

Previsão dos emplacements de veículos automotores no Brasil por meio do modelo de Holt-Winters

Karina Souza Cruz (UTFPR) karinaacruz@hotmail.com
Silvana Ligia Vincenzi (UTFPR) sligie@globo.com
Gerson Lourenço Junior (UTFPR) lourencojr.g@hotmail.com
Juliane de Freitas Battisti (UDC) julianedefreitasbattisti@gmail.com

Resumo:

O estudo de previsão é necessário para planejar os negócios de empresas de diversos portes e segmentos. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação dos modelos de séries temporais Holt-Winters Aditivos e Multiplicativos para previsão de emplacements de veículos automotores no Brasil. Os dados utilizados para a realização deste trabalho foram obtidos por meio do anuário da Fenabrave. Os dois modelos foram revisados e apresentou-se a previsão para o ano de 2014. Verificou-se que ambos modelos foram adequados para a realização da previsão, contudo, o modelo aditivo foi o mais adequado, visto que obteve menores índices de erros nas medidas de acurácia. Para confirmar a boa capacidade de previsão dos modelos foram verificados se os dados reais de 2014 estavam dentro do intervalo de confiança estimado. Por fim, concluiu-se que os dois métodos estavam bem ajustados aos dados. Ademais, concluiu-se que a previsão é de grande importância para o planejamento estratégico e operacional das empresas de diversos ramos, pois conhecer a demanda pode contribuir para a diminuição de desperdícios e satisfação dos clientes.

Palavras-chaves: Previsão, Holt-Winters, Emplacements.

Forecast registrations of motor vehicles in Brazil through the Holt-Winters model

Abstract

The prediction study is needed to plan the business of all sizes and segments companies. This study aims to evaluate the application of time series models Holt-Winters additive and multiplicative for registrations forecast for cars in Brazil. The data used for this work were obtained through the directory of Fenabrave. Both models were reviewed and presented to forecast for the year 2014. It was found that both models were appropriate for achieving the forecast, however, the additive model was the most appropriate, since it had lower rates of error in measurements accuracy. To confirm the good predictive power of the models have been verified if the actual data in 2014 were within the estimated confidence interval. Finally, it was found that the two methods were well fitted to the data. Furthermore, it was concluded that the forecast is of great importance to the strategic and operational planning of enterprises of various branches, because knowing the demand can contribute to the reduction of waste and customer satisfaction.

Key-words: Forecasting, Holt-Winters, Registrations.

1. Introdução

A Indústria Automobilística apresenta um papel de grande importância no cenário econômico brasileiro, envolvendo direta e indiretamente uma diversidade de empresas de segmentos amplos e originando muitos empregos em todo o país.

Na década de 90, o Brasil tinha a prioridade em estabilizar a economia, isso transformou a abertura comercial no único fator de incentivo à modernização das empresas do parque nacional. Com a introdução do Plano Real, em julho de 1994, grande parte da expansão no consumo foi direcionada para os importados, fazendo com que as importações aumentassem em três vezes e criando um grande déficit na balança comercial brasileira e na de transações correntes. Isso exigiu a manutenção de elevadas taxas de juros para atrair a entrada de capitais e equilibrar o balanço de pagamentos (LACERDA, 2003). Em conjunto com a diminuição da taxa de juros, houve também o aumento do prazo para o financiamento de veículos, que cresceu significativamente a partir de 2003, alavancando as vendas de automóveis no país (VALE; PUDO, 2012).

Este crescimento da indústria automobilística trouxe diversos benefícios à economia brasileira, dentre eles: geração de empregos qualificados, aumento da renda dos empregados diretos e indiretos da indústria, aumento dos lucros das montadoras, autopeças e bancos e aumento do recolhimento de impostos pelo governo (VALE; PUDO, 2012). Porém, no ano de 2013, o tímido crescimento da economia fez com que o número de emplacamento de veículos automotivos caísse, resultando em pátios lotados e diminuição na produtividade da indústria.

Em razão disso, a busca por modelos de previsão de demanda futuras é imprescindível, de forma a obter melhorias no planejamento, redução dos custos, redução dos erros da quantidade a ser fabricada entre outros.

