

## A utilização da metodologia Box e Jenkins na modelagem e previsão de fluxo de caixa de empresa na área gráfica

Viviane de Senna (UFSM) [vivianedsenna@hotmail.com](mailto:vivianedsenna@hotmail.com)  
Afonso Valau de Lima Junior (UFSM) [avljunior@yahoo.com.br](mailto:avljunior@yahoo.com.br)  
Fernanda Rezer (UFSM) [ferrezer25@hotmail.com](mailto:ferrezer25@hotmail.com)  
Gilvete Wolff Lírio (URI) [vivianedsenna@hotmail.com](mailto:vivianedsenna@hotmail.com)  
Adriano Mendonça Souza (UFSM) [amsouza@smail.ufsm.br](mailto:amsouza@smail.ufsm.br)

### Resumo:

O artigo pretende apresentar a utilização da modelagem estatística de Box Jenkins para efetuar a previsão das Despesas e Receitas de uma empresa X do ramo gráfico e desta forma antecipar a lucratividade mensal da mesma. As estimações podem auxiliar os gestores na tomada da decisão sobre os investimentos da empresa, já que, foram utilizadas 49 observações do fluxo de caixa mensal do período compreendido entre março de 2008 a março de 2012 para a aplicação da metodologia. Os modelos mais adequados para a Receita e Despesa foram ARIMA(1,1,1) e ARIMA(1,1,0) respectivamente.

**Palavras chave:** Previsão, Box Jenkins, séries temporais.

## The use of the Box-Jenkins methodology for modeling and forecasting cash flow of the company in the graphics

### Abstract

The paper presents the use of statistical modeling of Box Jenkins to make the prediction of Revenues and Expenses of a company X branch graph and thus anticipate the monthly profit from it. The estimations can assist managers in making the decision on the company's investments, since we used 49 observations of monthly cash flow for the period from March 2008 to March 2012 for the application of the methodology. The most suitable models for the Revenue and Expenditure were ARIMA (1,1,1) and ARIMA (1,1,0) respectively.

**Key-words:** Forecasts, Box Jenkins, Temporary series.

### 1. Introdução

O ambiente em que as organizações estão inseridas está cada vez mais competitivo, os clientes mais exigentes, os concorrentes mais audaciosos e as distâncias mais próximas, devido às facilidades apresentadas pelo comércio virtual. A busca por um desempenho melhor, num cenário como este, se faz necessária a todos aqueles que pretendem se manter e evoluir no mercado. Por isso, o gerenciamento financeiro é primordial para a saúde das empresas e peça chave para dar subsídio para o administrador ter a capacidade de tomar

decisões corretas e rápidas no momento certo.

A incorporação de técnicas contábeis e modelagens matemáticas auxiliam gestores a aprimorar a gestão e a produção permanecendo inovadores e atuais frente ao mercado (TELÓ, 2001). Podem ser citados muitos exemplos de modelos de previsão e controle, como é o caso de Feliciani, Souza e Souza (2012), Marins et al (2012), Maia et al (2011).

Uma das ferramentas que podem servir de base à análise da situação financeira de uma empresa é o fluxo de caixa. No ato de tomar uma decisão, este instrumento serve para retratar a realidade da empresa naquele momento, através dos dados diários. Contudo, os registros das atividades da empresa dão subsídio histórico para estudos e projeções. O fluxo de caixa possibilita um gerenciamento adequado dos recursos financeiros, evita a falta de liquidez e o não cumprimento dos compromissos, ou seja, disponibiliza a independência financeira da empresa (SILVA; SANTOS; OGAWA, 1993).

