Determinação das Técnicas de Previsão de Demanda para a Manufatura de Ônibus do Brasil

Determination of Demand Forecasting Techniques for the Buses Manufacture in Brazil

Alvaro L. Neuenfeldt-Júnior, Julio C. Mairesse-Siluk y Marlon Soliman

Núcleo de Inovação e Competitividade. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Roraima, 1000, prédio 7, sala 300A. 97105440 Santa Maria. Brasil.
alvjr2002@hotmail.com, jsiluk@ufsm.br, marlonsoliman@gmail.com

Fecha de recepción: 6-9-2013

Fecha de aceptación: 10-3-2014

Resumo: O presente artigo objetiva determinar os modelos de previsão de demanda que se adequam com maior precisão a manufatura de ônibus do Brasil. A fim de facilitar a visualização, separou-se o conjunto conforme os quatro principais tipos de carrocerias produzidas nacionalmente, dos quais foram submetidos a cada uma das sete técnicas de previsão, sendo escolhidos, segundo as menores estimativas de erro, o Amortecimento Exponencial Simples (Urbano), o Amortecimento Exponencial Simples com Taxa de Resposta Adaptativa (Rodoviário e Intermunicipal) e a Média Móvel (Micro-Ônibus), que permeia os períodos compreendidos entre Janeiro de 2010 a Março de 2013.

Palavras-Chaves: Previsão de demanda, Manufatura de ônibus, Competitividade, Gestão estratégica.

Abstract: Faced with a scenario where the current global strategic management has a crucial role in the conduct of organizations, the demand for forecasting-related techniques are essential to check at the moment the manner in which the company will behave in the future. To this, this article aims to determine the demand forecasting models that adjusts with better precision for the buses manufacture in Brazil.

The justificative of this approach is related to the necessity of applications that aid in the establishment of goals and prognostics more consistent to the reality if compared to the traditional methods of verification, seen its intrinsic complexity, considered highly customized, beyond helping in the moment of formation the inventory of feedstock and inputs to the future periods. Therefore, it can be affirmed that the arrangement of the subjects proposed in this research regarding the thematic can be treated as an inedit issue in analogy to the conjuncture addressed.

In order to facilitate the visualization of market behavior, the data was splitted in a set of four main types of national products manufactured (Urban, Road, Intermunicipal and Micro buses). These were submitted to the seven forecasting techniques approached in this study, Simple Moving Average, Double Moving Average, Weighted Moving Average, Simple Exponential Smoothing, Adaptive Response Rate Simple Exponential Smoothing, Brown's Double Exponential Smoothing Method, and the Holt's Method, chosen according their ability of modeling the historical series.

The selection of the one that better adjusts the reality found was conceived in accordance with the lowest estimative of error found for each measures proposed. By consequence, the Simple Exponenteial Smoothing (Urban), Adaptive Response Rate Simple Exponential Smoothing (Road and Intermunicipal) and the Moving Average (Micro-bus), submitted to a database that permeates the months comprised between January 2010 and March 2013, were indicated as the most propense to generate better estimatives to the context approached.

In relation to the objective, it is possible to affirm that the present article has accomplished the proposed, where the models of demand forecast chosen in each segment have adjusted in a reliable way to the reality, what turns possible in the future the achievement of a more accurate projections regarding to the context of sales in each one of the cases. As future expectations, it is waited the application of the models selected in the next demand forecastings for the national bus productions, in order to detail the presented research to each one of the companies addressed, beyond the continuous seek por other techniques able to deliver a better accuracy in the results.

Keywords: Forecasting, Bus manufacturing, Competitiveness, Strategic management.

I. 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 e Meindl, 2012; Arroyo-Gutiérrez e Jiménez-Partearroyo, 2013; Jacobs e Chase, 2013).

Nesse complexo contexto, as montadoras de ônibus localizadas no Brasil estão contidas em um mercado onde a venda dos produtos pode ser definida como relativamente variável, de modo que as organizações envolvidas possuem um alto nível de tradição no setor, fato constatado na baixa relação entre o fluxo de abertura e fechamento destas, o que torna a tarefa de estimar as futuras projeções algo capaz de ser realizado mais eficazmente, desde que adotadas técnicas apropriadas a temática (Aparicio-Ruiz et al., 2012; FABUS, 2013).

