

Previsão da produção nacional de biodiesel puro por meio do modelo de Holt-Winters

Karina Souza Cruz (UTFPR) karinaacruz@hotmail.com
Gerson Lourenço Junior (UTFPR) lourencojr.g@hotmail.com

Resumo:

A previsão é uma atividade de grande importância para as empresas, pois auxilia na tomada de inúmeras decisões relacionadas à gestão da produção. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação dos modelos de séries temporais Holt-Winters Aditivos e Multiplicativos para previsão da produção de barris de biodiesel puro nacional. Os dois modelos foram revisados, e apresentou-se a previsão para o ano de 2015. Verificou-se que o método aditivo de Holt-Winters foi o mais recomendado para a realização da previsão, pois apresentou menores erros nas medidas de precisão utilizadas (EPAN, DAM e DPM). Também foi realizado uma comparação entre os dados previstos e os dados reais de 2015 para confirmar a boa consistência do modelo utilizado. Por fim, verificou-se que o modelo utilizado se ajustou bem aos dados, gerando dados futuros confiáveis.

Palavras chave: Previsão, Holt-Winters, Biodiesel.

Forecast of the national production of biodiesel through the Holt-Winters model

Abstract

The forecast is an activity of great importance for businesses, it helps in making numerous decisions related to production management. This study aims to evaluate the application of models of Holt-Winters additive and multiplicative time series to forecast production of domestic biodiesel barrels. Both models were reviewed and presented to forecast for the year 2015. It was found that the additive method of Holt-Winters was the most suitable for the realization of the forecast, it showed lower errors in accuracy measures used (EPAN, DAM and DPM). It was also performed a comparison between the predicted data and the 2015 actual data to confirm the good consistency of the model. Finally, it was found that the used model fit the data well, generating reliable future data.

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

1. Introdução

O biodiesel é uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais. É obtido por meio da reação de óleos vegetais, novos ou usados, gorduras animais, com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador (CASTELLANELLI, 2008). Cerca de 75% do biodiesel brasileiro é feito

com soja e 20% com sebo bovino. O restante vem de outras oleaginosas e gorduras animais (Repórter Brasil, 2014).

Desde 1º de novembro de 2014, o óleo diesel vendido no Brasil contém 7% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel mostra o sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso de biocombustíveis (ANP, 2014).

Desde o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) até final de 2011, o Brasil produziu 8,3 bilhões de litros de biodiesel, e reduziram as importações de diesel em um montante de 5,3 bilhões de dólares, contribuindo significativamente para a Balança Comercial brasileira. É importante considerar também o agronegócio vinculado ao biodiesel, que abrange a produção de matérias-primas e insumos agrícolas, assistência técnica, financiamentos, armazenagem, processamento, transporte, distribuição, etc. Juntas, essas atividades geram efeitos multiplicadores sobre a renda, emprego e base de arrecadação tributária e alavancam o processo de desenvolvimento regional, o que pode ser potencializado, a médio prazo, com as exportações desse combustível (MME, 2012).

Além dessas vantagens, há menor poluição, pois, os biocombustíveis emitem menos compostos do que os combustíveis fósseis no processo de combustão dos motores e tem o processo produtivo é mais limpo (ANP, 2015). Isso contribui também para a redução dos gastos do governo e dos cidadãos no combate aos danos da poluição.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2013, de 2,9 bilhões de litros e uma capacidade instalada com cerca de 7,9 bilhões de litros, para o mesmo ano (ANP, 2014). Segundo a Repórter Brasil (2014), o Brasil é o segundo maior consumidor e o terceiro maior produtor de biodiesel no mundo.

