

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO ARIMA:
ESTUDO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE
ENSINO SUPERIOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Luiza da Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2017

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO ARIMA: ESTUDO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

POR

Luiza da Silva

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador: Denis Rasquin Rabenschlag

Santa Maria, RS, Brasil

2017

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO ARIMA: ESTUDO EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Luiza da Silva (UFSM)

lusilva91@gmail.com

Denis Rasquin Rabenschlag (UFSM)

dr.r.ufsm@gmail.com

RESUMO

O planejamento dos estoques é uma tarefa desafiadora tanto para uma iniciativa privada quanto para gestores do setor público. Visando melhor qualidade do gasto público e transparência, os gestores públicos vêm adotando técnicas científicas em substituição a práticas empíricas. Nesse sentido, o presente estudo buscou analisar e aplicar o método ARIMA na previsão de demanda interna (consumo) a partir de dados históricos, juntamente ao Almoxarifado de uma Instituição Federal de Ensino Superior. Especificamente, contextualizou-se os procedimentos adotados pela instituição, determinou-se quais produtos deveriam ser estudados e dados históricos de consumo foram levantados. Assim, a partir de uma pesquisa exploratória-descritiva de estudo de caso, elaborou-se uma previsão da demanda por meio do Método ARIMA e Box-Jenkins. O modelo ARIMA (0, 1, 2) foi o melhor possível para a série segundo os critérios de AIC e BIC e análise dos resíduos. Desta forma, verificou-se que o modelo encontrado pode ser usado, mas necessita de atenção quanto a sua acuracidade.

Palavras-chave: PREVISÃO DA DEMANDA; ARIMA; BOX-JENKINS; SETOR PÚBLICO.

ANALYSIS OF THE ARIMA MODEL APPLICATION: STUDY IN A PUBLIC UNIVERSITY

Luiza da Silva (UFSM)

lusilva91@gmail.com

Denis Rasquin Rabenschlag (UFSM)

drr.ufsm@gmail.com

ABSTRACT

Stocks planning is a challenging task for managers of both private and public sectors. In order to provide a better quality of public spending and transparency, public managers have been adopting scientific techniques instead of empirical practices. In this sense, the present study sought to analyze and apply the ARIMA method in the forecast of internal demand (consumption) from historical data in to Warehouse of a Federal Institution of Higher Education. Specifically, it was contextualized the procedures adopted by the institution, determined which products should be studied and historical consumption data were collected. Thus, based on an exploratory-descriptive case study, a demand forecast was elaborated using the ARIMA and Box-Jenkins Methods. The ARIMA(0,1,2) model was the best possible for a series, according to the AIC and BIC criteria and residue analysis. Therefore, was verified that the model found can be used, but needs attention as to its accuracy.

Keywords: FORECASTING; ARIMA; BOX-JENKINS; PUBLIC SECTORS.

1 INTRODUÇÃO

Tanto para gestores do setor privado quanto para gestores do setor público a manutenção dos estoques em níveis adequados é uma tarefa desafiadora. Para auxiliar os gestores neste desafio, diversas técnicas de planejamento e controle foram desenvolvidas: estoque mínimo, lote econômico, previsão da demanda, para citar alguns.

No setor público embora as rotinas administrativas sejam cercadas por um vasto aparato legal, muitas vezes as ações dos gestores são realizadas de forma empírica, o que pode refletir na má aplicação dos recursos públicos.

Visando a melhoria na qualidade do gasto público os gestores devem adotar técnicas e métodos adequados para tomada de decisão. Neste caminho, uma área que carece de estudos refere-se a gestão de estoques (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Nas instituições públicas a gestão de estoques normalmente é realizada em uma subunidade denominada almoxarifado e, portanto, cabe ao gestor de almoxarifado equalizar a demanda e a capacidade de apoio operacional.

Nesse sentido, devem ser mantidos os estoques em níveis suficientemente baixos sem comprometer a capacidade de suprir a demanda e em níveis não elevados que possam representar desperdícios do dinheiro público. Assim, prever adequadamente a demanda permite que o gestor utilize os recursos disponíveis de maneira mais efetiva (TUBINO, 2009; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2013). Neste contexto, demonstra-se a relevância do tema em estudo cuja abordagem está voltada ao interesse da administração pública e, por se tratar de estudo de caso, os resultados ora obtidos poderão ser diretamente utilizados pela instituição cujos dados foram analisados.