Ao projetar o fluxo de caixa devem ser considerados todos os valores e recursos a receber, por exemplo, contas a receber, capital investido pelos sócios, empréstimos e financiamentos, bem como a pagar, e nesta etapa devem ser incluídas as contas a pagar, as despesas gerais da administração fixas e variáveis, as compras, financiamentos e empréstimos (FERRAZA; RAUBER, 2008). É comum a utilização do diagrama de fluxo de caixa para tornar o processo visualmente mais fácil e entendível, já que, dá a noção de tempo. O diagrama é composto por uma escala de tempo, uma reta horizontal, em intervalos contínuos e flechas verticais representando as saídas e entradas de recursos. O resultado da operação desses valores pode ser considerado também uma série temporal.

Série temporal é um conjunto de observações dispostas ao longo do tempo (MORETTIN, TOLOI, 1986). A análise dessas séries tem por objetivo estudar sua trajetória ao longo do tempo, suas características, causas, efeitos e formas de controle. De posse dessas informações é possível modelar o fenômeno considerado. O objetivo desta pesquisa é realizar o estudo do comportamento das séries de receitas e despesas de uma empresa X no ramo gráfico através da metodologia Box Jenkins e realizar previsões.

## 2. Metodologia

Este estudo utiliza 49 dados mensais do balanço financeiro de uma empresa do ramo gráfico, do período compreendido entre os meses de março de 1998 a março de 2012. As séries utilizadas são referentes as receitas e despesas obtidas no período, com a finalidade de proporcionar subsídios que auxiliem na gestão e na tomada de decisão. De posse das informações coletadas junto a empresa é possível a aplicação do modelo estatístico de Box Jenkins com o auxílio do software Eviews 7.

Uma metodologia frequentemente usada para analisar modelos paramétricos é a abordagem de Box e Jenkins. Este procedimento consiste em um modelo matemático que capta o comportamento e a autocorrelação da série para realizar previsões futuras.

O modelo de Box e Jenkins (1994) tem como estratégia para a seleção do melhor modelo a ser aplicado à série o ciclo iterativo (SOUZA, CAMARGO, 1996). Este ciclo parte de duas ideias fundamentais, a parcimônia e a iteração entre suas fases. A parcimônia consiste na utilização do menor número de parâmetros possíveis para estabelecer o modelo matemático, e a iteração é a repetição da ação tantas vezes quanto necessário.

As fases do ciclo podem ser descritas da seguinte maneira, segundo Box, Jenkins e Reinsel (1994):

1. A escolha da classe geral do modelo;

2. Identificação do modelo;
3. Estimação dos parâmetros;
4. Diagnóstico de adequação do modelo
5. Utilização do modelo para a previsão e controle.

A iteratividade deste inicia a partir do item 4 do ciclo, pois ao ser diagnosticado que o modelo não é o melhor a ser utilizado é necessário retornar ao item dois e recomeçar a atividade (MORETTIN, TOLOI, 2004).

A identificação do modelo pode ser feita através da análise da função de autocorrelação – FAC e da função de autocorrelação parcial – FACP, a estimação dos parâmetros é feita após a identificação do modelo e efetua-se a avaliação dos resíduos gerados.

A modelagem Box Jenkins significa o ajuste dos modelos auto-regressivos de médias móveis ARIMA(p,d,q) em um conjunto de dados. A vantagem da utilização destes modelos é a parcimônia do método e a precisão das previsões em relação a outros modelos. No entanto, a desvantagem da aplicação é a necessidade de um conhecimento inicial da técnica por parte do aplicador, além do uso do pacote do computador.

Para o desenvolvimento de um ARIMA(p,d,q) são necessária, em torno de, 50 observações de uma série temporal  $y_t$ , com mesmo intervalo de tempo entre as observações e esta deve ser estacionária. E estacionariedade de uma série se dá a medida que a média, a variância e a covariância se apresentam constantes ao longo do período. Para séries não estacionárias a aplicação do processo de diferenciação pode excluir os processos de não linearidade ou altamente explosivos. Segundo Macerau (2009) a maioria das análises de séries temporais pressupõe que as mesmas sejam estacionárias, no entanto, séries financeiras não apresentam esse comportamento.

