

Previsão estatística de preços do café arábica por meio de modelos de suavização exponencial

Carla Adriana Pizarro Schmidt, Lucas Marujo, Jandrei Sartori Spancerski, José Airton Azevedo dos Santos, Marcelo Anderson Carlet

Resumo: Para qualquer gestor do ramo cafeeiro, antecipar-se as oscilações do mercado é de um fator importante para a tomada de decisão. Dessa forma, esse trabalho objetivou efetuar previsões das médias mensais de preço da saca de 60Kg do Café Arábica para o ano de 2019, por meio de suavização exponencial. Os modelos foram comparados por seus valores de erros, correlação e critério de informação de Akaike (AIC) e validados em relação aos dados reais. Concluiu-se que o modelo linear com nível tratado com erros multiplicativos, tendência aditiva amortecida e sazonalidade aditiva foi o mais adequado para essa série de dados.

Palavras chave: Bebida, Custo, Holt-Winters, Previsão, Série temporal.

Statistical forecast of Arabica coffee prices through exponential smoothing models

Abstract: For any coffee manager, anticipating market swings is an important factor in decision making. Thus, this work was aim to predict the monthly average price of the 60kg bag of Arabica Coffee for the year 2019, through exponential smoothing. The models were compared by their error values, correlation and Akaike information criterion (AIC) and validated against the real data. It was concluded that the linear model with level treated with multiplicative errors, damped additive trend and additive seasonality was the most appropriate for this data series.

Key-words: Beverage, Cost, Holt-Winters, Forecast, Time series.

1. Introdução

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, especialmente para o Brasil, segundo dados da *International Coffee Organization* – IOC (2019) e da Associação Brasileira da Indústria de Café – ABIC (2019), o país é o segundo maior consumidor do mundo, além de ser o maior produtor e exportador, sua produção corresponde a um terço da produção mundial e é praticamente o dobro do que o segundo país na lista produz, no ano de 2019 o país retomou o crescimento em exportação, o que segundo o relatório sobre o mercado cafeeiro de agosto de 2019 da IOC, elevou-se em 27,6% em relação ao ano anterior, totalizando 35,08 milhões de sacas, no período de outubro de 2018 a julho de 2019.

Existem duas espécies comerciais de café que são a *Coffea arábica* e *Coffea canefora*, vulgarmente conhecidas como cafés arábica e robusta. O cultivo de arábica é bem superior em quantidade e responde por aproximadamente 62% da área cultivada com Café no mundo, pois esse produto é responsável pelo sabor e aroma característicos da bebida é considerado um café de qualidade superior, exatamente por esse motivo apresenta um maior valor agregado. Já o café robusta proporciona corpo e espuma à bebida, além de baratear o produto, mas geralmente é adicionado em menor quantidade nas misturas, em no máximo 15% do produto final, para não prejudicar o sabor e aroma da bebida. O consumo de misturas desses dois tipos de café é muito comum, porém cafés denominados Gourmet devem ser preparados apenas com grãos de café arábica (HERRERA; LAMBOT, 2017; COUTO et al., 2019).

Os modelos de suavização exponencial por vezes são equivalentes a alguns modelos ARIMA específicos, porém no caso da suavização tripla isso não acontece. Esse modelo não elimina o componente sazonal, ele apenas faz com que a sazonalidade descoberta fique constante no tempo, ou seja em cada mês específico se aplica o peso sazonal descoberto pela suavização tripla aditiva ou multiplicativa a depender do que melhor se ajuste aos dados (MILLS, 2019).

Nesse âmbito, para qualquer gestor, o entendimento dos detalhes e as oscilações do mercado cafeeiro são de essenciais para a tomada de decisão. Dessa forma, a necessidade de antecipar-se a essas oscilações por meio de previsões dos preços, torna relevante o estudo de técnicas de predição que otimizem isso.