Os gestores necessitam saber quanto a empresa planeja vender de seus produtos ou serviços no futuro, pois a expectativa é o ponto de partida para todas as tomadas de decisões (MOREIRA, 2011). As previsões auxiliam os gerentes na tomada de decisões identificando a melhor maneira de reunir os seus recursos para a organização no futuro (SLACK *et al.*, 2009).

Os métodos de séries temporais estimam os valores futuros com base nos valores passados (MOREIRA, 2011). A capacidade de prever o futuro com base em dados do passado é uma ferramenta importante para apoiar a tomada de decisão individual e organizacional.

Dentre os diversos modelos de séries temporais, o modelo de Holt-Winters tem sido muito utilizado por apresentar baixo custo computacional e alta eficiência de previsão. (ASSIS; RODRIGUES; PROENÇA JR., 2014).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar a previsão de emplacamentos de veículos automotores no Brasil. Para tanto, foram coletados dados de emplacamentos mensais de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, e organizados em forma de série temporal. Utilizou-se para a previsão o método de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, e foi analisado o MAPE (Erro Absoluto Médio Percentual), o MAD (Erro Absoluto Médio) o MSD (Erro Quadrático Médio) para determinar qual modelo apresenta maior precisão para estes dados.

2. Séries Temporais

“Série temporal é uma sequência de observações da demanda (no caso mais geral, de uma variável qualquer) ao longo do tempo” (MOREIRA, 2011, p. 307). A hipótese básica no uso de séries temporais é que os valores futuros das séries podem ser presumidos com base nos valores passados (MOREIRA, 2011). Segundo Tubino (2009), as previsões em séries temporais, utilizam os valores passados para fazer uma projeção dos valores futuros, não

sendo influenciados por outras variáveis. É o método mais simples e mais utilizado para fazer previsões, e quando bem desenvolvido oferece ótimos resultados.

As previsões com base em séries temporais deduzem que as séries sejam estacionárias, dessa forma, a série deverá repetir no futuro praticamente com o mesmo padrão de comportamento verificado no passado (CASTANHO, 2011).

Moreira (2011) ressalta que se o período coberto for longo o suficiente, o padrão de demanda resultante permite diferenciar quatro comportamentos associados com uma série temporal:

- a) Efeito de tendência: Confere a demanda uma tendência de crescimento ou decrescimento com o tempo. A demanda, também, pode se manter estacionária, variando em tono de um valor médio;
- b) Efeito sazonal: representa o fato de que a demanda de muitas mercadorias assume comportamentos parecidos em épocas bem definidas do ano;
- c) Ciclos de negócios: os ciclos são flutuações econômicas de ordem geral, de periodicidade variável, devidas a uma multiplicidade de causas ainda em debate;
- d) Variações irregulares: São variáveis devidas a causas não identificadas, ocorre no curto ou curtíssimo prazo, diferentemente dos ciclos de negócios. Pelo fato de ocorrerem ao acaso, essas variações não podem ser previstas por modelo algum de previsão.

3. Métodos de previsão

Existem vários métodos de previsão disponível, de início podem ser utilizados em quaisquer circunstâncias, dependendo dos principais fatores, como a disponibilidade de dados, tempo e recursos e do horizonte de previsão (MOREIRA, 2011). Os métodos de previsão podem ser divididos em duas categorias: qualitativos e quantitativos.

Os métodos qualitativos são baseados no julgamento e experiência de pessoas que possam, por meio dos seus conhecimentos, opinar sobre eventos futuros. Já os métodos quantitativos utilizam modelos matemáticos para conseguirem os valores previstos. Os métodos quantitativos subdividem-se em Métodos Causais e Séries Temporais (MOREIRA, 2011).

Em relação as séries temporais é possível destacar os modelos de Suavização Exponencial, Método de Winters, Holt, Médias Móveis, Box-Jenkins (ARMA, ARIMA, SARIMA), Rede Neurais; e nos Métodos Causais destacam-se as Correlações, Regressões e Modelos Econométricos. Os métodos qualitativos compreendem uma avaliação subjetiva (pesquisa de opiniões de vendedores, júri de executivos, pesquisa de mercado) e exploratórios, que incluem métodos de construção de cenários, Método Delphi e métodos de analogia (BALLOU, 2001).

