

A modelagem como ferramenta de gestão

Rosane Maria Kirchner¹
Adriano Mendonça Souza²
Eniva Miladi Fernandes Stumm³

Resumo

Independentemente do tamanho da empresa é necessário estabelecer metas, parâmetros e estratégias. É importante ter um guia, um plano que direcione as ações do presente como meio de atingir as metas para o futuro. Além disso, o planejamento da empresa requer organização, controles, ferramentas que auxiliem e favoreçam a tomada de decisões e redirecionamentos necessários. A modelagem e, conseqüentemente, a previsão são ferramentas indispensáveis à gestão. O mercado é altamente competitivo e seletivo, exigindo não somente eficiência, mas principalmente eficácia. Ações direcionadas à ampliação da qualidade de uma organização são tão importantes quanto a capacidade de prever, conhecer, medir e analisar a resolutividade das metodologias utilizadas. Neste contexto é que a presente investigação é realizada, buscando conhecer o comportamento do faturamento de uma empresa do ramo agrícola e de suas duas filiais, modelando e realizando previsões. Para tanto, a metodologia empregada consiste em utilizar dados históricos do faturamento das mesmas. Para a Matriz da Empresa Beta foi encontrado um modelo ARMA (1,1), sendo este o mais parcimonioso. Na Filial CB o modelo que melhor descreveu os dados foi o SARIMA (1,0,0)*(2,0,0) e na Filial SL o modelo SARIMA (1,0,0)*(1,0,0).

Recebimento: 28/7/2010 - Aceite: 3/8/2010

¹ Doutorado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Professora da Universidade Federal de Santa Maria - CESNORS- Palmeira das Missões-RS. End: Av. Independência, 3751 - Vista Alegre. Palmeira das Missões - RS, Brasil E-mail: rosanekirchner@gmail.com

² Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: amsouza@smail.ufsm.br

³ Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor assistente da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. E-mail: eniva@unijui.edu.br

Realizando a previsão e comparando com os dados reais disponibilizados pela empresa, verificou-se a eficiência do modelo, sendo que todos os valores encontram-se no intervalo de confiança de 95%. Tomando-se por base os resultados obtidos nessa pesquisa, pode-se afirmar que a metodologia utilizada se constitui em uma importante ferramenta, podendo ser utilizada pelos gestores das respectivas empresas, fornecendo subsídios para o planejamento dos meses seguintes.

Palavras-chave: Gestão; séries temporais; modelagem

The modelling how management tool

Abstract

Independently of the company size it is necessary to establish goals, parameters and strategies. It is important to have guidance, a plan that conducts the actions for the present as a way to reach the goals for the future. Moreover, the planning of the company requires organization, controls, tools which assist helpful favor the decision-making and the necessary reconducts. The modeling and consequently the forecast are indispensable tools for the management. The market is highly competitive and selective, demanding not only efficiency, but mainly effectiveness. Actions directed to the magnifying of the quality of an organization are as important as the capacity to foresee, to know, to measure and to analyze the resolutivity of the used methodologies. In this context this present research is realized, searching to know the behavior of the company invoicing from an agricultural company and its two branch offices, molding and, in such a way, allowing putting into practice forecasts. Thus, the methodology applied consists of the use of historical data from the invoicing of the same ones. For the Main company, of Beta Company was found an ARMA(1,1) model, being this the most parsimonious. In CB Branch office the SARIMA (1,0,0) * (2,0,0) was the model that better described the data and in SL Branch office, the model SARIMA (1,0,0) * (1,0,0). Realizing the forecast and comparing with the real data placed by the company, it was verified the efficiency of the model, being that all the values meet up with the confidence interval of 95%. Taking into base the results gained in this research, it is possible to affirm that the methodology used constitutes of an important tool, being able to be used by the managers of the respective companies, supplying subsidies to the planning of the following months.

Keywords: Management; times series; modeling

Introdução

As mudanças que estão ocorrendo no contexto mundial são uma constante e interferem diretamente nas organizações, daí a necessidade de as empresas estarem preparadas para sobreviverem e crescerem no referido ambiente. Conforme Mileer *apud* Hesselbein (1997), a organização do futuro está ajustada na premissa da flexibilidade, devendo a mesma comprometer-se em avançar, adaptar-se e mudar de acordo com as exigências do contexto em que está inserida.

Os gestores necessitam dispor de conhecimentos e habilidades para alcançar novas formas de vantagem competitiva, isto é, a capacidade de adaptarem-se, integrarem-se e reconfigurarem habilidades, recursos e metodologias de análise para auxiliar na tomada de decisões, frente às novas exigências do mercado. Dessa forma, favorecendo uma renovação contínua das competências organizacionais, à medida que mudam as características do ambiente de negócios.

Os métodos estatísticos são importantes recursos para analisar e prever comportamentos e situações que podem ocorrer na gestão empresarial, no intuito de reconfigurar a ação das competências organizacionais. O monitoramento do êxito da gestão de uma empresa está diretamente relacionado aos instrumentos utilizados, dentre eles, a previsão de faturamento. Esta pode ser realizada e aprimorada com o uso de metodologias estatísticas, tais como, a análise de séries temporais por meio da metodologia Box & Jenkins (1970).

O faturamento bruto igualmente se constitui em um indicador importante para verificar como está a aceitação e a confiabilidade de uma empresa. O comportamento histórico de faturamento da empresa possibilita a criação de um modelo capaz de realizar previsões futuras, para a melhor organização da empresa, o qual se constitui essência dessa investigação. Esta pesquisa tem como objetivo principal realizar a modelagem e a previsão do faturamento da empresa a partir da metodologia de Box-Jenkins (1970), como auxiliar no processo decisório e conseqüentemente como ferramenta de gestão.

O artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente apresenta a fundamentação teórica sobre gestão de negócios e metodologia de séries temporais, em especial, a de Box & Jenkins (1970). Na seqüência é apresentada a metodologia utilizada, onde são analisadas as séries de faturamento da referida empresa e de suas filiais, sendo estimado um modelo que descreve o comportamento do faturamento das mesmas. Finalizando, são destacados os principais resultados obtidos e conclusões.

