

Aplicação da metodologia Box-Jenkins para previsão de demanda de uma indústria de nutrição animal

Renan Mitsuo Ueda¹

Ícaro Romolo Sousa Agostino²

Letícia Marasca³

Rodolfo Benedito da Silva⁴

Adriano Mendonça Souza⁵

1 Introdução

A competitividade entre as indústrias tem se intensificado nas últimas décadas, expandindo riqueza nacional, incentivando a força produtiva e impulsionando o avanço tecnológico, por meio da otimização da produção, venda e distribuição, abrangendo as características dos fatores internos e externos da organização. Uma empresa é considerada competitiva, quando consegue adaptar-se às mudanças tecnológicas, econômicas e sociais, bem como, outras variáveis do ambiente externo, tendo a competência de garantir e sustentar resultados superiores aos desenvolvidos pela concorrência (STONEHOUSE E SNOWDON, 2007).

Nesse contexto, os métodos de previsão se apresentam como importantes ferramentas no auxílio as tomadas de decisões, quando aplicadas sobretudo na previsão de demandas, visando otimizar a gestão dos processos organizacionais (SLACK et al., 2009; MANCUSO, 2003). A previsão de demanda também pode ser entendida como a busca de informações sobre a venda futura de um bem ou serviço através de um processo racional. (MOREIRA, 2014). Nesse contexto, a previsão de demanda consiste em um processo metodológico que objetiva definir os dados futuros com base em modelos estatísticos, matemáticos, econométricos e subjetivos (MARTINS, 2009).

Dentro os vários modelos de previsão existentes, o modelo Box-Jenkins se apresenta como uma abordagem poderosa na solução de muitos problemas de previsão, pois pode oferecer previsões acuradas de series temporais (SOUZA, 2016).

¹ PPGEP – UFSM. e-mail renan.mitsuo@hotmail.com

² PPGEP – UFSM. e-mail icaroagostino@gmail.com

³ PPGEP – UFSM. e-mail leticiamarasca@yahoo.com.br

⁴ DET – UFMT. e-mail rodolfoengenheiro@hotmail.com

⁵ DES – UFSM. e-mail amsouza.sm@gmail.com

O objetivo do presente trabalho é prever a demanda de ração de peixe para uma empresa de pequeno porte do setor agroindustrial por meio da metodologia de Box-Jenkins.

2 Materiais e Métodos

Nesta seção serão apresentados os aspectos relevantes da metodologia Box-Jenkins, utilizado ao longo do estudo, assim como o detalhamento da variável utilizada.

2.1. Metodologia Box-Jenkins aplicados a séries temporais

A metodologia Box-Jenkins se refere ao modelo de identificação, ajuste, checagem e uso de modelos autoregressivos integrados à média móvel, também denominado ARIMA (*auto regressive integred moving avarege*). Tal método é apropriado para o uso em séries temporais de comprimento médio, sendo caracterizado por captar o comportamento da correlação da série entre os valores da série temporal, e assim realizar previsões futuras (SOUZA, 2016).

A metodologia Box-Jenkins resulta da combinação dos seguintes componentes, também denominados de filtros: autorregressivo (AR), filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). Tais modelos constituem um ciclo iterativo, permitindo a escolha do melhor modelo baseado nos dados da série estudada, a partir dos seguintes procedimentos: (i) Identificação, consistindo na determinação do modelo que melhor descreve o comportamento da série, através da análise da autocorrelação e autocorrelação parcial; (ii) Estimação, realizando a estimação dos parâmetros autorregressivos, assim como de médias móveis; (iii) Validação, consistindo na análise da adequação do modelo ajustado ao comportamento real da série; (iv) Previsão, que somente é realizada, quando as etapas anteriores forem satisfatórias. (KIRCHNER et al., 2011; NORONHA et al., 2016)

2.2. Descrição da série temporal

Os dados utilizados que formam a série temporal analisada neste estudo, são de uma indústria de rações localizada no município de Dourados-MS, e a empresa atua no mercado desde 1998, fornecendo rações, concentrados e suplementos proteicos e energéticos para bovinos, equinos, ovinos, suínos, aves, peixes e cães.

Para o ajuste do modelo foram utilizadas 63 observações mensais de demandas de mercado da produção de ração para peixe referente ao período de janeiro de 2010 até março de 2015, coletadas no primeiro trimestre do ano de 2015.

