

APLICAÇÃO ECONÔMICA DE PREVISÕES NA OTIMIZAÇÃO DOS ESTOQUES EM UMA EMPRESA DO SETOR VAREJISTA

Felipe Eugenio Kich Gontijo (UDESC)

gontijo@udesc.br

Fernando Pozzobon (UDESC)

fernando.esag@gmail.com

Ramon Macalossi Zilli (UDESC)

ramonzilli@gmail.com



O presente artigo retrata o estudo de caso realizado em uma rede de varejo sul catarinense, tendo como objetivo principal construir um método de gestão de estoques que permita maximizar a competitividade e diminuir a subjetividade. Por meio dos modelos de ajustamento exponencial e Box-Jenkins SARIMA foram realizadas previsões sobre a demanda futura de produtos. Os modelos de estoque, reposição contínua e demanda sazonal com pedido único foram adaptados à realidade da empresa, possibilitando incorporar os dados da previsão em seus parâmetros. A combinação de previsões ativas sobre as demandas futuras com os modelos de gestão adaptados permitiu diminuir o estoque dos produtos analisados para aproximadamente 1/3 no mês junho de 2014. Finalmente, conclui-se que os resultados do trabalho alcançaram seus objetivos; fornecendo um método que diminui a subjetividade na gestão e possibilita economias de capital por meio da minimização no montante aplicado a estoques, mantendo os níveis de serviço equivalentes ou mais altos que antes.

Palavras-chave: Gestão de Estoques, Previsão de Demanda, Ajuste Exponencial, SARIMA.

1. Introdução

O cenário brasileiro sofreu diversas mudanças ao longo dos anos. Nas décadas de 80 e 90, a política presentes nas organizações era o de investimento em grandes estoques, pois a mercadoria era um ativo em constante e em alta valorização. A inflação era tão significativa que ultrapassava constantemente o rendimento de aplicações, logo os estoques se tornaram uma forma de investimento.

O governo brasileiro através de planos de estabilização atingiu uma queda constante na inflação tornando os preços estáveis e fazendo que a política de acumulo de estoque tornasse-se uma imobilização de capital sem valorização futura. Devido a isso a dotação da política de manter estoques altos tornou-se arriscado. Porém, a falta de produtos para o consumidor final, diminuindo, assim, vendas e confiança da organização.

Nos últimos anos, destacou-se uma expansão do crédito e conseqüentemente em um aumento significativo no endividamento das famílias brasileiras. Essas adaptaram sua forma de consumo ao novo cenário optando por parcelamentos alongados e maiores períodos de carência em suas compras. Em contrapartida, os prazos de pagamento do lojista com a indústria mantêm uma relação de pouca ou nenhuma carência. Isto é, os prazos não sofreram o mesmo crescimento que perante o consumidor final. A combinação de vendas a prazo ao consumidor com o pagamento de fornecedores praticamente à vista aumentou o capital de giro necessário aos negócios.

Tendo em vista as dificuldades apresentadas, este trabalho busca responder qual a melhor forma de minimizar os estoques, permitindo ao mesmo tempo uma diminuição no capital de giro e a segurança de prateleiras bem abastecidas. Para isso, realizou-se um estudo de caso em um varejista sul catarinense do setor de móveis e eletrodomésticos. Seus dados servirão como base para as análises e inferências deste trabalho.

2. Revisão Teórica

Segundo Ballou (2006) a previsão de demanda é vital para a empresa como um todo, uma vez

que proporciona a entrada para o planejamento e controle de todas as áreas funcionais.

Os modelos de previsão podem ser divididos entre quantitativos e qualitativos. Esse último é recomendado para situações no qual não possuem dados disponíveis ou adequados para a utilização de um modelo quantitativo.

Já o método quantitativo aborda as previsões de demanda realizadas através dos dados de séries históricas, objetivando identificar padrões que possam ser expandidos em projeções futuras.

De acordo com Simchi-Levi e Kaminsky (2003) é recomendada a agregação de diversos itens em categorias, a fim de melhorar a previsão e controle destes por reduzir o volume de dados.

Ballou (2006) apresenta três modelos de previsão de demanda: ponderação exponencial, decomposição clássica de séries de tempo e análise de regressão múltipla.

A ponderação exponencial é uma média móvel, no qual, as observações passadas recebem pesos decrescentes em comparação às observações presentes. A fórmula básica para este tipo de previsão apresenta-se a seguir:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t \quad (1)$$

Onde t é o período de tempo atual, α a constante de ponderação exponencial, A é a demanda no período e F a previsão.

Uma expansão ao modelo apresentado anteriormente foi aprofundada por Ballou (2006) insere o componente sazonal.

$$S_{t+1} = \alpha \left(\frac{A_t}{I_{t-1}} \right) + (1 - \alpha)(S_t + T_t) \quad (2)$$

$$T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta)T_t \quad (3)$$

$$I_t = \gamma \left(\frac{A_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)I_{t-1} \quad (4)$$

$$F_{t+1} = (S_{t+1} + T_{t+1})I_{t-1+1} \quad (5)$$

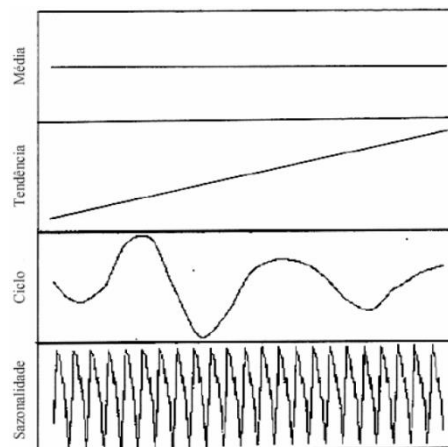
Os símbolos adicionais são: S a previsão inicial para o período, T é a tendência para o período e β é a constante de ponderação da tendência, γ constante de ponderação do índice sazonal, I

índice sazonal para o período e l o tempo de uma estação completa.

Outra possibilidade de previsão apresentada por Ballou (2006) é a decomposição clássica da série temporal, no qual, a demanda prevista combina elementos a seguir e conforme apresentado na figura 1.

- Média: quando os valores de uma série oscilam entre um valor médio constante.
- Tendência: quando a série possui uma tendência ascendente ou descendente em longos períodos de tempo.
- Ciclo: quando a série apresenta variações ascendentes e descendentes não regulares no tempo.
- Sazonalidade: quando da existência de ciclos de variação com intervalos constantes de tempo.