Fundamentação Teórica

No atual contexto mundial em que as organizações estão inseridas, um plano de negócios é fundamental no sentido de favorecer o estabelecimento de estratégias compatíveis e direcionadas à realidade do mercado competitivo e seletivo, onde só as melhores sobrevivem e conseguem se manter e crescer.

Considerando que as mudanças são uma constante no meio empresarial, reporta-se a Alprecht(1992) ao afirmar que as organizações reagem de forma diferenciada às mudanças, tais como: rigidez, inflexibilidade e incapacidade, ao passo que outras reagem de forma inversa, aptas e dispostas a aceitar a mudança como inerente à gestão.

As empresas muitas vezes necessitam do estudo do comportamento de determinadas variáveis que são relevantes para a gestão, descrevendo-as, realizando previsões e conseqüentemente dando condições para a tomada de decisões. A estatística e a econometria tem um papel importante neste contexto, visto que o uso de metodologias desta área darão condições e fundamentação para a análise dos fenômenos econômicos e conseqüentemente a geração de modelos, sendo estes, uma representação simplificada de um processo no mundo real.

Segundo Braga (2000,p.14),

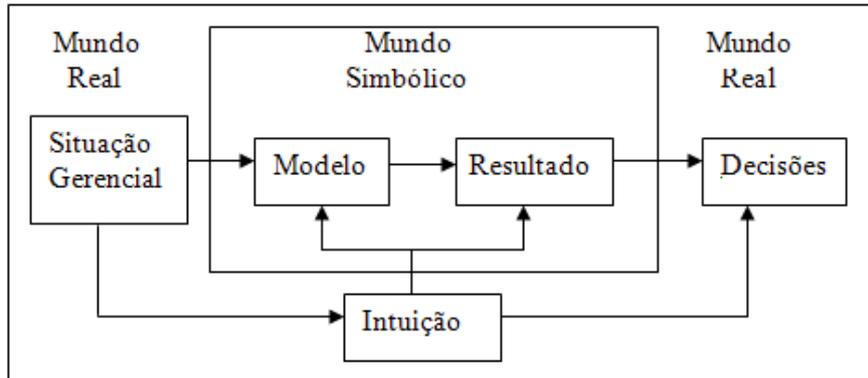
Um modelo econométrico é descrito por um conjunto de equações comportamentais derivadas do modelo econômico, as quais envolvem variáveis observáveis e um termo aleatório ou errático, que contém todos os fatores que não foram incorporados ao modelo em análise. Além disso, contém afirmações sobre a existência de erros de observações em variáveis do modelo sobre a especificação da distribuição de probabilidades do termo aleatório. O objetivo dessa formulação é prover uma forma representativa passível de teste empírico, por meio de estimação, teste e checagem do diagnóstico produzido.

Na gestão de uma empresa o gestor, muitas vezes, se depara com situações as quais precisa tomar uma decisão entre uma série de opções inconciliáveis. Ele pode tanto usar sua intuição gerencial, que seria muito arriscado, quanto realizar um processo de modelagem da situação, fazendo varias simulações, estudando com maior profundidade a questão para só então decidir.

Atualmente, cada vez mais as empresas estão optando pela segunda maneira para a tomada de decisão, pois a mesma fornece subsídios e segurança no processo, sem deixar de utilizar a primeira, a intuição para ajudá-lo na seleção das informações relevantes, na validação do modelo e na análise de resultados.

Segundo Lachtermacher (2004) a tomada de decisão em uma gestão segue o processo, representado na Figura 1. Para ele a tomada de decisão é um processo de identificar uma situação problema ou uma maneira de selecionar uma linha de ação para solucioná-lo.

Figura 1: Processo de tomada de decisão



Fonte: Lachtermacher (2004)

Para o autor, existem várias vantagens de o gestor utilizar um processo de modelagem na tomada de decisão. Os modelos, segundo ele, induzem os decisores a tornarem explícitos seus objetivos, a identificarem e armazenarem as diferentes decisões que influenciam os objetivos, os relacionamentos entre as decisões, identificarem as variáveis a serem incluídas e em que termos elas serão quantificáveis, a reconhecerem limitações, permitindo a comunicação de suas idéias e seu entendimento para facilitar o trabalho de grupo.

Considerando estas características, um modelo pode servir de ferramenta eficiente e eficaz para a avaliação e divulgação de diferentes políticas empresariais. Independentemente do potencial da empresa é necessário estabelecer metas, parâmetros e estratégias. A modelagem pode ser um instrumento importante nesta conjectura, pois, para propor diretrizes, deve-se estudar o comportamento dos dados históricos e as ações do presente para uma posterior tomada de decisão e, conseqüentemente, se constituir em subsídios para atingir as metas traçadas para o futuro.

Neste cenário, pensou-se ser de fundamental importância que o gestor disponha de metodologias capazes de auxiliá-lo nos processos decisórios, daí a relevância da presente pesquisa.

Séries temporais - Metodologia Box & Jenkins

Esta metodologia compreende a identificação da estrutura de uma série temporal, bem como a criação de um modelo que permita realizar projeções. Pode-se definir uma série temporal como um conjunto de observações de uma dada variável, ordenadas segundo o tempo, geralmente em intervalos equidistantes (GUJARATI, 2000).

Com base em pesquisas anteriores, Box & Jenkins apresentaram em 1970 uma metodologia geral para o desenvolvimento de modelos de previsão em séries temporais e controle. Yule introduziu os modelos autoregressivos (AR) em 1926, enquanto que os modelos médias móveis (MA) surgiram com Slutsky em 1937. Em 1938, Wold mostrou que qualquer processo estocástico estacionário discreto pode ser representado por modelos autoregressivos e médias móveis. A partir desses estudos, Box & Jenkins construíram uma técnica de identificação do modelo, estimação de parâmetros e verificação da validade do modelo. Para o uso dessa técnica é necessária a experiência do analista no trato com a metodologia na fase da identificação da estrutura do modelo (MONTGOMERY, 1976).