Para Ballou (2006), as previsões norteiam toda a cadeia de suplementos e logística de uma empresa. Já Hyndman e Athanasopoulos (2019), ressaltam a naturalidade do uso de previsões no cotidiano organizacional, porém, destacam que é necessário utilizar técnicas adequadas para que essas sejam feitas de forma eficiente.

Tratar e Strmčnik (2016), afirmam que o método de suavização exponencial tripla também denominado de método Holt Winters em seus estudos foi o método mais indicado para realização de previsões em longo prazo, sendo mais indicado que os métodos de regressão múltipla ou o de médias móveis. Os autores explicam ainda que nesse método todos os dados da série temporal são levados em conta, porém um peso maior é atribuído aos dados mais recentes e um menor aos dados mais distantes do final da série temporal.

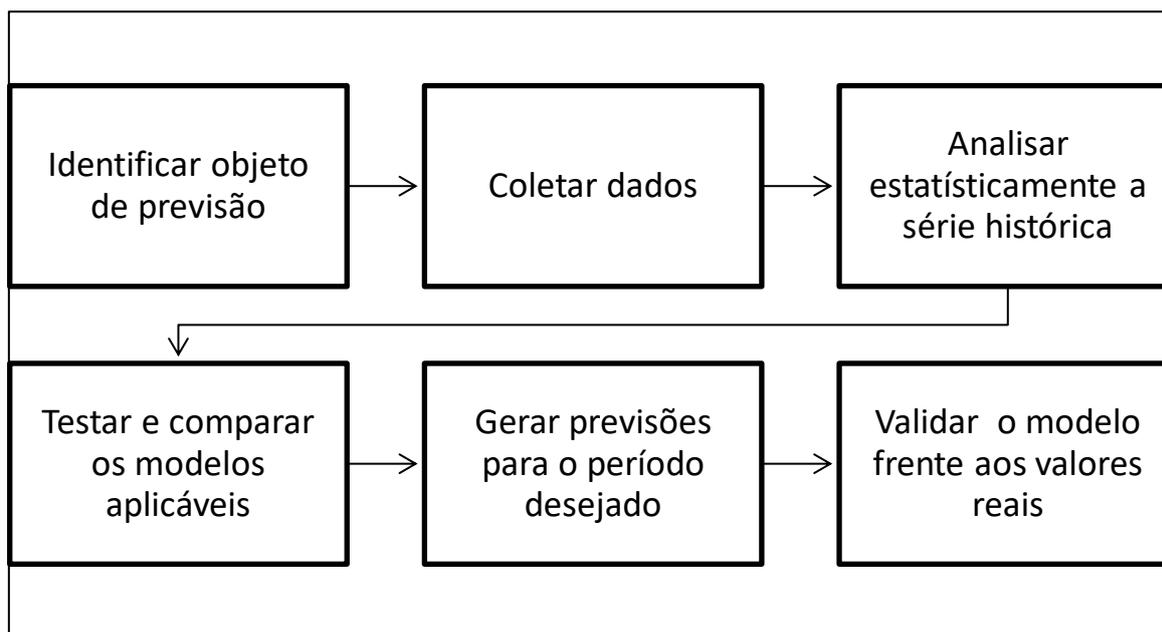
Com o intuito de auxiliar no processo de predição e tomada de decisão, bem como, contribuir para a área de pesquisa por meio de um estudo exploratório, o presente trabalho objetivou a realização, por meio de suavização exponencial, da previsão de preços médios mensais da saca de 60Kg do Café Arábica para o ano de 2019 e realizar uma validação dos valores obtidos com os reais para os meses que já passaram para os quais os dados já se encontram disponíveis.

2. Material e Métodos

“Para que possa se caracterizar uma pesquisa científica se faz necessário, a explicação detalhada da metodologia utilizada, e isso se faz importante para validação do estudo de modo geral” (OLIVEIRA, 2011, p.8). Dessa forma, nesta seção, explica-se os detalhes da pesquisa elaborada, a qual, pode ser vista de forma resumida em etapas sequenciais, conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

Na primeira etapa, foi definido o objeto de estudo, bem como as possíveis suposições para a pesquisa. Definiu-se como objeto de estudo dos dados históricos de preços médios mensais do Café Arábica, referem-se aos valores por saca de 60 kg líquido, bica corrida, tipo 6, bebida dura para melhor, valor descontado o Prazo de Pagamento pela taxa da NPR, posto na cidade de São Paulo.

