

Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas

**O CONTEXTO NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA ATRAVÉS DE TÉCNICAS
TEMPORAIS DE PREVISÃO DA DEMANDA**

**THE BRAZILIAN CIVIL AVIATION CONTEXT THROUGH TEMPORAL
FORECASTING TECHNIQUES**

Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, Julio Cezar Mairesse Siluk, Sabine Ritter de Paris e Edson Funke

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo conceber uma modelagem capaz de prospectar, com maior precisão possível, as demandas a curto prazo (um mês) para os indicadores relativos ao total de assentos disponíveis (*Available Seat Kilometers: ASK*) e passageiros transportados por quilômetro (*Revenue Passenger Kilometers: RPK*) no sistema doméstico de aviação civil brasileiro. Tal abordagem está relacionada a necessidade de aplicações que auxiliem no estabelecimento de metas e prognósticos mais condizentes a realidade, visto a sua complexidade intrínseca de operacionalização, além de auxiliar no momento da formação dos estoques de matéria-prima e insumos para períodos futuros. Para tanto, a pesquisa foi concebida através do cumprimento de oito etapas, onde se estudou o contexto da avaliação para as quatro maiores empresas aéreas nacionais, em conjunto com números totais da indústria. Ao final, foi constatada a predominância das técnicas Amortecimento exponencial simples, Amortecimento exponencial simples com taxa de resposta adaptativa, Método de Brown e Método de Holt para a verificação do ASK, e do Método de Brown para o RPK.

Palavras-chave: Previsão de demanda; Aviação civil; Competitividade; Gestão estratégica.

ABSTRACT

This article aims develop a model able to prospect, with highest precision, the demands in the short term (one month) for indicators of Available Seat Kilometers (ASK) and Revenue Passenger Kilometers (RPK) in the domestic Brazilian civil aviation system. This approach is related to need for applications that assist in setting goals and prognoses more consistent, seen it intrinsic operation complexity, in addition to helping at the time of materials stocks formation and supplies for future periods. To this end, the research was conceived through the eight steps, where studied the evaluation context for the four largest national airlines, in conjunction with total industry numbers. In the end, it was observed a predominance of Simple exponential damping techniques, Simple exponential damping with adaptive response rate, Brown method and Holt method for ASK predictions, and the Brown method to the RPK.

Keywords: Forecasting; Civil aviation; Competitiveness; Strategic management.

1. Introdução

Diante do atual cenário global em que a gestão estratégica possui um papel primordial na condução das organizações, independente do seu tipo, tamanho ou natureza de operação, técnicas relacionadas a previsão de demanda são imprescindíveis no momento de planejar a gestão estratégica a respeito da maneira com que a empresa conduzirá as suas ações futuras (SLACK et al., 2008; PORTER, 2009; CHOPRA; MEINDL, 2012; JACOBS; CHASE, 2013).

Inserido em um contexto que reconhecidamente se encontra em ampla expansão e desenvolvimento, o setor de aviação civil doméstica no Brasil incrementou de 2006 a 2012 a sua oferta de assentos (*Available Seat Kilometers: ASK*) em mais de 110%, o que proporcionou um crescimento na demanda por clientes pagantes (*Revenue Passenger Kilometers: RPK*) superior a 3,5 vezes superior ao do Produto Interno Bruto nacional e mais de quatorze vezes ao índices de aumento da população (ANAC, 2012; ANAC 2014b).

Como uma das principais consequências desta política expansionista, tem-se a contribuição direta para que o meio aéreo assumisse o papel primordial a partir de 2010, totalizando 60,4% do transporte interestadual de passageiros em longas distâncias em comparação principalmente com o modal público rodoviário (39,6%) para trechos acima de 75 km, com uma taxa de aproveitamento das aeronaves equivalente a 79,4%, referente ao mês de Abril de 2014 (ANAC, 2014a).

Um dos pontos mais relevantes no que tange as alterações promovidas no mercado desde o ano de 2001, e que em grande parte fomentou a disseminação da cultura de se deslocar passageiros por meio do modal viário, está disposto na redução média de 42,77% até 2012 das tarifas cobradas para os voos domésticos, devido principalmente a política de liberdade adotada pelo governo brasileiro em prol deste fim (ANAC, 2012), que fomentou ao crescimento da concorrência e, por consequência, da competitividade das companhias a fim de disponibilizar serviços de melhor qualidade a um custo cada vez mais reduzido ao cliente.

Porém, tal estímulo retomou a um desafio ainda maior para as empresas envolvidas, pois encontrou-se como consequência direta desse efeito a redução na margem de lucro por passageiro transportado, em paralelo a uma conjuntura externa que relaciona fatores como: desaceleração da economia do país encontrada nos últimos três anos; elevado preço médio do barril de petróleo frente ao cenário internacional, visto a sua influência direta no custo do combustível de aviação, por representar cerca de 40% deste montante; e a alta variabilidade da taxa cambial do Real frente ao Dólar, que afeta diretamente na maioria dos custos de voo (ANAC, 2012).