O tratamento desenvolvido por Box & Jenkins para a análise de séries estocásticas de tempo se fundamenta no fato de que, embora seus respectivos valores no tempo, z_t , apresentem correlação serial, cada um deles pode ser considerado como gerado por uma seqüência de choques " a_t ", $t \in T$, aleatórios e independentes entre si. Cada um possui uma determinada distribuição, com média zero e variância constante σ_a^2 , sendo que a seqüência de choques aleatórios " a_t ", $t \in T$, com as características acima mencionadas é denominada de processo de ruído branco.

O fundamento da metodologia Box & Jenkins, na busca de uma classe geral de modelos capazes de representar o processo gerador da série estocástica, está baseado no teorema da decomposição de Wold para séries estacionárias, demonstrando que todo processo estocástico estacionário pode ser decomposto em um modelo linear de tipo média móvel.

Os modelos de Box-Jenkins, conhecidos por ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Averages*) ou por Auto-regressivos Integrados de Médias Móveis, são modelos que visam captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal, e com base nesse comportamento realizar previsões futuras.

Esses modelos são resultantes da combinação de três componentes, chamados de filtros: o componente auto-regressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA).

A construção dos modelos Box-Jenkins é baseada em um ciclo iterativo, na qual a estrutura do modelo é escolhida baseando-se nos próprios dados e é composta de quatro etapas (MORETTIN e TOLOI, 1987): identificação, que consiste em descobrir qual modelo descreve o comportamento da série, através da análise dos gráficos das funções de autocorrelações (FAC) e das funções de autocorrelações parciais (FACP); estimação, que consiste em fazer a estimativa dos parâmetros do componente auto-regressivo, do componente de médias móveis e da variância; verificação, que consiste em analisar se o modelo escolhido descreve adequadamente o comportamento da série e previsão, sendo esta a última etapa da metodologia e o objetivo principal, sendo somente realizada quando a etapa anterior foi satisfatória. Caso o modelo escolhido não seja adequado, volta-se novamente à etapa da identificação, repetindo-se os procedimentos anteriores para outros modelos.

Esta metodologia pode ser aplicada para modelos estacionários, não-estacionários e sazonais (Hamilton, 1994).

Modelos estacionários são modelos simples, que descrevem a série que não possui tendência e nem sazonalidade. Esta série é consequência da variação aleatória do ruído branco ao redor de uma grande média, ao longo do tempo. Aqui tem-se os modelos Auto-regressivo (AR), de Médias Móveis (MA) e Auto-regressivos de médias móveis (ARMA).

O modelo AR pressupõe que seja o resultado da soma ponderada de seus p valores passados, além do ruído branco a_t . A equação (1) descreve um modelo AR(p):

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \phi_2 w_{t-2} + \phi_3 w_{t-3} + \dots + \phi_p w_{t-p} + a_t \quad (1)$$

onde ϕ_i é o parâmetro que descreve como w_t se relaciona com o valor para $w_{t-i} = 1, 2, \dots, K, p$.

A condição de estacionaridade do AR(p) estabelece que todas as p raízes da equação característica $\phi(B) = 0$ caem fora do círculo unitário.

O modelo MA é resultante da combinação dos ruídos brancos e do período atual com aqueles ocorridos em períodos anteriores. Ele é expresso pela equação:

$$w_t = \varepsilon_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

(2)

onde θ_i é o parâmetro que descreve como w_t se relaciona com o valor a_{t-i} para $i = 1, 2, \dots, q$.

A condição de invertibilidade requer que todas as raízes da equação característica $\theta(B)=0$ caem fora do círculo unitário.

A combinação dos componentes do modelo AR(p) com os do modelo MA(q). O modelo ARMA(p,q) pode ser expresso pela equação:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

(3)

A condição de estacionariedade e de invertibilidade de um ARMA(p,q) requerem, respectivamente, que todas as p raízes de $\phi(B)=0$ e todas as q raízes de $\theta(B)=0$ caiem fora do círculo unitário

Quando o processo é não estacionário, ou seja, possui tendência, uma das maneiras de analisá-lo é incorporando um processo de diferenças ($D^d Z_t$) no modelo ARMA. Este é o modelo conhecido como ARIMA (modelo auto-regressivo integrado de médias móveis), onde d é a ordem das diferenças necessárias para tirar a tendência da série. Para verificar a não-estacionariedade de uma série, o comportamento temporal pode ser analisado graficamente pelo comportamento da FAC e FACP, onde é evidenciando um decaimento muito lento, quando o número de defazagens aumenta, ou, então, aplicando os testes estatísticos de raiz unitária. O teste de raiz unitária mais usado é o de Dickey-Fuller.

O modelo ARIMA(p,d,q) pode ser descrito conforme a equação:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

(4)

Segundo Fava (2000) a incorporação, nestes modelos, da correlação entre instantes de tempo sucessivos resulta no modelo sazonal multiplicativo geral ARIMA (p,d,q) x (P,D,Q)_s. Sendo este representado pela equação:

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p B^{ps}) \cdot (1 - B)^d (1 - B^s)^D y_t &= \\ = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \cdot (1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) \varepsilon_t & \\ \phi(B)\Phi(B^s)\Delta^d \Delta_s^D y_t = \theta(B)\Theta(B^s)\varepsilon_t & \end{aligned}$$

(5)

Para verificar se o modelo selecionado é adequado deve ser realizada a análise de resíduos e a avaliação da ordem do modelo. Na análise de resíduos, seus coeficientes de autocorrelação devem ser,

estatisticamente iguais a zero, isto é comportar-se como ruído branco. A avaliação da ordem do modelo tem como objetivo verificar se o mesmo está superespecificado (p ou q maiores do que o devido), nem subespecificado (p e q menores do que devidos). O modelo não deve trazer parâmetros em excesso.