Historicamente a abordagem de previsão de demanda para manutenção de estoques consiste em selecionar o método de previsão que possa ser usado com a finalidade de gestão (BABAI et al, 2013). Dentre os diversos métodos existentes, o método ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*) é um dos mais populares modelos de análise de previsão para séries temporais e tem sido utilizado extensivamente por pesquisadores e profissionais da área de gestão. (EDIGER; AKAR, 2007; BABAI et al, 2013; RAMOS; SANTOS; REBELO, 2015; SEN; ROY; PAL, 2016). Assim, como ferramenta de apoio a decisão, os métodos de previsão de demanda podem ser utilizados desde por pequenas empresas até no auxílio na formação de políticas em nível governamental.

Alguns exemplos podem ser encontrados em Ediger e Akar (2007), na qual abordam a previsão do consumo de combustíveis; Valipour, Banihabid e Behbahani (2013), comparam o resultado da utilização dos métodos ARMA, ARIMA e Redes Neurais na previsão dos níveis

de barragens; Kinbuja et al. (2014) se vale do modelo SARIMA em seu estudo sobre previsão de chuvas; Scheffer, Souza e Zanini (2014) tratam especificamente da previsão da arrecadação do ICMS no estado do Rio Grande do Sul; Ramos, Santos e Rebelo (2015), estudam o comportamento dos consumidores, empregando o Método ARIMA; Sen, Roy e Pal (2016) abordam os métodos de previsão para estudar o consumo de energia e emissão de gases do efeito estufa; e, Noronha, Souza e Zanini (2016) utilizam a metodologia Box-Jenkins para a modelagem da emissão de certificados ISO 14001 no Brasil.

Dado o exposto, buscou-se a resposta para a seguinte questão problema: Qual é o resultado da aplicação do método ARIMA para prever a demanda interna (consumo) no Almoxarifado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)? Na busca da resposta do problema proposto definiu-se como objetivo geral a análise da previsão de demanda através do método quantitativo ARIMA no Almoxarifado da UFSM. Especificamente, objetivou-se: a) contextualizar o estado atual da previsão da demanda no Almoxarifado Central da UFSM; b) verificar quais produtos deveriam ser incluídos para análise e previsão; c) levantar o histórico de demanda e organizar as séries temporais; d) aplicar o método ARIMA e analisar a previsão obtida.

Além deste tópico de introdução, o presente artigo está estruturado da seguinte forma: revisão de literatura, onde são apresentados os referenciais bibliográficos e a teoria de referência para o estudo, aspectos metodológicos, que trata da caracterização da pesquisa e dos procedimentos adotados, resultados e discussões, onde apresentam-se os resultados e as análises e, conclusão, onde são apresentadas as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Independente do ramo de atividade, as instituições públicas ou privadas, mesmo que minimamente, mantêm em seu poder materiais indispensáveis ao seu funcionamento, que se refletem em seus estoques, sejam estes de materiais de consumo ou de matérias-primas.

Conforme Slack et al. (2013) os estoques são recursos armazenados em virtude do descompasso entre o fornecimento e a demanda. Para os mesmos autores, o gerenciamento dos estoques determina o equilíbrio entre a demanda e a capacidade de atendimento a esta. Logo, a manutenção de estoques em níveis adequados é uma meta almejada por órgãos públicos e privados (SANTOS; FANK; VARELA, 2012). Assim, valer-se de métodos de previsão de demanda possibilita aos gestores a antecipação o futuro, de modo que estes possam planejar as ações de maneira adequada (TUBINO, 2009).

2.1 Compras governamentais

Dada a escassez de referenciais sobre o tema aqui tratado - previsão de demanda em órgãos públicos – faz-se necessário o entendimento e contextualização dos processos de compras por estes órgãos conforme a legislação brasileira.

Indiscutivelmente, o marco regulatório que rege o sistema de compras no âmbito da administração pública é a Lei N° 8.666/93. Esta lei tem por objetivo otimizar e sistematizar os procedimentos no âmbito da administração pública federal, estadual e municipal, estabelecendo normas sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços e compras. A ela também se subordinam as autarquias, nas quais se incluem as universidades federais.

Com o surgimento de novas demandas, mais recentemente, entrou em vigor a Decreto de Lei N° 7.892/13 com o intuito de regulamentar o sistema de registro de preço previsto pela Lei N° 8.666/93 (art. 15). Como a instituição do sistema do registro de preços o gestor público obteve vantagem na aquisição de materiais, visto que através deste sistema a administração pública tem a possibilidade de orçar todos os produtos necessários pelo menor preço sem a obrigação de adquiri-los imediatamente ou no período normalmente de um ano. Em outras palavras, através deste sistema ficou flexibilizada a possibilidade de compra parcial ou integral permitindo ao gestor efetivar a compra somente a partir de suas necessidades. O viés desse método é que o trâmite burocrático entre efetuar a compra e receber o material, considerando os prazos estipulados pela lei, pode ultrapassar 45 dias. Tendo em vista este lapso temporal, torna-se necessária a manutenção de um estoque mínimo.

