

Área: Estratégia | Tema: Gestão Estratégica Financeira

PREÇO DA CELULOSE: UMA ANÁLISE DO MERCADO INTERNO E DE EXPORTAÇÃO

CELLULOSE PRICE: AN ANALYSIS OF THE INTERNAL AND EXPORT MARKET

Bianca Reichert e Adriano Mendonça Souza

RESUMO

A produção e a exportação de celulose são componentes importantes da economia brasileira, dado que as indústrias papeleras fomentam o crescimento das cidades nas quais se instalam e a celulose é um dos produtos mais exportados pelo país. Assim, a presente pesquisa tem por objetivo analisar o comportamento do preço médio da celulose em atacado e o preço médio da celulose exportada, por meio da modelagem ARIMA. Além de realizar previsão do preço para identificar qual modelo é o melhor predictor de cada série, com base nos valores das estatísticas de previsão. O estudo teve como foco dados oriundos do Informativo Florestal do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da USP, coletados entre junho de 2008 e março de 2018. O modelo encontrado para o preço médio da celulose em atacado foi o ARIMA (1,1,0), e para o preço da celulose exportada foi o modelo ARIMA (2,0,0)C. Foi possível observar que o preço da celulose em atacado e da celulose exportada são impactados em períodos semelhantes, devido às relações diretas com a cotação do dólar e com crises financeiras nos países importadores.

Palavras-Chave: Modelos ARIMA, previsão, celulose.

ABSTRACT

The production and export of cellulose are important components to the Brazilian economy, because the paper industries imply the growth of the cities where they settle and cellulose is one of the most exported Brazilian products. The present research aims to analyze the behavior of the price of wholesale cellulose and the price of the cellulose exported, using the ARIMA models. And forecast the price to identify which model is the best predictor of each series, based on the values of the forecast statistics. The study used data from the Forestry Newsletter of the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA) from the University of São Paulo (USP), collected between June 2008 and March 2018. The best model found for the wholesale cellulose price was ARIMA (1,1,0), and the ARIMA model (2,0,0) C was the best model for the exported cellulose price. In this study, was possible to observe that the price of wholesale cellulose and the price of exported cellulose are impacted in similar periods, due to the direct relation with the dollar quotation and financial crises in the importing countries. À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo aporte financeiro e ao Laboratório de Análise e Modelagem Estatística (LAME) da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, pelo espaço utilizado.

Keywords: ARIMA models, forecast, cellulose.

Eixo Temático: Estratégia

PREÇO DA CELULOSE: UMA ANÁLISE DO MERCADO INTERNO E DE EXPORTAÇÃO

CELLULOSE PRICE: AN ANALYSIS OF THE INTERNAL AND EXPORT MARKET

RESUMO

A produção e a exportação de celulose são componentes importantes da economia brasileira, dado que as indústrias papeleras fomentam o crescimento das cidades nas quais se instalam e a celulose é um dos produtos mais exportados pelo país. Assim, a presente pesquisa tem por objetivo analisar o comportamento do preço médio da celulose em atacado e o preço médio da celulose exportada, por meio da modelagem ARIMA. Além de realizar previsão do preço para identificar qual modelo é o melhor predictor de cada série, com base nos valores das estatísticas de previsão. O estudo teve como foco dados oriundos do Informativo Florestal do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da USP, coletados entre junho de 2008 e março de 2018. O modelo encontrado para o preço médio da celulose em atacado foi o ARIMA (1,1,0), e para o preço da celulose exportada foi o modelo ARIMA (2,0,0)_c. Foi possível observar que o preço da celulose em atacado e da celulose exportada são impactados em períodos semelhantes, devido às relações diretas com a cotação do dólar e com crises financeiras nos países importadores.

Palavras-chave: Modelos ARIMA, previsão, celulose.