Uma das formas de utilização do modelo ajustado é fazer previsões de valores futuros. Esta é a última etapa da metodologia de Box & Jenkins, que consiste na realização de previsões da série Z_t em instantes de tempo posteriores a n , isto é, os valores prováveis $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k}$ onde k é o horizonte de previsão. A previsão de Z_{t+k} , para $k=1,2,\dots$ será denotada por $\hat{z}_t(k)$ e é definida como esperança condicional de Z_{t+k} dados todos os valores passados, isto é:

$$\hat{z}_t(k) = E(Z_{t+k} | z_t, z_{t-1}, \dots).$$

(6)

A diferença entre $\hat{z}_t(k) - z_{t+k}$ é chamado de erro de previsão k passos à frente e será denotado por e_{t+k} .

Metodologia

A presente investigação se caracteriza como um estudo quantitativo, descritivo, documental e inferencial. Conforme Pádua (2004) a pesquisa documental é aquela que é realizada a partir de documentos contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não-fraudados); tem sido largamente utilizada nas ciências sociais, na investigação histórica, a fim de descrever/comparar fatos sociais, estabelecendo suas características ou tendências; além das fontes primárias, os documentos propriamente ditos, utilizam-se as fontes chamadas secundárias, como dados estatísticos, elaborados por institutos especializados e considerados confiáveis para a realização da pesquisa.

As empresas foco do estudo se localizam em cidades da região noroeste do Rio Grande do Sul. Para obtenção dos dados recorreu-se ao cadastro da empresa pesquisada, obtendo-se três séries de faturamento da Empresa Beta, uma da matriz, uma da filial CB e uma da filial SL. Ambas foram coletadas no período de janeiro/2001 a maio/2006, totalizando em cada série 65 observações.

De posse dos dados, os mesmos foram dispostos em um banco de dados, sendo utilizados os softwares Excel e SPSS. Os dados de faturamento da empresa foram analisados utilizando a estatística descritiva e o método

de séries temporais Box & Jenkins, com sua representação gráfica, testes de significância, modelagem e previsões.

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo dados sigilosos e para manter o anonimato da empresa, por solicitação da mesma, optou-se por utilizar um codinome: Empresa Beta.

Resultados

O sucesso da gestão empresarial está associado a vários fatores, dentre eles à habilidade de se identificar, antecipadamente, o comportamento de variáveis econômicas históricas, tendo como meta a previsão. Partindo desse pressuposto, a análise de séries temporais, segundo Souza & Camargo (1996), permite a construção de modelos que descrevem um processo estocástico, utilizando apenas valores passados.

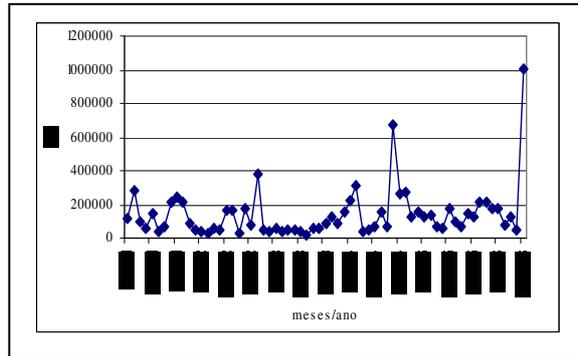
Na presente pesquisa utilizou-se a série histórica de faturamento mensal da matriz, filial SL e filial CB da Empresa Beta, mais especificamente, do período de janeiro/2001 a maio/2006. De posse desses dados, foi possível formular um modelo econômico, o qual permite explicar o comportamento desta série e a partir daí realizar a previsão de futuros faturamentos.

Um dos parâmetros de avaliação de uma empresa é o seu faturamento, ou seja, a geração de resultados positivos, incluindo o lucro. Para a obtenção do mesmo, este deve estar aliado à certificação de uma boa qualidade de serviços, possibilitando assim o aumento no faturamento e conseqüentemente na geração de valor.

Modelagem da série para o faturamento da Matriz da Empresa Beta

Para identificar os modelos apropriados, inicialmente deve ser analisado o gráfico temporal da série em estudo. A análise desse tipo de gráfico pode indicar a presença de tendência, o que revelaria se a série é ou não estacionária.

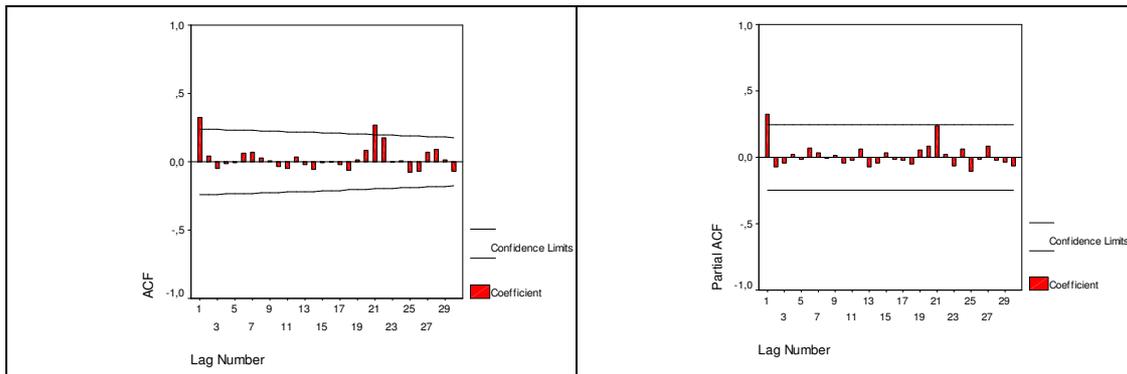
Figura 2: Faturamento da Matriz da Empresa Beta, de janeiro/2001 a maio/2006



Observando a Figura 2, observa-se que a série parece não apresentar tendência, percebe-se que a série apresenta períodos alternados de altas e baixas variações, as altas se destacando em períodos de doze meses, podendo representar a presença de sazonalidade na série.

Na construção dos correlogramas, constata-se que na FAC e na FACP que a série é estacionária, não necessitando da realização de diferenciação (Figura 3).