Em consonância com a legislação supracitada, encontra-se em vigor a Lei N° 10.512/02 que institui a modalidade de licitação denominada pregão, para a aquisição de bens e serviços comuns. Tendo em vista o disposto na lei, anteriormente mencionada, o pregão na forma eletrônica é regulamentado pelo Decreto Federal N° 5.450/05, no qual, através do art. 4° consta que esta modalidade de pregão, na forma eletrônica, será preferencialmente utilizado em licitações para a aquisição de bens e serviços comuns, sendo que estes procedimentos são realizados através do portal Compras Governamentais (<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/>).

Embora o legislador tenha tido o cuidado em elaborar instruções legais quanto aos procedimentos adotados para compras, estas ainda carecem de posicionamentos estratégicos que permitam a utilização efetiva dos recursos públicos. Para o caso estudado, percebe-se a ausência de parâmetros que possam servir de norteadores no ajuste das necessidades de consumo e possibilidades de compras, ou seja, a previsão de demanda.

2.2 Previsão de demanda

Tubino (2009) e Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) afirmam que a previsão de demanda possibilita aos gestores a antecipação o futuro, de modo que estes possam planejar as ações de maneira adequada. Para Tubino (2009) a “previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico [...] de qualquer empresa”, sendo uma informação crítica no planejamento anual e no orçamento (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Stekler (2007), Tubino (2009) e Corrêa e Corrêa (2013) explicam que no processo de previsão é necessário levar em consideração todos os aspectos como a precisão da metodologia, métodos qualitativos, grandeza dos erros e problemas com os dados. No que tange aos erros, Tubino (2009) enfatiza que quanto mais acurada a técnica de previsão de demanda, melhor será a base de decisão do gestor. Além disso, quanto maior o tempo a ser previsto, menor é o grau de acuracidade dos resultados (STEKLER, 2007; TUBINO, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2013). Ao se referir a grau de acuracidade, Jacobs e Chase (2009) explicam que este é um indicador que mede o grau de acerto entre a previsão e o real. Portanto, dada a existência de diversas técnicas, deve-se optar pelo método de previsão de demanda com maior precisão e utilizar períodos de previsão relativamente curtos.

Conforme Laugeni e Martins (2015), se deve ter o cuidado na coleta de dados e na escolha da previsão adequada, uma vez que estes interferem diretamente nos erros das estimativas. Sobre este aspecto, Corrêa e Corrêa (2013) expõem que a estimativa de demanda e a estimativa do erro de previsão constituem a previsão de demanda, deste modo, os gestores de operações devem ter conhecimento destas duas componentes para planejar ações futuras. Neste sentido, a previsão de demanda, por não ser exata, necessita da experiência do gestor para garantir que o valor previsto seja um valor aproximado do valor real (TUBINO, 2009).

Gerber et al. (2013) e Moon, Mentzer e Thomas (2000) sustentam que todas as organizações podem melhorar os acertos em suas previsões de modo que no ajuste seja realizada a combinação das técnicas qualitativas e quantitativas

Sobre estes aspectos explica-se que os métodos qualitativos são aqueles em que a base do método são as opiniões e julgamentos do gestor e demais pessoas-chave, uma vez que este método é utilizado quando não se dispõe de dados numéricos, seja por falta de tempo para coletá-los, ou para a introdução de um produto novo no mercado (TUBINO, 2009; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2013). Já os métodos quantitativos baseiam-se nos modelos matemáticos que utilizam dados históricos, envolvendo análise numérica para a projeção da demanda futura. Corrêa e Corrêa (2013) afirmam que é utilizada quando o produto a ser prevista a demanda já esta consolidado no mercado, isto é,

possui um histórico de demanda, dispensando opiniões e experiências. Além disso, os autores relatam que este método é mais adequado que se buscar uma previsão a curto prazo.

2.2.1 Séries temporais

Tubino (2009) aborda as séries temporais e as correlações ao analisar os métodos de previsão da demanda. Com referência as séries temporais, o autor afirma que “procuram modelar matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo”. Assim, as técnicas baseadas em correlações associam uma ou mais variáveis que possuem relação com a demanda dos dados históricos.