Tal série representa a quantidade de ração demandada, quantificada na unidade toneladas, e ordenadas em relação ao tempo.

3 Resultados e discussões

Inicialmente realizou-se a inspeção gráfica da série, mostrada na Figura 1, onde visualiza-se a presença de tendência e sazonalidade na série. Além disso, a mesma caracteriza-se como sendo uma série temporal não estacionária.

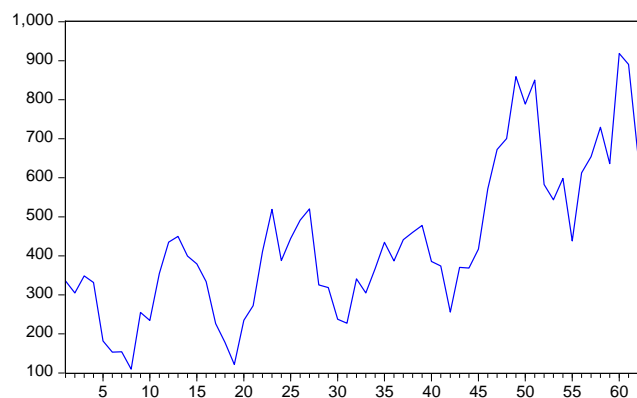


Figura 1: Demanda por ração de peixe, no período de jan/2010 a mar/2015

Posteriormente, por meio da análise da função de autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP), buscou-se identificar o modelo que melhor expressava o comportamento desta série, conforme pode ser observado na Figura 2.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.844	0.844	46.995	0.000
		2 0.739	0.095	83.650	0.000
		3 0.586	-0.203	107.10	0.000
		4 0.403	-0.253	118.36	0.000
		5 0.293	0.125	124.42	0.000
		6 0.221	0.184	127.94	0.000
		7 0.229	0.250	131.77	0.000
		8 0.247	-0.012	136.30	0.000
		9 0.362	0.293	146.26	0.000
		10 0.433	0.007	160.76	0.000
		11 0.480	-0.060	178.93	0.000
		12 0.477	-0.205	197.20	0.000
		13 0.376	-0.234	208.77	0.000
		14 0.275	-0.009	215.10	0.000
		15 0.115	-0.076	216.23	0.000
		16 0.003	0.037	216.23	0.000
		17 -0.080	0.066	216.80	0.000
		18 -0.148	-0.153	218.78	0.000
		19 -0.143	-0.085	220.68	0.000
		20 -0.104	0.012	221.71	0.000
		21 -0.051	-0.059	221.97	0.000
		22 0.041	0.264	222.13	0.000
		23 0.090	0.007	222.97	0.000
		24 0.099	0.022	223.99	0.000
		25 0.060	-0.106	224.38	0.000
		26 0.008	-0.004	224.38	0.000
		27 -0.073	0.013	224.99	0.000
		28 -0.131	0.090	227.01	0.000

Figura 2: FAC e FACP

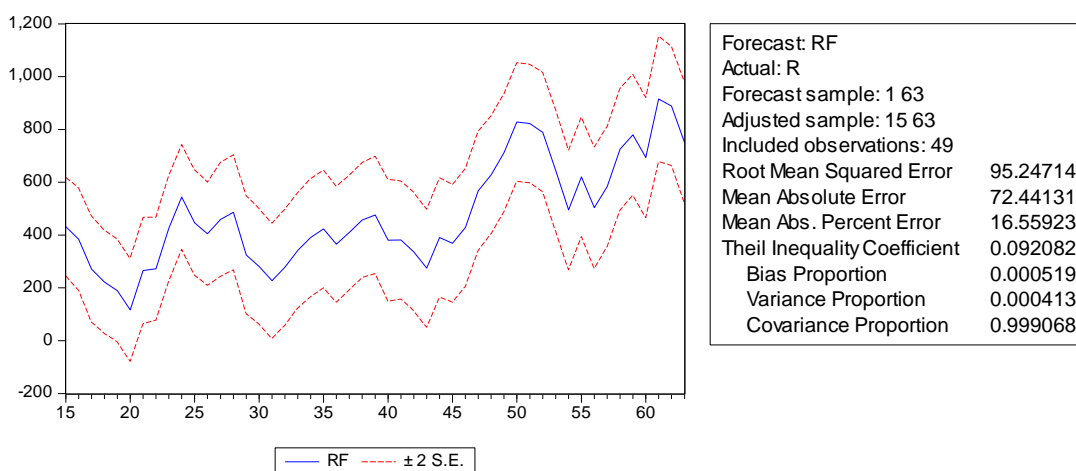
Observando-se a Figura 2, pode-se verificar componentes autoregressivos e sazonais. Em seguida, foi realizada a estimação dos parâmetros dos modelos concorrentes com o intuito de encontrar o melhor modelo para se realizar previsões. Na Tabela 1, estão contidos os modelos utilizados no estudo, bem como, os valores dos parâmetros, erro padrão, *t-statistic*, AIC (*Akaike Information Criteria*) e BIC (*Bayesian Information Criteria*).