Figura 3: Função de autocorrelação e Função de autocorrelação parcial respectivamente da série de faturamento da Matriz da Empresa Beta



Com base nos mesmos, a função de autocorrelação (FAC) apresentou um pico na primeira defasagem e uma queda brusca nas demais com exceção da defasagem 21, que poderia representar evidências da uma componente sazonal, enquanto que a função de autocorrelação parcial

(FACP) demonstrou a primeira defasagem significativa e um decaimento nas demais.

Tabela 1: Modelos propostos para o faturamento da matriz da Empresa Beta

Modelo	Parâmetros	Critério AIC	Critério SBC	Variância residual
AR(1)	$\phi = 0,666761$ (0,000001)	1792,7314	1794,9211	35783596092,7
MA(1)	$\theta = -0,46571$ (0,0001063)	1804,7836	1806,9733	43174817378,0
ARMA(1,1)	$\phi = 0,966909$ (0,000001) $\theta = 0,548354$ (0,000740)	1788,6656	1793,0449	32657431423
SARIMA (1,0,1)(0,0,1)	$\phi = 0,9496257$ (0,000001) $\theta = 0,505359$ (0,00418) $\Theta = -0,148715$ (0,476139)	1789,9524	1796,5213	32738047467,4

A seguir iniciou-se o processo de identificação da ordem do modelo, na tentativa de encontrar aquele que melhor se ajustasse. Foram testados vários modelos, comparando seus resultados (Tabela 1). O melhor modelo, mais parcimonioso foi o ARMA (1,1).

A Figura 4 apresenta a FAC e FACP dos resíduos do modelo selecionado, observado-se um comportamento aleatório, sem apresentar defasagem significativa, isto é, um ruído branco, confirmando novamente a adequação do modelo. Também na seqüência apresenta-se o gráfico “Normal Q-Q Plot” dos resíduos que seguem uma distribuição normal.

Figura 4: Análise dos resíduos: Função de autocorrelação (a); Função de autocorrelação parcial (b) e Gráfico da distribuição normal (c).

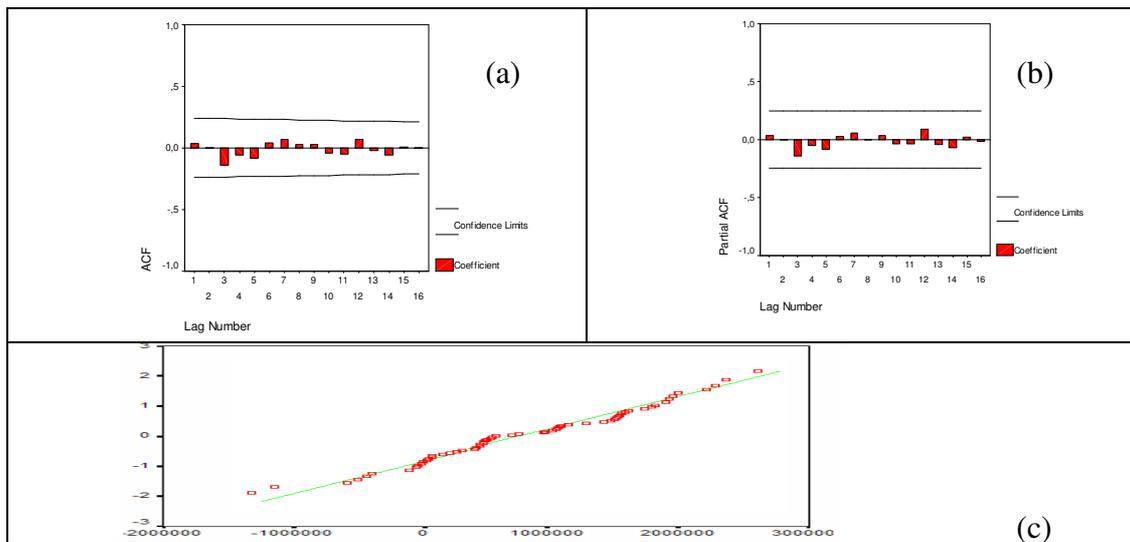


Tabela 2: Previsões para o faturamento da matriz da Empresa Beta

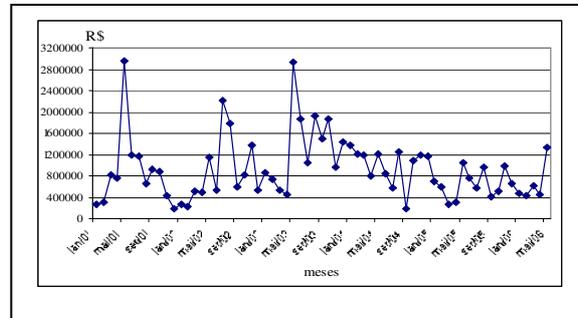
Período	Previsão	Limite Inferior 95%	Limite Superior 95%	Dados reais
Junho 2006	625266,70	264249,6	986283,8	767839,27
Julho 2006	604575,93	213211,3	995940,6	542069,19
Agosto 2006	584569,84	166822,2	1002318	416986,56
Setembro 2006	565225,77	124237,7	1006214	402043,38

Na Tabela 2 são mostradas as previsões de faturamento na Matriz da Empresa Beta para o período de junho a agosto de 2006. A empresa disponibilizou posteriormente os dados reais, os quais foram comparados com os da previsão através do modelo proposto, verificando-se a eficiência do mesmo, pois todos os valores encontraram-se no intervalo de confiança de 95%.

Modelagem da série para o faturamento da Filial SL da Empresa Beta

Observando a Figura 5, verifica-se que a série parece apresentar uma tendência, demonstrada por uma pequena inclinação.