A aplicação desta diferença consiste na diminuição da segunda observação pela primeira conforme a fórmula  $\Delta y = y_t - y_{t-1}$ , o valor diferenciado é igual ao valor de  $y$  no período  $t - 1$ , representado por  $d$ . A segunda diferença é dada por  $\Delta y = y_{t-1} - y_{t-2}$ ,  $d = 2$ . Tornar a série estacionária significa garantir que ela será estável ao longo dos períodos observados e assim o modelo estimado se torna representativo (SOUZA, CAMARGO, 1996). A diferenciação representa a parte I(d) do modelo ARIMA e deve ser evitada a sua aplicação mais de duas vezes na mesma série.

A parte auto-regressiva AR(p), de ordem  $p$  é explicada por  $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t$ , na qual  $\phi$  indica os parâmetros reais e  $\epsilon_t$  o ruído branco. O ruído branco é um conjunto de variáveis aleatórias distribuídas de forma idêntica e possui a média dos valores é igual a zero, e a variância constante. O  $p$  pode ser conseguido através da análise do gráfico da FACP, a quantidade de parâmetros que estiver acima do intervalo de confiança determinado será o valor máximo.

O processo de médias móveis MA(q) segue a equação  $y_t = \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$ . O  $\theta$  sugere as constantes reais e  $\epsilon_t$  o ruído branco. A parte  $q$ , por sua vez, consegue-se pela análise do gráfico da FAC e assim como a parte  $p$ , a quantia de valores que estiver acima do intervalo irá determinar o máximo valor.

A equação completa do modelo ARIMA(p,q,d) é obtida através da composição das equações das partes AR(p) e MA(q) conforme segue:  $\Delta y = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$  (MORETTIN, 2008). Dos modelos encontrados para a ordem (p,q,d) passa-se à estimação da combinação dos possíveis. Os critérios que devem ser obedecidos são, por exemplo, o nível de significância inferior a 5%,  $p < 0,05$ , a presença de ruído branco, Akaike

(AIC – Akaike Information Criteria) e Bayes (BIC – Bayesian Information Criteria), os dois últimos servem para verificar qual modelo é aceitável através das equações  $AIC = \ln \sigma^2 + (2(p + q))/n$  e  $BIC = \ln \sigma^2 + ((p + q) \ln n)/n$ ; em que  $p$  e  $q$  são os parâmetros conhecidos,  $n$  é o tamanho da amostra,  $\ln$  é o logaritmo neperiano e  $\sigma^2$  a variância estimada dos erros.

Os valores de AIC e BIC, obtidos dos diferentes modelos encontrados, são confrontados com o intuito de encontrar respectivamente os menores. Ou seja, quanto menor for o resultado do cálculo destes critérios mais adequado será o modelo para a projeção dos valores futuros da série em estudo.

### 3. Resultados e discussões

O estudo foi dividido em duas partes, a primeira refere-se a aplicação do modelo Box e Jenkins na série que representa as Receitas (R) obtidas pela gráfica durante os quatro anos observados. A segunda parte recebe o mesmo tratamento, mas para a série das Despesas (D01). Na Figura 1 é possível observar o gráfico da série original (R) das receitas e a mesma após uma diferenciação (D(R)).