ABSTRACT

The production and export of cellulose are important components to the Brazilian economy, because the paper industries imply the growth of the cities where they settle and cellulose is one of the most exported Brazilians products. The present research aims to analyze the behavior of the price of wholesale cellulose and the price of the cellulose exported, using the ARIMA models. And forecast the price to identify which model is the best predictor of each series, based on the values of the forecast statistics. The study used data from the Forestry Newsletter of the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA) from the University of São Paulo (USP), collected between June 2008 and March 2018. The best model found for the wholesale cellulose price was ARIMA (1,1,0), and the ARIMA model (2,0,0)_c was the best model for the exported cellulose price. In this study, was possible to observe that the price of wholesale cellulose and the price of exported cellulose are impacted in similar periods, due to the direct relation with the dollar quotation and financial crises in the importing countries.

Keywords: ARIMA models, forecast, cellulose.

1 INTRODUÇÃO

A celulose é a matéria-prima base utilizada na fabricação de papeis e papelão. O seu processo consiste no cozimento de fibras de madeiras, formação de uma parta base com a adição de água e, por último, a secagem da pasta por meio de pressão e calor. Essa técnica foi descoberta e desenvolvida pelos Chineses há mais de 2.000 anos (CORREA, 2014)

A formação da celulose tem como base fibras de árvores, as quais podem ser longas ou curtas. A celulose de fibra longa é derivada de árvores coníferas, principalmente do pinus. Esta celulose é utilizada na fabricação de papeis para embalagens, pois apresenta maior resistência, como também é utilizada na produção do papel de jornal. A fibra curta, deriva principalmente do eucalipto, produz a celulose de fibra curta que é utilizada na fabricação de papeis de impressão e de escrita (MUNDO HUSQVARNA, 2015).

Segundo Silva et al. (2015), as principais empresas do setor de celulose e papel no país, de capital aberto, são:

- Fibria S.A.: é a empresa líder mundial na produção de celulose derivada do eucalipto, e possui capacidade de produção de 5,4 milhões de toneladas de celulose. Para atender a demanda da sua produção, a Fibria utiliza floresta renovável.
- Suzano Holding S.A.: o grupo atua há mais de 90 anos no setor e tem grande participação na produção de papel e celulose.
- Klabin S.A.: a empresa lidera o ranking de produção e exportação de papel do Brasil. Também é responsável por conduzir o Programa de Fomento Florestal, que tem por objetivo complementar a renda nas comunidades em que atua, por meio de florestas plantadas em propriedades rurais.

As empresas brasileiras do ramo de celulose e papel possuem equipes qualificadas e florestas altamente produtivas, com escala tecnológica, como os principais diferenciais dentre os produtores mundiais. Porém, como todas as empresas estão voltadas para o mercado de externo, a variação no preço da celulose e a oscilação do câmbio do dólar influenciam diretamente o lucro operacional das mesmas. Essas variações implicam em mais de 80% do lucro final das empresas, ou seja, se o preço da celulose e o dólar apresentarem comportamentos decrescentes, o lucro sofrerá um impacto negativo (HORA & VIDAL, 2014).

O mercado externo de celulose é significativo para as empresas brasileiras, pois a celulose é um dos principais produtos exportados pelos país, e a maior parte da produção nacional é exportada. A celulose de fibra curta possui o maior índice de exportação, pois cerca de 40% da produção total é exportada (HORA & VIDAL, 2014).

Os países que se destacam na importação da celulose brasileira são China, Estado Unidos, Itália, Alemanha e Bélgica. Estes países consomem aproximadamente 69,6% do total de celulose exportada pelo Brasil (SOUZA et al., 2011).

Além do impacto econômico, as empresas papeleiras possuem grande influência social nas comunidades em que estão inseridas. Em estudos realizados por Oliveira, Pereira e Nascimento (2018), verificou-se a expansão urbana, o aumento da capitalização das comunidades, o aumento populacional e uma maior oferta de emprego nas cidades em que as empresas instalaram suas indústrias.

Soares et al. (2015) enfatiza a importância da realização de estudos sobre o preço da celulose, dado que esta informação auxilia na definição de estratégias de venda do produto para diferentes países compradores. Essa análise reforça a metodologia da Contabilidade Gerencial, também utilizada como base de informação para a tomada de decisões pela administração da empresa, pois aborda informações econômicas e financeiras que podem influenciar na decisão dos administradores (SILVA et al., 2015).