Ainda sobre a técnica de correlações, Tubino (2009) argumenta que esta visa o estabelecimento de uma equação que detecte o efeito de uma variável sobre a demanda a ser prevista, que pode ser obtida pelo método de regressão (linear, não linear). Sendo necessário, neste caso, os dados históricos da demanda do produto em análise e os dados históricos desta variável. A regressão linear é a técnica mais utilizada e conhecida nos estudos de correlações em previsão de demanda (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) expõem que as séries temporais são abordagens estatísticas baseadas nos dados históricos, com a finalidade de encontrar o padrão da demanda. Deste modo, elas partem do pressuposto que a demanda futura será uma projeção do comportamento anteriormente obtido (TUBINO, 2009; KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2013). Este padrão de demanda pode ser do tipo aleatoriedade, tendencialidade, sazonalidade ou ciclicidade (TUBINO, 2009). O autor elucida que a sazonalidade refere-se a variações ondulatórias de curto prazo, inferior a um ano. Quando o prazo é superior a um ano, o comportamento caracteriza-se como cíclico. No que tange a tendência, esta se refere ao movimento gradual que a série se comporta ao longo da evolução temporal. Já as flutuações das amostras ao longo da série, sem correlações, compõem a aleatoriedade.

2.2.1.1 Modelo Auto Regressivo (AR) e Média Móvel (MA)

Os modelos Auto Regressivos (AR) e Média Móvel (MA) são baseados na suposição de que a série temporal seja gerada através de um sistema linear, e que possuem um termo de erro aleatório não correlacionado, com média zero e variância constante, ou seja, um ruído branco (GUJARATI, 2000).

Para o caso de modelos AR, dada uma série de dados Z_t , esta será descrita por seus valores históricos Z_{t-1} , Z_{t-2} ,... e pelo ruído branco a_t , cuja estrutura apresentada por Morettin e Toloi (2004) é expressa por

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

em que p é a ordem do modelo auto regressivo, denotado por $AR(p)$. De outra forma, o valor de Z no período t , depende do seu valor no p períodos anteriores. Assim, $AR(p)$ é um processo auto-regressivo de p -ésima ordem (GUJARATI, 2000).

Já o modelo MA, além de considerar o termo de erro (ruído branco), considera o valor de uma constante mais uma média móvel dos termos de erro corrente e passado. Assim, conforme Gujarati (2000), Z “no período t é igual a uma constante mais uma média móvel” e “um processo de média móvel é simplesmente uma combinação linear dos termos de erro ruído branco”, cuja ordem é representada por q . Logo, um modelo $MA(q)$ conforme Morettin e Toloï (2004) será notado por

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Assim $MA(q)$ é um processo de média móvel de ordem q (GUJARATI, 2000).

2.2.1.2 Modelagem ARIMA(p, d, q)

Conforme Ediger e Akar (2007), o ARIMA é um dos mais populares modelos para análise da previsão de demanda para séries temporais. Os modelos ARIMA são modelos que utilizam apenas dados históricos de séries temporais com o intuito de expressar como as séries reagem de acordo com a variação estocástica anterior (BABAI et al, 2013). Os modelos ARIMA podem ajudar a entender a dinâmica dos dados em uma determinada aplicação (BABU; REDDY, 2014).

O modelo ARIMA originou-se a partir dos modelos de auto-regressão (AR) e das médias móveis (MA) e da combinação entre AR e MA (modelo ARMA), (GUJARATI, 2000; MORETTIN; TOLLOI, 2004; EDIGER; AKAR, 2007). [Para informações adicionais ver Morettin e Toloï, 2004].

Conforme Gujarati (2000) “muitas séries temporais econômicas são não-estacionárias, ou seja, são integrais”. No entanto, dada uma série temporal, se esta for integrada de ordem 1 ($I[1]$), suas primeiras diferenças serão $I[0]$, ou seja, demonstram-se estacionárias. Assim, em geral, se uma série temporal não estacionária, representada por $I[d]$, se diferenciarmos d vezes esta série, será obtida uma série estacionária $I[0]$ (GUJARATI, 2000). Conforme o autor, didaticamente adota-se $I[0]$ para indicar que a série é estacionária.