Figura 1 - Decomposição de séries temporais



Fonte: Adaptado de Makridakis et al., 1998

De acordo com Ballou (2006) a tendência pode então ser obtida por diversos métodos, sendo um dos mais tradicionais o MQO. A sazonalidade deriva da equação 6:

$$S_t = D_t / T_t \quad (6)$$

S é o índice sazonal, D a demanda real e T o valor da tendência. Sendo assim a previsão dar-se-ia pela equação 7, no qual, F é a previsão, T o nível de tendência, S o índice de

sazonalidade e C o índice de ciclo que normalmente é considerado igual a 1, segundo Ballou (2006).

$$F = T \times S \times C \quad (7)$$

Finalmente o terceiro modelo apresentado é o de regressão múltipla. Nos modelos anteriores a única variável considerada era o tempo, porém à medida que outros elementos em relação com a demanda, estas podem ser incluídas conforme a equação 8, no qual, F representa a previsão; $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ as constantes de ponderação e X_1, X_2 e X_3 as variáveis.

$$F = \alpha + \beta X_1 + \gamma X_2 + \delta X_3 \quad (8)$$

Outros autores também mostram formas de previsão, Gujarati (2006) é utilizado como base para os modelos Auto-Regressivos e de Defasagem Distribuída (ARDD). Os modelos auto-regressivos são caracterizados pela utilização da variável dependente defasada para explicar os valores da variável dependente no presente e futuro.

Os elementos de defasagem distribuída são caracterizados pela inserção dos valores defasados das variáveis explanatórias. Em termos gerais podem ser representados pela equação 9:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_k X_{t-k} + u_t \quad (9)$$

A estimação dos β ocorre através dos métodos *ad hoc* como a aplicação dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Tal processo sugere estimar diversas equações aumentando o período defasado até que os β comecem a apresentar sinal de insignificância e então definir a melhor regressão. Outra forma de estimação dos β é a abordagem de Koyck. O qual pressupõe que todos os valores de β possuem o mesmo sinal e que estes declinem geometricamente.

3. Metodologia

Utilizando como base as orientações de Gujarati (2006) e Bueno (2011) utilizou-se a metodologia Box-Jenkins, também denominada método ARIMA. Esse método analisa as variáveis endógenas do modelo.

Após o primeiro passo de identificação das variáveis, ocorre à estimação, no qual, engloba as estimativas dos parâmetros dos termos Auto Regressivo e de Médias Moveris. Normalmente estes parâmetros podem ser obtidos por meio da aplicação de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários), mas em algumas ocasiões será necessário recorrer a métodos de estimação não lineares.

Posteriormente, ocorre a verificação de diagnóstico, isto é, após escolhido o modelo deve-se verificar se o mesmo se ajusta bem aos dados, pois é possível que outros modelos o façam igualmente, ou melhor. Um teste simples para o modelo é verificar se os resíduos estimados do modelo são ruídos brancos, se forem pode-se aceitar inicialmente o modelo, caso contrário deve-se recommençar. Segundo Bueno (2011) uma série é um ruído branco se cada valor possuir média fixa, variância constante e não for correlacionada a qualquer realização da própria série.

Por fim, ocorre a Previsão que consiste em utilizar o modelo SARIMA para projetar valores futuros, o valor futuro previsto é utilizado para realimentar o modelo gerando um novo valor futuro. Porém a realização de uma previsão em cima de outra tende a aumentar a possibilidade de erro. Portanto quanto mais longe for o universo de previsão, maiores os intervalos de confiança ao longo dele.

4. Desenvolvimento

De acordo com Gonçalves (2007) é importante realizar o constante controle das previsões, a fim de estabelecer limites aceitáveis de erro para as mesmas. Caso os erros ultrapassem o limite consecutivamente, é interessante reavaliar o método de previsão para melhorar sua eficácia.

4.1 Ajuste Exponencial

Inicialmente foram estimados através do *software* estatístico WinRATS os modelos de ajuste exponencial. Os dados obtidos pelo programa geraram as informações necessárias para calcular as medidas de qualidade dos modelos, tais podem ser observadas no quadro 1:

Quadro 1 - Medidas de qualidade modelos de ajuste exponencial

Ajuste Exponencial	Roupeiro Casal	Colchão Mola	Lavadora Aut.	Refrigerador F.F.	Notebook	Celular Médio	TVs	Ar Cond.	Celular Alto
R ²	0,543	0,705	0,716	0,872	0,812	0,770	0,498	0,530	0,997
DP	36,443	26,525	38,770	8,584	14,666	25,283	78,139	133,49	2,221

Fonte: Produção do autor

Pode-se observar que o coeficiente de determinação (R²) apresentou valores acima de 0,8 para as séries de Refrigerador F.F., Notebook e Celular Alto. Considerando que o R² representa a porcentagem dos dados que podem ser explicados pelo modelo, devido a isso, os valores acima de 80% podem ser considerados altos. Outras três séries apresentaram valor de R² entre 0,7 e 0,8, demonstrando um bom nível de explicação do modelo. As séries Roupeiro Casal, Televisores e Ar Cond. apresentaram valores próximos a 0,5; um nível de explicação moderado.

O resultado dos testes realizados pelo programa para a especificação dos modelos se encontram sintetizados no quadro 2.

Quadro 2 - Resultados ajuste exponencial

Ajuste Exponencial	Roupeiro Casal	Colchão Mola	Lavadora Aut.	Refrigerador F.F.	Notebook	Celular Médio	TVs	Ar Cond.	Celular Alto
Tendência	Exponencial	Linear	Linear	Exponencial	Exponencial	Linear	Nulo	Linear	Linear
Sazonalidade	Aditiva	Multiplicativa	Multiplicativa	Multiplicativa	Multiplicativa	Aditiva	Aditiva	Aditiva	Aditiva
Ponderação Exponencial (α)	0,187	0,157	0,180	0,365	1,256	0,241	0,195	-0,022	-0,236
Tendência (β)	-0,037	-0,005	-0,015	-0,007	-0,001	-0,049		-0,021	-0,041
Sazonalidade (γ)	-0,167	-0,190	-0,123	-0,173	0,151	-0,186	-0,136	-0,123	-0,681