Dessa forma, esses pontos verificados podem ter tido influência direta para que houvesse o crescimento de aproximadamente 1% da demanda de 2012 até 2013, cenário que demonstra o forte desaceleramento no desenvolvimento do mercado em comparação com o patamar entre 15% a 25% observado entre os anos de 2009 a 2011. (ANAC, 2012).

Diante desse cenário de gestão altamente desafiador, a *International Civil Aviation Organization* (OACI) ressalta a extrema importância que haja o fomento e a demanda por pesquisas, em prol de incrementar a qualidade das atividades de análise, planejamento e desenvolvimento operacional das atividades ligadas a aviação civil, de modo a servir substancialmente para que o setor evolua e se modernize cada vez mais (ANAC, 2012), o que torna o desafio de antever, com maior precisão e prazos possíveis, o comportamento da demanda de passageiros uma das tarefas mais relevantes e complexas a cerca da gestão organizacional no setor de aviação civil.

Portanto, o presente artigo tem por objetivo conceber uma modelagem capaz de prospectar, com maior precisão possível, as demandas a curto prazo (um mês) para os

indicadores relativos ao total de assentos disponíveis e passageiros transportados por quilômetro para o sistema doméstico de aviação civil brasileiro.

A justificativa da abordagem está relacionada a necessidade de aplicações que auxiliem no estabelecimento de metas e prognósticos mais condizentes a realidade se comparados aos tradicionais métodos de verificação qualitativos, visto a sua complexidade intrínseca de operacionalização, além de auxiliar no momento da formação dos estoques de matéria-prima e insumos para períodos futuros. Portanto, pode-se afirmar que o arranjo de conteúdos propostos na pesquisa a cerca da temática se trata de algo inédito, em analogia a conjuntura abordada na Tabela 1.

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico sobre o tema.

Palavra-chave: “civil aviation”			
Abeyratne (2011)	Grancay (2013)	Perrett (2013)	Stettler et al. (2013)
Aboulafia (2013)	Itani et al. (2014)	Razsolov et al. (2011)	Tamasi e Demichela (2011)
Alexander (2013)	Jan e Kao (2013)	Razsolov et al. (2012)	Valdés e Comendador (2011)
Castro e Araujo (2012)	Knoch (2014)	Schóber et al. (2012)	Wang e Gao (2013)
Croft (2012)	Lofquist (2010)	Schofield (2011)	Wang et al. (2010)
Dobson (2010)	Ott (2011)	Silveira et al. (2011)	Warwick (2013)
Fan et al. (2012)	Perrett (2010)	Simone et al. (2013)	Yeh (2013)
Grabar et al. (2011)	Perrett (2012)	Sparaco (2012)	Zhang et al. (2012)
Palavra-chave: “aviation forecast”			
Kallas (2013)			

Por meio do presente estudo espera-se atingir dois tipos distintos de público-alvo, sendo o primeiro relacionado ao âmbito dos profissionais que trabalham com gestão estratégica empresarial, especialmente os focados no mercado da aviação doméstica civil, e o segundo relativo a pesquisadores que estão inseridos no meio científico, principalmente aos envolvidos com as áreas de Engenharia de Produção, Transportes e Gestão empresarial.

2. Materiais e métodos

A fim de suprir as condições do estudo, é possível afirmar que a pesquisa foi concebida através do cumprimento de oito etapas, conforme mostra a Figura 1, onde primeiramente foi estudado o contexto ao qual a avaliação está inserida, de maneira a delimitar as expectativas a cerca dos resultados da modelagem. Para tanto, utilizou-se como unidade de análise os dados coletados por meio da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em específico aos relatórios publicados em ANAC (2014b). Tal escolha se deve pois a presente agência é a principal referência a respeito do tema sob o âmbito brasileiro, de forma a ser a mais indicada a ser utilizada para pesquisas relacionadas ao tema.

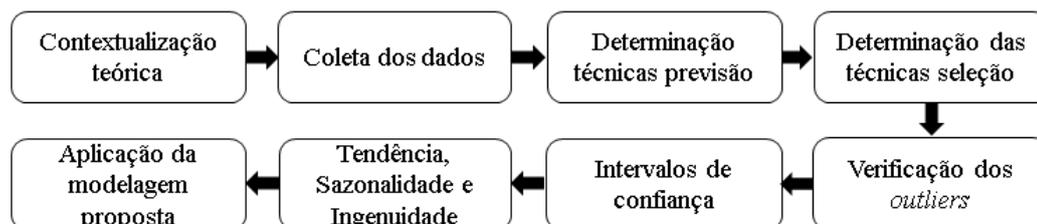


Figura 1 - Estrutura metodológica da pesquisa.

Assim, determinou-se como foco o estudo a cerca dos indicadores para as quatro maiores companhias aéreas (e) que operam no mercado doméstico brasileiro, denominadas por Empresa “A” ($e = 1$), Empresa “B” ($e = 2$), “Empresa “C” ($e = 3$) e Empresa “D” ($e = 4$) por representar 99% do universo de operação civil, fato considerado satisfatório para contemplar a predição do sistema perante o contexto da aviação nacional, bem como da totalidade dos valores para a indústria ($e = 5$). A referida coleta compreendeu os resultados dos índices (y) ASK ($y = 1$) e RPK ($y = 2$) contidos entre Janeiro de 2006 até Abril de 2014, por meio do banco de dados público disponível no endereço eletrônico da associação.