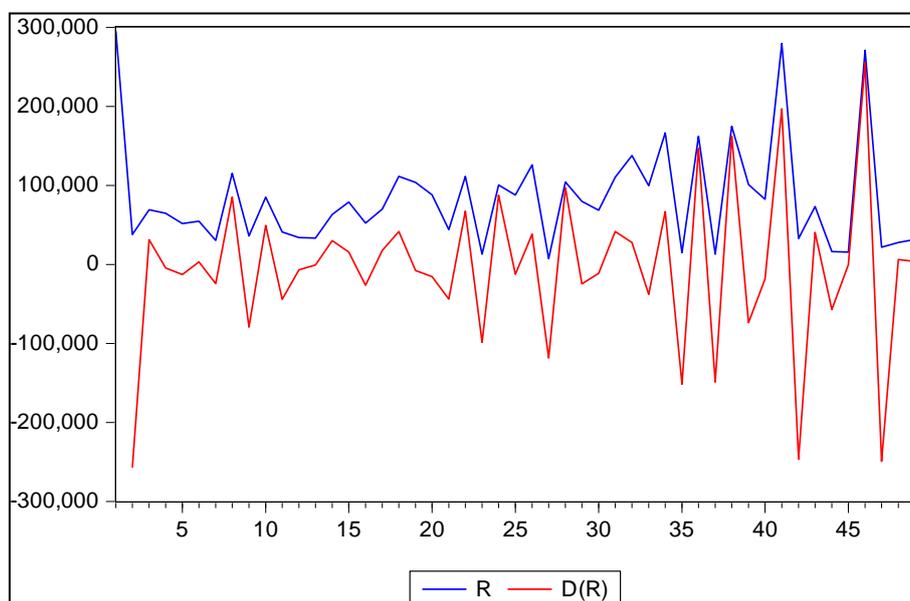


Figura 1 – Gráfico da Série original das Receitas e Série diferenciada

Analisando a Figura 1 é possível identificar que a série original varia bastante em relação a média, por isso, foi aplicada uma diferenciação que a tornou estacionária.

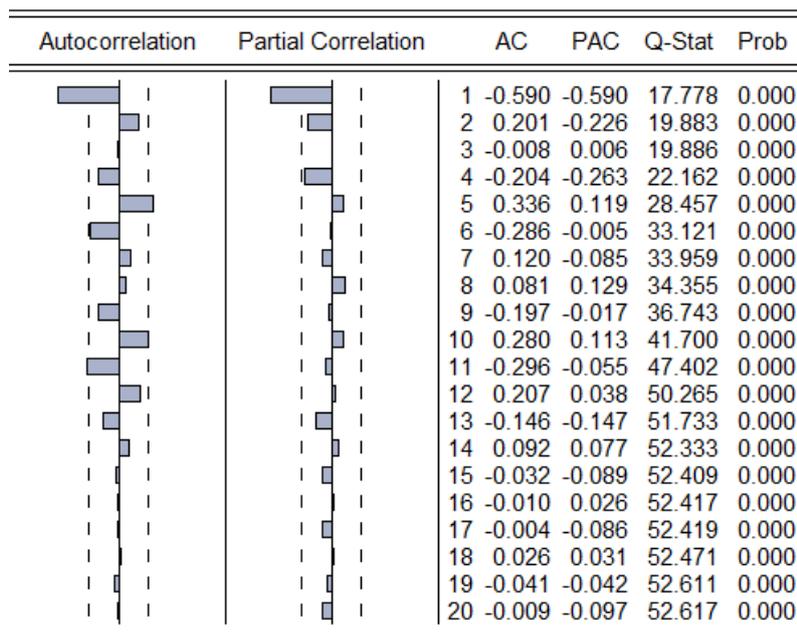


Figura 2 – FAC e FACP da Série original das Receitas

Após tornar a série estacionária foram feitos os gráficos da FAC e FACP da série R, conforme a Figura 2 para proceder a análise. De acordo com a FAC, há até dois lags que chegam ao limite do intervalo de confiança indicando a possibilidade da existência da parte de médias móveis -  $q$ . Na FACP identifica-se um lag acima do intervalo de confiança demonstrando a possibilidade do valor 1 para a parte autoregressiva -  $p$ , ou seja, de acordo com a análise prévia destes gráficos o provável modelo poderá ser ARIMA(1,1,1) ou ARIMA(1,1,2).

A partir das informações obtidas, a próxima etapa é a definição do modelo. Dentre os modelos aplicados, e através da análise dos critérios AIC e BIC, aquele que melhor representa a série R é o ARIMA(1,1,1). Na Figura 3 são demonstrados os resultados do modelo que é significativo ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ).