Em virtude dos fatos comentados, o uso de técnicas de previsão é importante, pois, pode auxiliar as empresas em áreas como: a financeira, no planejamento da necessidade de recursos; a de recursos humanos, no planejamento de modificações da força de trabalho; na área de vendas, no agendamento de promoções; a área de produção, na gestão de estoques e no desenvolvimento de planos complementares de produção (PELLEGRINI; FLOGLIATTO, 2001). 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 JÚNIOR, 2014).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar a previsão da produção de biodiesel nacional puro para o ano de 2015. Para tanto, foram coletados dados dos barris mensais produzidos de janeiro de 2008 a julho de 2015. Utilizou-se para a previsão o método de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, e foi analisado o EPAM (Erro Absoluto Médio Percentual), o DAM (Erro Absoluto Médio) e o DPM (Erro Quadrático Médio) para verificar a precisão da previsão. Por fim, foi realizado uma comparação dos dados previstos com os dados reais coletados em 2015, visando confirmar a boa capacidade de previsão do modelo.

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.

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 torno 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;
- c) 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 disponíveis, de início podem ser utilizados em quaisquer circunstâncias, dependendo da 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 (MOREIRA, 2011). São indicados, principalmente, quando não existem dados históricos, ou quando os dados não são confiáveis. Existem vários métodos qualitativos, como a abordagem Delphi ou opinião de especialista, gestão de premissas, bem como as pesquisas de mercado, dados externos ou sondagens e pesquisa (MUN, 2006).

Já os métodos quantitativos utilizam modelos matemáticos para conseguirem os valores previstos, e são subdivididos em Métodos Causais e Séries Temporais (MOREIRA, 2011). Em relação às 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. (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 alguns aprendizados. 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).

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). Neste trabalho, foi utilizado o modelo Holt-Winters, sendo este abordado no próximo subcapítulo.

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 um componente de sazonalidade (PELLEGRINI; FLOGIATTO, 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).

De acordo com Serra *et al.* (2005), o modelo de Holt-Winters é um dos mais utilizados para a previsão em curto prazo, pois é simples, tem baixo custo de operação e boa precisão

Para Morettin e Toloi (2004) o modelo de Holt-Winter 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 estatística, como média e variância de previsão, e conseqüentemente, 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 e Hyndman (1998) consideram algumas etapas importantes para a realização da previsão:

- 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 de estudo a produção de biodiesel puro do Brasil, com a finalidade de realizar previsões futuras, e também, analisar períodos de sazonalidade, tendências e demais estatísticas descritas.

Dessa forma, coletou-se os dados históricos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) no período de janeiro de 2008 a julho de 2015. Quanto à análise estatística, se fez uso do software Minitab 17 e Excel 2013.

Neste trabalho, utilizou-se os dados de 2008 a 2014 para realizar a previsão, totalizando 84 períodos, com os dados coletados em 2015, realizou-se uma comparação com os dados estimados, visando verificar se o modelo utilizado gerou dados confiáveis.

Segundo Tubino (2004), para uma análise confiável deve-se obter no mínimo uma série de 24 períodos de registros, contudo, para se ter maior precisão, o ideal seria de 60 períodos. Assim, os 84 períodos utilizados são suficientes para uma análise confiável.

Plotou-se a produção de biodiesel em função dos meses, visando avaliar o comportamento da série, quanto a tendência, sazonalidade e ciclos.

Os modelos testados foram os modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, a fim de verificar qual é o modelo mais adequado para leitura e previsão da produção para o ano de 2015. Analisou-se o resultado para validação e escolha dos modelos, o critério adotado foi o de menor erro (EPAM, DAM, MSD). Na sequência, realizou-se uma comparação dos dados reais com os dados previstos, para analisar a confiabilidade dos dados gerados pelo modelo optado.

4. Resultado e discussão

Os dados mensais dos barris de biodiesel puro produzidos no Brasil estão apresentados no Quadro 1.

Representou-se os dados coletados da produção de biodiesel graficamente conforme a Figura 1 e 2. Os gráficos foram plotados com o auxílio do Excel 2013.

De acordo com os dados apresentados na Figura 1 e 2, verificou-se a existência de uma tendência de crescimento e componentes de sazonalidade. Dessa forma, torna-se apropriado a utilização do método de Holt-Winters para realizar a previsão.

Para a realização da previsão utilizou-se o Minitab 17. A escolha dos valores (que podem variar de 0,01 a 0,99) para os parâmetros α , β e γ foi realizada por meio de tentativas para verificar qual o conjunto de valores apresentava os menores índices de erro (EPAM, DAM e DPM). Com base nos resultados obtidos, optou-se em utilizar os parâmetros: 0,64; 0,09 e 0,01, respectivamente.