O objetivo desta pesquisa é analisar o comportamento dos mercados interno e externo da celulose brasileira, como prever o preço da celulose em atacado e o preço da celulose

exportada pelo país, utilizando modelos ARIMA. Também se busca identificar qual é o melhor modelo previsor, que será escolhido com base nos resultados das estatísticas de previsão (raiz do erro quadrático médio, erro percentual médio absoluto e estatística U-Theil).

A principal limitação do estudo é não realizar a análise de outras variáveis que possam influenciar o preço da celulose, como a cotação do dólar e o desempenho econômico dos principais países importadores.

2 METODOLOGIA

As variáveis analisadas foram o preço médio da celulose em atacado (US\$/ton.) e o preço médio da celulose exportada pelo Brasil (US\$/ton.). Cada série de dados compreende 118 observações mensais, coletadas no período de junho de 2008 a março de 2018. Os dados são oriundos do Informativo Florestal do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Universidade de São Paulo (USP).

Para analisar o comportamento das séries de dados, foram utilizados os modelos da classe geral ARIMA, cuja modelagem é de forma linear e aplicada a observações autocorrelacionadas (BOX & JENKINS, 1970). As etapas da modelagem, segundo Box e Jenkins (1970), consistem em:

- identificar qual modelo será utilizado de acordo com as oscilações da série (AR, MA, ARIMA, SARIMA ou ARFIMA);
- estimar os parâmetros do modelo e calcular os resíduos da modelagem;
- validar a modelagem realizada, por meio da análise da significância dos parâmetros e se os resíduos possuem características de Ruído Branco at $\approx N(0, \sigma^2)$;
- realizar as previsões dos períodos selecionados e analisar o seu desempenho utilizando as estatísticas de previsão.

Contudo, o pressuposto básico para a aplicação da modelagem ARIMA é a estacionariedade da série e a existência de autocorrelação entre as observações. Para isso, elaboram-se o gráfico da série original, a fim de identificar comportamentos não estacionários e verificar a presença de tendência e/ou sazonalidade.

Ademais, elaboram-se os gráficos das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP) com o intuito de examinar a estacionariedade da série e verificar a autocorrelação das observações. Essas funções também podem auxiliar na identificação do filtro do modelo (AR, MA, ARMA, ARIMA, SARIMA ou ARFIMA) e a ordem do modelo a serem utilizados na etapa de estimação (BOX, JENKINS & REINSEL, 1994).

O modelo ARIMA (p, d, q) baseia-se na ideia de que as observações possuem uma ligação, a qual influencia o comportamento futuro da série, e assim se pode prever valores futuros. A equação modelo geral ARIMA é representado pela Equação 1.

$$\phi(B)\Delta^d X_t = \theta(B)a_t \quad (1)$$

Onde: B é considerado o operador de retardo, d é a ordem de integração, ϕ é o parâmetro que representa a parte autorregressiva simbolizado no modelo pela letra p , θ é o parâmetro da parte de médias móveis simbolizado pela letra q , e a_t é o resíduo do modelo com características de Ruído Branco at $\approx N(0, \sigma^2)$, isto é, média zero, variância constante e valores não autocorrelacionados (BOX e JENKINS, 1970).

Uma das variações da modelagem ARIMA consiste em captar o efeito sazonal da série, o qual é determinado por repetições identificadas no intervalo de um ano. Neste caso, além da análise gráfica da variável original, a FAC e a FACP apresentarão *lags* significativos nos períodos que correspondem à sazonalidade s . O modelo ARIMA sazonal é representada pelo modelo genérico SARIMA (p,d,q) x (P,D,Q) s . O parâmetro P representa a ordem autorregressiva do processo sazonal, Q corresponde à ordem de médias móveis, D é a ordem

da diferença sazonal, e o s representa o tamanho do período sazonal (MOMBENI et al., 2013). O modelo geral pode ser obtido por meio da Equação 2.