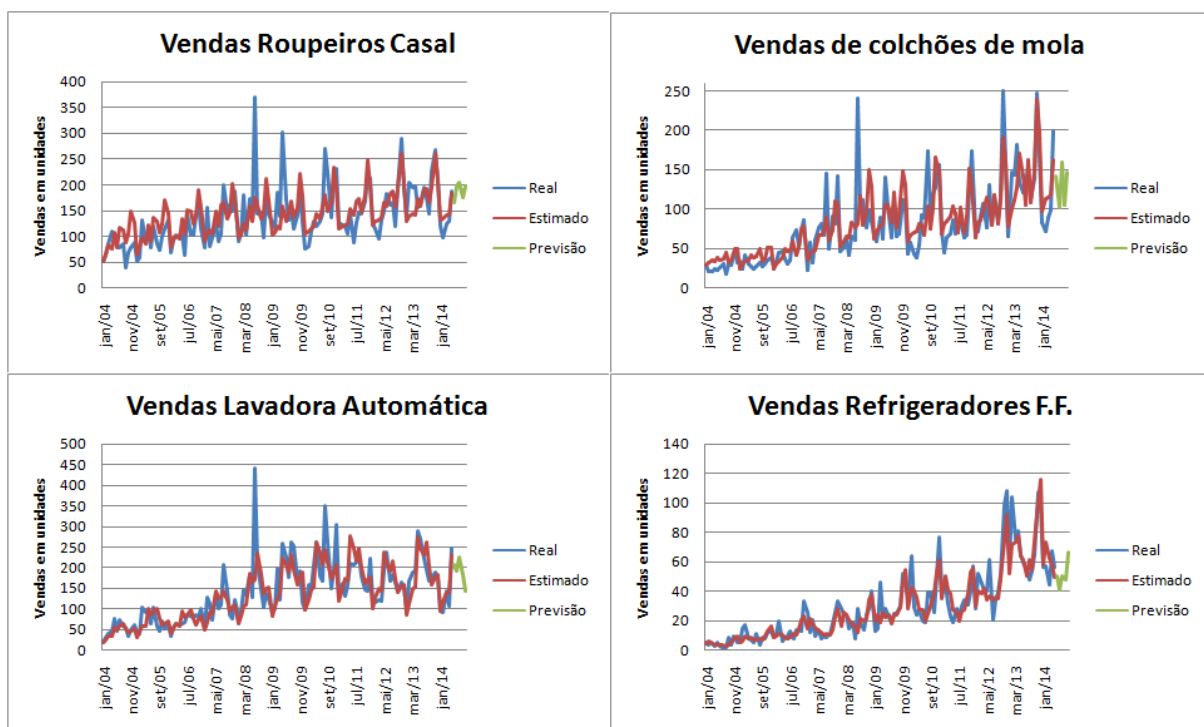
Fonte: Produção do autor

A estimação da tendência para as nove séries abrangeu todas as possibilidades, cinco das séries estimadas possuíram tendência linear, três apresentaram tendência exponencial e uma não teve componente de tendência. Com relação às possibilidades de sazonalidade foi constatado que todos os modelos possuem esta característica, sendo cinco aditivas e quatro multiplicativas. A especificação dos modelos quanto à tendência e sazonalidade é feita regredindo cada série contra todas as possibilidades e aplicando o teste SBC a estas, onde o modelo com o menor valor possui o melhor ajuste.

Com o modelo especificado as constantes de ponderação presentes na tabela como α, β e γ são utilizadas na elaboração de estimação e previsão.

Por meio da análise gráfica é possível observar os valores reais das séries em contraste com seus valores estimados e também suas previsões futuras. Conforme apresentado na figura 2.

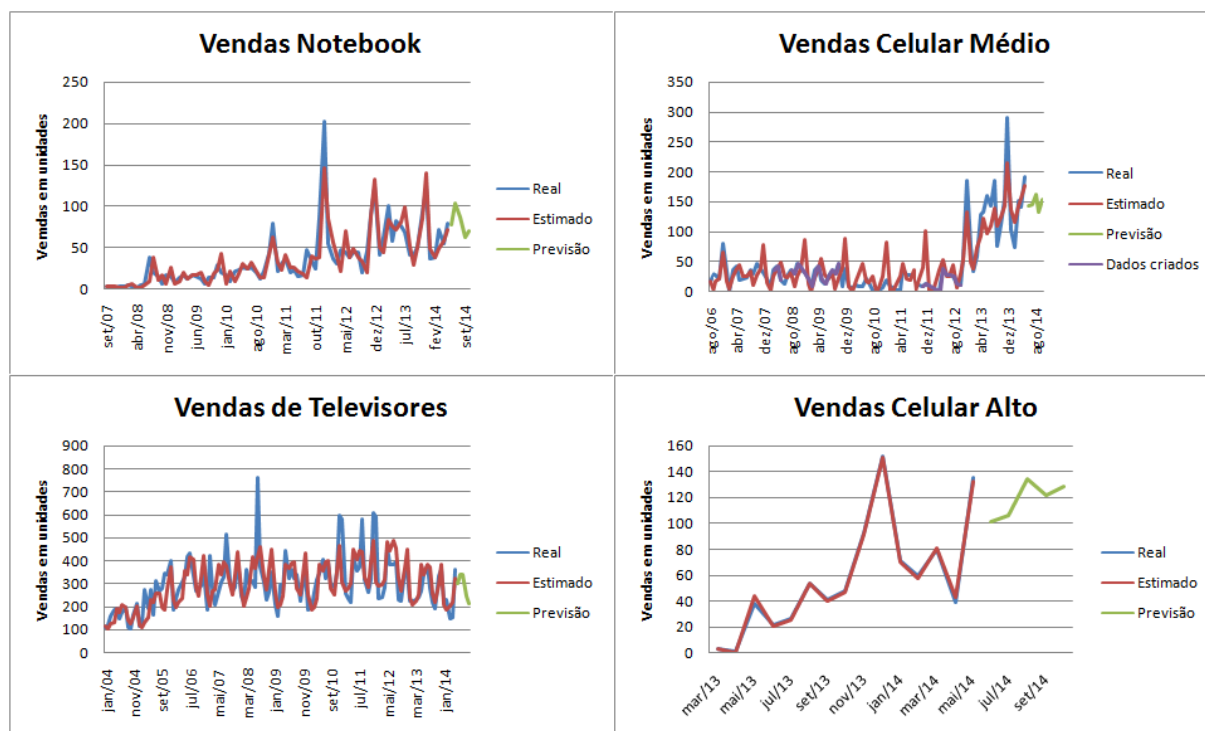
Figura 2 - Modelos de ajuste exponencial



Fonte: Produção do autor

Por meio delas é possível observar que os valores estimados se encontram próximos às séries reais, tal afirmação fica mais clara no gráfico de Refrigeradores F.F., que como visto anteriormente possui o maior R^2 , e segue ficando um pouco menos clara nas séries de Lavadoras, Colchões e Roupeiros, que possuem R^2 decrescente. Outra observação relevante é que os modelos não conseguem captar valores extremos, que por não apresentarem repetição, acabam não sendo previstos. A figura 3 contém os gráficos de outras quatro séries.