O melhor método é aquele que fornece os valores mais próximos entre a previsão e a demanda real. Na teoria, é difícil defender um determinado método, porém, a prática diária fornece algumas lições. Os métodos qualitativos e causais parecem melhor se adaptarem às previsões de médio prazo e longo prazo, enquanto a análise de séries temporais parece se adaptar melhor em previsões a curto prazo (MOREIRA, 2011). Para qualquer caso, é necessário testar vários modelos para encontrar o mais adequado ao caso específico analisado (MORERA, 2011).

4. Modelos de Previsão

O modelo para realizar as projeções das séries temporais é selecionado com base nos objetivos da análise e das características da série temporal (SERRA *et al.*, 2005). Para a presente pesquisa, foi utilizado o modelo Holt-Winters.

4.1 Modelo de Holt-Winters

Os modelos de Holt-Winters descrevem devidamente dados de demanda em que se verifica a geração da tendência linear, e também uma componente de sazonalidade (PELLEGRINI; FLOGLIATTO, 2000). No modelo aditivo, a amplitude de variação sazonal se mantém constante, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos permanece constante com o passar do tempo. No modelo multiplicativo, a amplitude de sazonalidade aumenta com o tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos cresce com o passar do tempo (ALBUQUERQUE; SERRA, 2006).

Para Morettin e Toloi (2004) o modelo de Holt-Winters tem um fácil entendimento, baixo custo, são próprios para série com padrão de comportamento. Porém, há dificuldades com a determinação das constantes de suavização e/ou impossibilidade em estudar as propriedades estatísticas, como média e variância de previsão, e consequentemente, a construção de um intervalo de confiança.

A tabela 1 apresenta as equações dos modelos Holt-Winters aditivo e multiplicativo.

	Holt-Winters Aditivo	Holt-Winters Multiplicativo
Nível	$L = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$
Tendência	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$
Sazonalidade	$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$	$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-s}$
Previsão	$F_{t+m} = (L_t + b_t m) + S_{t-s+m}$	$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m}$

Fonte: Albuquerque e Serra (2006)

Tabela 1- Equações comparativas entre o modelo aditivo e multiplicativo de Holt-Winters

As equações do modelo aditivo e multiplicativo estão representadas na Tabela 1, na qual:

S – Comprimento da Sazonalidade;

L_t – Nível da Série;

b_t – Tendência;

S_t – Componente Sazonal;

F_{t+m} – Previsão para o período m ;

Y_t – Valor Observado.

α , β e γ – São parâmetros exponenciais alisadores do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

3. Metodologia

Makridakis, Wheelwright & Hyndman (1998) recomendam realizar a previsão considerando algumas importantes etapas:

a) Definição do Problema;

b) Coleta de Informações;

c) Análise Preliminar dos Dados;

- d) Escolha e ajuste de modelos;
- e) Uso e avaliação do Modelo.

Com base no modelo previamente comentado, definiu-se como objeto do estudo os emplacamentos de veículos automotores no Brasil, com a finalidade de realizar previsões futuras desses emplacamentos, e também, analisar períodos de sazonalidade, tendências e demais estatísticas descritas.

Obtiveram-se os dados históricos dos emplacamentos de veículos automotores no Brasil por meio do anuário da Fenabrave (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores) no período que compreende os anos de 2009 a 2014. Quanto à análise estatística, se fez uso do Excel 2014 e *software* Minitab 15.

Plotou-se o emplacamento em função dos meses, visando avaliar o comportamento da série, tendência, sazonalidade ou ciclos.

Os modelos testados foram os modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, a fim de verificar qual o modelo mais adequado para leitura e previsão de emplacamentos para o ano de 2014. Analisou-se o resultado para validação e escolha dos modelos. O critério adotado foi o de menores erros no MAPE, MAD e no MSD.

4. Resultado e discussão

Os dados de emplacamentos mensais de veículos automotores no Brasil estão apresentados na Tabela 2.