$$\phi(B)\Phi(B)\Delta^d\Delta^{Ds}X_t = \theta(B)\Theta(B)a_t \quad (2)$$

Além do modelo sazonal, há outra variação da modelagem ARIMA que envolve integração fracionária, o modelo ARFIMA. Neste modelo, o número de diferenças é fracionário. O ARFIMA é especificado pelos parâmetros p, d^*, q , onde d^* representa as diferenças fracionárias que devem variar no intervalo de $-0,50 < d^* < 0,50$. De forma genérica, expressamos a série X_t de um método autorregressivo fracionário integrado e de médias móveis, ou ARFIMA (p, d^*, q), conforme a Equação 3.

$$\phi(B)\Delta^{d^*}x_t = \theta(B)a_t \quad (3)$$

Onde: $\phi(B)$ e $\theta(B)$ são polinômios de grau p e q , respectivamente, em que B é o operador retroativo (LEMONTE, ABENSUR & LIMA, 2008).

Após o ajuste dos modelos, os resíduos da modelagem são analisados, pois os mesmos devem apresentar valores não autocorrelacionados e normalmente distribuídos, variância constante e média igual a zero. Isto indica que o modelo apresenta propriedades de Ruído Branco $a_t \approx N(0, \sigma^2)$ (SOUZA et al., 2011).

Após serem estimados diversos modelos da classe geral ARIMA com resíduos do tipo Ruído Branco, o melhor modelo será escolhido com base nos critérios de informação Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC). Os melhores modelos serão os que apresentarem valores mínimos para essas estatísticas, conforme as Equações 4 e 5. (AKAIKE, 1974).

$$AIC = T\ln(SQR) + 2n \quad (4)$$

$$BIC = T\ln(SQR) + n\ln(T) \quad (5)$$

Onde: T corresponde ao número de observações, SQR é a soma dos quadrados dos resíduos e n caracteriza o número de parâmetros que foram estimados no modelo.

Estes critérios são denominados de penalizadores, pois consideram o número de parâmetros estimados no cálculo. Isto é, quanto maior for o número de parâmetros n , maior será a penalização no resultado (BOZDOGAN 1987).

Com o objetivo de avaliar e selecionar o melhor modelo que apresenta a melhor performance de previsão, estimam-se as estatísticas de previsão com base nos erros de previsões. Neste trabalho, serão utilizados os métodos da Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), do Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE) e a estatística U-Theil, conforme as Equações 6, 7 e 8 (SOUZA et al., 2011).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_t - \hat{x}_t)^2} \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| * 100 \quad (7)$$

$$U - Theil = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - \hat{x}_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - x_{t-1})^2}} \quad (8)$$

Onde: x_t é a observação no instante t e \hat{x}_t representa a previsão no instante t .

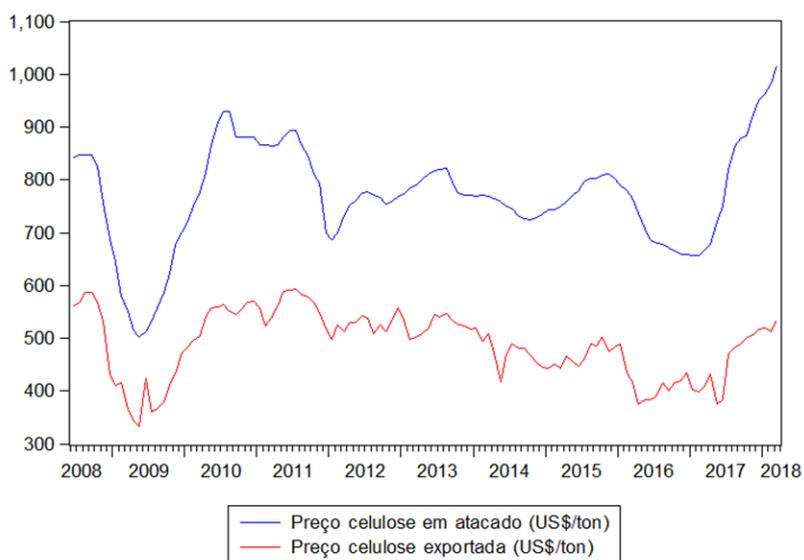
As estatísticas de previsão auxiliam na escolha do melhor modelo, dado que o modelo que apresentar os menores valores para essas estatísticas demonstrará o melhor desempenho ao realizar a previsão dos valores em análise.