A realização do controle e previsão da quantidade de produtos ou serviços que serão requisitados pelo setor mercantil em questão é, para Chopra e Meindl (2012), um dos pontos vitais para a gestão estratégica organizacional. Por se tratar de um estudo que compreende predições a curto prazo (um mês), do total de dez técnicas (c) de acordo com as características detalhadas na Tabela 2, onde desde $c = 3$ a $c = 6$ ocorre a dedicação exclusiva para previsões curtas, por necessariamente demandar dos valores reais ($Ay_{ec_{t-1}}$) em $t-1$, enquanto o restante destes pode ser utilizado para ambos os casos.

Tabela 2 – Técnicas utilizadas para a determinação das previsões a curto e médio prazos.

Técnica	Abreviatura
Média móvel simples ($c = 1$)	MMS
Média móvel ponderada ($c = 2$)	MMP
Amortecimento exponencial simples ($c = 3$)	AESa
Amortecimento exponencial simples com taxa de resposta adaptativa ($c = 4$)	AESTa
Método de Brown ($c = 5$)	MBa
Método de Holt ($c = 6$)	MHa

A seleção foi concebida a partir da sua capacidade de se relacionar com a série histórica, segundo os pressupostos de Ballou (2003), Gaither e Frazier (2005), Laugeni e Martins (2006), Samohyl et al. (2008), Slack et al. (2008), Hair Júnior et al. (2009), Bowersox et al. (2012), Chopra e Meindl (2012); Jacobs e Chase (2013) e Neuenfeldt Júnior et al. (2014), de modo a possibilitar a aferição do intervalo de confiança da demanda Py_{ec_t} de transporte dos t períodos considerados, conforme os valores obtidos nas técnicas de previsão ($P'y_{ec_t}$), de acordo com o esquema mostrado na Equação (1),

$$Py_{ec_t} = P'y_{ec_t} \mp S_e \quad (1)$$

em conjunto com a estimativa do erro Sy_e em relação aos dados reais definida na Equação (2), que é diretamente proporcional ao desvio-padrão e a raiz quadrada das n amostras.

$$Sy_e = \frac{\sigma'_e * g^d}{\sqrt{n}}, \forall n \in t = \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

Por manipularem de maneiras distintas os dados apresentados, os métodos de estimativas geram valores divergentes para um mesmo momento t . Portanto, estes são passíveis de originar dúvidas no momento da determinação de qual previsão pode ser considerado como mais aproximada a realidade da conjuntura (SAMOHYL et al., 2008; MCCARTHY BYRNE et al., 2011; ANDERSON et al., 2013).

A seleção das melhores técnicas foi proposta a partir da minimização dos resultados estabelecidos com a utilização dos conceitos descritos pelo Erro relativo (Dy_{ec}), habilitado a delimitar o nível percentual em que se encontra a imprecisão das aferições em comparação com os valores disponibilizados, conforme as definições mostradas na Equação (3) a partir dos pressupostos de Ottaviani e Sorensen (2006), Barnett et al. (2010) e Chopra e Meindl (2012).

$$\min_{0 \leq c \leq n} Dy_{ec}, \text{ s. a: } \begin{cases} Dy_{ec} = \frac{\sum_{t=1}^n |Ay_{et} - Py_{ect}|}{\sum_{t=1}^n Ay_{ect}} * 100 \\ t = \{1, 2, \dots, n\} \\ Ay_{ect} > 0 \end{cases} \quad (3)$$

A escolha da técnica de previsão mais ajustada é concretizada por meio da constatação de qual é capaz de, somados os t períodos predispostos, expressar o menor desvio existente, a partir da mensuração do grau de precisão das c técnicas adotadas através de Dy_c , calculado em relação aos dados reais (Ay_{et}).

Para a avaliação dos possíveis *outliers* dos dados disponibilizados, conforme Hair Júnior et al. (2009) e McClave et al. (2010), foram considerados como contidos nesse perfil a comparação entre os parâmetros reais (Ay_{ect}) em comparação com os desvios padrões mínimos ($\sigma y_{e_{min}}$) e máximos ($\sigma y_{e_{max}}$), segundo a Equação (4), a fim de buscar se há diferenças entre Ay_{ect} e o módulo A'_{et} que possam caracterizar a existência de *outliers* ao decorrer da série histórica em questão,

$$A'_{et} = \begin{cases} Ay_{et} < \sigma y_{e_{min}} \rightarrow \frac{Ay_{et-1} + Ay_{et+1}}{2} \\ Ay_{et} > \sigma y_{e_{max}} \rightarrow \frac{Ay_{et-1} + Ay_{et+1}}{2} \\ Ay_{et} \in (\sigma y_{e_{min}}; \sigma y_{e_{max}}) \rightarrow Ay_{et} \end{cases} \quad (4)$$

para desvios padrões característicos de cada empresa σy_{et} e grau do desvio do sistema (gd) conjuntamente relacionados diretamente com a média dos dados reais (My_e), conforme mostram as Equações (5) e (6).