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.312157	0.146016	-2.137823	0.0380
MA(1)	-0.924307	0.059514	-15.53079	0.0000
R-squared	0.628196	Mean dependent var		-133.6170
Adjusted R-squared	0.619934	S.D. dependent var		94691.38
S.E. of regression	58376.75	Akaike info criterion		24.82884
Sum squared resid	1.53E+11	Schwarz criterion		24.90757
Log likelihood	-581.4778	Hannan-Quinn criter.		24.85847
Durbin-Watson stat	1.972942			
Inverted AR Roots	-.31			
Inverted MA Roots	.92			

Figura 3 – Dados do Modelo ARIMA(1,1,1)

O estudo dos resíduos comprova a validade do modelo, já que, apresenta ruído branco e os resíduos quadráticos indicam que o modelo não é ARCH. A Figura 4 representa a previsão estipulada pelo modelo, que pode ser expressa pela equação: ARIMA(1,1,1):  $\hat{y}_t = -0,312157 \cdot y_{t-1} - 0,924307 \cdot \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$ .

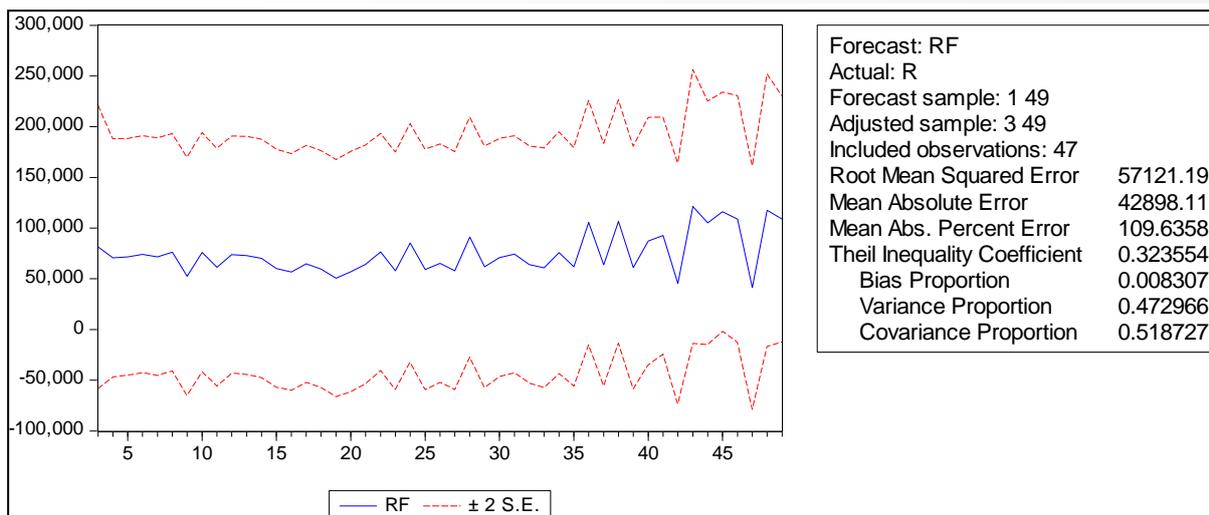


Figura 4 – Previsão do modelo ARIMA(1,1,1)

Na Tabela 1 têm-se as previsões de receitas para o próximo semestre da gráfica.

Mês	yt	Previsão
Abril/12	50	121420,0
Mai/12	51	92701,2
Junho/12	52	101870,1
Julho/12	53	98942,8
Agosto/12	54	99877,4
Setembro/12	55	99579,0

Tabela 1 – Previsões de Receitas

A segunda etapa do artigo segue a mesma metodologia e organização da primeira entretanto a série a ser estudada é das Despesas da empresa – D01. Na Figura 5 pode-se observar o gráfico da série original das despesas (D01) e uma diferenciação (D(D01)).