Mês	Ano							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan.	482.961	568.300	927.338	1.171.966	1.213.976	1.424.678	1.542.362	2.009.891
Fev.	484.851	504.597	1.119.900	1.111.935	1.349.840	1.294.056	1.512.882	1.909.555
Mar.	400.534	830.203	1.346.965	1.468.451	1.389.245	1.451.391	1.709.818	2.029.676
Abr.	404.749	663.312	1.162.968	1.260.361	1.147.089	1.595.042	1.592.737	2.041.212
Mai.	478.020	652.020	1.275.127	1.386.805	1.339.863	1.546.881	1.525.443	2.131.310
Jun.	646.384	887.738	1.289.035	1.456.551	1.351.669	1.487.172	1.581.999	1.979.833
Jul.	677.956	972.133	1.304.720	1.571.808	1.448.799	1.639.572	1.905.636	-
Ago.	688.952	1.050.942	1.453.952	1.559.463	1.600.295	1.557.426	1.978.351	-
Set.	831.882	1.009.755	1.383.683	1.471.639	1.586.561	1.589.524	1.966.606	-
Out.	797.658	986.311	1.257.303	1.496.255	1.581.363	1.748.520	2.022.824	-
Nov.	742.290	1.045.319	1.307.451	1.491.876	1.543.023	1.667.907	1.984.114	-
Dez.	704.793	946.225	1.181.581	1.364.074	1.540.766	1.348.313	2.187.403	-

Fonte: ANP

Tabela 2 – Produção de biodiesel de janeiro de 2008 até dezembro de 2014

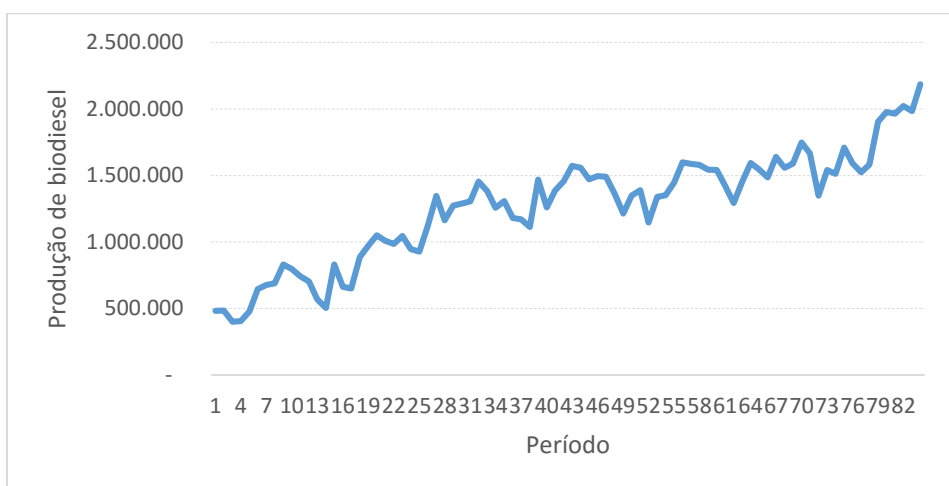


Figura 1 – Produção de biodiesel puro ao longo dos anos de 2009 a 2014. Fonte: Autoria própria