Mês	Anos					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Jan	158148	159676	180232	196138	230620	227918
Fev	155358	168947	201834	185117	171454	182657
Mar	214029	275223	223826	219704	209347	170861
Abr	183860	208725	211592	188641	245798	210734
Mai	195489	182787	232500	209660	232001	207184
Jun	242915	192269	222014	274584	232630	187577
Jul	226471	225842	222621	280214	250044	207971
Ago	204565	237706	236396	325722	241677	193146
Set	249314	234142	226571	213655	221391	209815
Out	230977	228067	203299	249779	238721	216553
Nov	192694	248055	233036	232473	223022	210342
Dez	223275	287437	251106	266175	258358	272019

Fonte: Fenabrave

Tabela 2 - Emplacamentos de janeiro de 2009 até dezembro de 2014

Representaram-se os dados coletados dos emplacamentos graficamente conforme as Figuras 1 e 2.

Ao observar os gráficos, observou-se que existe uma tendência de crescimento nos emplacamentos e os dados ajustam-se a uma tendência linear. Além disso, notou a presença de componentes de sazonalidade. Dessa forma, torna-se adequado a utilização do método de Holt-Winters para realizar as previsões.

Ressalta-se que outros modelos disponíveis de séries temporais poderiam apresentar um melhor resultado, porém precisaria de conhecimentos mais específicos e de *softwares* especializados para a realização da previsão. Devido a isso, optou-se por utilizar o modelo de Holt-Winters.

A escolha dos valores dos parâmetros α , β e γ (que podem variar de 0,01 a 0,99) foi realizada por meio de tentativas para encontrar o conjunto de valores que apresentavam os menores índices de erros do MAPE, MAD e MSD. Com base nos resultados obtidos, optou-se por utilizar os valores: 0,12; 0,13 e 0,01 para os parâmetros α , β e γ , respectivamente nos dois modelos.