Figura 5: Faturamento da Filial SL da Empresa Beta, de janeiro/2001 a maio/2006

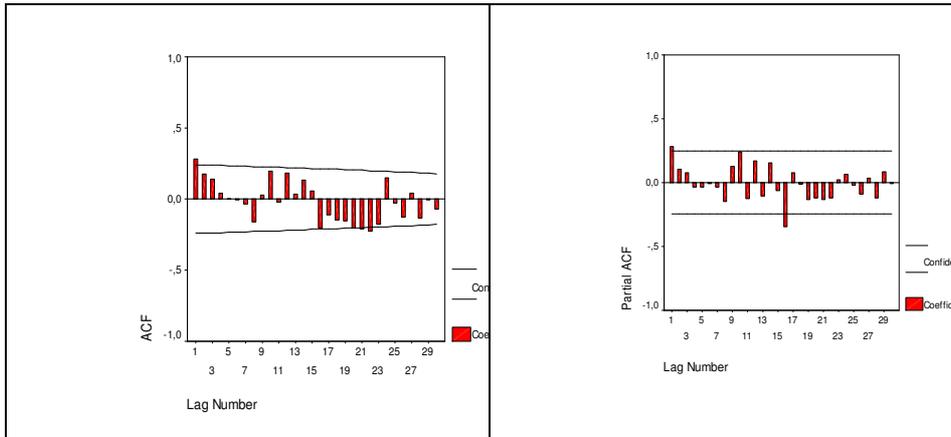


Percebe-se que a série apresenta períodos alternados de altas e baixas variações, as altas se destacando em períodos de doze meses, acusando a presença de sazonalidade na série.

Na construção dos correlogramas, constata-se que na FAC e na FACP a série é estacionária, para tanto não foi necessário realizar a diferenciação (Figura 6).

Procedendo à análise das funções, observa-se que na respectiva série existe uma componente sazonal no período de 12 meses. Foram realizadas várias modelagens, resultando como melhor modelo, (ver Tabela 3) o AR sazonal $(1,0,0)*(1,0,0)$, conhecido como modelo autoregressivo sazonal.

Figura 6: Função de autocorrelação e Função de autocorrelação parcial respectivamente da série de faturamento da filial SL da Empresa Beta



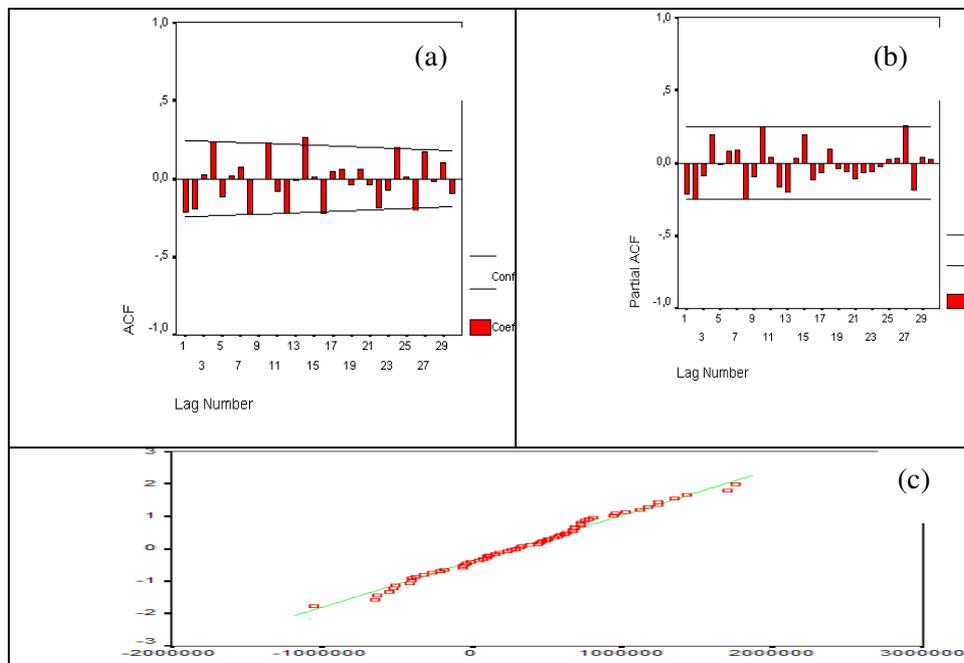
A Tabela 3, apresenta uma comparação do modelo proposto SARIMA (1,0,0) (1,0,0) com outros dois modelos. A análise do modelo ARMA (1,1) revela que os coeficientes são significativos, porém os critérios AIC e SBC foram mais altos do que no modelo escolhido.

No modelo SARIMA (1,0,0) (1,0,1) verificou-se que o coeficiente Θ não é significativo (p-value igual a 0,0581). Partindo destas constatações e em busca de selecionar o modelo mais parcimonioso, optou-se pelo modelo SARIMA (1,0,0) (1,0,0), no qual os parâmetros são significativos e os critérios AIC e SBC são mais baixos.

Tabela 3: Modelos propostos para o faturamento da filial SL da Empresa Beta

Parâmetros	Modelo (1,0,0) (1,0,0)	Modelo (1,1)	Modelo (1,0,0) (1,0,1)
AR	$\phi = 0,64861846$ (0,000001)	$\phi = 0,98446000$ (0,0000001)	$\phi = 0,59851881$ (0,0000001)
MA	-	$\theta = 0,74370811$ (0,0000001)	-
SAR	$\Phi_1 = 0,45975133$ (0,0001403)	-	$\Phi_1 = 0,43634408$ (0,0000001)
SMA			$\Theta = 0,79083657$ (0,05810436)
Critério AIC	1912,3621	1916,313	1914,0868
Critério SBC	1916,7109	1920,6617	1920,61
Variância residual	376467923544,1	352450824684,5	375127269215,1

Figura 7: Análise dos resíduos: Função de autocorrelação (a); Função de autocorrelação parcial (b) e Gráfico da distribuição normal (c).



Em busca de avaliar a adequação do modelo, foi realizada a análise dos resíduos (Figura 7). Os resíduos do modelo são estimativas de ruído branco, conseqüentemente, os coeficientes de autocorrelação são estatisticamente iguais a zero. Também na seqüência apresenta-se o gráfico “Normal Q-Q Plot” dos resíduos que seguem uma distribuição normal.

