

**Análise da exportação de café no Brasil por meio da aplicação dos modelos de previsão**

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

**Resumo**

Previsões de demanda são informações importantes para um planejamento das organizações. O presente trabalho tem como objetivo realizar a previsão para o ano de 2015 da quantidade de café exportado pelo Brasil. Os dados utilizados para a realização do trabalho foram coletados da Associação Brasileira da Indústria de Café. Para a realização da previsão, aplicou-se os modelos de séries temporais: Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo. Os dois modelos foram revisados e apresentou-se a previsão e as medidas de precisão dos modelos. Verificou-se que o método aditivo foi o mais preciso para a realização da previsão, visto que obteve menores erros nas medidas de acurácia utilizada. Por fim, os dados previstos foram comparados com os dados reais para comprovar a boa capacidade de previsão do modelo utilizado.

**Palavras-Chaves:** Previsão, Séries Temporais, Exportação de café.

**1. Introdução**

A cultura de café ingressou no Brasil no século XVIII e se tornou uma das *commodities* agrícolas mais importantes do país. Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e colheu, na safra 2014, mais de 45,3 milhões de sacas beneficiadas, sendo 32,3 milhões de café arábica e 13 milhões de *conilon*. Além disso, o café é o quinto item agrícola mais exportado do país. (CONAB, 2015).

A planta se adaptou rapidamente ao clima e solo brasileiro, de forma que o produto adquiriu importância significativa no mercado. O Brasil produz diferentes tipos de café atendendo a variadas demandas mundiais, e também, possui cafés com características especiais. (OMÊNA, 2014).

Segundo o BNDES (2005), é possível estimar que o setor cafeeiro é responsável pela geração de pelo menos 30 milhões de empregos por ano no mundo, dos quais 7 milhões são no Brasil.

Em relação a importância das exportações brasileiras de café, é importante ressaltar que após dois séculos do início do ciclo do café no Brasil esta cultura continua proporcionando os efeitos de dinamizar o mercado interno por meio das exportações. No século XIX, quando a economia brasileira apresentava sinais de estagnação e subutilização dos fatores de produção, principalmente mão de obra e animais de tração, foram as exportações de café que elevaram o emprego e a renda interna e criaram as condições para voltar o crescimento econômico do País. Desde então, a cultura do café se manteve entre os produtos que mais geram divisas para o País e, portanto, prestando importante contribuição para dinamizar o mercado interno (BNDES, 2005).

Em tempos de competição acirrada, a previsão torna-se fundamental, pois pode contribuir significativamente para decisões mais certeiras, evitando gastos desnecessários (MARKRIDAKIS *et al.*, 1998). As previsões podem auxiliar na tomada de decisões identificando a melhor maneira de reunir os recursos de uma organização no futuro (SLACK *et al.*, 2009).

O presente artigo tem como objetivo realizar a previsão do volume café exportado pelo Brasil. Dessa forma, foram coletados dados das exportações mensais de janeiro de 2009 a dezembro de 2015 e organizados em forma

de série temporal. Utilizou-se para a previsão o método de Holt-Winters aditivo e multiplicativo e realizou-se os cálculos de cinco medidas de precisão para determinar qual modelo apresentou maior acurácia para estes dados

## **2. Métodos de previsão**

Moreira (2011) explana que existem vários métodos disponíveis, para se obter uma previsão, em que de início podem ser utilizados para quaisquer circunstâncias dependendo de alguns fatores, como:

- a) Disponibilidade de dados, tempo e recursos: Há certos métodos que exigem, além de dados numéricos com certa abundância, também a existência de profissionais com o conhecimento necessário para trabalhar com os modelos. O uso de computadores também será altamente desejável, dependendo do número e da variedade dos produtos.
- b) Horizonte da previsão: Há métodos melhores para previsão a longo prazo (vários anos no futuro), e outros que normalmente são aplicados para períodos mais curtos, como meses, semanas ou mesmo dias.