No passo seguinte, os valores dos preços para realização desse estudo foram coletados diretamente do site do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019), vinculado à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ) e Universidade de São Paulo (USP). Coletou-se um total de 129 preços desde o ano de 2009 até agosto de 2019, em que os últimos 9 valores, que correspondem ao ano de 2019, foram utilizados apenas para validação da previsão.



Fonte: Autoria própria.

Figura 1 – Etapas do processo metodológico.

Posteriormente, com auxílio da planilha Microsoft® Excel realizou-se uma análise descritiva dos dados com vistas a obtenção de uma visão global do comportamento da série temporal. Na sequência utilizou-se o *software* NNQ (Núcleo de Normalização e Qualimetria), o qual desenvolve aplicações de previsão por suavização exponencial (NNQ, 2019), ele foi desenvolvido e é disponibilizado gratuitamente pelo Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Esse *software* foi então alimentado com os dados históricos de 2009 a 2018 para realização das previsões por todos os métodos e posteriormente pelo melhor método disponível. Essa análise se faz importante para o entendimento do comportamento dos dados, além de definir parâmetros para embasar o uso de cada modelo, pois nessa etapa observa-se padrões de tendências e sazonalidades utilizados para definir as características aplicáveis aos modelos.

Segundo Hyndman e Athanasopoulos (2019), existem dezoito possíveis modelos de suavização exponencial, as suas respectivas fórmulas base, podem ser visualizadas na Figura 2. Porém, ressalta-se que para cada tipo de série temporal, alguns deles podem ser aplicados e outros não pois pode-se ter ou não tendência e sazonalidade, dessa forma todos os modelos possíveis foram testados e o melhor modelo foi escolhido para a realização da previsão.

Na etapa seguinte, utilizou-se os modelos aplicáveis para gerar uma série de dados equivalente e compará-los com os dados da série real no período de 2009 a 2018. A partir dos valores de erros, correlação e critério de informação de Akaike (AIC) de cada modelo, pode-se avaliá-los e definir qual o mais indicado para prever a série.

Após a escolha do modelo que melhor se ajustou aos critérios estabelecidos, gerou-se as previsões e os valores foram confrontados aos dados reais para os meses de janeiro até agosto de 2019, já disponibilizados pelo Cepea (CEPEA, 2019), na data da realização desse estudo.

ADDITIVE ERROR MODELS

Trend	Seasonal		
	N	A	M
N	$y_t = \ell_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / \ell_{t-1}$
A	$y_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $b_t = b_{t-1} + \beta \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / (\ell_{t-1} + b_{t-1})$
A _d	$y_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) s_{t-m} + \varepsilon_t$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha \varepsilon_t / s_{t-m}$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta \varepsilon_t / s_{t-m}$ $s_t = s_{t-m} + \gamma \varepsilon_t / (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})$

MULTIPLICATIVE ERROR MODELS

Trend	Seasonal		
	N	A	M
N	$y_t = \ell_{t-1}(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1}(1 + \alpha \varepsilon_t)$	$y_t = (\ell_{t-1} + s_{t-m})(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \alpha(\ell_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma(\ell_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$	$y_t = \ell_{t-1} s_{t-m}(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1}(1 + \alpha \varepsilon_t)$ $s_t = s_{t-m}(1 + \gamma \varepsilon_t)$
A	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + b_{t-1})\varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m})(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha(\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$ $b_t = b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma(\ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1}) s_{t-m}(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + b_{t-1})\varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m}(1 + \gamma \varepsilon_t)$
A _d	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})(1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})\varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m})(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + \alpha(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m} + \gamma(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_{t-m})\varepsilon_t$	$y_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1}) s_{t-m}(1 + \varepsilon_t)$ $\ell_t = (\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})(1 + \alpha \varepsilon_t)$ $b_t = \phi b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + \phi b_{t-1})\varepsilon_t$ $s_t = s_{t-m}(1 + \gamma \varepsilon_t)$

Fonte: Hyndman e Athanasopoulos (2019).