$$\sigma y_e = \begin{cases} \sigma y_{e_{min}} = My_e - (gd * \sum_{t=1}^n \sigma y_{et}) \\ \sigma y_{e_{max}} = My_e + (gd * \sum_{t=1}^n \sigma y_{et}) \end{cases} \quad (5)$$

$$My_e = \sum_{t=1}^n Ay_{et} \quad (6)$$

A seguir, a definição do nível de tendência e sazonalidade dos dados foi concebida por técnicas predispostas aos conceitos relativos a decomposição clássica, em concordância a Samohyl (2008) e Mostard et al. (2011), de modo a identificar se a realidade abordada possui características de variabilidade regidas por padrões pré-determinados pelo comportamento natural do mercado através dos índices de tendência e sazonalização multiplicativo.

Após o cumprimento das etapas supracitadas e com a utilização do *software Microsoft Excel®* foi possível conceber na prática a seleção das técnicas de previsão que atendem com maior acurácia aos predispostos para a pesquisa.

3. Aplicação da modelagem proposta

3.1. Verificação dos *outliers* e intervalos de confiança

Conforme proposto no capítulo metodológico, a obtenção dos valores foi realizada por meio do banco de dados disponibilizado pela ANAC, para o período compreendido entre Janeiro de 2006 e Abril de 2014, de modo a tornar possível a comparação, em maiores detalhes, das características da demanda em relação aos resultados calculados.

A fim de visualizar possíveis distorções na distribuição dos elementos, foi proposta a mensuração dos possíveis *outliers* do campo amostral, procedimento este iniciado pela determinação das faixas mínimas e máximas consideradas ideais a cada um dos dois indicadores estudados, $\forall Ay_{ect} \neq 2,0 * \sigma_{ec}$, onde foram encontrados ao total dezenove distorções para o ASK e vinte e três no RPK, sendo em média proporcionais a apenas 2,56% de toda a amostragem utilizada.

Com tais ajustes conseguidos, houve a concepção do cálculo relativo a imprecisão das estimativas, a partir dos seguintes resultados, para $y = 1$: $S1_1 = \bar{F}43.787$, $S1_2 = \bar{F}104.232$, $S1_3 = \bar{F}109.053$, $S1_4 = \bar{F}105.008$ e $S1_5 = \bar{F}365.255$; e em $y = 2$: $S2_1 = \bar{F}37.662$, $S2_2 = \bar{F}83.770$, $S2_3 = \bar{F}95.451$, $S2_4 = \bar{F}102.864$ e $S2_5 = \bar{F}329.978$, compondo assim o nível de tolerância máximo e mínimo admitido para as previsões dos t momentos do estudo.

3.2. Verificação da Tendência e Sazonalidade

De maneira geral, a Sazonalidade encontrada para os valores reais está disposta em um padrão aproximadamente constante levemente positivo, com os maiores picos do ASK encontrados em Janeiro, Fevereiro, Julho, Outubro e Dezembro, e para o RPK em Janeiro, Junho, Julho, Outubro e Dezembro, o que demonstra que a oferta de assentos acompanha de maneira precisa ao movimento da demanda de passageiros transportados ao longo do ano, bem como da existência de um baixo índice de sazonalidade multiplicativo médio em ambos os casos para os números da indústria (ASK: 1,05 e RPK: 1,06) (SAMOHYL et al., 2008). Portanto, conforme ilustra a Figura 2, pode se afirmar que nenhuma das séries estudadas possui comportamento sazonal, sendo um fator que não interfere de maneira substancial a estimativa das previsões.