Logo, se para análise de uma série temporal for necessária a sua diferenciação d vezes para torná-la estacionária, diz-se que esta série temporal é ARIMA (Auto Regressiva Integrada de Média Móvel). Assim, será representada por $ARIMA(p,d,q)$, onde p indica o número de termos auto-regressivos, d o número de vezes que a série deve ser diferenciada

para se tornar estacionária e, q indica o número de termos de média móvel (GUJARATI, 2000). A estrutura do modelo ARIMA é expressa por

$$\Delta^d Z_t = W_t = \phi_1 W_{t-1} + \phi_2 W_{t-2} + \dots + \phi_p W_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Antes da utilização do ARIMA na previsão da demanda a partir de séries temporais vários passos de pré-processamento são necessários (BABU; REDDY, 2014). Deste conjunto de passos destaca-se a metodologia de Box-Jenkins, descrita a seguir.

2.2.1.3 Metodologia Box-Jenkins para séries temporais

Segundo Morettin e Toloí (2004) a metodologia de Box e Jenkins (1970) “consiste em ajustar modelos auto-regressivos integrados a médias móveis – ARIMA(p, d, q) – a um conjunto de dados”. Este conjunto de dados constitui a base para a construção do modelo mais adequado. Conforme Werner e Ribeiro (2003), estes modelos matemáticos abordam o comportamento da autocorrelação entre os valores da série temporal e, a partir disso, possibilitam realizar previsões, principalmente para curto prazo.

A construção de um modelo ARIMA baseado na metodologia Box-Jenkins obedece a um ciclo iterativo, em que as componentes do modelo inicialmente são escolhidas baseando-se nos próprios dados e, posteriormente sofrem ajustes até se obter o melhor modelo.

Conforme Morettin e Toloí (2004) este ciclo iterativo é composto por quatro etapas - identificação, estimação, verificação e previsão – descritas a seguir.

- Etapa de identificação: consiste em verificar qual modelo descreve o comportamento da série, valendo-se da interpretação dos correlogramas das funções de autocorrelação (FAC) e das funções de autocorrelação parciais (FACP);

- Etapa de estimação: realiza-se a estimativa dos parâmetros do componente auto-regressivo, do componente de médias móveis e da variância;

- Etapa de verificação: consiste em analisar se o modelo escolhido descreve adequadamente o comportamento da série, por meio da análise dos resíduos;

- Etapa de previsão: etapa que representa o objetivo principal, realizada apenas se as etapas anteriores forem satisfatórias.

Assim, sempre que o modelo não se mostrar adequado, as etapas devem ser repetidas. De outro modo, as etapas devem ser realizadas tantas vezes forem necessárias até que seja obtido um modelo satisfatório que descreva o processo gerador da série (ZHANG, 2003; MORETTIN; TOLOI, 2004).

A Figura 1 representa graficamente o ciclo iterativo do método Box-Jenkins.

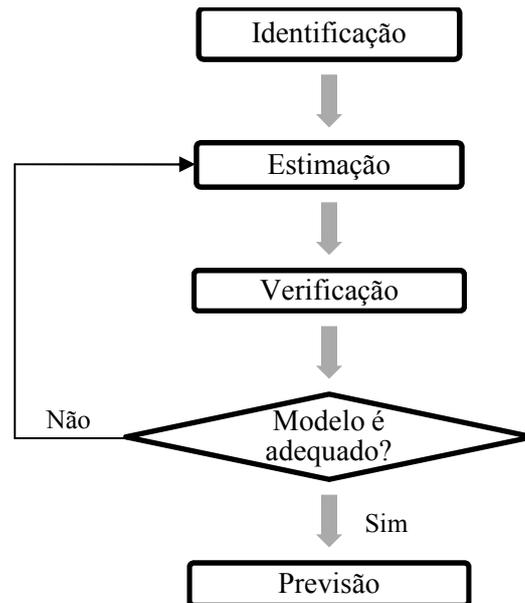


Figura 1 – Ciclo iterativo de Box-Jenkins

Fonte: Marchezan (2007)

Conforme exposto anteriormente, na etapa de identificação analisa-se o comportamento da série nos correlogramas de FAC e FACP e verifica-se a estacionariedade da mesma. Na etapa de estimação são estabelecidos os possíveis parâmetros por meio do comportamento da série nos correlogramas da FAC e FACP da série já estacionarizada utilizando os valores estatisticamente significativos. Uma série não estacionária apresenta decaimento lento para zero em seu correlograma FAC, por exemplo. Na etapa de verificação, é realizada a análise dos resíduos, sendo os resíduos a diferença entre a série em original e a série ajustada, também conhecido como erro aleatório. Estes não devem ser autocorrelacionados, devem possuir média zero e variância constante. Uma vez que os resíduos não apresentem estas características, o ciclo iterativo deve ser iniciado novamente.