Após escolha do modelo, o gráfico dos valores ajustados e dos resíduos da modelagem são elaborados, com o intuito de identificar se o modelo escolhido consegue captar os movimentos e oscilações da série original e realizar a previsão.

3 RESULTADOS

Ao analisar os valores médios do preço da celulose comercializada em atacado e da celulose exportada, pode-se observar na figura a seguir o comportamento das séries no período entre junho de 2008 e março de 2018.

Figura 1 – Comportamento das séries do preço da celulose em atacado e da celulose exportada



Fonte: autores.

A partir da Figura 1, verifica-se que a média do preço da celulose exportada é menor que o preço médio da celulose comercializada em atacado. Isso se deve ao preço estipulado das exportações e pelos países compradores da celulose brasileira. Além disso, analisa-se que as oscilações positivas e negativas se apresentam nas séries em períodos semelhantes, o que indica que variações em outros índices afetam da mesma forma os mercados interno e externo da celulose.

Com o objetivo de aplicar a modelagem ARIMA, fez-se necessário analisar a estacionariedade das séries e a existência de autocorrelação entre as observações, por meio dos gráficos da FAC e FACP.

Figura 2 – Gráfico da FAC e FACP do preço médio da celulose em atacado

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.940	0.940	107.03	0.000	
2	0.844	-0.346	194.07	0.000	
3	0.720	-0.228	257.93	0.000	
4	0.576	-0.168	299.10	0.000	
5	0.423	-0.086	321.50	0.000	
6	0.276	0.009	331.15	0.000	
7	0.134	-0.094	333.44	0.000	
8	0.000	-0.077	333.44	0.000	
9	-0.115	-0.008	335.17	0.000	
10	-0.208	0.024	340.84	0.000	
11	-0.284	-0.066	351.48	0.000	
12	-0.340	-0.048	366.97	0.000	
13	-0.384	-0.089	386.84	0.000	
14	-0.413	-0.036	410.05	0.000	
15	-0.426	0.004	434.99	0.000	

Fonte: autores.

Figura 3 – Gráfico da FAC e FACP do preço médio da celulose exportada

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.912	0.912	100.62	0.000
		2	0.815	-0.096	181.76	0.000
		3	0.719	-0.047	245.50	0.000
		4	0.616	-0.099	292.70	0.000
		5	0.502	-0.127	324.33	0.000
		6	0.393	-0.042	343.89	0.000
		7	0.319	0.134	356.88	0.000
		8	0.245	-0.070	364.58	0.000
		9	0.175	-0.029	368.55	0.000
		10	0.136	0.109	370.98	0.000
		11	0.107	-0.026	372.49	0.000
		12	0.078	-0.037	373.30	0.000
		13	0.056	0.024	373.72	0.000
		14	0.037	-0.053	373.91	0.000
		15	0.019	-0.030	373.96	0.000

Fonte: autores.

A análise dos gráficos indica que as observações são autocorrelacionadas, devido aos *lags* significativos presentes nas duas séries. Em relação à estacionariedade, observa-se na Figura 2 que o preço médio da celulose em atacado não é estacionário, pois ocorre uma inversão do comportamento das autocorrelações, indicando a possível aplicação de um modelo ARIMA ou SARIMA. Na Figura 3, observa-se que o preço médio da celulose exportada é estacionário, dado que as autocorrelações se tornam não significativas até o *lag* 12. O comportamento dos gráficos da FACP sugere a aplicação da modelagem ARIMA, com os filtros AR, MA, ARFIMA e SARIMA, para as séries analisadas, com ordem 1 ou 2.