Figura 2 - Fórmulas de todos os Modelos de Suavização Exponencial existentes.

3. Resultados e Discussão

A fim de entender o comportamento estatístico da base de dados, realizou-se uma análise descritiva dos preços médios mensais da saca de 60Kg do Café Arábica, como pode ser visto na Tabela 1.

Análise	Valores	Análise	Valores
Mínimo	247,50	Soma	48168,11
1º Quartil	307,97	Desvio Padrão	86,19
Média	401,40	Variância	7430,40
Mediana	433,43	Coefficiente de Variação	0,21
Tri-Média	404,81	Assimetria	-0,42
3º Quartil	466,51	Curtose	-1,21
Máximo	556,74	Amplitude	309,24

Fonte: Autoria Própria

Tabela 1 – Resultados da análise descritiva dos preços médios mensais da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA-ESALQ/USP de janeiro de 2009 a dezembro de 2018.

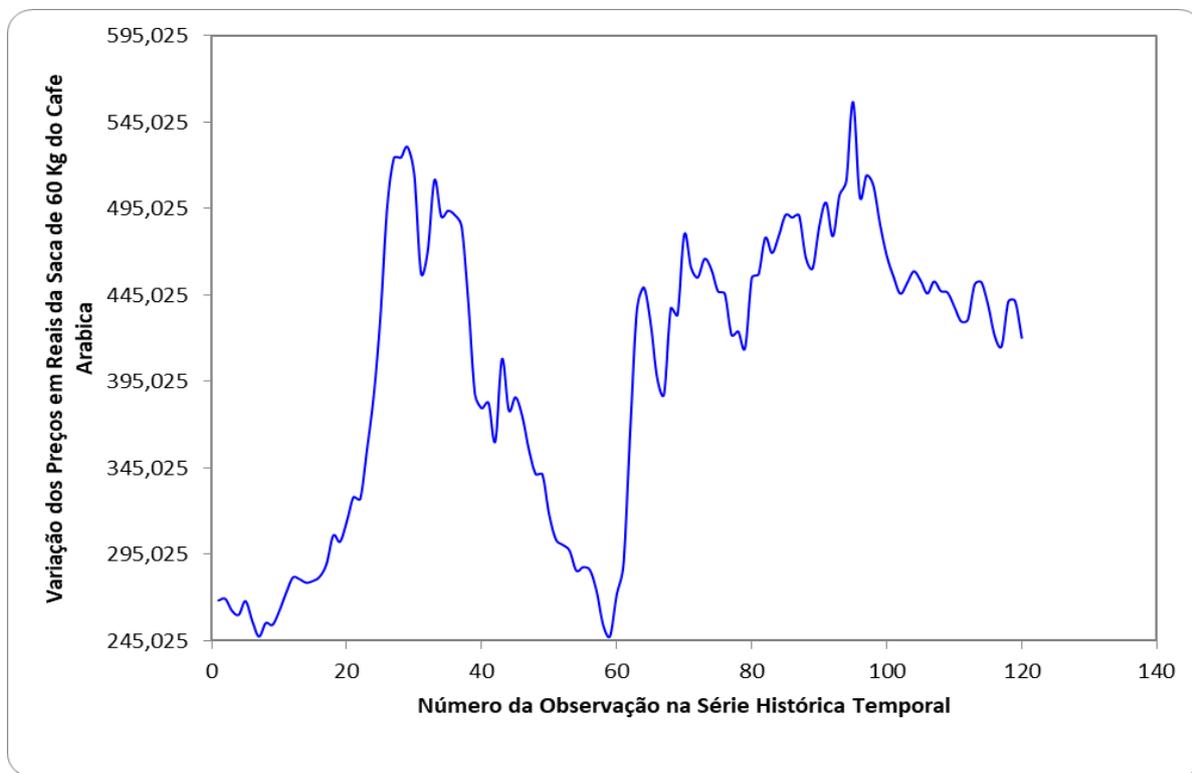
Cabe ressaltar que o menor intervalo interquartil foi entre a mediana e o terceiro quartil, sendo de R\$ 33,08, representando a faixa com maior densidade de dados, ou seja, 25% de todos os dados amostrados estão entre R\$ 433,43 (mediana) e R\$ 466,51 (3º quartil).

