.

Contudo, o projeto de dimensionamento do sistema de movimentação de passageiros e carga do modal aéreo, com ênfase a capilaridade do território nacional, depende de uma política de desenvolvimento dos diferentes setores produtivos geograficamente distribuídos, com planos de expansão e riscos de retração, a fim de tornar a relação custo/benefício factível ao longo do tempo de operação do sistema, assim como do orçamento de manutenção e revitalização ou modernização do sistema.

REFERÊNCIAS

ALAMO, J. A. T.; BRINATI, M.A. Modelagem para localização de hubs no transporte de encomendas expressas, Produção, v.16, ed.3, p.470-480, 2006.

ALUMUR, S. A.; KARA, B. Y. Network hub location problems: The state of the art, Eur. J. Oper. Res, v.190. ed.1, p.21, 2008.

ALUMUR, S. A.; YAMAN. H.; KARA, B.Y. Hierarchical multimodal hub location problem with time-definite deliveries, Transportation Research Part E, v.48, p.1107–1120, 2012.

AMARUCHKUL, K., LOCHIRACHOONKUL, V. Air-cargo capacity allocation for multiple freight forwarders, Transp. Res. Part E, v.47, ed.1, p.30–40, 2011.

BARTODZIEJ, P., DERIGS, U., MALCHEREK, D., Vogel, U. Models and algorithms for solving combined vehicle and crew scheduling problems with rest constraints: an application to road feeder service planning in air cargo transportation, OR Spectrum, v.31, ed.2, p.405–429, 2009.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. Applied regression analysis. Wiley series in probability and mathematical statistics, 1981.

FARAHANI, R.Z.; ASGARI, N.; DAVARZANI, H. Supply Chain and Logistics in National, International and Governmental Environment- Concepts and Models, Springer, 2009.

FENG, B.; LI, Y.; SHEN, Z.J. Air cargo operations: Literature review and comparison with pratices. Transportation Research Part C. v.56, p.263-280, 2015.

FRAGA, R. Mercado Doméstico de Carga Aérea: Análise Descritiva e Econométrica do Setor. Journal of Transport Literature, v.5, ed.3, p.256-280, 2011.

GARDINER, J.; HUMPHREYS, I.; ISON, S. Freighter operators' choice of airport: A three-stage process. Transport Reviews, v.25, ed.1, p.85–102, 2005.

GARDINER, J.; ISON, S. The geography of non-integrated cargo airlines: An international study. Journal of Transport Geography, v.16, ed.1, p.55–62, 2008.

GARDINER, J.; ISON, St; HUMPHREYS, I. Factors influencing cargo airlines choice of airport: An international survey. Journal of Air Transport Management, v.11, ed.6, p.393–399, 2016.

GROSSO, M. G.; SHEPHERD, B. Air cargo transport in APEC: Regulation and effects on merchandise trade. Journal of Asian Economics, p.203-212, 2011.

HEINICKE, K. World Air Cargo Forecast. (2006/2007) <freight.transportation.org/ doc/DCA_WACF_2006_Review.ppt>.

HUANG, K.; LU, H. A linear programming-based method for the network revenue management problem of air cargo. Transportation Research Procedia. v. 7, p.459-473, 2015.

JUNIOR, A. A. R. J.; TORQUATO, T. L. L. Evolution of Regional Air Transportation in the São Paulo State. 8º SET - Simpósio de Economia dos Transportes ITA, São José dos Campos, p.1-27, 2012.

KARA, B.Y; TANSEL, B. The latest arrival hub location problem, Manage Sci . v.47, p.1408–1420, 2001.

LAKEW, P.A.; TOK, Y. C. A. Determinants of air cargo traffic Califorina. Transportation Research Part A. v.80, p.134-150, 2015.

LEUNG, L.C.; VAN HUI, Y., WANG, Y., CHEN, G.A 0–1 LP model for the integration and consolidation of air cargo shipments. Oper. Res, v.57, ed.2, p.402–412, 2009.

LI, Y. TAO, Y.; WANG, F. A compromised large-scale neighborhood search heuristic for capacitated air cargo loading planning. Eur. J. Oper. Res, v.199, ed.2, p.553–560, 2009.

LIN, C.C.; LIN, Y.J.; LIN, D. Y. The economic effects of center-to-center directs on hub-and-spoke networks air express common carriers. Journal of Air Transport Management, v.9, ed.4, p. 255-265, 2003.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Applied statistics and probability for engineers. Fifty Ed. New York: Wiley, 2011.

MORREL, P. S.; PILON, R.V. KLM and Northwest: a survey of the impact of a passenger aliance on cargo service characteristics. Journal of Air Transport Management, v.9, p.153-160, 1999.

OKTAL, H.; OZGER. A. Hub location air cargo transportation: A case study. Journal of Air Transport Management, v.27, p.1- 4, 2013.

OLIVEIRA, D. S.; CORREIA, A. R. Estudo do desempenho operacional dos aeroportos brasileiros relativo ao movimento de cargas. Journal of Transport Literature, v.5. ed.3, p.141-162, 2011.

ONGHENA, E. Integrators in a changing world. In: Critical issues in air transport economics and business. London: Routledge, p.112-132, 2011.

PETERSEN, J. Air freight industry – white paper. Research Report, Georgia Institute of Technology, 2007.

SCHOLZ, A. B; COSSEL, J. V. Assessing the importance of hub airports for cargo carriers and its implications for a sustainable airport management. Research in Transportation Business and Management, v.1, p.62-70, 2011.

SEBER, G. A. F.; LEE, A. J. Linear regression analysis. Second edition. Wiley series in probability and mathematical statistics, 2003.

SMILOWITZ, K. R; DAGANZO, C. F. Continuum approximation techniques for the design of integrated package distribution systems. Networks, v.50, p.183–196, 2007.

TAN, P.Z.; KARA, B.Y. A hub covering model for cargo delivery systems. *Networks*, 2007. p.49:28–39.

WANG, Y.J., KAO, C.S. An application of a fuzzy knowledge system for air cargo overbooking under uncertain capacity. Comput. Math. Appl, v.56, ed.10, p.2666-2675, 2008.