Para realizar a modelagem das séries, foram utilizados os modelos da classe geral ARIMA. Os modelos concorrentes, que apresentaram os melhores resultados para os critérios de AIC e BIC e resíduos com característica de Ruído Branco, são descritos nas Tabelas 1 e 2, juntamente com as respectivas estatísticas de previsão (RMSE, MAPE e U-Theil).

Tabela 1 – Modelos concorrentes para o preço médio da celulose em atacado

Modelo	Coefficientes	p-valor	AIC	BIC	RMSE	MAPE	U-Theil
ARIMA (1,1,0)	$\varphi_1 = 0,71413$	< 0,05	8,556213	8,60343	17,17174	1,476664	0,011093
	$\varphi_3 = 0,341182$	< 0,05					
ARIMA (1,1,2)	$\theta_1 = 0,707151$	< 0,05	8,573937	8,668371	17,17741	1,490243	0,011116
	$\theta_2 = 0,594134$	< 0,05					
ARFIMA (1, d^* ,2)	$d^* = 0,491344$	< 0,05	8,648579	8,765981	67,45539	8,36959	0,045432
	$\varphi_1 = 0,876619$	< 0,05					
	$\theta_1 = 0,290938$	< 0,05					
	$\theta_2 = 0,214295$	< 0,05					

Fonte: autores.

Tabela 1 – Modelos concorrentes para o preço médio da celulose exportada

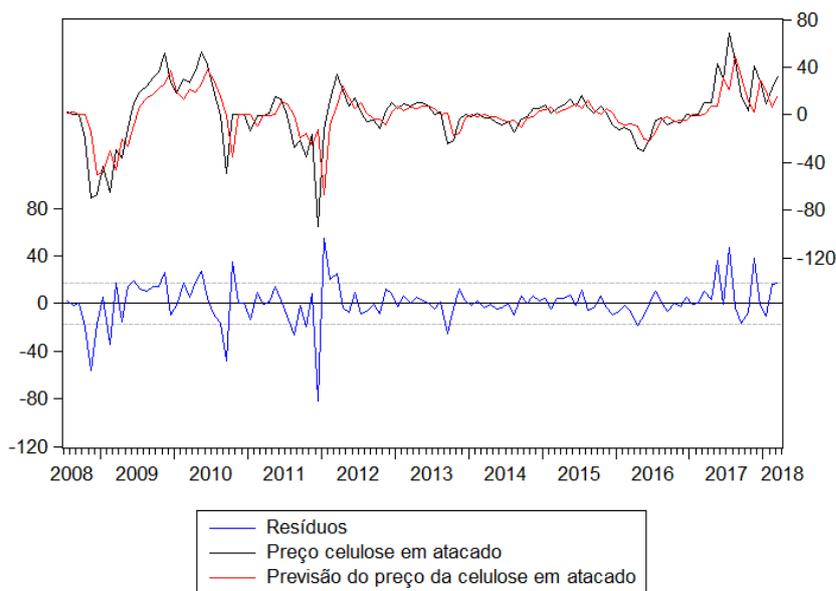
Modelo	Coefficientes	p-valor	AIC	BIC	RMSE	MAPE	U-Theil
ARIMA (2,0,0) _C	$C = 491,4469$	$< 0,05$	9,326563	9,420484	24,78292	3,721748	0,025405
	$\varphi_1 = 0,966837$	$< 0,05$					
	$\varphi_6 = -0,092599$	$< 0,05$					
ARIMA (1,0,0) _C	$C = 497,3298$	$< 0,05$	9,349198	9,419639	25,08834	3,913396	0,025515
	$\varphi_1 = 0,918149$	$< 0,05$					
ARIMA (1,0,1)	$\varphi_1 = 0,999196$	$< 0,05$	9,408133	9,478574	25,40265	3,983125	0,025851
	$\theta_6 = -0,164813$	$< 0,05$					

Fonte: autores.