Diante desse cenário, o presente artigo tem por objetivo determinar os modelos de previsão de demanda que se adequam com maior precisão a manufatura de ônibus do Brasil. 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.

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 de encarroçadoras de ônibus, e o segundo relativo a pesquisadores que estão inseridos no meio científico, principalmente aos envolvidos com as áreas de Engenharia de Produção e Transportes Públicos.

2. Materiais e métodos

A fim de suprir as condições do estudo, é possível afirmar que a pesquisa foi concebida através do cumprimento de dez etapas, conforme a sequência mos-

trada na Figura 1, onde primeiramente elencou-se por objeto de condução da avaliação das diretrizes supracitadas na seção introdutória.

Em um segundo momento está proposta a definição do contexto inserido, de maneira a delimitar as expectativas a cerca dos resultados da modelagem. Para a FABUS (2013), o Brasil pode ser considerado atualmente como um dos maiores produtores de ônibus do Mundo, com uma produção mensal média fabril superior a 2.500 veículos que, ao total, geram mais de 27.000 empregos diretos e um faturamento bruto superior a 250 milhões de dólares/ano.

Assim, determinou-se como foco o mercado da manufatura de quatro tipos de carrocerias, identificadas no estudo pela variável c e denominadas por Rodoviário ($c = 1$), Urbano ($c = 2$), Intermunicipal ($c = 3$) e Micro-ônibus ($c = 4$), relacionados a sete indústrias (e) localizadas no Brasil, ligadas diretamente a Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus (FABUS), sendo a coleta referente ao período compreendido entre Janeiro de 2010 e Março de 2013, 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 quanto a gestão estratégica de uma organização. Logo, foram utilizados sete modelos referenciados pela variável y e designados por: Média Móvel Simples ($y = 1$), Média Móvel Dupla ($y = 2$), Média Móvel Ponderada ($y = 3$), Amortecimento Exponencial Simples ($y = 4$), Amortecimento Exponencial Simples com Taxa de Resposta Adaptativa ($y = 5$), Método de Brown com Dupla Suavização ($y = 6$) e o Método de Holt ($y = 7$), escolhidos conforme a sua capacidade de se relacionar com a série histórica, segundo os pressupostos de Ballou (2003), Gaither e Frazier (2005), Laugeni e Martins (2006), Slack et al. (2008), Bowersox et al. (2012) e Chopra e Meindl (2012), de modo a

Figura 1
Estrutura metodológica da pesquisa.

possibilitar a aferição da demanda $Py_{ec_{t+1}}$ de produção dos t momentos estipulados.

Em razão da pesquisa objetivar a estimativa da demanda futura para o contexto geral dos tipos de carroceria, em detrimento a abordagem específica de cada empresa, tem-se que os resultados encontrados devem estar predispostos a partir do total encontrado para as categorias ($Py_{ec_{t+1}}$), consoante aos pressupostos descritos pela Equação [1],

$$Py_{c_{t+1}} = \sum_{e=1}^7 Py_{ec_{t+1}} \rightarrow Py_{c_{t+1}} \mp S_c \quad [1]$$

$$S_c = \sum_{e=1}^7 S_{ec} \rightarrow S_{ec} = \frac{2,5 * \sigma_{ec}}{\sqrt{n}}, \forall n \in t = \{1, 2, \dots, n\} \quad [2]$$

igualmente ao que ocorre na dinâmica de estimação dos erros superior e inferior S_{ec} , mostrados na Equação [2], a partir dos pressupostos descritos por Hair Jr. et al. (2009), diretamente proporcional ao desvio-padrão e a raiz quadrada das n amostras.

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 de três conceitos, o *Mean Absolute Deviation Percent* ($MADy_c$), o *Erro Absoluto Simples* ($EASy_c$) e o *Mean Squared Error* ($MSEy_c$), habilitados a de-

limitar o nível em que se encontra a imprecisão das aferições em comparação com os valores disponibilizados, conforme as definições mostradas no Quadro 1 a partir dos pressupostos de Ottaviani e Sorensen (2006), Barnett et al. (2010) e Chopra e Meindl (2012).