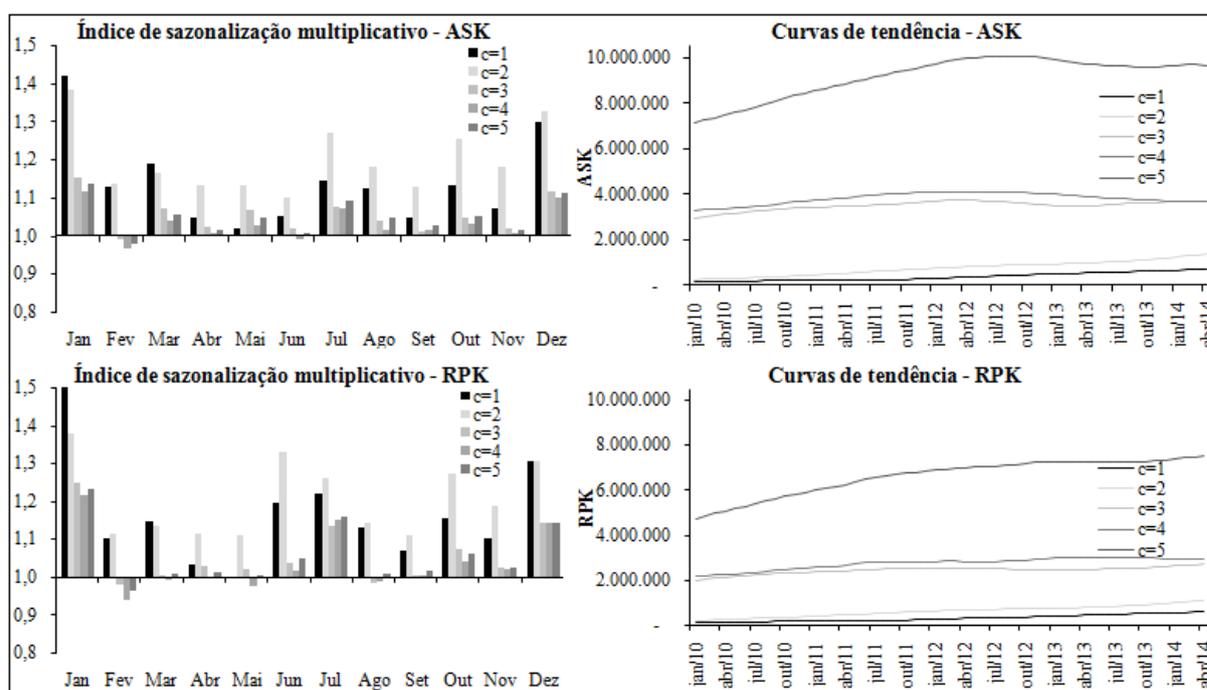


Figura 2 - Índices de Sazonalização e Tendência da série de dados real.

Nas curvas de tendência foi possível observar ao decorrer do tempo uma maior possibilidade de convergência entre os valores de ASK e RPK, a fim de otimizar a ocupação dos voos, fato que justifica em partes a tendência de leve redução ou de estabilidade dos valores do ASK encontrados, em complemento ao crescimento do RPK em todas as situações. Em todos os casos foi utilizada por base as equações de terceiro grau representativas do comportamento dos valores reais encontrados em cada uma das situações elencadas, de modo que todos os coeficientes R-quadrado (Ry_e^2) das curvas se encontram ajustados de maneira satisfatória, pois o menor índice encontrado é representativo a $e = 4$, com $R1_4^2 = 0,904$, e

ainda sim se encontra aproximadamente equivalente ao ideal $Ry_e^2 = 1$, em consonância as definições apresentadas por Hair Júnior et al. (2009).

Tal fato pode ser melhor evidenciado por meio da verificação do comportamento dos resultados relativos ao percentual de ocupação das aeronaves por assentos disponíveis pelas companhias aéreas onde, segundo dados da ANAC (2014a), entre Abril de 2013 e 2014 houve um aumento da eficiência na indústria equivalente a 9,72 %.

3.3. Seleção das técnicas de previsão

Com base nas dez técnicas de previsão predispostas ocorreu a submissão da amostragem para o cálculo da aferição do mês de Maio de 2014, a fim de verificar qual daqueles possui uma melhor precisão em relação ao indicador de erro Dy_c .

Dessa forma, tem-se a situação mostrada nas Tabelas 3 e 4, para coeficientes de amortização de primeiro (α) e segundo (β) graus equivalentes a $\alpha = 0,70$ e $\beta = 0,70$, estabelecidos a partir da busca pela otimização da função Dy_c , a fim de obter um menor erro absoluto total projeções a curto prazo (Maio de 2014) do ASK e RPK, bem como das previsões obtidas nestas técnicas, em conjunto com os seus limites máximos e mínimos de predição, em comparação com os valores reais de Maio de 2013 e Abril de 2014, para fins de verificação do comportamento dos dados.

Tabela 3 - Resultado ótimo para a escolha dos modelos - ASK.

ASK ($y = 1$)	Técnica	Erro ($D1_{ec}$)	Maio-14			Maio-13 ($A1_{ec89}$)	Abril-14 ($A1_{ec100}$)
			Previsão ($P1_{ec101}$)	Limite mínimo ($P'1_{ec101} + S_e$)	Limite máximo ($P'1_{ec101} - S_e$)		
Empresa "A" ($e = 1$)	AESTa ($c = 4$)	5,35%	661.714	617.926	705.501	621.513	700.418
Empresa "B" ($e = 2$)	MBa ($c = 5$)	2,63%	1.511.503	1.407.272	1.615.735	1.179.062	1.507.060
Empresa "C" ($e = 3$)	MHa ($c = 6$)	2,11%	3.285.754	3.176.700	3.394.807	3.697.199	3.446.445
Empresa "D" ($e = 4$)	AESTa ($c = 4$)	1,93%	3.467.216	3.362.209	3.572.224	3.547.197	3.493.952
Indústria ($e = 5$)	AESa ($c = 3$)	1,95%	9.538.133	9.172.879	9.903.388	9.500.127	9.234.028

Para o ASK, o cálculo da previsão da oferta manteve, de maneira geral, um comportamento constante. Em relação a Maio de 2013, em três situações ("A", "B" e Indústria) houve um incremento médio do índice, sendo que a maior dispersão está estabelecida em para "B", 28,20%. Em contraposto, a maior discrepância negativa foi observada em "C", 11,12%, representando uma tendência de redução do total de assentos disponibilizados pela companhia, visto o objetivo de se otimizar os recursos alocados para a operacionalização da aviação no Brasil. Em comparação a Abril de 2014, em duas situações, "B" e Indústria, houve um breve crescimento de 0,2% e 3,3%, respectivamente. Nas demais, seguiu-se o comportamento de redução dos números de assentos.