A média dos preços das sacas foi de R\$ 401,40 com um desvio padrão de R\$ 86,19, sendo que este representa 21,47% do preço médio, indicando uma possível presença de sazonalidade, o que torna os dados como média e desvio padrão não tão interessantes para entender o comportamento dos dados, mas análises visuais podem trazer outras interpretações mais assertivas para a modelagem.

Com base nas análises supracitadas, os autores buscaram realizar uma interpretação dos dados por meio de análise visual, sendo os dados plotados em um Gráfico de Tendências, conforme pode ser visto na Figura 3. Através do gráfico é possível identificar o que a análise das distâncias interquartis informou, com relação à densidade de valores de R\$ 433,43 a R\$ 466,51.

É visível a sazonalidade presente no modelo, sendo que os primeiros meses amostrados possuíam valores baixos e imediatamente obtiveram um *gap* para valores super altos, reflexos dos resultados da safra do período. Embora a sazonalidade no modelo seja bem visível, é possível identificar uma estabilização dos preços no ano de 2018, não apresentando variações bruscas como nos primeiros anos.

A tendência do modelo, em caráter observável, é que os preços médios mensais da saca de café não ultrapassem os valores mínimo de R\$ 415,025 e máximo de R\$ 500,00, dado análise visual da variação apenas dos últimos 5 anos.



Fonte: Autoria Própria

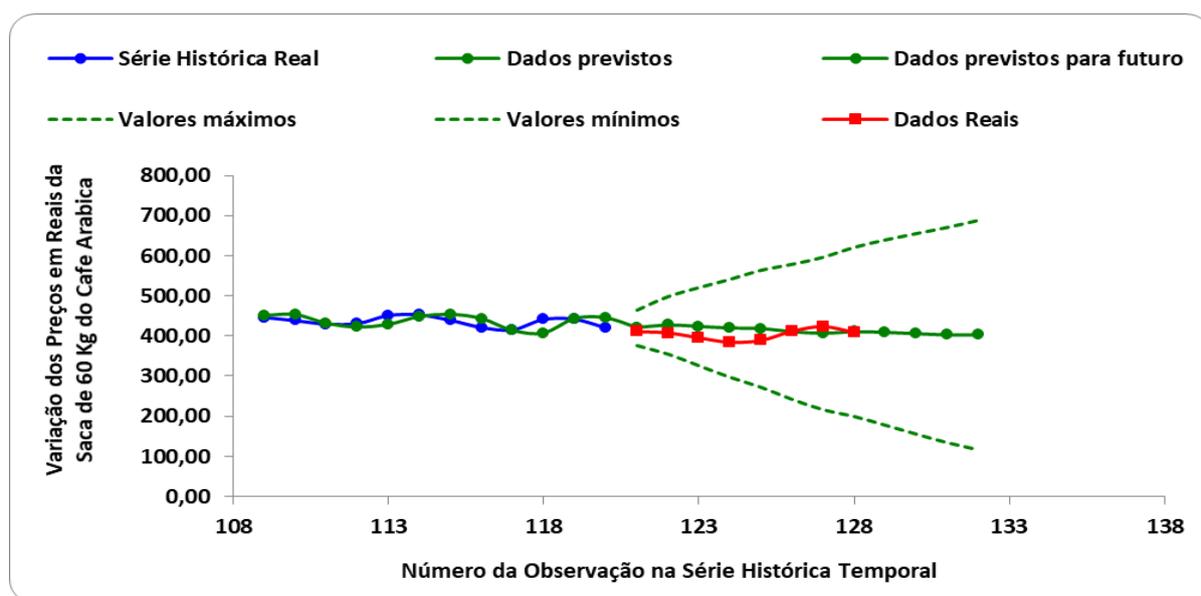
Figura 3 – Variação dos preços médios mensais da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA-ESALQ/USP de janeiro de 2009 a dezembro de 2018.