Figura 3 - Modelos de ajuste exponencial



Fonte: Produção do autor

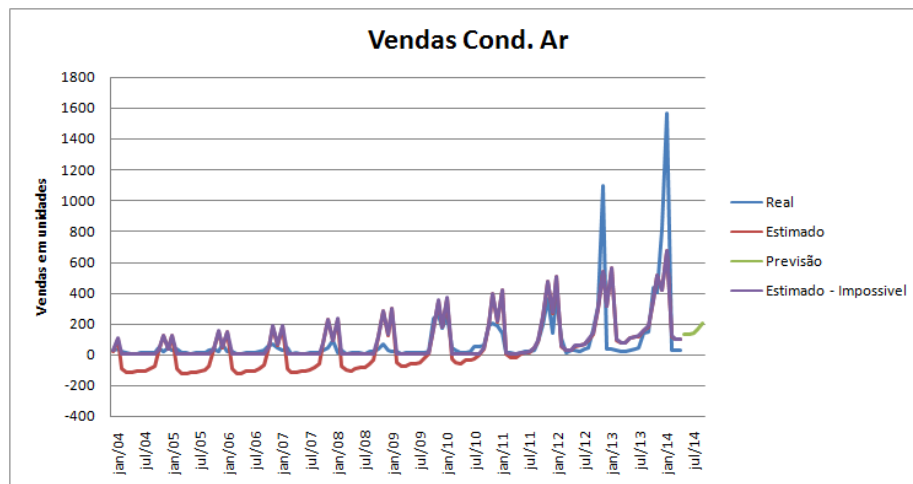
Referente ao gráfico de Celular Alto pode-se perceber um ajuste quase perfeito dos valores estimados com valores reais, porém o pequeno número de dados disponíveis para esta estimativa faz com que a previsão possua um alto grau de incerteza mesmo com o ótimo ajuste do modelo.

O gráfico de Televisores é visualmente o que possui menor ajuste do modelo aos dados, observa-se que em alguns momentos a série possui valores extremos que não se repetem no período seguinte e não são captados pelo modelo. Tal observação confirma a medida de R^2 deste modelo, que foi a menor entre todas as séries.

O modelo de estimativa para Condicionado Ar, apresentado na figura 4, não conseguiu se adaptar bem aos dados da série, por apresentar erro em grau elevado nos dois últimos momentos sazonais e estimativos de vendas negativas durante o inverno nos primeiros anos. Tendo em vista a impossibilidade de vendas negativas viu-se necessário criar um ajuste no modelo. O resultado desta ação forneceu os valores plotados em roxo pelo gráfico. O R^2 do

modelo filtradas as previsões impossíveis foi de 0,53, uma melhora de 0,1 se comparado ao modelo estimado original que obteve R^2 de 0,43.

Figura 4 - Modelo de ajuste exponencial para Cond. Ar



Fonte: Produção do autor

Embora a medida de qualidade do ajuste em torno de 0,5 seja considerada moderada, o modelo falhou na previsão do comportamento das séries durante as versões mais recentes, o período de maiores vendas e também incertezas. Sendo assim avalia-se que o modelo de ajuste exponencial para previsão de Cond. Ar teve o pior resultado dentre as nove séries estimadas.

4.2 Método Box-Jenkins (SARIMA)

O processo de estimação pelo método SARIMA inicia com a verificação e correção em caso de não estacionariedade das séries.

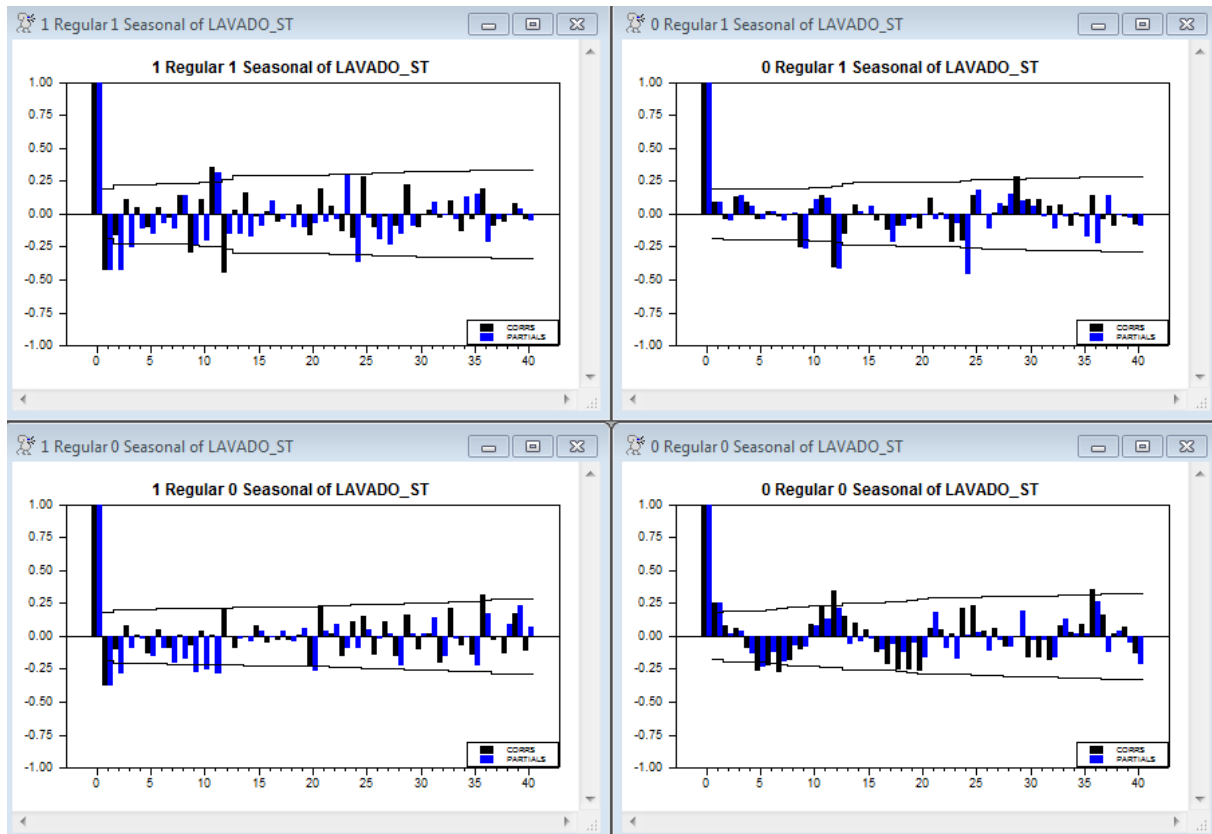
Todas as séries, com exceção de Ar Condicionado., passaram por uma regressão linear com parâmetros de constante e tempo, algumas séries apresentaram quebra estrutural, nessas foram adicionadas variáveis *dummy* de nível e inclinação. Estas foram: Celular Médio, Televisores e Lavadora Aut.