Quanto as técnicas selecionadas, o AESTa se notorizou em dois momentos ($e = 1$ e $e = 4$), em conjunto as singularidades em $e = 2$ (MBa), $e = 3$ (MHa) e $e = 5$ (AESa), de modo que a melhor minimização da função do erro foi de 1,93% para "D", considerad de boa qualidade em relação a série histórica de dados utilizada.

Tabela 4 - Resultado ótimo para a escolha dos modelos - RPK.

RPK ($y = 2$)	Técnica	Erro ($D2_{ec}$)	Maio-14			Maio-13 ($A2_{ec89}$)	Abril-14 ($A2_{ec100}$)
			Previsão ($P2_{ec101}$)	Limite mínimo ($P'2_{ec101} + S_e$)	Limite máximo ($P'2_{ec101} - S_e$)		
Empresa "A" ($e = 1$)	MBa ($c = 5$)	5,36%	586.762	549.100	624.424	502.113	575.552
Empresa "B" ($e = 2$)	MBa ($c = 5$)	2,91%	1.224.700	1.140.930	1.308.470	1.328.670	1.232.637
Empresa "C" ($e = 3$)	MBa ($c = 5$)	3,68%	2.676.977	2.581.527	2.772.428	2.486.116	2.648.203
Empresa "D" ($e = 4$)	MBa ($c = 5$)	3,88%	2.845.465	2.742.601	2.948.330	2.781.604	2.819.683
Indústria ($e = 5$)	MBa ($c = 5$)	2,91%	7.402.938	7.072.960	7.732.916	7.033.166	7.334.391

Em todos os casos no RPK constatou-se a predominância do MBa em relação aos dados reais anteriores ao período de predição. Para quatro das cinco situações aferiu-se um breve crescimento médio da demanda ($e = 1$, $e = 3$, $e = 4$ e $e = 5$) em comparação com o mês de Abril de 2014, sem levar em consideração os seus limites superiores. Ainda, foi possível encontrar a mesma situação em comparação ao mês de Maio de 2013, onde o aumento médio da demanda observado para a indústria, por exemplo, foi de 5,25%.

Apenas para a "B" constatou-se uma breve redução na demanda (-8,48%) se comparado a Abril de 2014, que pode ser absorvido caso for considerada a projeção do limite máximo $P'2_{25101} - S_2 = 1.308.470$, 6,15% maior que $A2_{ec100} = 1.232.637$, mas ainda sim inferior a doze meses atrás ($A2_{2589} = 1.328.670$), de modo a se tornar um ponto de atenção da gestão organizacional.

Houve uma ampla predominância pelas técnicas que utilizam os dados reais oriundos dos períodos anteriores ao caracterizado como para projeção de curto prazo, pois acredita-se que os mesmos tem a capacidade de retratar de maneira mais fidedigna o comportamento recente da série histórica em comparação aos demais, o que torna as torna, ao longo do tempo, mais estáveis para a realização das estimativas.

Em todas as verificações da minimização do erro foi constatado que os valores para o RPK são maiores que no ASK, fato que pode ser explicado devido ao menor grau de previsibilidade dos dados oriundos daquele, pois são constituídos necessariamente da demanda dos passageiros por transporte em um determinado período, variável esta que é complexa de ser mensurada ou até mesmo remer, com maior grau de precisão, a sua tendência de comportamento pelas companhias aéreas.

Tanto no ASK como no RPK, há uma tendência de haver um menor módulo do erro para os casos onde os dados reais se encontram em grandezas numéricas proporcionalmente mais elevadas, como acontece para as empresas "C" e "D" em comparação a "A" e "B".

Um dos pontos mais importantes de serem observados é o percentual de ocupação das aeronaves por quilômetro percorrido, calculado através da divisão entre os módulos do ASK e RPK, onde em todas as empresas houve um incremento da eficiência operacional. Tal fato refletiu diretamente nos números da indústria como um todo, através de um crescimento médio estimado em relação ao ano de 2013 de 2,04% e em relação a 2012 (6,40%).

4. Conclusão

Em relação ao objetivo supracitado, é possível afirmar que o presente artigo cumpriu com o estabelecido, onde os modelos de previsão escolhidos em cada segmento se ajustaram

de maneira fidedigna a realidade, o que possibilita no futuro a obtenção de projeções mais precisas a respeito do contexto de vendas para cada um dos casos.

Para as técnicas de verificação dos erros, tem-se que a mesma atendeu satisfatoriamente ao proposto, principalmente devido as medidas, período a período, estarem estabelecidas em números percentuais absolutos, o que tornou a visualização dos resultados mais dinâmica e intuitiva, pois não há o efeito de anulação dos possíveis valores negativos em relação aos positivos, fato este consumado por meio da mensuração de Dy_c . Em específico, notou-se que devido aos dados não possuírem um comportamento sazonal, não foi possível obter boas estimativas por meio da utilização do método de Holt, cujos pressupostos apontam para a utilização de constantes sensíveis a existência de tais situações.