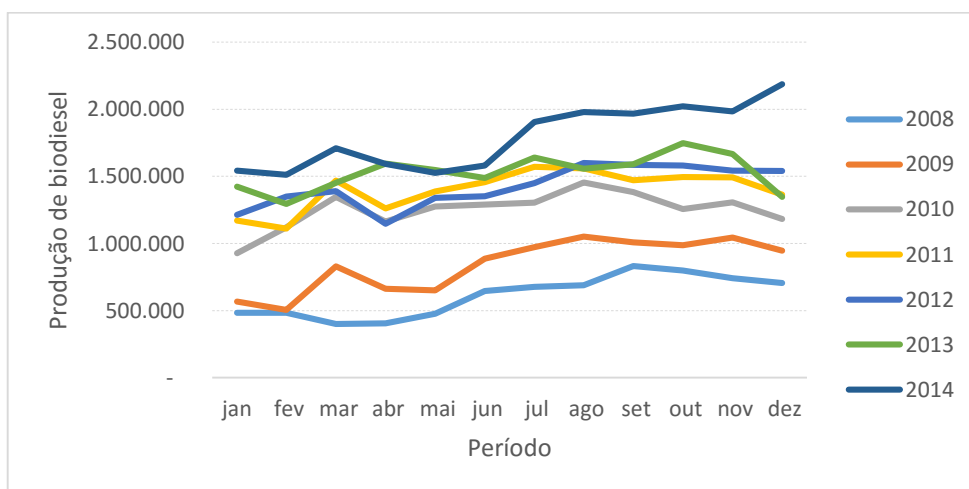


Figura 2- Evolução da produção de biodiesel por ano. Fonte: Autoria própria

Com a realização da previsão utilizando o modelo multiplicativo e aditivo de Holt-Winters e os parâmetros exponenciais alisadores comentados, pode-se verificar qual modelo apresentou melhor precisão nas suas previsões. Assim, a acuracidade do modelo foi constatada por meio do EPAM, DAM e DPM.

As Figura 3 e 4 exibem a previsão para a produção de barris de biodiesel no Brasil realizada por meio do modelo multiplicativo e aditivo de Holt-Winters (respectivamente), e a mensuração da acuracidade de ambos modelos.

Verificou-se, que os dois métodos apresentaram baixo erro percentual médio (EPAN), e foram considerados aceitáveis para serem utilizados em previsões futuras da produção de biodiesel. No entanto, o modelo aditivo foi o que apresentou melhor precisão para a previsão, pois ele obteve menores valores em todas as medidas de precisão utilizadas neste trabalho (EPAM, DAM e DPM). Dessa forma, o modelo aditivo foi utilizado para realizar a previsão da produção de biodiesel puro nacional para o ano de 2015.