Na Tabela 4 são mostradas as previsões de faturamento na Filial SL da Empresa Beta para o período de junho de 2006 a agosto de 2006.

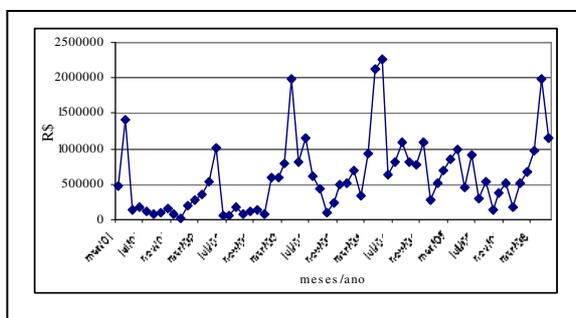
Tabela 4: Previsões para o faturamento da filial SL da Empresa Beta

Período	Previsão	Limite Inferior 95%	Limite Superior 95%	Dados Reais
Junho 2006	907589,8	-318532	2133711	738700,87
Julho 2006	620838,1	-840617	2082294	502654,15
Agosto 2006	677800,7	-872018	2227620	841929,17
Setembro2006	335965,6	-890156	1562087	437053,11

Na Tabela 4, referente a filial SL da Empresa Beta, são evidenciadas as previsões de faturamento para o período de junho a agosto de 2006. Os dados reais foram comparados com os da previsão através do modelo selecionado, podendo-se constatar novamente a eficiência do mesmo, pois todos os valores encontraram-se no intervalo de confiança de 95%.

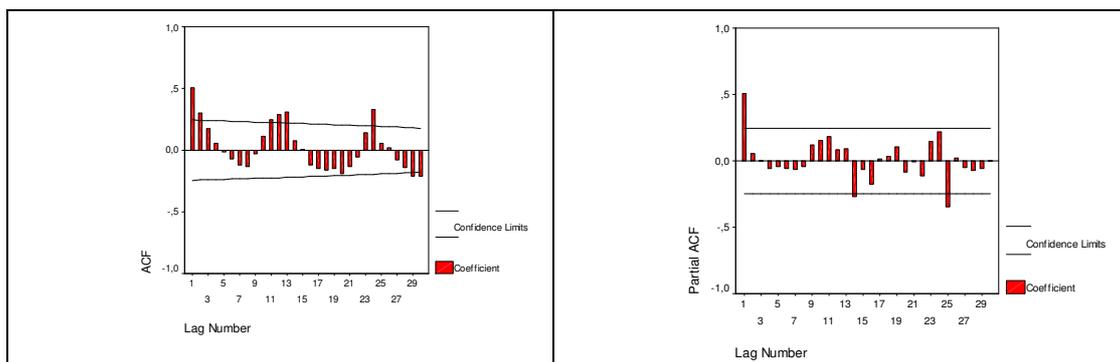
Modelagem da série para o faturamento da Filial CB da Empresa Beta

Figura 8: Faturamento da Filial CBMatriz da Empresa Beta, de janeiro/2001 a maio/2006



Na construção dos correlogramas, constata-se que na FAC e na FACP a série pode não ser estacionária, para tanto foi realizada a modelagem com e sem diferenciação. (Figura 9).

Figura 9: Função de autocorrelação e Função de autocorrelação parcial respectivamente da série de faturamento da filial CB da Empresa Beta

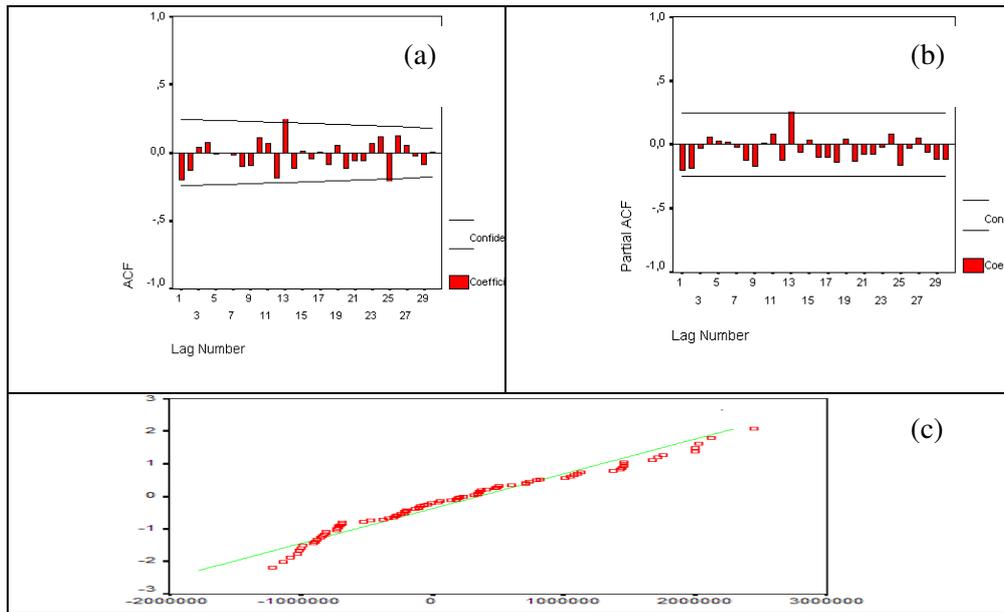


Procedendo à análise das funções, observa-se que na respectiva série existe uma componente sazonal no período de 12 e 24 meses. Foram realizadas várias modelagens, resultando como melhor modelo, sem diferenciação, (ver Tabela 5) o AR sazonal $(1,0,0)^*(2,0,0)$, conhecido como modelo autoregressivo sazonal.