Como expectativas futuras, se espera a aplicação dos modelos elencados para as próximas previsões do ASK e RPK, além da contínua busca por outras técnicas capazes de remeter uma melhor acurácia dos resultados. Quanto as limitações da pesquisa, cabe um destaque especial para os dados obtidos, onde, por limitações do banco de dados disponibilizado, não foi possível obter um horizonte temporal de valores maior, fato este relevante no sentido de tornar a avaliação mais aproximada do contexto abordado.

Referências

ABEYRATNE, R. The Beijing Convention of 2010 on the suppression of unlawful acts relating to International civil aviation-an interpretative study. *Journal of Transportation Security*, v. 4, n. 2, p. 131-143, 2011.

ABOULAFIA, R. Off course. (China's plan to develop civil aviation industry). *Aviation Week & Space Technology*, v. 175, n. 30, p. 12(1), 2013.

ALEXANDER, D. Volcanic ash in the atmosphere and risks for civil aviation: A study in European crisis management. *International Journal of Disaster Risk Science*, v. 4, n. 1, p. 9-19, 2013.

ANAC. Anuário do transporte aéreo. Dados Estatísticos e Econômicos de 2012. 2012. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/anuarios.asp>>. Acessado em: 01 jul. 2014.

ANAC. **Demanda e Oferta do Transporte Aéreo - Empresas Brasileiras/Abril de 2014**. 2014a. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/demandaeoferta/2014/abril.zip>>. Acessado em: 01 jul. 2014.

ANAC. **Demanda e Oferta do Transporte Aéreo**. 2014b. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/demandaeoferta/>>. Acessado em: 01 jul. 2014.

ANDERSON, D.R.; SWEENEY, D.J.; WILLIAMS, T.A.; CAMM, J.D. **Statistics for Business & Economics**. Independence: Cengage Learning, 2013.

ARNALDO VALDÉS, R.M.; GÓMEZ COMENDADOR, F. Learning from accidents: Updates of the European regulation on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation. *Transport Policy*, v. 18, n. 6, p.786-799, 2011.

BALLOU, R.H. **Business Logistics: Supply Chain Management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.

BARNETT, A.G.; DOBSON, A.J. **Analysing Seasonal Health Data**. New York: Springer, 2010.

- BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; COOPER, M.B. **Supply Chain Logistics Management**. New York: McGraw-Hill, 2012.
- CASTRO, M.; ARAUJO, L. Burnout syndrome and Brazilian civil aviation: a short essay on the focus on prevention. **Work: A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation**, v. 41, p. 2959-2962, 2012.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply chain management**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012.
- CROFT, J. ICAO confronts global NextGen. **Aviation Week & Space Technology**, v. 174, n. 43, p. 42(1), 2012.
- DOBSON, A. Civil aviation and European integration: Creating the seemingly impossible SEAM. **Journal of Common Market Studies**, v. 48, n. 4, p. 1127-1147, 2010.
- FAN, W.Y.; SUN, Y.F.; ZHU, T.L.; WEN, Y. Emissions of HC, CO, NO_x, CO₂, and SO₂ from civil aviation in China in 2010. **Atmospheric Environment**, v. 56, p. 52-57, 2012.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. Independence: Cengage Learning, 2005.
- GRABAR, V.A.; GITARSKII, M.L.; DMITRIEVA, T.M.; GLUKHOVSKAYA, E.P.; KHOR'KOVA, N.I.; KIRICHKOV, S.V. Assessment of greenhouse gases emission from civil aviation in Russia. **Russian Meteorology and Hydrology**, v. 36, n. 1, p. 18-24, 2011.
- GRANCAY, M. North atlantic civil aviation: liberalization vs. crisis - a regression analysis. **Ekonomiska Istrazivanja-Economic Research**, v. 26, n. 4, p. 101-112, 2013.
- HAIR JÚNIOR.; J.F., BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. **Multivariate Data Analysis**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009.
- ITANI, N.; O'CONNELL, J.F.; MASON, K. A macro-environment approach to civil aviation strategic planning. **Transport Policy**, v. 33, p. 125-135, 2014.
- JACOBS, F.R.; CHASE, R. **Operations and Supply Chain Management**. New York: McGraw-Hill, 2013.
- JAN, S.S.; KAO, Y.C. Radar Tracking with an interacting multiple model and probabilistic data association filter for civil aviation. **Applications Sensors**, v. 13, n. 5, p. 6636-6650, 2013.
- KNOCH, U. Using subject specialists to validate an ESP rating scale: The case of the International Civil Aviation Organization (ICAO) rating scale. **English for Specific Purposes**, v. 33, p. 77-86, 2014.
- KUANG-SHIH, Y. Taiwan's case for a voice in ICAO. **Aviation Week & Space Technology**, v. 175, n. 33, p. 66(1), 2013.
- LAUGENI, F.P.; MARTINS, P.G. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- LOFQUIST, E.A. The art of measuring nothing: The paradox of measuring safety in a changing civil aviation industry using traditional safety metrics. **Safety Science**, v. 48, n. 10, p. 1520-1529, 2010.
- MCCARTHY BYRNE, T.M.; MOON, M.A.; MENTZER, J.T. Motivating the industrial sales force in the sales forecasting process. **Industrial Marketing Management**, v. 40, n. 1, p.128-138, 2011.