Os resíduos da regressão linear foram salvos e passaram a representar as séries livres de sua tendência. Seguidamente as séries sem tendência foram diferenciadas normalmente e sazonalmente até a ordem 1; foram então gerados os gráficos de FAC e FACP para as séries em quatro diferentes opções: sem nenhuma diferenciação, com diferenciação normal, com diferenciação sazonal e com diferenciação normal e sazonal.

A análise dos gráficos possibilitou encontrar a combinação de diferenças onde a FAC e FACP convergem para zero, uma característica a se buscar para uma boa estimação nos modelos SARIMA. Em casos onde a convergência se assemelhava muito entre mais de uma combinação de diferenças, as duas combinações foram testadas e ao final a que possui o melhor ajuste aos dados foi escolhida. Tal processo permitiu identificar a integração dos modelos pelos seus componentes d e D .

A figura 5 contem os quatro gráficos de FAC e FACP para a série de Lavadoras Aut.:

Figura 5 - Autocorrelação em combinações de diferenças



Fonte: Produção do autor

Percebe-se uma diferença sazonal apresenta a melhor convergência dos valores a 0 e por isso foi escolhido para dar prosseguimento a estimação.

Seguidamente os modelos foram testados em combinações de até 5 componentes AR e 5 componentes MA, com a expansão para 10 AR e 10 MA quando necessário. Os critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (SBC) foram calculados para cada modelo e escolhido o que minimiza estes critérios; em caso de divergência os dois modelos foram estimados e o que apresentou melhor ajuste aos dados foi escolhido.

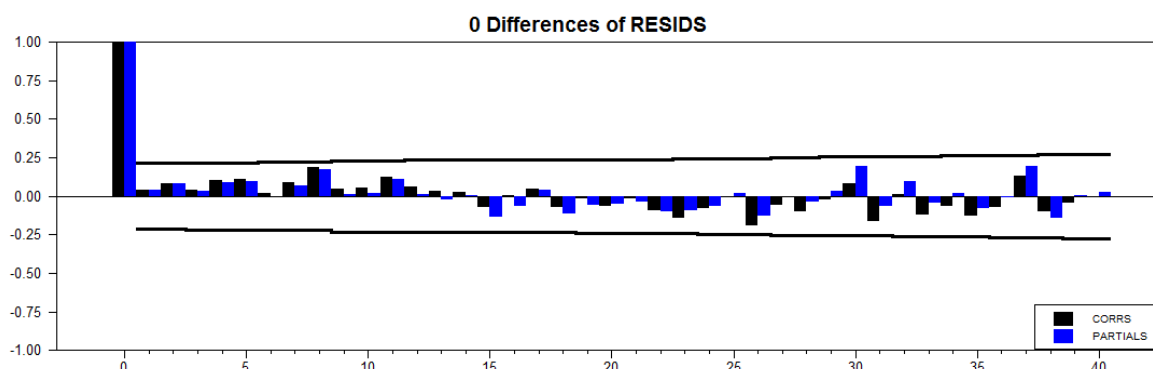
Como último passo na identificação, os parâmetros sazonais SAR e SMA foram identificados com base no gráfico de FAC e FACP.

O próximo passo no método Box-Jenkins refere-se à verificação dos resíduos, que devem ter características de ruído branco. Para tal foram elaborados gráficos de FAC e FACP que nesta etapa devem convergir obrigatoriamente para zero e situar-se dentro dos intervalos de

confiança. Como forma de reforço à análise visual foi aplicado o teste de Ljung-Box e Dickey-Fuller aumentado para raiz unitária.

Caso a evidência gráfica ou os testes formais rejeitem a hipótese de ruído branco, o modelo volta para a fase de identificação dos parâmetros, em caso de aceitação da hipótese prossegue para a fase de previsão. O gráfico 2 demonstra o comportamento ideal dos resíduos para a série de Televisores.

Gráfico 2 - Autocorrelação dos resíduos



Fonte: Produção do autor

Os dados obtidos na fase de previsão geraram as informações necessárias para calcular as medidas de qualidade dos modelos e podem ser observadas no quadro 3.

Quadro 3 - Qualidade do modelo SARIMA

SARIMA	Roupeiro Casal	Colchão Mola	Lavadora Aut.	Refrigerador F.F.	Notebook	Celular Médio	TVs	Ar Cond.	Celular Alto
R ²	0,154	0,537	0,681	0,829	0,609	0,866	0,527	0,867	0,774
DP	48,838	33,371	31,200	9,557	21,288	24,120	75,153	78,039	20,467

Fonte: Produção do autor

O coeficiente de determinação R² apresentou valor acima de 0,8 para os modelos: Refrigerador F.F, Celular Médio e Ar Cond.; valor próximo a 0,8 na série Celular Alto; tais modelos possuíram um bom ajuste e conseguiram explicar boa parte dos dados. Outros quatro modelos apresentaram R² entre 0,5 e 0,7, revelando uma qualidade moderada em seu ajuste, são eles: Colchão Mola, Lavadora Aut., Notebook e Televisores. Um modelo apresentou R² abaixo de 0,2, revelando um ajuste muito fraco do modelo aos dados, sendo ele: Roupeiro Casal.

Os parâmetros identificados para cada modelo SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) se encontram no quadro 3.