Métodos	DM	DAM	RQDQM	DPAM	r1	U de Theil	AIC
ANA	1,343	15,548	21,930	3,84%	0,208	0,990	1343,583
MNA	1,336	15,925	22,167	3,91%	0,203	0,982	1341,434
AAA	-0,499	15,803	22,041	3,92%	0,208	0,986	1348,794
MAA	0,097	16,514	22,942	4,01%	0,072	0,990	1346,760
AAdA	0,992	15,541	21,647	3,83%	0,069	0,967	1346,467
MAdA	0,652	16,081	22,160	3,91%	-0,035	0,957	1340,057
MNM	0,893	16,109	22,519	4,00%	0,202	0,986	1350,361
MAM	-0,251	16,577	22,977	4,11%	0,066	0,989	1355,039
MAdM	0,292	16,238	22,256	4,03%	-0,026	0,956	1348,470
MMM	-1,479	17,055	23,370	4,21%	0,084	1,002	1354,788
MMdM	0,004	16,333	22,095	4,05%	-0,034	0,964	1344,053

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 – Resultados dos erros para a suavização exponencial realizada por todos os métodos para os preços da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA/ESALQ.

Com base nos dados de erros apresentados na Tabela 2, o melhor modelo de suavização exponencial para realização da previsão dos preços da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA/ESALQ foi o MAdA, em que os erros de nível foram tratados de forma multiplicativa indicado pelo primeiro M do nome do modelo e apresentando valor para a constante alfa de 0,99, a tendência foi tratada de forma aditiva amortecida (Ad) e as constantes calculadas para tratar a tendência foi a beta com valor 0,33 e a de amortecimento foi a constante fi com valor de 0,80, por fim, a sazonalidade foi tratada de forma aditiva pela constante gama que ficou com um valor de 0,01. Na Figura 4 os resultados obtidos para previsão e sua comparação com os valores reais do ano de 2019 podem ser observados, bem como os valores numéricos exatos que podem ser visualizados na Tabela 3.



Fonte: Autoria Própria

Figura 4 – Valores reais e previstos confrontados com os valores reais dos preços da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA/ESALQ.

Datas	Número da Observação	Previsão	L.inf 95	L.Sup 95	Real
jan/19	121	421,24	376,61	465,86	410,87
fev/19	122	427,31	355,29	499,34	407,7
mar/19	123	424,04	326,34	521,73	395,61
abr/19	124	419,93	297,67	542,19	384,35
mai/19	125	418,67	272,79	564,55	389,04
jun/19	126	410,90	242,49	579,30	411,94
jul/19	127	406,88	216,98	596,79	423,67
ago/19	128	410,65	200,06	621,23	408,74
set/19	129	409,03	178,60	639,46	Indisponível
out/19	130	405,77	156,31	655,22	Indisponível
nov/19	131	402,70	134,98	670,43	Indisponível
dez/19	132	402,56	117,24	687,88	Indisponível