Tabela 1: estatísticas dos quatro modelos analisados

Modelo	Parâmetro	Erro padrão	t-Statistic	Ruído branco
SARIMA (1,0,0) _c (1,0,0) ₁₂	c = 448,6872	122,2560	3,670063	Sim
	ϕ ₁ = 0,820361	0,072859	11,25956	
	Φ ₁₂ = 0,441861	0,182017	2,427574	
AIC = 12,04013 e BIC = 12,17620				
SARIMA (1,0,0) (1,0,0) ₁₂	ϕ ₁ = 0,952285	0,033460	28,46069	Não
	Φ ₁₂ = 0,437110	0,184185	2,373208	
	AIC = 12,10885 e BIC = 12,21090			
ARFIMA (1,d*,0)	d = -0,166238	0,128864	-1,290025	Não
	ϕ ₁ = 0,997427	0,011621	85,83146	
	AIC = 12,19487 e BIC = 12,29692			
SARIMA (1,0,0) (1,0,0) ₁₂	ϕ ₁ = -0,304052	0,124468	-2,442806	Sim
	Φ ₁₂ = 0,495936	0,167837	2,954871	
	AIC = 11,99736 e BIC = 12,10029			

Com base na análise de resíduos e nos critérios de informação AIC e BIC, constatou-se que dentre os quatro modelos utilizados no estudo, o que melhor representa a série de demanda de ração de peixe é o SARIMA (1,1,0) (1,0,0)₁₂ em destaque na Tabela 1.

Na Figura 3, é apresentada a série original da demanda com a previsão *in-sample*. O modelo ajustado será válido para a realização da previsão e estudo das demandas futuras das rações de peixe.

Figura 3: Previsão do modelo SARIMA (1,1,0) (1,0,0)₁₂

O modelo ajustado para previsões mostrou valores para a estatística U-Theil = 0,092082, o que mostra que o modelo encontrado é válido para se realizar previsões, pois o valor desta estatística é bem menor do que 1. Esta afirmação é corroborada pelos valores das estatísticas *Mean Absolute Error* (MAE) = 72,44 e *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) = 16,55 que proporcionaram os menores valores para este modelo.

4 Conclusões

Destaca-se que a metodologia de Box-Jenkins foi capaz de captar os movimentos da série de tendência e sazonalidade, os valores previstos convergem para os valores reais, o que capacita o modelo para ser utilizado pelos gestores da empresa no dimensionamento da produção futura para atender a demanda.

5 Referências

- [1] KIRCHNER, R.; SOUZA, A.M.; STUMM, E.M.F. **A modelagem como ferramenta de gestão**. Latin American Journal of Business Management. v. 2, n. 1, p. 223. Taubaté, 2011.
- [2] MANCUZO, F. **Análise e Previsão de Demanda: Estudo de Caso de uma Empresa Distribuidora de Rolamentos**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- [3] MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. 2. ed. Saraiva: São Paulo, 2009.
- [4] MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- [5] NORONHA, M.O.; SOUZA, A.M; ZANINI, R.R. **Aplicação da metodologia Box & Jenkins para modelagem da emissão de Certificados ISO 14001 no Brasil**. Revista Espacios. v. 37, n. 12 p. 28. Caracas, 2016.
- [6] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [7] SOUZA, F. M. **Modelos de Previsão: Aplicações à Energia Elétrica**. 1. ed. Appris: Curitiba, 2016.
- [8] STONEHOUSE, G.; SNOWDON, B. **Competitive Advantage Revisited: Michael Porter on Strategy and Competitiveness**. Journal of Management Inquiry. vol. 16 no. 3 256-273, 2007.