Tubino (2009) explica que as previsões de demanda elaboradas por meio de métodos estatísticos se classificam em duas categorias:

- a) Qualitativa: são aquelas que privilegiam principalmente dados subjetivos, difíceis de representar numericamente;
- b) Quantitativa: envolvem análise numérica dos dados passados, desconsiderando opiniões pessoais ou palpites.

De acordo com Moreira (2011), os métodos quantitativos subdividem-se em:

- a) Métodos causais: a demanda de um item ou conjunto de itens é relacionada a uma ou mais variáveis internas ou externas à empresa.
- b) Séries temporais: exige apenas o conhecimento de valores passados da variável em que se deseja prever.

Nos métodos qualitativos é possível citar os métodos de previsão: Método de Delphi, pesquisa de mercado, painel de consenso, estimativas da equipe de vendas, previsão visionária e analogia histórica. 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. Quanto aos métodos causais destacam-se as Correlações, Regressões e Modelos Econométricos. (BALLOU, 2001).

### **2.1. Séries temporais**

Série temporal é uma sequência de observações de uma variável qualquer ao longo do tempo. As observações são espaçadas igualmente (dias, semanas, meses, anos etc.). (MOREIRA, 2011). Uma das considerações para o

uso de modelos de séries admitir que os eventos futuros terão os mesmos comportamentos dos eventos passados (ALBUQUERQUE; SERRA, 2006).

Uma série temporal pode exibir quatro características em seu comportamento, tais como: média, sazonalidade, ciclo e tendência (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

A série tem característica de média quando seus valores flutuam em torno de uma média constante. A característica de sazonalidade ocorre quando os padrões cíclicos de variação se repetem em intervalos aproximadamente constantes de tempo. A característica cíclica existe quando a série exibe variações ascendentes e descendentes, entretanto, em intervalos não regulares de tempo. A tendência ocorre quando a série tem comportamento crescente ou decrescente por um período de tempo (PELLEGRINI, 2000).

De acordo com as características dos dados da série e do objetivo da análise, há um conjunto de modelos que podem ser usados, desde os mais simples e intuitivos até os mais complexos, que precisam de conhecimentos especializados e softwares mais sofisticados (SERRA *et al.*, 2005). Para a presente pesquisa, foi utilizado o modelo Holt-Winters, sendo esse abordado no próximo subcapítulo.

## 2.2 Holt winters

Os modelos de Holt-Winters descrevem apropriadamente dados de demanda em que se verifica a ocorrência de tendência linear, além de uma componente de sazonalidade (PELLEGRINI; FLOGLIATTO, 2000).

De acordo com Morettin e Tolo (2004) os modelos de previsão de Holt-Winters são de fácil entendimento, tem a aplicação não dispendiosa e é adequado para série com padrão de comportamento mais geral. Porém, é difícil determinar os valores mais apropriados das constantes de suavização e/ou impossibilidade de estudar as propriedades estatísticas, tais como média e variância da previsão e, conseqüentemente, a construção de um intervalo de confiança.

Para 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.

Segundo Pellegrini (2000), os modelos de Holt-Winters dividem-se em dois grupos:

- a) Modelo Aditivo: a amplitude da variação sazonal é constante ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e menor valor de demanda dentro das estações permanece relativamente constante no tempo;
- b) Modelo Multiplicativo: a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui com decorrer do tempo.

A Tabela 1 apresenta as equações do modelo de Holt-Winters multiplicativo e aditivo.

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

	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)

Onde:

$s$  – comprimento da sazonalidade;

$L_t$  – nível da série;

$B_t$  – tendência;

$S_t$  – componente sazonal;

$F_{t+m}$  – previsão para o período  $m$  adiante

$Y_t$  – valor observado;

$\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  – parâmetros exponenciais alisadores do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

### 2.3 Medidas de precisão

Medidas de precisão desempenham um papel importante na regulagem ou refinamento de um modelo de modo que ele irá prever com acurácia um conjunto de séries temporais (ARMSTRONG; COLLOPY, 1992).

Makridakis *et al.* (1998) explica que o termo acuracidade determina o quão bem um modelo de previsão se adequa aos dados de uma série temporal já conhecida. A acurácia representa a eficiência de um modelo em relação à capacidade de minimizar erros de uma previsão de dados que ainda não são conhecidos.