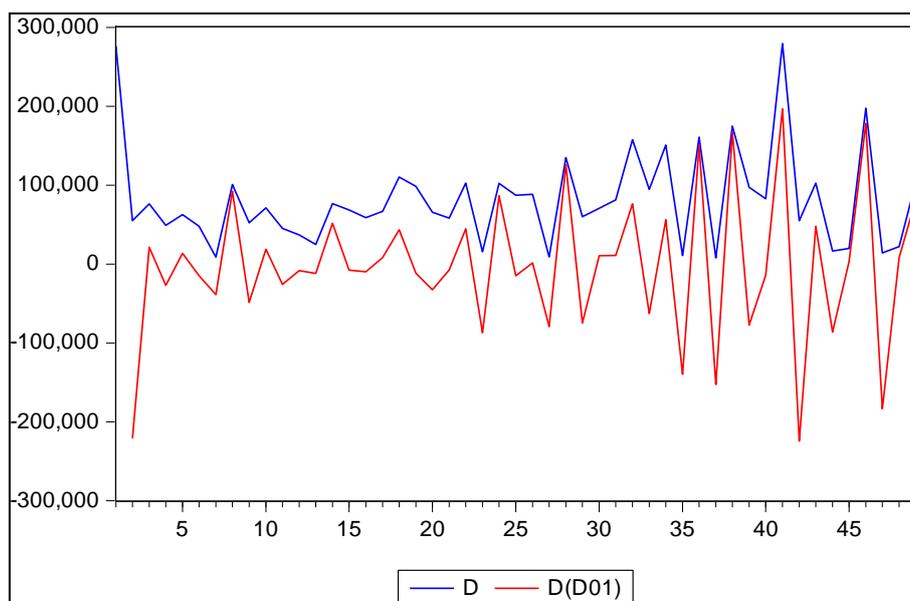


Figura 5 – Gráfico da Série original das Despesas e Série diferenciada

Como fica evidenciado na Figura 5 a série ficou estacionária após a aplicação de uma

diferenciação. Nos gráficos apresentados na Figura 6, referentes a FAC e FACP, pode-se notar que há respectivamente um lag indicando a parte  $q$  de médias móveis e um lag para a parte  $p$  de autocorrelação. Ou seja, há o indício de que o modelo ideal seja ARIMA(1,1,1).

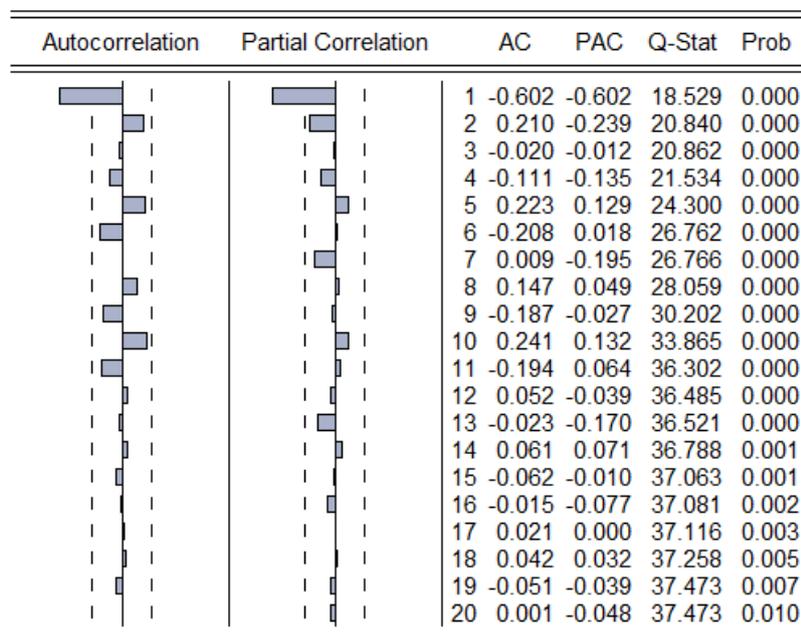


Figura 6 – FAC e FACP da série original das Despesas

Todavia o modelo que apresentou melhor desempenho em relação a série foi o ARIMA(1,1,0), como verifica-se na Figura 7.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.611491	0.106157	-5.760258	0.0000
R-squared	0.418964	Mean dependent var		1046.234
Adjusted R-squared	0.418964	S.D. dependent var		87179.38
S.E. of regression	66453.11	Akaike info criterion		25.06743
Sum squared resid	2.03E+11	Schwarz criterion		25.10679
Log likelihood	-588.0846	Hannan-Quinn criter.		25.08224
Durbin-Watson stat	2.525995			
Inverted AR Roots	-.61			