Na fase de verificação, a análise do modelo consiste em verificar os menores valores para os critérios AIC e BIC (*Akaike Information Criterion* e *Bayesian Information Criterion*, respectivamente), tendo em vista que, estes critérios tem por objetivo indicar o modelo mais parcimonioso, isto é, com menor número de parâmetros, uma vez que são construídos com base na variância estimada (σ) e no tamanho da amostra (n). O modelo que apresentar o menor valor de AIC e BIC será o que melhor se ajustará aos dados (LIMA JUNIOR et al, 2013).

Os valores para os critérios AIC e BIC são obtidos através das seguintes fórmulas:

$$AIC = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + \frac{2(p+q)}{n} \qquad BIC = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + (p+q) \frac{\ln n}{n}$$

Após o ajuste do modelo mais adequado a série, avalia-se as previsões obtidas quanto a sua acuracidade por meio do valor do *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), na qual, segundo Klidzio (2009), melhores serão as previsões fornecidas pelo modelo proposto quanto menor for o valor do MAPE, obtido pela seguinte fórmula:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{z_i - \hat{z}_i}{z_i} \right| * 100$$

Onde z_i é o valor real no instante i , \hat{z}_i o valor previsto e n tamanho da amostra.

2.2.1.4 Detecção de estacionariedade pelo Teste KPSS

Os modelos de previsão auto-regressivos comumente utilizados baseiam-se nas características de linearidade da série temporal e estacionariedade. De acordo com Gujarati (2000), uma serie temporal é estacionária se “suas médias e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos depender da defasagem entre dois períodos e não do período de tempo efetivo”. Do contrário, a série é definida como sendo uma série temporal não-estacionária.

A estacionariedade de uma série temporal deve ser comprovada através de testes. Na literatura podem ser são encontrados diversos métodos para teste de estacionariedade de séries temporais, sendo que o resultado da análise é fundamental para a adequada realização das demais etapas do estudo, tendo em vista o método adotado (ARIMA). Assim, no presente estudo utilizou-se o teste da raiz unitária desenvolvido por Kwiatkowski et al. (1992).

O teste elaborado por Kwiatkowski et al. (1992), conhecido por teste KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin, anacrônico dos nomes dos autores) testa a hipótese nula de estacionariedade contra a hipótese alternativa, da seguinte forma:

H_0 : Z_n é estacionária

H_1 : Z_n é não estacionária

Logo, os valores encontrados a partir do teste de KPSS devem ser confrontados com os valores críticos para comprovação das hipóteses. Em seu estudo, Kwiatkowski et al. (1992) apresentam uma tabela com os valores críticos. Estes valores normalmente são apresentados pelos softwares de análise juntamente com o resultado do cálculo do indicador KPSS, o que permite agilidade na interpretação dos resultados.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

No presente trabalho foi utilizado o método ARIMA para elaborar e analisar a previsão de demanda aplicada ao Almoxarifado Central da Universidade Federal de Santa

Maria. O Almoarifado Central da UFSM tem como finalidade “disponibilizar o fornecimento de materiais de consumo necessários para o andamento das atividades letivas e administrativa na UFSM” (UFSM, 2016). Embora comumente a função do almoarifado esteja relacionada a estocagem e distribuição de materiais, no caso da UFSM o Almoarifado Central, juntamente com o Departamento de Materiais, é responsável por estimar e programar a compra de determinados consumíveis.

Metodologicamente, o estudo está classificado como um estudo de caso de natureza aplicada, cuja abordagem de pesquisa combina aspectos qualitativos e quantitativos e, quanto ao atendimento dos objetivos caracteriza-se como uma pesquisa exploratório-descritiva (GIL, 2010; FONSECA, 2002; GODOY, 1995; LAKATOS; MARCONI, 2007; CRESWELL, 2010).

Quanto a utilização do modelo ARIMA este foi escolhido para estimar a demanda tendo em vista a sua versatilidade para a análise de dados de séries temporais. Enfatiza-se que este método vale-se apenas de dados históricos para traçar aspectos futuros de comportamento da demanda, o que torna relativamente fácil a obtenção dos dados que serão utilizados.

Referente à execução da pesquisa, esta pode ser subdividida em três etapas em consonância com os objetivos propostos. Na primeira etapa buscou caracterizar o estado atual dos procedimentos de previsão de demanda adotados pela instituição. Nesta etapa, juntamente com o gestor do almoarifado foram definidos os produtos de interesse: àqueles cuja previsão de demanda deveria ser realizada.