Fonte: Autoria Própria

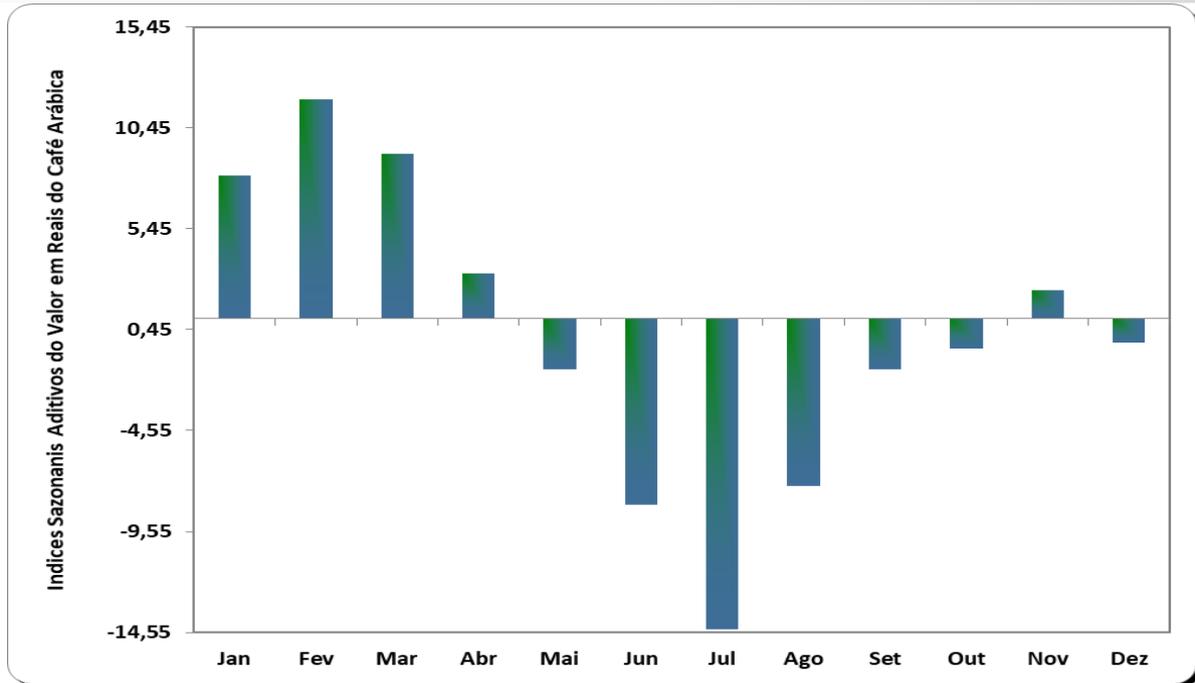
Tabela 3 – Resultados das previsões pelo melhor modelo de suavização exponencial que apresentou os menores erros, seus limites superiores e Inferiores de previsão, bem como os valores reais para os preços da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA/ESALQ para o ano de 2019.

Para os primeiros 5 meses do ano os valores previstos estiveram acima dos valores reais praticados pelo mercado, porém nos três meses seguintes os valores previstos ficaram abaixo dos reais. Cabe destacar que em todos os casos a previsão se manteve dentro dos limites superiores e inferiores de previsão e que de forma condizente com as análises apresentadas nos relatórios mensais da IOC (2019), pode-se dizer que os valores calculados e apresentados pelo modelo foram bastante semelhantes aos reais, indicando a alta acurácia do mesmo.

A sazonalidade foi tratada pelo modelo de forma aditiva e seus valores calculados referentes a cada mês do ano pode ser observada na Figura 5. Fica clara a tendência do produto a apresentar preços superiores no início do ano com um pico no mês de fevereiro, bem como uma redução dos preços do produto a partir do mês de maio com um pico de preço mais baixo no mês de julho.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento Conab (2019), nos meses de maio a agosto ocorreu 89,6% da colheita no Brasil, com o grande pico em julho, o que associado a produção em baixa devido a característica intrínseca de bianualidade do café e a falta de chuva entre dezembro de 2018 e janeiro de 2019 em algumas regiões, podem ser fatores que justificam a aplicação da relação de oferta e demanda e a oscilação do preço.

Para trabalhos futuros, sugere-se além do uso de uma comparação entre modelos de um mesmo método, a comparação de outros métodos estatísticos como no trabalho de Marujo (2017), ou ainda comparado a modelos de inteligência artificial, como por exemplo na pesquisa de MATYJASZEK et al. (2019).