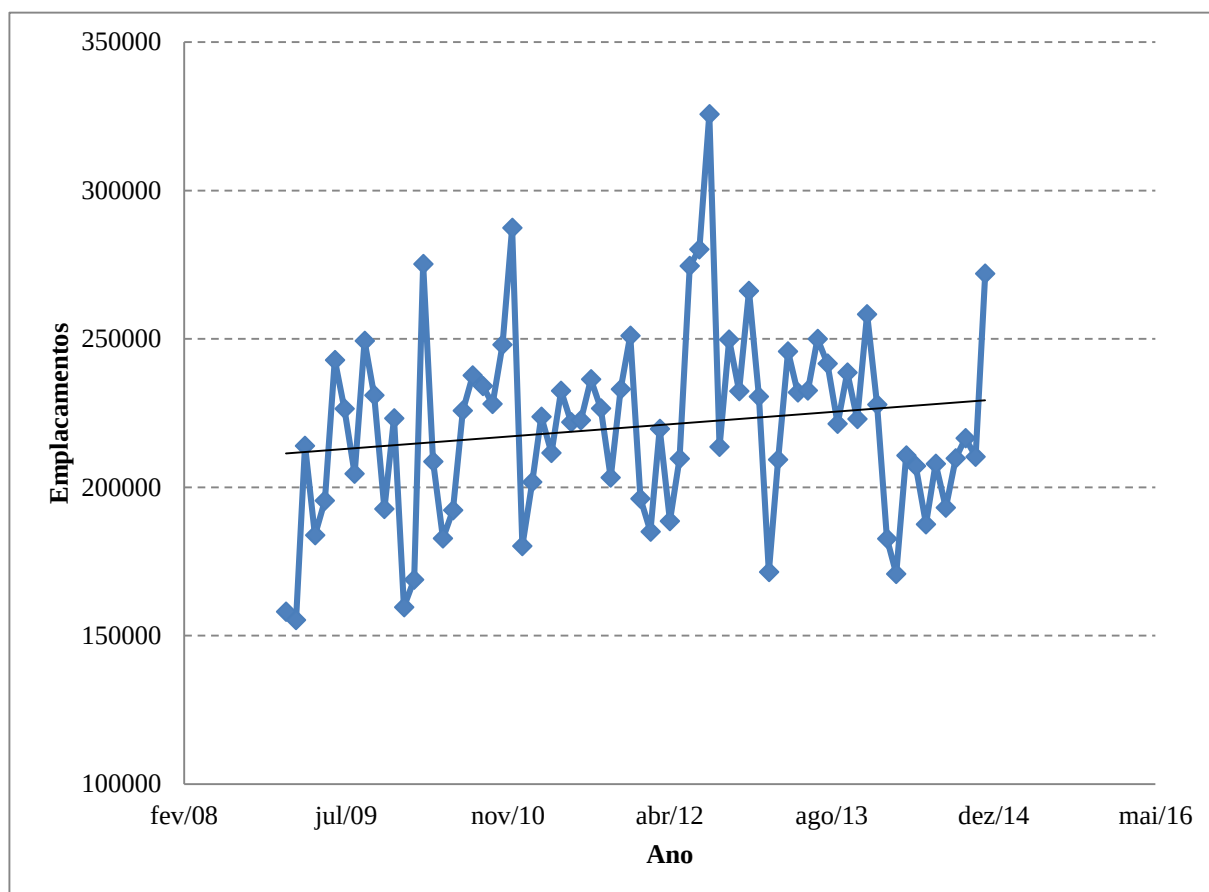


Figura 1 – Emplacamentos de veículos automotores ao longo dos anos de 2009 a 2015. Fonte: Autoria própria

As Figuras 3 e 4 apresentam a previsão de emplacamentos de veículos automotores no Brasil realizada por meio do modelo multiplicativo e aditivo de Holt-Winters, bem como os valores dos erros MAPE, MAD e MSD.