Em um segundo momento levantou-se os dados referentes ao histórico de demanda. Estes dados foram fornecidos pelo gestor do almoarifado e sua amplitude foi de seis anos, a partir do ano de 2010. De posse dos dados, procedeu-se a organização das séries temporais para os itens selecionados para elaboração da previsão da demanda. Quanto a esta etapa de organização dos dados, estes foram tabulados em planilhas eletrônicas com vistas a serem utilizados no software de análise de séries temporais. O software utilizado para análise das séries temporais foi o Eviews® (*Student Version*).

A terceira etapa consistiu na utilização do Eviews® para geração da previsão da demanda valendo-se do método ARIMA e posterior análise da previsão da demanda obtida. A análise dos modelos para identificação do melhor modelo seguiu os critérios de Akaike (AIC – *Akaike Information Criterion*) e Bayesian (BIC – *Bayesian Information Criterion*), sob a premissa de que a combinação que apresentar os menores valores de AIC e BIC, será escolhido como melhor modelo que se ajusta à série de dados (LIMA JUNIOR, 2013).

Quanto a execução dos testes dos parâmetros para o modelo $ARIMA(p, d, q)$ utilizou-se os procedimentos sugeridos pelo método Box-Jenkins, referenciado por Morettin & Tolo (2004).

Ainda, quanto a verificação da acuracidade do modelo, esta foi realizada a partir dos valores obtidos pelo indicador MAPE.

Em uma representação gráfica, os procedimentos adotados podem ser visualizados conforme a Figura 2.

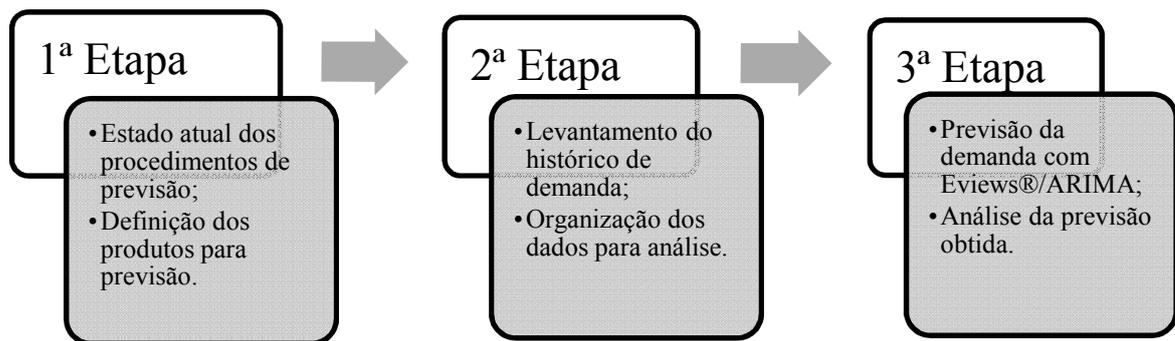


Figura 2 - Representação dos procedimentos adotados

Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Contextualização o estado atual da previsão da demanda

Conforme já abordado, o Almoxarifado Central da UFSM tem por objetivo disponibilizar o fornecimento de materiais de consumo necessários para o andamento das atividades letivas e administrativas. Demandam destes materiais cerca de 180 unidades administrativas (cursos, setores, departamentos, etc.).

Conforme levantado junto a Direção do Almoxarifado Central, através de entrevista, atualmente não é utilizado nenhum método científico de previsão das demandas internas – consumo dos materiais. Ressalta o gestor que o sistema de informação utilizado pela instituição não é efetivo neste quesito, visto que, não apresenta consultas e geração de gráficos de forma objetiva. Assim, o gestor vale-se apenas de sua experiência como profissional desta área para traçar o plano de compras para a instituição.

4.2 Verificação dos produtos relevantes para previsão

Na seleção de produtos a serem analisados em conjunto com a Direção do Almoxarifado Central, organizou-se uma relação de produtos conforme características

apontadas por aquele gestor: alta rotatividade, demanda de espaço físico do estoque do almoxarifado, itens de primeira necessidade, valor anual significativo.

Com base nestas características foram apontados pelo gestor do almoxarifado os seguintes itens: papel A4, papel higiênico folha dupla, papel higiênico folha simples, papel higiênico rolo com 300 metros e toalhas de papel.