O mesmo autor comenta que algumas das medidas utilizadas para determinar a acuracidade dos modelos, são: Erro Médio (ME), Erro Quadrático Médio (MSE), Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE), Desvio Médio Absoluto (MAD) e o Erro Percentual Médio (MPE).

### 3. Metodologia

Para a realização deste trabalho, coletou-se os dados do site da Associação Brasileira da Indústria de Café no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2015. As informações referentes ao ano de 2015 foram utilizadas apenas para comparar com a previsão realizada. Os valores coletados representam o volume em sacas de 60 kg da exportação brasileira de café cru, solúvel e torrado.

Utilizando os dados coletados, plotou-se o volume da exportação em função dos meses, com a finalidade de avaliar o comportamento da série. Optou-se em utilizar modelos mais acessíveis, dessa forma, 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 do volume de café exportado pelo café do Brasil. A previsão foi realizada com o auxílio do Minitab 17.

Na sequência, verificou-se as medidas de precisão para verificar o método com menores erros. Por fim, os dados reais foram comparados com os dados previstos visando comprovar a boa capacidade de previsão do modelo utilizado.

#### 4. Resultados e discussão

A Tabela 2 exibe os dados coletados.

Tabela 2- Exportação de café de janeiro de 2008 a dezembro de 2014

<b>Mês</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Janeiro	2.088.100	2.088.100	2.587.517	1.951.567	2.352.900	2.545.500	2.724.750
Fevereiro	2.287.600	2.080.717	2.481.300	1.990.450	1.897.383	2.602.850	2.513.467
Março	2.301.717	2.491.050	2.526.850	1.996.517	2.296.950	2.556.117	2.860.383
Abril	2.319.400	2.198.550	2.306.633	1.755.950	2.458.433	2.863.850	2.815.050
Mai	2.029.533	2.077.133	2.397.833	1.815.550	2.295.983	2.692.600	2.630.417
Junho	2.338.350	1.920.767	2.204.600	1.685.350	2.083.600	2.622.167	2.386.267
Julho	1.934.117	2.203.583	1.812.200	1.822.050	1.922.750	2.769.383	2.499.100
Agosto	2.390.583	2.808.067	2.592.483	2.280.883	2.398.567	2.689.733	2.669.921
Setembro	2.442.767	2.955.067	2.664.733	1.968.533	2.460.417	2.763.133	2.918.546
Outubro	2.396.733	3.078.850	2.867.300	2.669.067	2.917.333	3.094.300	3.306.499
Novembro	2.438.617	2.948.733	2.783.150	2.503.617	2.711.783	2.864.083	3.116.101
Dezembro	2.355.683	3.000.550	2.628.833	2.622.367	2.523.017	3.044.717	2.976.734
<b>Média</b>	<b>2.276.933</b>	<b>2.487.597</b>	<b>2.487.786</b>	<b>2.088.492</b>	<b>2.359.926</b>	<b>2.759.036</b>	<b>2.784.770</b>

Fonte: Adaptado da ABIC

Apresentou-se os dados da Tabela 1 graficamente nas Figuras 1 e 2.