Quadro 3 - Parâmetros do modelo SARIMA

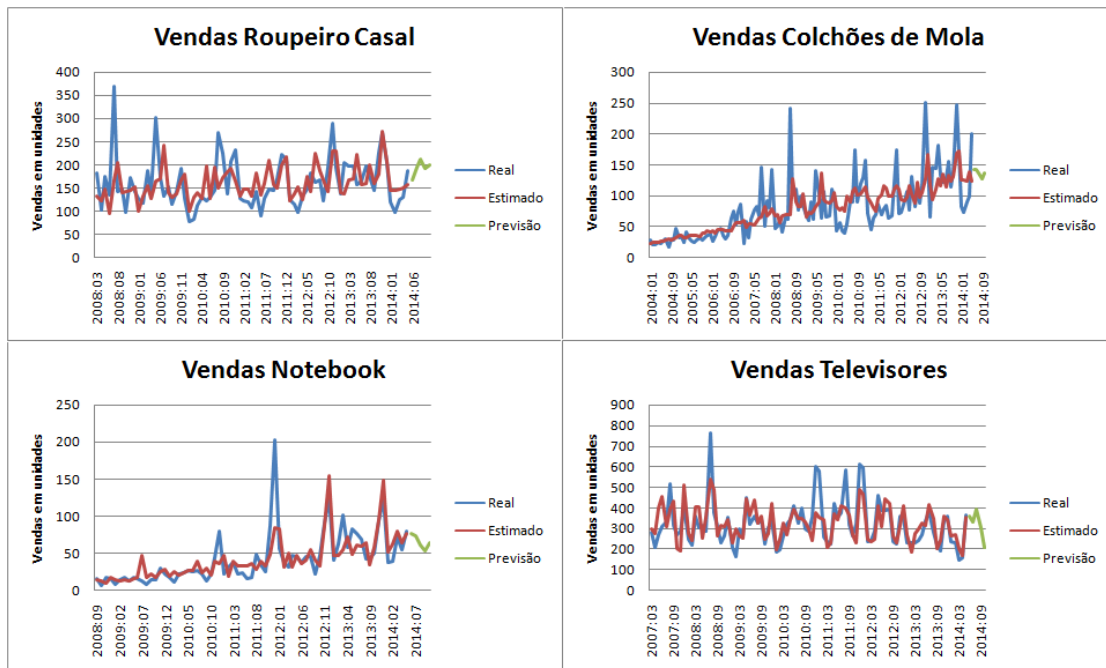
SARIMA	Roupeiro Casal	Colchão Mola	Lavadora Aut.	Refrigerador F.F.	Notebook	Celular Médio	TVs	Ar Cond.	Celular Alto
Diferenças normais (d)	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Diferenças sazonais (D)	1	0	1	0	1	1	1	0	0
Componente AR (p)	2	0	4	6	0	3	2	1	0
Componente MA (q)	2	2	2	7	1	5	4	0	2
Componente SAR (P)	2	0	4	3	0	2	2	2	0
Componente SMA (Q)	0	3	3	4	1	2	1	3	1

Fonte: Produção do autor

O quadro sintetiza as informações referentes à composição de cada modelo, os valores específicos de cada coeficiente podem ser encontrados nos Apêndices respectivos de cada série.

Por meio da análise gráfica é possível observar os valores reais das séries em contraste com seus valores estimados e também suas previsões futuras. A figura 6 contém a compilação dos gráficos para quatro das séries estimadas:

Figura 6 - Modelos SARIMA

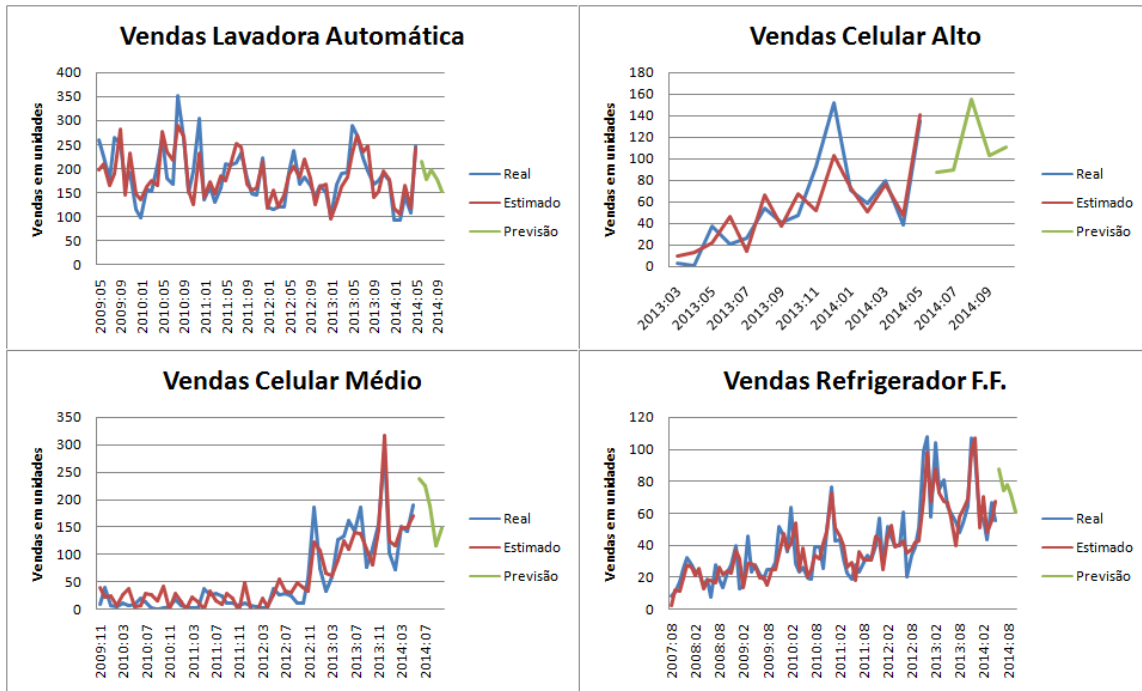


Fonte: Produção do autor

O gráfico de Televisores, embora tenha apresentado um R^2 de aproximadamente 0,5 se mostrou eficiente em captar os movimentos mais recentes e demonstrou divergências entre estimado e real somente quando a série apresentou comportamentos mais abruptos em suas vendas. Os gráfico de Notebook e Colchões de Mola tiveram um ajuste mais centrado, com dificuldades para captar a amplitude das variações, principalmente no gráfico de colchões de mola. O gráfico de Roupeiro Casal foi a série de menor R^2 , pôde-se observar dificuldades em captar valores extremos e um deslocamento entre o período da estimação e o de realização dos dados, algumas vezes a curva de estimação fica à frente dos dados reais, tais deficiências são refletidas no baixo R^2 apresentado.