Dentre todos os modelos ajustados, as Tabelas 1 e 2 apresentam apenas os modelos que obtiveram os menores valores para os critérios penalizadores AIC e BIC em ambas as séries. Observa-se que todos os parâmetros são significativos, com p-valor inferior a 5%. Conforme a Tabela 1, o melhor modelo ajustado para o preço médio da celulose em atacado foi o ARIMA (1,1,0), o qual também apresentou os menores valores das estatísticas de previsão. Com base na Tabela 2, o melhor ajuste para o preço da celulose exportada foi o modelo ARIMA (2,0,0)_C, como também o melhor predictor do preço devido aos melhores resultados para as estatísticas de previsão.

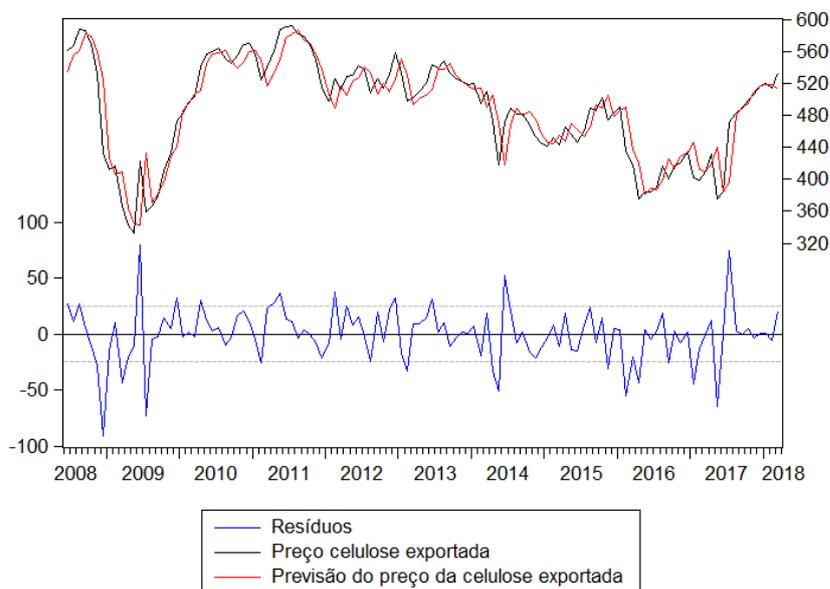
Com o objetivo de verificar se a modelagem realizada teve um bom ajuste em relação à série original, foram elaborados os gráficos que representam os valores ajustados e os resíduos dos modelos escolhidos para cada série do preço da celulose.

Figura 4 – Gráfico dos valores reais, ajustados e os resíduos do modelo ARIMA (1,1,0) para o preço médio da celulose em atacado



Fonte: autores.

Figura 5 – Gráfico dos valores reais, ajustados e os resíduos do modelo ARIMA (2,0,0)_c para o preço médio da celulose exportada



Fonte: autores.

Nas Figuras 4 e 5, observa-se que os modelos ajustados acompanham as oscilações das séries originais, indicando que a modelagem é capaz de realizar previsões destes comportamentos. Em relação aos resíduos, verifica-se que os mesmos apresentam média em torno do zero, porém existem picos que ocorrem em períodos nos quais as séries originais apresentaram uma mudança abrupta de comportamento. Essa característica pode indicar a presença de quebra estrutural nas séries, influenciada por alguma crise econômica, cotação do dólar ou até por políticas governamentais.

4 CONCLUSÕES

A modelagem de séries temporais é uma técnica que tem por objetivo compreender o comportamento de variáveis em análise e, com isso, tomar decisões estratégicas. Nesta pesquisa, foram analisados os preços médios da celulose em atacado e da celulose exportada pelo país. Para analisar os movimentos das séries, foram utilizados os modelos da classe geral ARIMA, pois as observações demonstraram autocorrelação.

O modelo ajustado para o preço médio da celulose em atacado foi o ARIMA (1,1,0), e para o preço da celulose exportada foi o modelo ARIMA (2,0,0)_c, com base em valores de junho de 2008 a março de 2018. Esses modelos, foram os que apresentaram os menores valores para as estatísticas de ajustes AIC e BIC, como também apresentaram os melhores resultados para as estatísticas de previsão (RMSE, MAPE e U-Theil).