A escolha do mais ajustado é concretizada por meio da constatação de qual é capaz de, somados os t períodos predispostos, expressar o menor desvio existente. A fim de auxiliar nesse processo de visualização, é proposta a mensuração do grau de precisão dos y modelos adotados através de Dy_c , calculado em relação aos dados reais (Rc_t) conforme mostra a Equação [3]:

$$Dy_c = \frac{\sum_{t=0}^n |Rc_t - Py_{c_t}|}{\sum_{t=0}^n Rc_t} * 100 \quad [3]$$

Por se tratar de um estudo que contempla a utilização de três configurações distintas de seleção, existe a possibilidade dos resultados estarem dissonantes. Logo, a determinação do método foi realizada *respeitando, majoritariamente, os valores de EAS_c* em detrimento aos demais, pois tal técnica está mais adequada a remeter as características das estimativas no tempo para o contexto abordado.

A próxima etapa compreende a verificação do nível de ingenuidade dos modelos escolhidos, de forma a obter a medida da sua dissonância em analogia a série histórica. Assim, optou-se pelo cálculo do indicador denominado por U de Theil (U_c), segundo as proposições de Samohyl et al. (2008), onde uma oscilação contida na faixa entre zero e um indica a sua adequação a este perfil.

Para a avaliação dos possíveis *outliers* dos dados disponibilizados, conforme Hair Jr. et al. (2009) e McCla-

Quadro 1
Métricas para a medida dos erros selecionados.

Mean Absolute Deviation Percent ($MADy_c$)	$MADy_c = \sum_{t=0}^n \frac{\sum_{t=0}^n Rc_t - Py_{c_t} }{n}$
Erro Absoluto Simples ($EASy_c$)	$EASy_c = \sum_{t=0}^n Rc_t - Py_{c_t} $
Mean Squared Error ($MSEy_c$)	$MSEy_c = \left(\frac{\sum_{t=0}^n Rc_t - Py_{c_t} }{n} \right) * 100$

ve et al. (2010), foram considerados como contidos nesse perfil os parâmetros reais relativos a cada empresa (R_{ec_t}) que estão acima ou abaixo da faixa localizada pela Equação [4],

$$R_{ec_t} = \begin{cases} R_{ec_t} \rightarrow \forall R_{ec_t} \subset 2,5 * \sigma_{ec} \\ \frac{R_{ec_{t-1}} + R_{ec_{t+1}}}{2} \rightarrow \forall R_{ec_t} \neq 2,5 * \sigma_{ec} \end{cases} \quad [4]$$

onde os dados considerados como *outliers* foram recalculados pelas médias aritméticas anterior ($R_{ec_{t-1}}$) e posterior ($R_{ec_{t+1}}$), ao desvio-padrão σ_{ec} estabelecido por meio do histórico adotado. Quanto a determinação do intervalo de confiança dos elementos, tem-se que a relação pode ser definida de acordo com a relação entre as suas previsões R_{ec_t} e as medidas dos erros superior e inferior S_{ec} ($P_{ec_t} \mp S_{ec}$) calculadas anteriormente pela Equação [2].

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 da técnica de previsão que atende com maior acurácia ao predisposto para a pesquisa.

3. Resultados e Discussões

3.1. Coleta dos dados, 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 FABUS (2013), para o período compreendido entre Janeiro de 2010 e Março de 2013, 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 uma das quatro categorias de produtos estudadas, $\forall R_{ec_t} \neq 2,5 * \sigma_{ec_t}$,

onde foram encontrados ao total três distorções para o Urbano e Rodoviário, duas para o Intermunicipal e seis aos Micro-Ônibus, proporcional a apenas 1,25% de toda a amostragem utilizada.