Figura 1- Exportação de café de 2009 a 2014

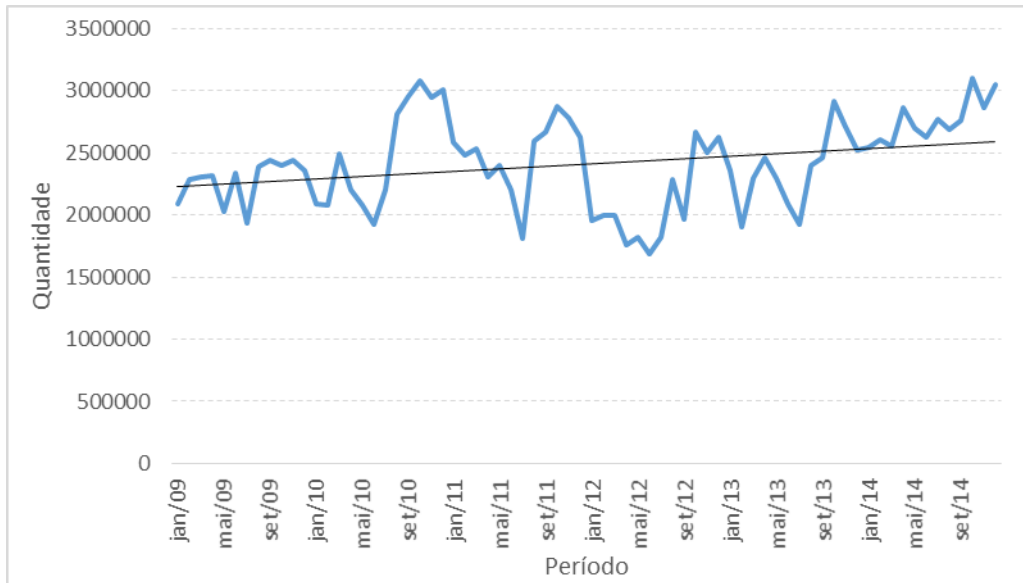
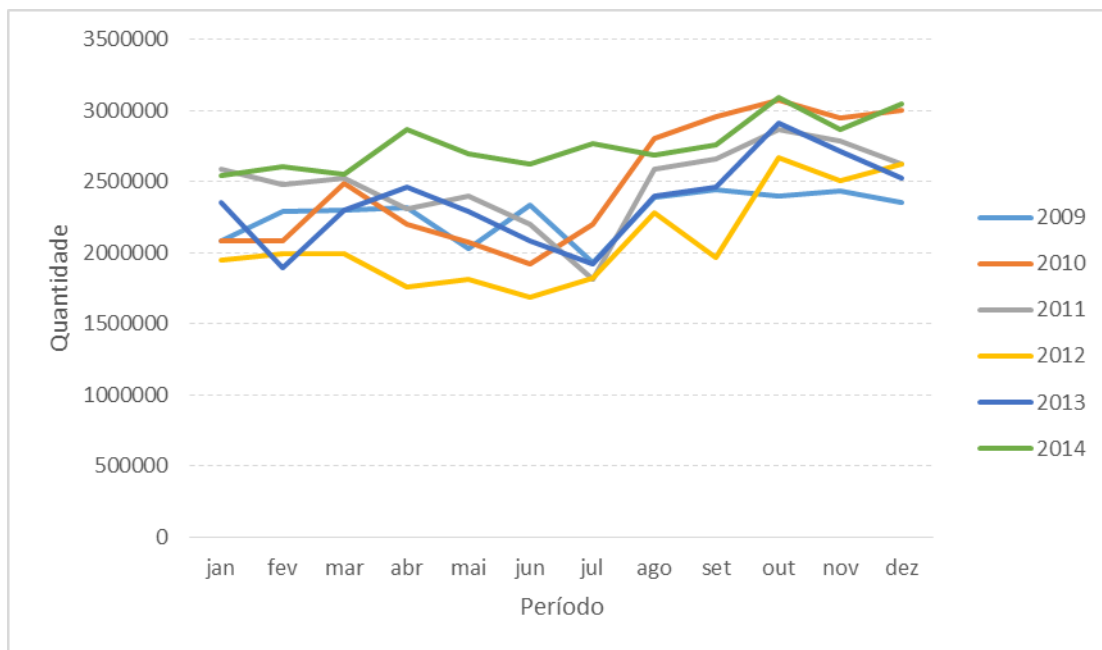


Figura 2- Evolução da exportação de café por ano



Observou-se na Figura 1 e 2 que há tendência crescente e existe componente de sazonalidade entre os anos. Assim, torna-se apropriado a utilização do método de Holt-Winters para realizar a previsão.

A previsão realizada pelo modelo multiplicativo de Holt-Winters pode ser observada na Figura 3 em comparação com os dados reais coletados no período. Na Figura 4, pode-se visualizar a previsão realizada pelo modelo aditivo de Holt-Winters comparado com os dados reais coletados no período.