Fonte: Autoria Própria

Figura 5 – Sazonalidade dos preços da saca de 60Kg do Café Arábica ao longo dos meses do ano, obtidos com base no indicador de preços do CEPEA/ESALQ.

4. Conclusão

Para este trabalho, abordou-se como interesse o estudo de previsão da série temporal de preços médios mensais das sacas de 60kg de Café Arábica no Brasil, ao qual, subentende-se que esse objetivo inicial foi alcançado, uma vez que se realizou com êxito as previsões.

Outra suposição inicial é a de definir entre os modelos aos quais o comportamento da série é aplicável, qual o melhor ajustado para predições, embasado em critérios de erros. Dessa forma, estabeleceu-se como o mais adequado o modelo linear com nível tratado com erros multiplicativos, tendência aditiva amortecida e sazonalidade aditiva (MAdA).

Foi possível ainda, avaliar o modelo escolhido frente aos dados reais, bem como, discutir os resultados obtidos frente a estudos feitos por organizações responsáveis relacionadas ao café. Essa abordagem possibilitou entender o cenário do café no Brasil e o no mundo, além da análise financeira envolvida, o que possibilitou auxiliar o estudo de previsões do gênero com propósito intrínseco dessas metodologias no âmbito de gestão e planejamento empresarial.

Conforme a abrangência de estudos relacionados a metodologias de previsões de preços de *commodities*, entende-se como um ambiente de interesse à pesquisa e desenvolvimento de modelos cada vez mais precisos, sobretudo para a análise do mercado financeiro.

Agradecimentos

O segundo autor agradece ao apoio com a bolsa de mestrado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café, 2019. Disponível em: <www.abic.com.br/>. Acesso em: 29 set. 2019.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 241-267.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP). **Consultas ao Banco de Dados do Site**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 11 set. 2019.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Quadrimestral, v. 5– Safra 2019, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-48, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 de junho de 2017.

COUTO, C.c. et al. *Coffea arabica* and *C. canephora* discrimination in roasted and ground coffee from reference material candidates by real-time PCR. **Food Research International**, [s.l.], v. 115, p.227-233, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.086>.

HERRERA, Juan Carlos; LAMBOT, Charles. Capítulo 1 - **The Coffee Tree**: Genetic Diversity and Origin, In: Britta Folmer (Ed.), *The Craft and Science of Coffee*, Academic Press, 2017, Pages 1-16. ISBN 9780128035207. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00001-3>.

HYNDMAN, R.J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia. 2019. Disponível em: <<https://otexts.com/fpp2/ets.html>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

MARUJO, Lucas. **Comparação de métodos estatísticos para previsão da demanda de café no Brasil**. 2017. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Bacharelado em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

MATYJASZEK, Marta; FERNÁNDEZ, Pedro Riesgo; KRZEMIENÍ, Alicja; WODARSKI, Krzysztof; VALVERDE, Gregorio Fidalgo. Forecasting coking coal prices by means of ARIMA models and neural networks, considering the transgenic time series theory. **Resources Policy**, [s.l.], v. 61, p.283-292, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.02.017>.

MILLS, Terence C. Capítulo 9 - **Seasonality and Exponential Smoothing**. In: Terence C. Mills (Ed.), *Applied Time Series Analysis*, Academic Press, 2019, Pages 145-160. ISBN 9780128131176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813117-6.00009-0>.

NNQ - Núcleo de Normalização e Qualimetria. **Previsão**. 2019. Disponível em: <<https://qualimetria.ufsc.br/publicacoes/software/previsao/>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

OIC - Organização Internacional Do Café. **Relatório sobre o mercado de café – Agosto 2019**. Mensal, Londres, p. 1-8, 2019. Disponível em: < <http://www.ico.org/pt/Market-Report-18-19-p.asp>>. Acesso em: 29 set. 2019.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011. 72 p.

TRATAR, Liljana Ferbar; STRMČNIK, Ervin. The comparison of Holt–Winters method and Multiple regression method: A case study. **Energy**, [s.l.], v. 109, p.266-276, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.115>.