Com tais ajustes conseguidos, houve a concepção do cálculo relativo a imprecisão das estimativas, a partir dos seguintes resultados: $S_1 = \mp 97$, $S_2 = \mp 37$, $S_3 = \mp 32$ e $S_4 = \mp 58$, 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

Por meio da avaliação do coeficiente R_c^2 das equações de tendência que melhor se ajustam aos dados disponibilizados para as quatro categorias em questão, foi possível visualizar a baixa tendência da perpetuação ser constante, seja de forma crescente ou decrescente, em sua distribuição, pois $R_1^2 = 0,53$, $R_2^2 = 0,25$, $R_3^2 = 0,48$ e $R_4^2 = 0,10$ se encontram distantes do ideal $R_c^2 = 1$, consoante as definições apresentadas por Hair Jr. et al. (2009). A seguir, houve a determinação dos índices de tendência dos valores reais, seguindo os pressupostos de Samohyl et al. (2008), expostos pela Figura 2, onde foi possível constatar que não houve qualquer possibilidade de verificar alguma distribuição cuja conduta seguisse um padrão sazonal, visto a localização aleatória dos pontos de pico máximo e mínimo para as quatro situações. Assim, os modelos que possuem um arranjo mais elaborado em suas definições não foram capazes de fornecer resultados que remetam a uma menor estimativa das medidas de erro propostas, verificado a partir da curva de tendência que, apenas em momentos pontuais, apresentam tal característica na sua concepção.

Portanto, nenhuma das séries estudadas possui comportamento sazonal ou de tendência, fatores estes que, por consequência, possuem um baixo nível de interferência para as previsões.

3.3. Seleção das técnicas de previsão

Com base nos sete modelos de previsão predispostos anteriormente, ocorreu a submissão da amostragem para o cálculo de vinte e sete aferições mensais, relativas aos períodos compreendidos entre Janeiro de 2011 e Março de 2013, a fim de verificar qual daqueles, em relação a cada uma das quatro tipos de produção dispostas, possui uma melhor precisão. Dessa forma, tem-se a situação mostrada conforme a Tabela 1, para coeficientes de amortização

Figura 2

Índices de Sazonalização e Tendência da série de dados real.

de primeiro (α_c) e segundo (β_c) graus equivalentes a: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0,79$ e $\alpha_4 = 60$ e β_c igual a $\beta_1 = 0,70$, $\beta_2 = 0,40$, $\beta_3 = 0,86$ e $\beta_4 = 0,6$, estabelecidos a partir da busca pela função que relaciona os parâmetros de forma a minimizar $EASy_c$ ao menor patamar possível, no caso de $y = \{4,5,67\}$, a fim de obter um menor erro absoluto total projeções.

Primeiramente, foi possível constatar que em todas as categorias houve uma convergência dos resultados aos modelos selecionados, independente da técnica de seleção, sendo possível afirmar que em duas, Rodoviário e Intermunicipal, o ponto ótimo está definido para o Amortecimento Exponencial Simples com Taxa de Resposta Adaptativa (ARRSES), com, respectivamente, 6,15% e 11,92% de imprecisão, enquanto o Urbano atingiu a sua plenitude no Amortecimento Exponencial Simples (AES), com 4,41% e, finalmente, o Micro-Ônibus atingiu 15,71% de imprecisão, derivado das projeções relativas a Média Móvel Simples (MMS).

Em específico, foi detectada para a categoria Urbano nos primeiros sete períodos uma forte tendência de $MADS_1$ e $MADS_2$ para um valor ótimo mais aproximado a ARRSES, porém, ao decorrer do tempo tal característica não se perpetuou, de forma que as vinte próximas estimativas se consolidaram a favor do AES, quantidade que contribuiu diretamente a esta possuir o menor desvio $D4_1$ quando submetido aos dados reais, em concordância ao mostrado na Figura 3.

Quanto ao Rodoviário, nos primeiros nove momentos houve uma predominância da acurácia estar otimizada em prol da Média Móvel Simples

($\overline{MADT}_2 = 24,65$ e $\overline{MES}_2 = 861,23$), conforme a Figura 3, com posterior inversão a partir da décima estimativa a favor da ARRSES. Tal procedimento se deve porque as previsões concebidas a Média Móvel Simples estão melhor ajustadas a curto prazo, onde a série histórica possui uma variação linear, o que privilegia técnicas estruturadas através de parâmetros baseados na média das aferições anteriormente mensuradas. Outro ponto de destaque é a forma como estão estipulados os resultados de $MSEy_2$ para o AES e ARRSES, sendo o primeiro caracterizado por um perfil semelhante ao segundo, o que, neste caso, justifica a utilização de uma técnica capaz de conceber mudanças periódicas no valor estipulado ao coeficiente α_c .