Figura 3- Gráfico do modelo Holt-Winters multiplicativo

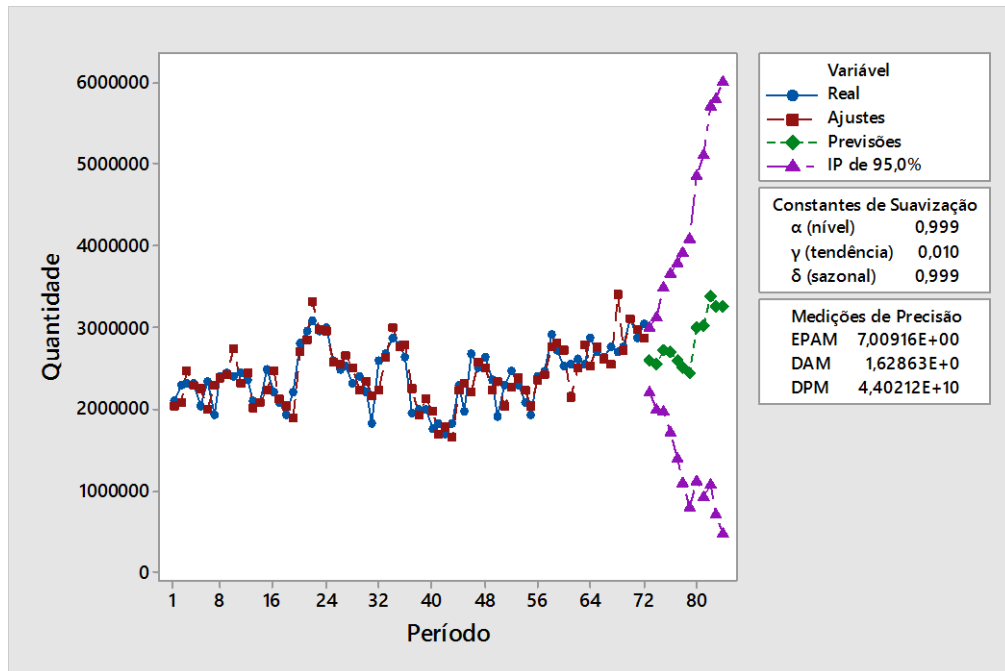
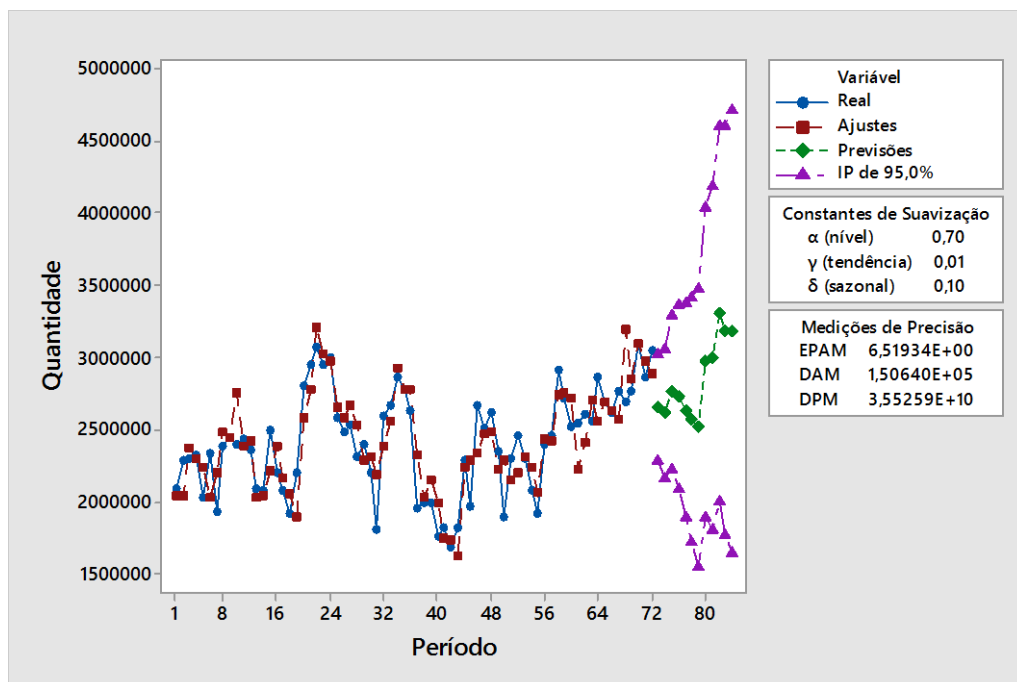