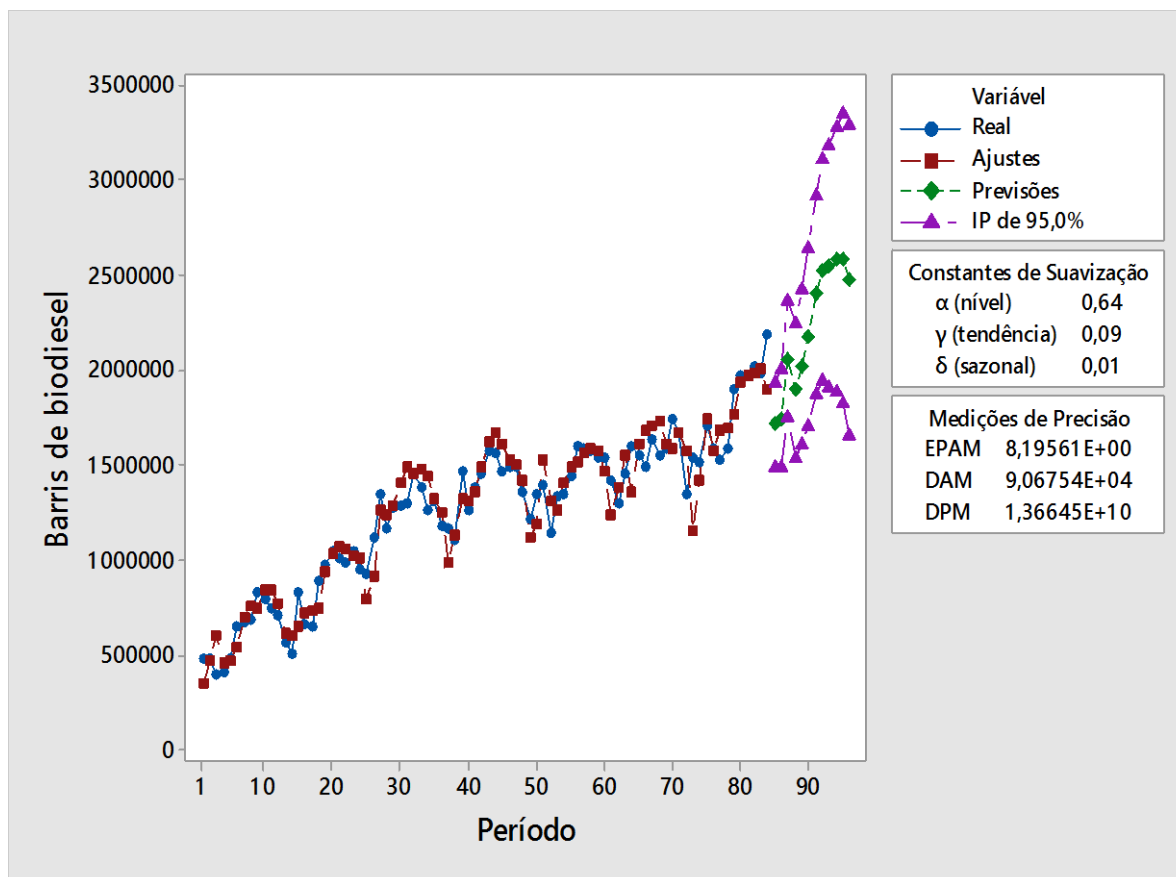


Figura 3 - Gráfico do modelo Holt-Winters multiplicativo. Fonte: Autoria própria

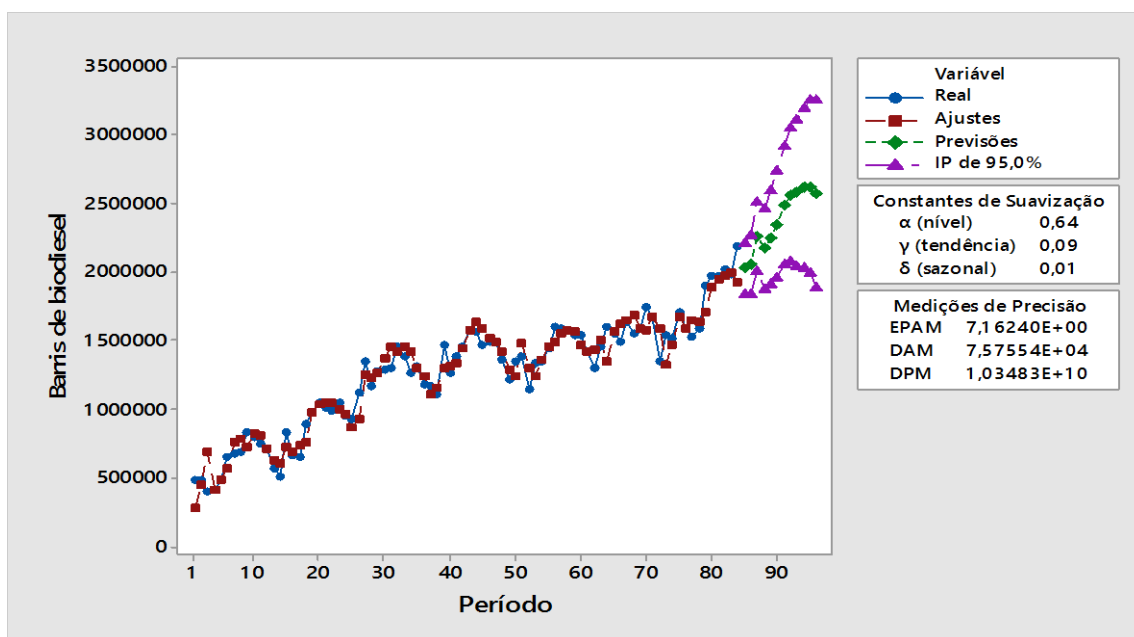


Figura 4 - Gráfico do modelo de Holt-Winters aditivo. Fonte: Autoria própria

Sendo assim, realizou-se a previsão e o intervalo de confiança (considerando um nível de 95%) para os meses de janeiro até dezembro de 2015 no modelo aditivo. Analisou-se se os dados reais coletados em 2015 estavam dentro do intervalo de confiança estimado. A tabela 3 apresenta os dados previstos, o intervalo de confiança e a comparação.