Em relação ao Micro-Ônibus e ao Intermunicipal, ambos possuem uma predominância das estimativas de erro 100% otimizadas em prol dos modelos adotados, no caso a MMS e o ARRESSES, respectivamente, não havendo assim quaisquer dúvidas a cerca da seleção estabelecida. Porém, para ambas foi possível observar que os dados reais não possuem um padrão de vendas considerado estável, por haver elevadas diferenças nos picos de demanda em analogia a série histórica, que variam, em média, 152% e 132%, respectivamente, para o Micro-Ônibus e o Intermunicipal, a fim de reduzir as chances de conseguir previsões dentro da faixa contida entre o limite inferior e superior de tolerância, ainda mais quando equiparados com o Urbano (46%) e Rodoviário (57%), além de gerarem um menor volume de produção mensal, o que pode tornar mais possível a ocorrência de previsões com maior expectativa de desvio em relação a realidade.

Tabela I
Resultado ótimo para a escolha dos modelos determinados.

Urbano (c = 1)	MAD _{y_c}		MSE _{y_c}		U _c 0,64
	Amortização Exponencial Simples (4)	1943	Amortização Exponencial Simples (4)	273280	
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	2227	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	322028	
	Média Móvel Simples (3)	3234	Média Móvel Simples (3)	499490	
	EAS _{y_c}		D _{y_c}		
	Amortização Exponencial Simples (4)	1907	Amortização Exponencial Simples (4)	4,41%	
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	2262	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	7,63%	
	Média Móvel Simples (3)	3320	Média Móvel Simples (3)	8,91%	
Rodoviário (c = 2)	MAD _{y_c}		MSE _{y_c}		U _c 0,99
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	1154	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	93957	
	Média Móvel Simples (1)	1155	Média Móvel Simples (1)	84321	
	Amortização Exponencial Simples (4)	1251	Média Móvel Ponderada (3)	94802	
	EAS _{y_c}		D _{y_c}		
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	964	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	6,15%	
	Amortização Exponencial Simples (4)	1196	Amortização Exponencial Simples (4)	7,63%	
	Média Móvel Simples (1)	1397	Média Móvel Simples (1)	8,91%	
Intermunicipal (c = 3)	MAD _{y_c}		D _{y_c}		U _c 0,75
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	747	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	33594	
	Média Móvel Ponderada (3)	1102	Amortização Exponencial Simples (4)	86285	
	Média Móvel Simples (1)	1106	Média Móvel Simples (1)	86772	
	EAS _{y_c}		D _{y_c}		
	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	789	Amort. Exp. Simples Taxa Resp. Adapt. (5)	11,92%	
	Amortização Exponencial Simples (4)	1219	Amortização Exponencial Simples (4)	18,41%	
	Média Móvel Simples (1)	1253	Média Móvel Simples (1)	18,91%	
Micro-Ônibus (c = 4)	MAD _{y_c}		MSE _{y_c}		U _c 0,69
	Média Móvel Simples (1)	1336	Média Móvel Simples (1)	104663	
	Média Móvel Ponderada (3)	1393	Média Móvel Ponderada (3)	108531	
	Média Móvel Dupla (2)	1778	Média Móvel Dupla (2)	176757	
	EAS _{y_c}		D _{y_c}		
	Média Móvel Simples (1)	1550	Média Móvel Simples (1)	15,71%	
	Média Móvel Ponderada (3)	1713	Média Móvel Ponderada (3)	17,37%	
	Média Móvel Dupla (2)	1820	Média Móvel Dupla (2)	18,45%	

Figura 3
Medidas dos erros para as categorias Urbano e Rodoviário.