Figura 7 – Dados do Modelo ARIMA(1,1,0)

O modelo apresentou ruído branco e do mesmo modo que a série R, não há aplicação do modelo ARCH, já que, foi feita a análise do correlograma quadrático dos resíduos a série D01 diferenciada. Na Figura 8 tem-se a previsão da série D01.

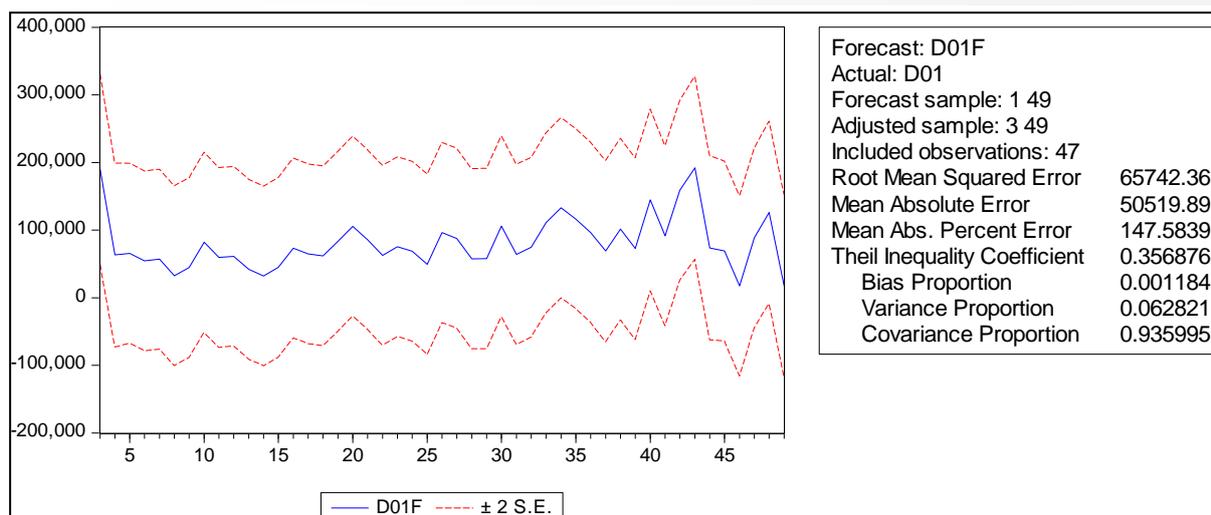


Figura 8 – Previsão do modelo ARIMA(1,1,0)

Essa previsão pode ser efetuada pela equação: ARIMA(1,1,0):  $\hat{y}_t = -0,611491.y_{t-1} + \epsilon_t$  ao nível de 5% de significância. As despesas da empresa para o próximo semestre estão descritas na Tabela 2.

Mês	yt	Previsão
Abril/12	50	28973,60
Mai/12	51	30632,36
Junho/12	52	29528,85
Julho/12	53	30262,98
Agosto/12	54	29774,59
Setembro/12	55	30099,49

Tabela 2 – Previsões de Despesas

#### 4. Conclusão

Foi possível verificar que as séries R (Receitas) e D01 (Despesas) adequaram-se a modelos diferentes devido ao comportamento distinto das séries ao longo do tempo. A série R segue as características do modelo ARIMA(1,1,1), enquanto a série D01 o modelo ARIMA(1,1,0). Efetuadas as previsões dos modelos aceita-se a aplicação da equação do lucro, que é representada por Lucro = Receita – Custo. Na Tabela 3 estão descritas as previsões de lucro para o próximo semestre da empresa.