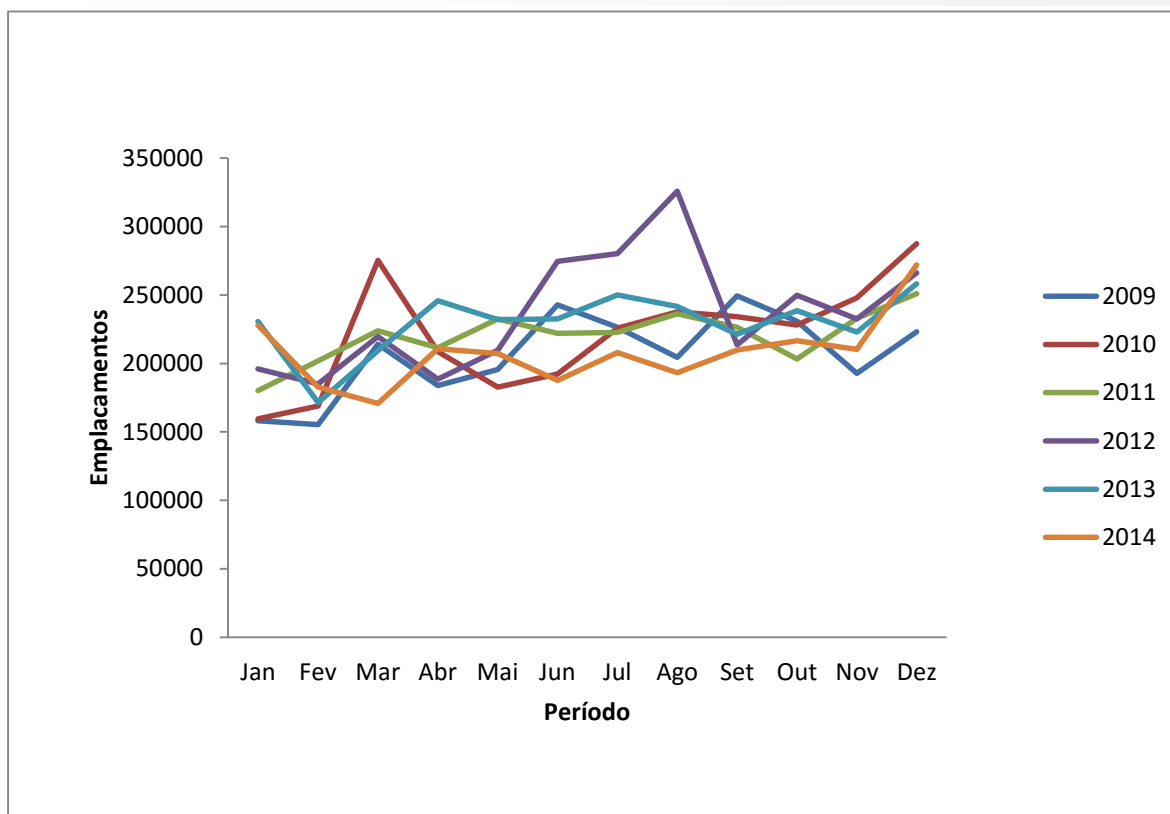


Figura 2- Evolução dos emplacamentos realizados por ano. Fonte: Autoria própria

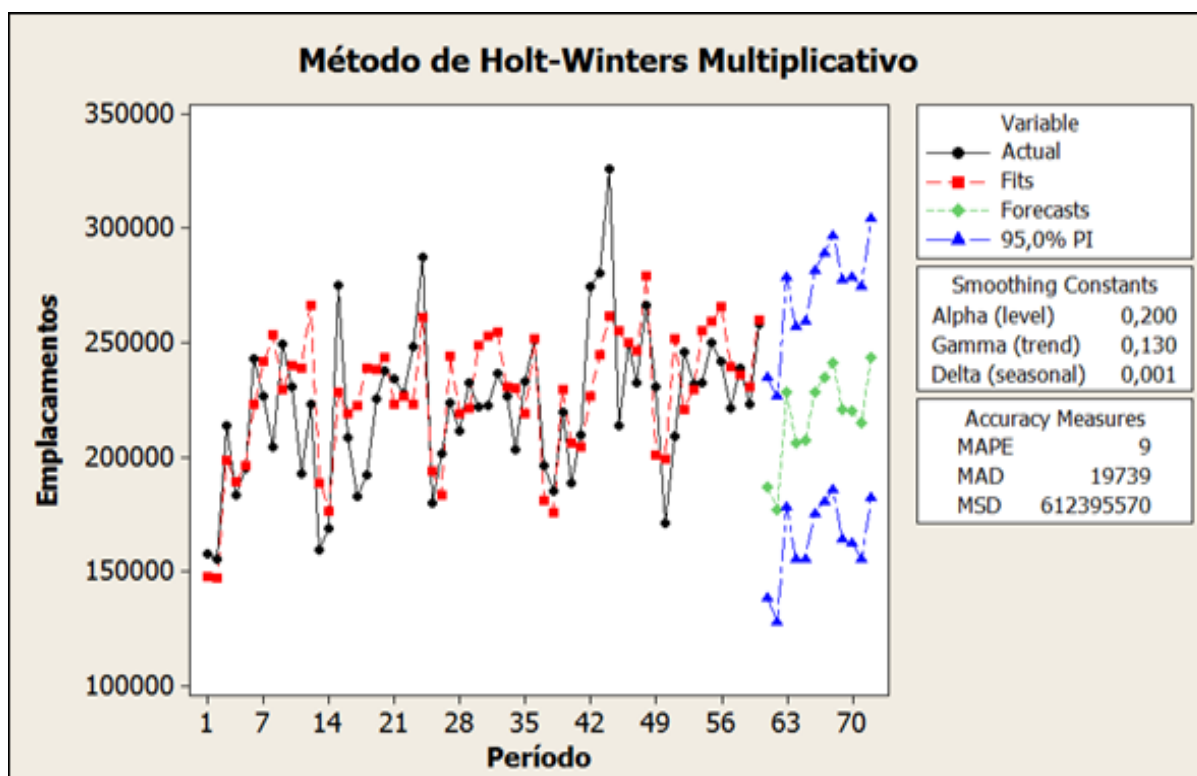


Figura 3 – Previsão de emplacamentos veículos automotores de acordo com o modelo Holt-Winters multiplicativo. Fonte: Autoria própria