A figura 07 abaixo contém os gráficos de outras quatro séries.

Figura 10 - Modelos SARIMA

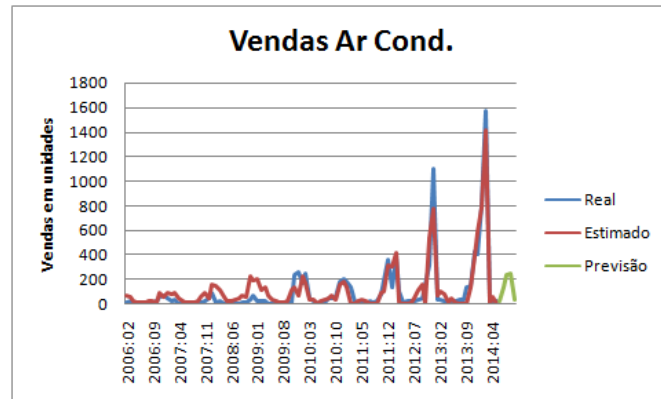


Fonte: Produção do autor

É possível perceber que os gráficos de Celular Médio e Refrigerador F.F. possuem visivelmente um ajuste bom do modelo aos dados. O gráfico de Celular Alto além de não apresentar um ajuste muito exato ainda é penalizado pela falta de dados históricos dificultando a qualidade das previsões. O gráfico de Lavadoras possuiu um ajuste moderado, apresentando alguns desvios no início e melhoras no final, como o principal objetivo do modelo é previsão, tal melhora é um bom indício.

Finalmente apresenta-se a figura 08 com a série de Ar Cond.:

Figura 08 - Modelo SARIMA para Ar Cond.



Fonte: Produção do autor

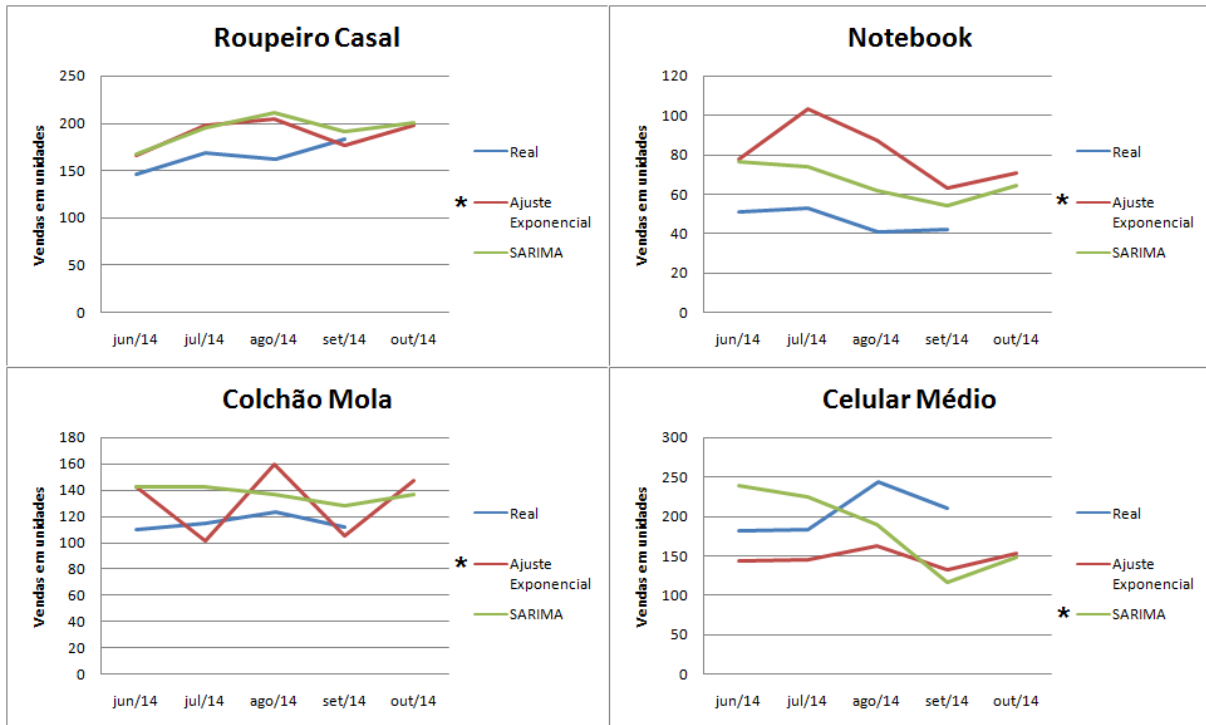
Uma surpresa extremamente positiva neste modelo foi o bom ajuste aos dados reais. A série de Ar Condicionado é acometida por uma das sazonalidades mais severas, suas vendas são concentradas em poucos meses e as compras precisam ser feitas com grande antecedência. Sobra de estoques nesta série gera altos custos de capital e armazenagem.

4.3 Comparando as previsões

Levando em conta somente o R^2 , em duas situações o modelo SARIMA se mostrou suavemente superior e em 1 série foi extremamente superior. Em contrapartida o modelo de ajuste exponencial se mostrou superior em todas as outras seis séries, sendo que em quatro delas os resultados foram muito mais positivos.

Porém, as constatações acima dizem respeito ao ajuste do modelo aos dados passados e um dos principais objetivos deste trabalho é possibilitar inferências sobre o futuro. As figuras 09,10 e 11 contêm gráficos que permitem uma comparação entre os resultados reais e os previstos, lembrando que para a estimação, os dados foram limitados ao mês de maio de 2014 e os gráficos a seguir representam datas à frente deste período.