- MCCLAVE, J.T.; BENSON, P.G.; SINCICH, T. **Statistics for Business and Economics**. London: Pearson Education, 2010.
- MOSTARD, J.; TEUNTER, R.; DE KOSTER, R. Forecasting demand for single-period products: A case study in the apparel industry. **European Journal of Operational Research**, v. 211, n. 1, p. 139-147, 2011.
- NEUENFELDT JUNIOR, A.L.; SILUK, J.C.M.; SOLIMAN, M. Determinação das técnicas de previsão de demanda para a manufatura de ônibus do Brasil. **Dirección y Organización (online)**, v. 52, p. 38-45, 2014.
- OTT, J. People processing. (use of technology in airport security). **Aviation Week & Space Technology**, v. 173, n. 5, p. 43(2), 2011.
- OTTAVIANI, M.; SORENSEN, P. The Strategy of Professional Forecasting. **Journal of Financial Economics**, v. 81, n. 2, p. 441–466, 2006.
- PERRETT, B. Airport postponed (Beijing Capital International Airport). **Aviation Week & Space Technology**, v. 172, n. 28, p. 51(1), 2010.
- PERRETT, B. China pursues civil aviation reform. **Aviation Week and Space Technology**, v. 176, n. 26, 2012.
- PERRETT, B. Low-cost headway.(promoting low cost airlines in China). **Aviation Week & Space Technology**, v. 175, n. 45, p. 16(1), 2013.
- PORTER, M.E. **On Competition, Updated and Expanded Edition**. Watertown; Harvard Business Press, 2009.
- RAZSOLOV, N.A.; KRAPIVNITSKAYA, T.A.; RUDOVSKY, A.A.; KHASHBA, B.G. Individual psychological traits of pilots of civil aviation with cerebral atherosclerosis. **Human Physiology**, v. 37, n. 7, p. 909-912, 2011.
- RAZSOLOV, N.A.; KRAPIVNITSKAYA, T.A.; KHASHBA, B.G. Intelligence quotients of pilots in civil aviation with atherosclerotic changes in the brain vessels. **Human Physiology**, v. 38, n. 7, p. 751-752, 2012.
- SAMOHYL, R.W.; SOUZA, G.P.; MIRANDA, R.G. **Métodos simplificados de previsão empresarial**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- SCHÓBER, T.; KOBLEN, I.; SZABO, S. Present and potential security threats posed to civil aviation. **INCAS Bulletin**, v. 4, n. 2, p. 169, 2012.
- SCHOFIELD, A. Slow progress (satellite based approaches using in airlines). **Aviation Week & Space Technology**, v. 173, n. 37, p. 45(2), 2011.
- SILVEIRA, J.A.; MATERA, R.; NICOLATO, D.; BRETTAS, L.; MAGALHÃES, F. Climate change and civil aviation in Brazil. **Journal of Transport Literature**, v. 5, n. 3, p. 241, 2011.
- SIMONE, N.W.; STETTLER, M.E.J.; BARRETT, S.R.H. Rapid estimation of global civil aviation emissions with uncertainty quantification. **Transportation Research Part D - Transport and Environment**, v. 25, p. 33-41, 2013.
- SLACK, N.; CHAMBERS, R.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Operation and process management: principles and practice for strategic impact**. Lebanon: Prentice Hall, 2008.
- SPARACO, P. Crystal balls (International Civil Aviation Organization)(forecast of a air traffic control). **Aviation Week & Space Technology**, v. 174, n. 22, p. 16(1), 2012.

STETTLER, M.E.J.; BOIES, A.M.; PETZOLD, A.; BARRETT, S.R.H. Global civil aviation black carbon emissions. **Environmental Science & Technology**, v.47, n. 18, p. 10397-10404, 2013.

TAMASI, G.; DEMICHELA, M. Risk assessment techniques for civil aviation security. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 96, n. 8, p. 892-899, 2011.

WANG, S.; SUI, D.; HU, B. Forecasting technology of national-wide civil aviation traffic. Journal of Transportation Systems. **Engineering and Information Technology**, v. 10, n. 6, p. 95-102, 2010.

WANG, H.W.; GAO, J. Bayesian network assessment method for civil aviation safety based on flight delays. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, p. 1, 2013.

WARWICK, G. Commercial technologies to watch. **Aviation Week & Space Technology**, v. 175, n. 45, p. 122(3), 2013.

ZHANG, X.; LUAN, W.; ZHAO, B. Competition between Wuhan-Guangzhou high-speed railway and civil aviation based on disaggregate model. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, v. 12, n. 6, p. 17-21, 2012.