Figura 4 - Gráfico do modelo de Holt-Winters aditivo



Para a realização das previsões utilizou-se o Minitab 17, a escolha dos valores para os parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  foi realizada por meio de tentativas de modo a obter menores erros. Dessa forma, utilizou-se 0,999; 0,01 e 0,999 como parâmetros para o método multiplicativo e 0,7; 0,01 e 0,1 para o método aditivo. Verificou-se que o método aditivo foi o que obteve os menores erros.

Como o modelo aditivo foi o que apresentou melhor precisão para a previsão, ele foi utilizado para realizar a previsão do volume de exportação brasileira de café em sacas para o ano de 2015.

A Tabela 4 exibe a previsão e os limites de tolerância gerados pelo *software* utilizado.

Tabela 4 – Previsão da exportação de café para 2015

Mês	Limite inferior	Previsão	Limite superior	Dados reais	Está dentro do intervalo?
jan	2284846	2653908	3022970	2724750	sim
fev	2168882	2612595	3056307	2513467	sim
mar	2225595	2760262	3294929	2860383	sim
abr	2092028	2726986	3361944	2815050	sim
mai	1895485	2636288	3377091	2630417	sim
jun	1719526	2569656	3419785	2386267	sim
jul	1554967	2516719	3478471	2499100	sim
ago	1898780	2973734	4048689	2669921	sim
set	1812086	3001372	4190659	2918546	sim
out	2003582	3308033	4612484	3306499	sim
nov	1766180	3186425	4606671	3116101	sim
dez	1648761	3185288	4721815	2976734	sim
<b>Média</b>		<b>2844272</b>		<b>2784770</b>	

## 5. Conclusão

A previsão é importante, pois revela as tendências do mercado, auxilia na solução de problemas e melhora o planejamento estratégico de uma empresa. Assim, muitas técnicas vêm sendo desenvolvidas, destacando-se as técnicas de séries temporais. O modelo foi escolhido em virtude da característica da série, tais como tendência e sazonalidade, pela complexidade e disponibilidade de softwares específico.

Neste estudo, aplicou-se os modelos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, visando analisar qual o melhor método para realizar a previsão da exportação de café.

Verificou-se, nas Figuras 3 e 4, que as previsões dos dois modelos ficaram bem ajustadas aos dados reais. No entanto, a previsão realizada pelo método aditivo foi o mais preciso para esta série temporal, pois obteve menores erros. Dessa forma, o método aditivo foi utilizado para a realização da previsão para o ano de 2015.

A média da exportação estimada de café para o ano de 2015 foi de 2844272 sacas, valor muito próximo da quantidade real exportada, 2784770. Assim, pode-se concluir que o modelo utilizado tem a capacidade de reproduzir dados futuros confiáveis.

## 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.
- ARMSTRONG, J. S.; COLLOPY, F. **Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons.** International Journal of Forecasting. v.8, p. 69-80, 1992.



- ABIC. **Associação Brasileira da Indústria de Café.** Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49>>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, **Safra 2015, Segundo Levantamento**, Brasília, junho de 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso: 18 jul. 2015.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Setorial. **A cultura do café: 1961-2005**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 205-270, set. 2005
- 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.** 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 624 p.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Series Temporais.** São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 537 p.
- OMÊNA, M. S. **Conjunto de ferramentas computacionais para análises agroclimáticas.** 2014. 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.
- PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda.** 2000. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- 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.
- SERRA, C. M. V. et al. **Aplicação de séries temporais na análise de demanda turística no estado do Pará usando os modelos de Holt- Winters.** In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre: ABEPRO, 2005.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.