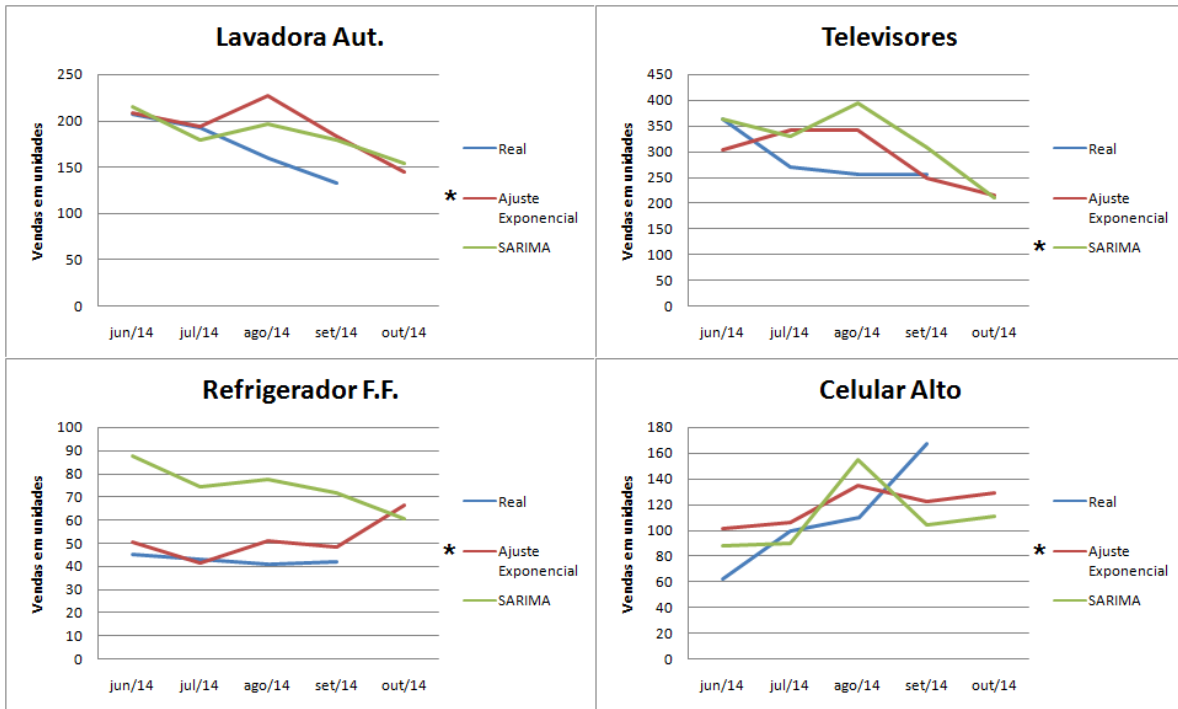
Figura 10 - Resumo das previsões



Fonte: Produção do autor

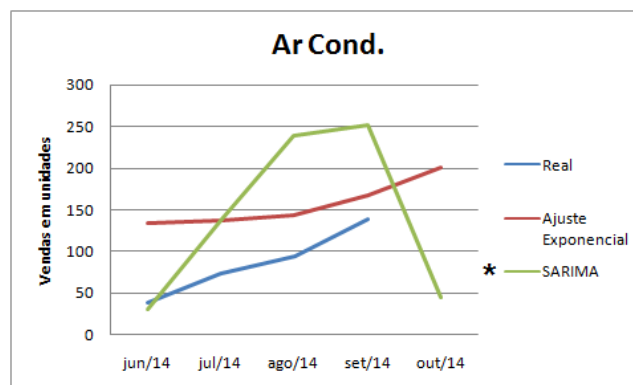
Em geral os modelos indicados com * obtiveram o melhor ajuste da previsão aos dados, confirmando o que se esperava, porém em alguns casos o modelo com menor R^2 conseguiu ser mais eficiente. Estes casos foram: Ar Cond., Televisores, Celular Médio e Notebook. Três, dos 4 modelos que apresentaram diferença entre o esperado e o realizado possuíam melhor R^2 no método SARIMA.

Figura 11 - Resumo das previsões



Fonte: Produção do autor

Figura 12 - Resumo da previsões



Fonte: Produção do autor

O resultado da observação gráfica revelou que o modelo de ajuste exponencial forneceu melhores previsões para 8 dos 9 modelos na faixa de tempo analisada. Em geral as previsões ficaram próximas aos resultados reais, revelando que o objetivo de inferir sobre o futuro foi alcançado.

5. Conclusão

O método de previsão SARIMA é trabalhoso em sua elaboração e está sujeito à subjetividade de seu elaborador; em contrapartida o método de ajuste exponencial respeita uma série de equações padronizadas e sua estimação pode ser feita integralmente pelo computador, diminuindo o trabalho e eliminando a subjetividade.

Os resultados demonstraram pelo método de ajuste exponencial demonstrou os melhores resultados em seis séries, praticamente igual em duas e significativamente pior em somente uma.

Tendo em vista esta evidência, a utilização do ajuste exponencial para a previsão de demanda representa o melhor custo benefício entre os modelos analisados. O método SARIMA poderia ser utilizado na tentativa de melhorar a previsão, somente quando a qualidade do modelo ajuste exponencial ficar muito abaixo do aceitável.

Em relação ao controle de estoques, o presente trabalho conseguiu fornecer um método plausível para substituir a subjetividade. As principais vantagens de um método em relação à subjetividade são: não dependência do administrador de estoques; economias de custo geradas pela otimização; e maximização dos lucros por meio da minimização das faltas.

Foram adaptados dois modelos para a administração de estoques derivados dos modelos encontrados na bibliografia.

O modelo de reposição contínua conseguiu fornecer um nível de estoque médio de 0,5 meses, em comparação com o nível real de estoques no mês de junho, isso representaria quase um milhão de reais em economia. Tal valor considera somente o estoque dos produtos analisados neste estudo, caso fosse expandido para todos os produtos, a economia seria ainda maior.

O modelo de demanda sazonal e oportunidade de pedido único conseguiu unir o resultado das previsões, as probabilidades derivadas das mesmas e a equação de lucros para maximizar o resultado de produtos com alta sazonalidade e irregularidades no fornecimento. Criando assim, um método para decisão que enfrentava alto grau de incerteza e dependia quase totalmente da subjetividade.

A inserção de variáveis explicativas, como os períodos em que a empresa lançou tablóides e promoções, pode aumentar a qualidade da previsão e fica como sugestão para aperfeiçoamento futuro do trabalho.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BUENO, Rodrigo De Losso da Silveira. **Econometria de Séries Temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

GONÇALVES, Paulo Sérgio. **Administração de Materiais**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MAKRIDAKIS, Spyros e WHEELRIGHT, Steven C.. **Forecasting-Methods and Applications**. New York: Wiley, 3. ed, 1998.

SIMCHI-LEVI, David; KAMINSKY, Philip; SIMCHI-LEVI, Edith. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

TAYLOR, David A.. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial**. Tradutora Claudia Freire. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005.