Mês	Receita prevista	Despesa Prevista	Lucro previsto
Abril/12	121420,0	28973,60	92446,4
Mai/12	92701,2	30632,36	62068,84
Junho/12	101870,1	29528,85	72341,25
Julho/12	98942,8	30262,98	68679,82
Agosto/12	99877,4	29774,59	70102,81
Setembro/12	99579,0	30099,49	69479,51

Tabela 3 – Previsões de Lucro

De posse destas informações fica mais palpável para o gestor tomar uma decisão a respeito de muitos processos internos da empresa. Através do estudo das séries observou-se que a

empresa não possui estabilidade nas suas contas, há períodos em que a lucro foi muito baixo ou negativo. Por isso, o acompanhamento detalhado e o uso de ferramentas podem facilitar o controle da vida financeira da mesma, bem como, encaminhá-la para a estabilidade e maior lucratividade. Alternativas que viabilizem sua existência nos trimestres de baixa movimentação, como é o caso do primeiro de cada ano, devem ser consideradas.

Existe uma infinidade de instrumentos que podem ser aplicados para facilitar a estruturação das contas e produção das empresas. Por isso, sugere-se que sejam desenvolvidos outros estudos nos processos internos da gráfica para torná-la mais eficaz e competitiva, ainda mais considerando que, com quatro anos de existência, a mesma pode ser avaliada nova no mercado.

## Referências

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

**FELICIANI, A. V.; SOUZA, A. M.; SOUZA, F. M.** *Métodos Paramétricos e Não Paramétricos na Estimção da Tendência*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2, 2012, Ponta Grossa. *Anais...*Ponta Grossa, 2012.

**FERRAZA, D. C.; RAUBER, D.** *Fazenda Santo Antônio: um estudo de caso sobre fluxo de caixa*. Revista TECAP – n. 02, Ano 02, v. 2, 2008.

**MACERAU, W. M.** *Modelos de série temporal para previsão de vendas de bebidas a base de soja da cocamar cooperativa agroindustrial*, 2009 Maringá.

**MAIA, M. T.; HENNING, E.; WALTER, O. M. F. C.; KONRATH, A. C.** *Aplicação de gráficos de controle para o monitoramento do processo de retificação do diâmetro interno de um cilindro de aço*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 1, 2011, Ponta Grossa. *Anais...*Ponta Grossa, 2011.

**MARINS, C. S.; ANDRADE, G. T.; SOUZA, D. O.; RAMOS, R. R.; OLIVEIRA, M. B.** *Modelagem de um processo em uma empresa de telecomunicações utilizando a metodologia BPMN*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2, 2012, Ponta Grossa. *Anais...*Ponta Grossa, 2012.

**MORETTIN, Pedro A.; TOLOI Clélia M.** *Métodos quantitativos: séries temporais*. São Paulo: Atual, 1986.

**MORETTIN, Pedro A.** *Enconometria financeira: um curso de séries temporais financeiras*. São Paulo: Blucher, 2008.

**SILVA, C. A. T.; SANTOS, J. O.; OGAWA, J. S.** *Fluxo de Caixa e DOAR*. Caderno de Estudos nº 9 – São Paulo – IPECAFI, 1993. Disponível em: [http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad09/caixa\\_doar.pdf](http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad09/caixa_doar.pdf). Acesso em: 22 Jul. 2013.

**SOUZA, Reinaldo Castro; CAMARGO, Maria Emilia.** *Análise e previsão de séries temporais: os modelos ARIMA*. Ijuí: Sedigraf, 1996.

**TELÓ, A. R.** *Desempenho organizacional: planejamento financeiro em empresas familiares*. Revista FAE, Curitiba, v.4, n.1, p.17-26, 2001.