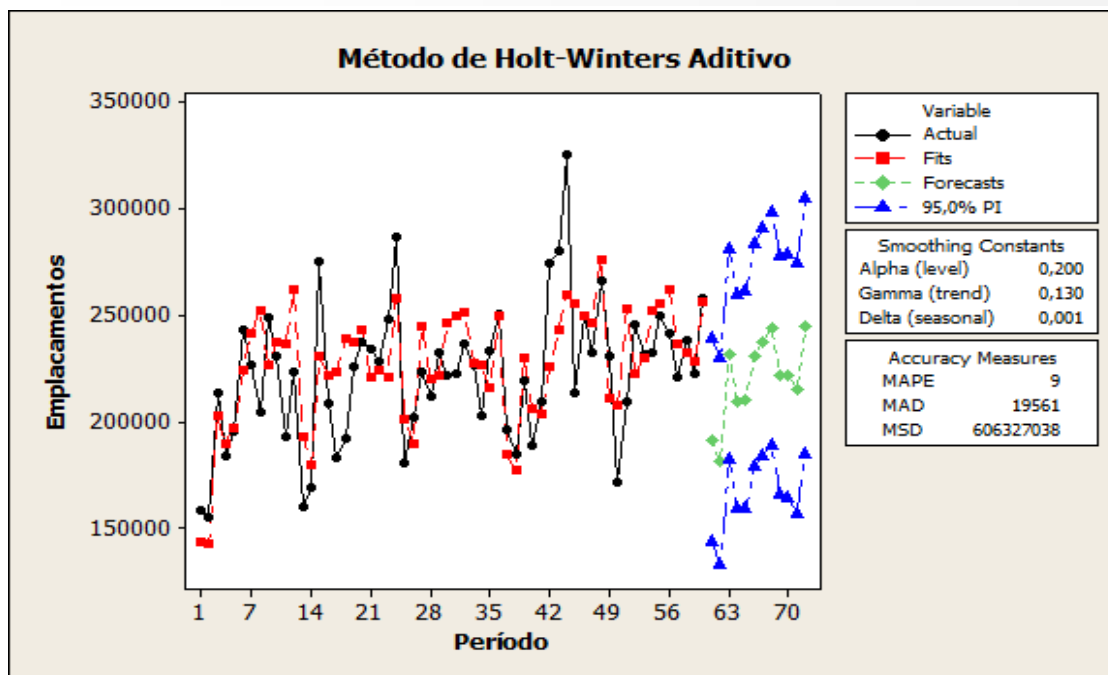


Figura 4 – Previsão de emplacamentos veículos automotores de acordo com o modelo Holt-Winters aditivo.
Fonte: Autoria própria

Verificou-se nas Figuras 3 e 4 que os dois modelos obtiveram erros percentuais baixos e iguais (9%), assim os dois modelos são adequados para a realização da previsão. Contudo, o modelo aditivo está melhor ajustado, pois o MAD e MSD foram menores. Dessa forma, o modelo aditivo é o melhor modelo para estimar os dados futuros.

Foram obtidos os valores previstos para os meses de janeiro a dezembro de 2014, nos modelos multiplicativo e aditivo, respectivamente, bem como o intervalo de confiança da previsão, considerando um nível 95% (Tabelas 3 e 4).

Mês/Ano	Limite inferior: 5%	Previsão	Limite superior: 95%	Dados reais	Dentro do Intervalo?
Jan/14	138423	186784	235144	227918	Sim
Fev/14	128317	177435	226554	182657	Sim
Mar/14	178469	228433	278396	170861	Não
Abr/14	155328	206219	257110	210734	Sim
Mai/14	155828	207725	259622	207184	Sim
Jun/14	175554	228530	281507	187577	Sim
Jul/14	180921	235046	289172	207971	Sim
Ago/14	186111	241451	296791	193146	Sim
Set/14	164292	220907	277523	209815	Sim
Out/14	162536	220484	278432	216553	Sim
Nov/14	155681	215015	274348	210342	Sim
Dez/14	182651	243419	304187	272019	Sim

Fonte: Autoria própria

Tabela 3- Comparação da previsão com os dados reais utilizando o método multiplicativo

Mês/Ano	Limite inferior: 5%	Previsão	Limite superior: 95%	Dados reais	Dentro do Intervalo?
Jan/14	143684	191608	239533	227918	Sim
Fev/14	132819	181494	230170	182657	Sim
Mar/14	182173	231686	281199	170861	Não
Abr/14	158861	209293	259724	210734	Sim
Mai/14	158938	210367	261795	207184	Sim
Jun/14	178574	231072	283571	187577	Sim
Jul/14	183902	237540	291177	207971	Sim
Ago/14	189185	244026	298867	193146	Sim
Set/14	166035	222140	278245	209815	Sim
Out/14	164181	221606	279032	216553	Sim
Nov/14	156808	215606	274405	210342	Sim
Dez/14	185113	245333	305553	272019	Sim