4. Conclusões

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 os mesmos atenderam de maneira satisfatória ao proposto, principalmente devido as medidas, período a período, estarem estabelecidas em unidades absolutas, o que tornou a visualização dos resultados acumulados nas vinte e sete estimativas coerente a realidade do estudo, pois não há o efeito de anulação dos possíveis valores negativos em relação aos positivos, fato este consumado por meio da mensuração de Dy_{α} , habilitado a retornar o nível de variação em unidades percentuais. Em específico, notou-se que devido aos dados não possuírem um comportamento sazonal, não foi possível obter boas estimativas por meio da utilização dos métodos de Brown e Holt, cujos pressupostos apontam para a utilização de constates sensíveis a existência de tais situações.

Como expectativas futuras, se espera a aplicação dos modelos elencados para as próximas previsões de demanda da produção de ônibus nacional, a fim de detalhar a presente pesquisa para cada uma das empresas abordadas, 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 de tecnologia e disponibilidade, não foi possível obter um horizonte temporal de valores maior, fato este relevante no sentido de tornar a avaliação mais aproximada do contexto abordado.

5. Referências

- ANDERSON, D.R., SWEENEY, D.J., WILLIAMS, T.A., y CAMM, J.D. (2013). *Statistics for Business & Economics*, Independence: Cengage Learning.
- APARICIO-RUIZ, P., GUADIX-MARTÍN, J., ONIEVA-GIMÉNEZ, L., y RODRÍGUEZ-PALERO, M. (2012). Optimización de la demanda de calefacción y análisis del coste del ciclo de vida de los edificios, *Dirección y Organización*, 48, pp. 23-28.
- ARROYO-GUTIÉRREZ, L.M., y JIMÉNEZ-PARTEARROYO, M. (2013). «La personalización en masa en el marco de la estrategia competitiva de la empresa Mass customi-

- zation within the company's competitive framework», *Dirección y Organización*, 49, 44-53.
- BALLOU, R.H. (2003). *Business Logistics: Supply Chain Management*, Upper Saddle River: Prentice Hall.
- BARNETT, A.G., y DOBSON, A.J. (2010). *Analysing Seasonal Health Data*, New York: Springer.
- BOWERSOX, D., CLOSS, D., y COOPER, M.B. (2012). *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill.
- BYRNE, T.M.M., MOON, M.A., y MENTZER, J.T. (2011). «Motivating the industrial sales force in the sales forecasting process». *Industrial Marketing Management*, 40 (1), pp.128-138.
- CHOPRA, S., y MEINDL, P. (2012). *Supply chain management*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- FABUS. (2013). *Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus*. Disponível em: <<http://www.fabus.com.br/producao.htm>>. Acessado em: 01 maio 2013.
- GAITHER, N., y FRAZIER, G. (2005). *Administração da Produção e Operações*, Independence: Cengage Learning.
- HAIR JR., J.F., BLACK, W.C., BABIN, B.J., y ANDERSON, R.E. (2009). *Multivariate Data Analysis*, Upper Saddle River: Prentice Hall.
- JACOBS, F.R., y CHASE, R. (2013). *Operations and Supply Chain Management*. New York: McGraw-Hill.
- LAUGENI, F.P., y MARTINS, P.G. (2006). *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva.
- MCCARTHY BYRNE, T.M., MOON, M.A., y MENTZER, J.T. (2011). «Motivating the industrial sales force in the sales forecasting process». *Industrial Marketing Management*, 40 (1), pp.128-138.
- MCCLAVE, J.T., BENSON, P.G., y SINCICH, T. (2010). *Statistics for Business and Economics*. London: Pearson Education.
- MOSTARD, J., TEUNTER, R., y de KOSTER, R. (2011). Forecasting demand for single-period products: A case study in the apparel industry. *European Journal of Operational Research*, 211 (1), pp. 139-147.
- OTTAVIANI, M., y SORENSEN, P. (2006) The Strategy of Professional Forecasting. *Journal of Financial Economics*, 81 (2), pp. 441-466.
- PORTER, M.E. (2009). *On Competition, Updated and Expanded Edition*, Watertown; Harvard Business Press.
- SAMOHYL, R.W., SOUZA, G.P., y MIRANDA, R.G. (2008). *Métodos simplificados de previsão empresarial*, Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- SLACK, N., CHAMBERS, R., JOHNSTON, R., y BETTS, A. (2008). *Operation and process management: principles and practice for strategic impact*, Lebanon: Prentice Hall.