Meses/Ano	Limite inferior: 5%	Previsão	Limite superior: 95%	Dados reais	Dentro do Intervalo?
Jan.	1.844.026	2.029.623	2.215.220	2.009.891	Sim
Fev.	1.843.104	2.060.000	2.276.896	1.909.555	Sim
Mar.	2.003.491	2.258.474	2.513.457	2.029.676	Sim
Abr.	1.875.809	2.173.069	2.470.330	2.041.212	Sim
Mai.	1.909.619	2.251.797	2.593.976	2.131.310	Sim
Jun.	1.958.677	2.347.500	2.736.323	1.979.833	Sim
Jul.	2.052.853	2.489.494	2.926.136	-	-
Ago.	2.081.681	2.566.967	3.052.254	-	-
Set.	2.050.141	2.584.674	3.119.206	-	-
Out.	2.032.502	2.616.730	3.200.958	-	-
Nov.	1.991.795	2.626.062	3.260.328	-	-
Dez.	1.893.621	2.578.195	3.262.769	-	-

Fonte: Autoria própria

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

Notou-se que todos os dados reais coletados estão dentro do intervalo de confiança, portanto, o modelo utilizado apresentou uma boa capacidade de previsão, gerando dados futuros confiáveis.

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, em destaque as técnicas de séries temporais que foi utilizada neste trabalho.

Optou-se pela aplicação dos modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo para realizar a previsão da produção de biodiesel puro nacional para 2015. O método foi escolhido em virtude da característica da série, tais como tendência e sazonalidade; pela complexidade e disponibilidade de softwares específico.

Os dois métodos ajustaram-se bem aos dados, pois apresentaram baixos erros percentuais médios (EPAM). Assim, os dois foram consideráveis aceitáveis para a realização da previsão. Contudo, o modelo aditivo foi mais preciso, pois obteve valores menores em todas as medidas de acurácia utilizada neste trabalho. Portanto, o modelo aditivo foi o escolhido para realizar a previsão da produção de biodiesel puro no Brasil para o ano de 2015.

Com o auxílio do Minitab 17, realizou-se a previsão e o intervalo de confiança (95% de confiabilidade) para o ano de 2015. Verificou-se que todos os dados reais coletados em 2015 estavam dentro do intervalo de confiança gerado. Assim, foi possível confirmar o boa consistência do modelo utilizado.

Por fim, pode-se concluir que o estudo realizado é de grande importância, pois agrega um melhor entendimento do comportamento da produção de barris de biodiesel no Brasil. Além disso, conhecer a demanda futura pode auxiliar qualquer tipo de empresa 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*. In: XXVI ENEGEP, Fortaleza, Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006.

ASSIS, M. V. O.; RODRIGUES, J. J. P. C.; PROENÇA JÚNIOR, M. L. A seven dimensional flow analysis to help autonomous network management. *Information Sciences*, v. 278, p. 900-913, set. 2014.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Biodiesel*. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=73292&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1439753573342>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

_____. *Biocombustíveis*. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60467&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1393712614772>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

_____. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=69299&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1439757086961>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CASTELLANELLI, C. A. *Estudo da viabilidade de produção do biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado, na cidade de Santa Maria – RS*. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. *Forecasting Methods and Applications*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MME - Ministério de Minas e Energia. *Biodiesel. Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel. Perguntas Frequentes*. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biod>>

iesel/perguntas.html>. Acesso em: 16 ago. 2015.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 624 p.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C.M.C. Previsão de séries temporais. 2. ed. São Paulo: Atual, 1987. v. 1. 436 p.

MUN, J. Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Stochastic Forecasting and Portfolio Optimization. 1. ed., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.

PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. *Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal.* Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, p.72-85, 2000.

_____. *Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda – Técnicas e estudo de caso.* Revista Produção. Vol. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.

REPÓRTER BRASIL. *Biodiesel, 10 anos: Os desafios da inclusão social e produtiva*, 2014. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/wp-content/uploads/2014/07/CartilhaBiodiesel_versaofinal_WEB.pdf> Acesso em: 16 ago. 2015.

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.

TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

_____. Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.