Fonte: Autoria própria

Tabela 4- Comparação dos valores previstos com os dados reais utilizando o método aditivo

Conforme as Tabelas 3 e 4 verificou-se que os dois modelos apresentaram uma boa capacidade de previsão, a única exceção foi o mês de março que o valor real está abaixo do limite de confiança inferior previsto pelo modelo. No caso do modelo multiplicativo, os emplacamentos reais ficaram 4,26% abaixo do limite inferior e no modelo aditivo estiveram 6,2% abaixo.

5. Conclusão

A previsão é importante, pois revela as tendências do mercado, auxilia na solução de problemas e melhora o planejamento estratégico da empresa. Assim, muitas técnicas vêm sendo desenvolvidas, como as séries temporais que foram utilizadas neste trabalho.

Optou-se pela aplicação dos modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo para realizar a previsão de emplacamentos de veículos automotores no Brasil. O método foi escolhido em virtude da característica da série, pela complexidade e disponibilidade de softwares específico.

Verificou-se que os erros absolutos médios percentuais foram baixos nos dois modelos (ambos 9%), sendo considerados adequados para a realização da previsão dos emplacamentos. Contudo, o modelo aditivo estava melhor ajustado, pois apresentou menores índices de erros no MAD e no MSD. Portanto, o modelo aditivo se ajustou melhor aos dados, sendo mais indicado para a realização da previsão.

Analisaram-se se os dados reais de 2014 estavam dentro no intervalo de confiança estimado, notou-se que apenas o emplacamento real do mês de março estava abaixo dos limites inferiores previstos para o modelo aditivo e para o modelo multiplicativo. Chegou-se a conclusão que do total de doze meses, onze estavam dentro do intervalo de confiança, portanto, os métodos têm boa capacidade de previsão.

Por fim, pode-se concluir que o estudo realizado é de grande importância, pois agrega um melhor entendimento do comportamento dos emplacamentos realizados no setor automotivo. Além disso, conhecer a demanda futura pode auxiliar as empresas a adquirir uma redução dos gastos desnecessários, melhorar as condições de estoque e auxiliar na tomada de decisão, melhorando a organização e planejamento.

Referências

- ALBUQUERQUE, J. C. S.; SERRA, C. M. V.** *Utilização de modelos de Holt-Winters para a previsão de séries temporais de consumo de refrigerantes no Brasil*. XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2006.
- ASSIS, M. V. O.; RODRIGUES, J. J. P. C.; PROENÇA JÚNIOR, M. L.** *A sevendimensional flow analysis to help autonomous network management*. Information Sciences, v. 278, p. 900-913, Sept. 2014.
- BALLOU, R. H.** *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- CASTANHO, B. J. S.** *Modelo para previsão de receitas tributárias: O ICMS do Estado do Espírito Santo*. Vitória: UFES, 2011. 119 f. Dissertação Mestrado (Mestrado em economia) - Programa de Mestrado em Economia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.
- FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – FENABRAVE.** *Anuário da indústria automobilística*. Disponível em: <<http://www.fenabreve.org.br>>. Acesso: 05 jan. 2015.
- LACERDA, A. C.; et. al.** *Economia brasileira*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- MAKRIDAKIS, S. G. et al.** *Forecasting: methods and applications*. 3 ed. New York: John Willey & Sons, 1998. 642p.
- MOREIRA, D. A.** *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira, 2011. 624 p.
- MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.** *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 2004.
- PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. S.** *Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal*. Revista Produto & Produção. Vol. 4, 2000.
- SERRA, C. M. V. et al.** *Aplicação de séries temporais na análise de demanda turística no estado do Pará usando os modelos de HoltWinters*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre: ABEPRO, 2005.
- SLACK, N.; et al.** *Administração da produção*. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.
- TUBINO, D. F.** *Planejamento e controle da produção: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 190 p.
- VALE, C. P.; PUDO, P. B.** *O mercado automobilístico no cenário econômico brasileiro*. Suzano, n. 3, p. 69-72, abr. 2012.