Tabela 5: Modelos propostos para o faturamento da filial CB da Empresa Beta

Parâmetros	Modelo (1,0,0) (2,0,0)	Modelo (1,1,0) (1,0,0)	Modelo (1,0,0) (1,0,0)
AR(1)	$\phi = 0,71080277$ (0,00000001)	$\phi = -0,50088288$ (0,00002641)	$\phi = 0,54405980$ (0,00000893)
SAR(1)	$\Phi_1 = 0,07931721$ (0,052402164) $\Phi_2 = 0,60081484$ (0,0000001)	$\Phi = 0,25679008$ (0,05013149)	$\Phi = 0,25485344$ (0,06647387)
Critério AIC	1839,2894	1869,3113	1900,6071
Critério SBC	1845,7661	1873,5976	1904,9249
Variância residual	139133800111,2	429038482232,6	440062950758,8

Figura 10: Análise dos resíduos: Função de autocorrelação (a); Função de autocorrelação parcial (b) e Gráfico da distribuição normal (c)



A Figura 10 apresenta a FAC e FACP dos resíduos do modelo selecionado, observado-se um comportamento aleatório. Constata-se que as defasagens estão entre os limites de confiabilidade, isto é, mostrando que são um ruído branco, confirmando novamente a adequação do modelo. Também na seqüência apresenta-se o gráfico “Normal Q-Q Plot” dos resíduos que seguem uma distribuição normal.

Na Tabela 6, a seguir, observa-se as previsões de faturamento da Filial CB, no período de junho a setembro de 2006, onde podem ser observadas tanto as previsões de faturamento da empresa, quanto o real faturamento obtido por ela no respectivo período. Constatou-se novamente a eficiência do modelo utilizado, pois todos os valores encontraram-se no intervalo de confiança de 95%.

Tabela 6: Previsões para o faturamento da filial CB da Empresa Beta

Período	Previsão	Limite Inferior 95%	Limite Superior 95%	Dados reais
Junho 2006	283469,4562	-462403	1029342	340281,42
Julho 2006	782214,8432	36342,38	1528087	617857,01
Agosto 2006	893643,2513	-	1808741	712779,60
Setembro2006	638115,9239	-	1627771	553648,05

Conforme se pode observar, os valores preditos pelo modelo SARIMA(1,0,0)*(2,0,0), são muito semelhantes aos valores observados (reais), acompanhando a sazonalidade da série coletada.

Analisando-se o comportamento dos dados nas empresas pesquisadas, constata-se que a metodologia de análise de séries temporais de Box & Jenkins vem contribuir com informações consolidadas, servindo como referência e guia para a ação organizacional. Pode ser considerado também como importante subsidio para auxiliar os gestores nos processos decisórios.

Conclusões

A realização desta pesquisa permite afirmar que tomar decisões a partir de informações armazenadas, comprovadas e tabuladas existentes em uma empresa e a partir delas realizar análise estatística, modelagem e projeções, se constituem em ferramentas necessárias e indispensáveis à gestão, favorecendo a obtenção de resultados positivos e, conseqüentemente, geração de valor. Sendo estas necessidades imperiosas, principalmente em se tratando de um ambiente altamente competitivo e seletivo em que as empresas em geral estão inseridas, mas em especial, as do setor agrícola. Outro fator a ser considerado é em relação ao tempo de vida das mesmas, que a cada dia é menor.

Pode-se afirmar, com base nos resultados obtidos, aliado a utilização da metodologia Box & Jenkins (1970), que a mesma possibilita realizar previsões, se constituindo em uma ferramenta eficaz ao gestor, a qual favorece o planejamento das atividades da empresa, infra-estrutura e, conseqüentemente, contribui para a manutenção, crescimento e sucesso da mesma.

Para a Matriz da Empresa Beta foi encontrado um modelo ARMA (1,1), sendo este o mais parcimonioso. Na Filial CB, o modelo que melhor descreveu os dados foi o SARIMA(1,0,0)*(2,0,0) e na Filial SL, o modelo SARIMA (1,0,0)*(1,0,0). Ao realizar as previsões e compará-las com os dados

reais disponibilizados pela empresa, constatou-se a eficiência dos modelos utilizados, pois todos os valores permaneceram no intervalo de confiança de 95%.

Para a realização de estudos posteriores, sugere-se a análise das séries por meio de modelos ARCH (Modelo autoregressivo de heterocedasticidade condicional) e GARCH (Modelo generalizado autoregressivo de heterocedasticidade condicional), bem como a utilização de gráficos de controle na análise dos resíduos.

Referências

ALPRECHT, K. **Revolução nos serviços: Como as empresas podem revolucionar a maneira de tratar os seus clientes**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

BRAGA, M.B. **Manual de econometria**. In: Vasconcelos, M. A. S.; Alves, D. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

BOX, G.E.P., Jenkins, G.M., **Time Series Analysis, Forecasting and Control**, San Francisco, Holden-Day, 1970.

HAMILTON, D.J. **Times Series Analysis, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data**, 1994.

FAVA, V. L. **Manual de econometria**. In: Vasconcelos, M. A. S.; Alves, D. São Paulo: Editora Atlas, 2000

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**, São Paulo, Makron Books, 3^a ed, 2000..

HESELBEIN, F.; GOLDSMITH, M.; BECKHADR, R., **A organização do futuro: Como preparar hoje as empresas de amanhã**. Organização: The Peter F. Drucker Foundation; tradução Nota Assessoria, São Paulo: Futura, 1997.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

MAKRDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting methods and aplications**, 3 ed. New York: John Wiley e Sons, 1998.

MARCHETTI, R,; PRADO, P.H.M , **Revista de Administração de Empresas-ERA/ FGV-EAESP**, São Paulo, Brasil, 2001.

MONTGOMERY, D.C.; JOHNSON, L.^a, **Forecasting and Time Series Analysis**, New York: McGraW-Hill Book Co., 1976.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Previsão de séries temporais**. 2 ed. São Paulo: Atual, 1987.

PÁDUA, E. M. M. **Magistério Formação e Trabalho Pedagógico**. 10ªed. Revista e Ampliada. Papyrus Editora. Metodologia de Pesquisa Abordagem Teórico Prática. São Paulo. 2004.

SOUZA, R. C.; CAMARGO, M.E., **Análise de Séries Temporais: Os Modelos ARIMA**, Ijuí: SEDIGRAF 1996