Portanto, conhecer e prever o comportamento do preço da celulose é uma informação importante para as empresas papeleiras, pois o preço impacta diretamente no lucro operacional e nas exportações do produto. Desta forma, sugere-se para estudos futuros uma modelagem que englobe as variáveis influenciadoras do preço da celulose, como cotação do dólar e índices financeiros de países importadores da celulose brasileira, e a análise de quebras estruturais nas séries por serem dados econômicos e voláteis.

AGRADECIMENTOS

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo aporte financeiro e ao Laboratório de Análise e Modelagem Estatística (LAME) da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, pelo espaço utilizado.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. **A new look at the statistical model identification**. IEEE Transactions on Automatic Control., Boston, v.19, n.6, p.716-723, Dec. 1974.

BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. **Psychometrica**, n.52, p. 345-370, 1987.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G.M. **Time Series Analysis, forecasting and control**. San Francisco: Holden Day, 1970.

BOX, G.E.; JENKINS, G.M.; REINSEL, G.C. **Time series analysis: Forecasting and control**. 3 ed. New Jersey: Printice Hall, 1994.

CEPEA.CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Florestal**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/florestal.aspx>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

CORREA, D. V. G. **Celulose: logística e distribuição**. SENAI-SP Editora, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=Pg5QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Celulose&ots=pidVZvq0nG&sig=5PjEav_xtLhQjmxTSebKFNAHhsU#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 25 jun. 2018.

HORA, A. B. da; VIDAL, A. C. F. Panorama setorial 2015-2018: celulose. **BNDES**, 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14156/1/Celulose_P_BD.pdf>. Acesso em 25 jun. 2018.

LEMONTE, A.J.; ABENSUR, T. C.; LIMA, R. C. Análise da dinâmica inflacionária brasileira pós-plano real como um processo de memória longa. **Revista Bras. Biom.** São Paulo, v.26, n.1. p.51-66, 2008.

MOMBENI, H. A. et al. Estimation of Water Demand in Iran Based on SARIMA Models. **Environmental Modeling & Assessment**, v. 18, n. 5, p. 559-565, 2013.

MUNDO HUSQVARNA. Celulose e os diferentes tipos de papel. **Mercado florestal**, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.mundohusqvarna.com.br/assunto/celulose-e-os-diferentes-tipos-de-papel/>>. Acesso em 25 jun. 2018.

OLIVEIRA, A. B.; PEREIRA, J. M.; NASCIMENTO, A. A. Cadeia produtiva de papel e celulose e transformações recentes no sudoeste maranhense. **Revista Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 12, p. 135-154, jan. 2018.

SOARES, P. R. C. et al. Comportamento sazonal da exportação brasileira de celulose para a china entre 1997 e 2012. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 251-260, jun. 2015.

SOUZA, A. M. et al. Electrical energy supply for Rio Grande do Sul, Brazil, using forecast combination of weighted eigenvalues. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 6, n. 3, p. 23-39, jul./set. 2011.

SOUZA, H. U. S. de et al. Consumo aparente dos principais países importadores de celulose e madeira brasileira. In: 63ª Reunião Anual da SBPC, Goiânia, 2011. **Anais/Resumos da 63ª Reunião Anual da SBPC**, ISSN 2176-1221. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/5851.htm>>. Acesso em 25 jun. 2018.

SILVA, A. R. H. da et al. Uma avaliação financeira sob a concepção de modelos de previsão de insolvência: um estudo de caso em empresas de capital aberto do segmento de papel e celulose. In: II Congresso UFERSA de Contabilidade, 2015, Mossoró. **Anais 2015**, ISSN 2357-9404. Disponível em: <<https://contabeis.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/33/2014/09/II-Congresso-UFERSA-de-Contabilidade-Anais-20151.pdf#page=17>>. Acesso em 25 jun. 2018.