4.3 Levantamento do histórico de demanda

Selecionados os itens, buscou-se obter os dados históricos das demandas internas (consumo) disponíveis no sistema de informação da instituição. No entanto, o único produto que apresentou dados históricos consistentes foi o papel higiênico rolo com 300 metros.

Os demais itens, no período estudado de 2010 a 2015, não apresentavam informações uniformes, tendo em vista a mudança de codificação, do tipo de produto ou características específicas. Desse modo, não se conseguiu agrupar os itens de maneira que estes fossem encontrados em todos os anos do levantamento.

Com relação ao produto papel higiênico rolo (300m), a Tabela 1 apresenta as quantidades demandas no período, quantificando 72 amostras. O formato do relatório recebido pela instituição pode ser visualizado no Anexo A.

Tabela 1 – Consumo mensal de papel higiênico rolo (300m)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2010	179	25	846	306	415	685	443	905	982	889	1236	521
2011	424	447	812	1017	1703	959	357	0	405	1514	598	0
2012	892	359	1269	569	1306	1017	393	1082	855	1522	2199	1436
2013	909	681	729	862	0	0	0	2040	3309	2085	3161	704
2014	1912	545	2296	2087	2850	2218	2403	2238	2693	2432	3419	534
2015	1081	902	2482	2200	2861	2465	2320	1862	682	400	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor

No período histórico levantado o consumo deste produto totaliza 86.029 unidades que representam R\$ 229.508,12.

Observa-se na Tabela 1, a existência de demandas com valor 0 (zero). Referente ao período de 2013 é importante destacar a ocorrência de greve geral dos servidores da UFSM (docentes e técnicos administrativos). Em conjunto deve-se analisar o período letivo da instituição, que conseqüentemente contribui para a alteração nas demandas, o que pode explicar os baixos números de janeiro e fevereiro (números mais altos neste período podem estar relacionados a extensão do calendário letivo).

Outro fator concorrente é a liberação de recursos pelo Governo Federal nos meses que antecedem o final do exercício (outubro e novembro), em que as unidades administrativas já não possuem condição de executar esses recursos com outros produtos (sem registro de preço/sem licitação), e acabam criando seus próprios estoques numa forma de utilizar o recurso. Através da Figura 3, pode-se visualizar a representação gráfica das demandas do período em estudo, a cada ano.

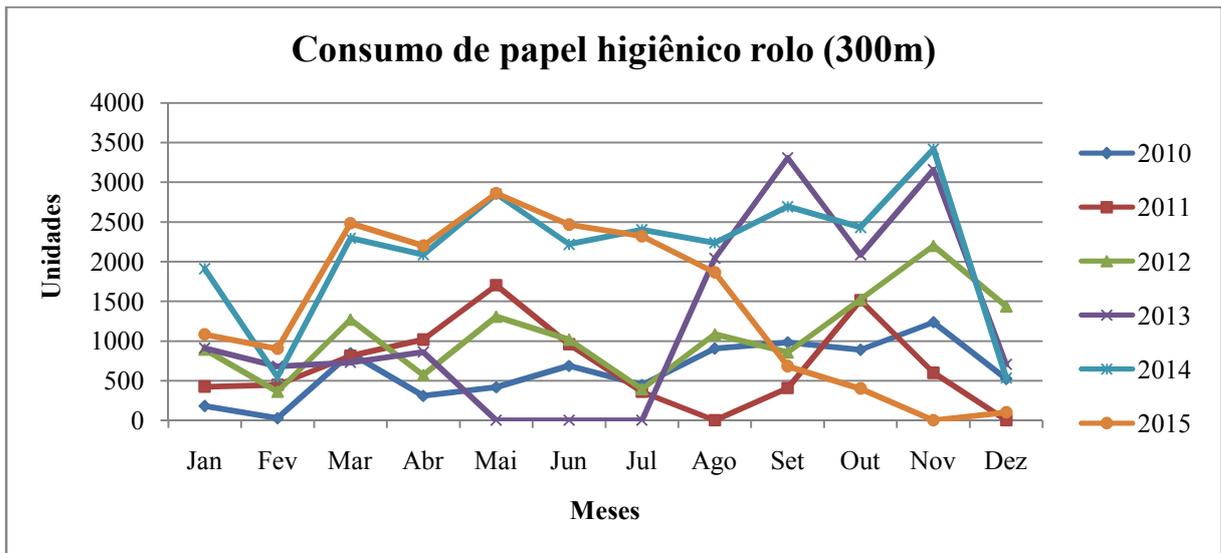


Figura 3 – Consumo mensal de papel higiênico rolo (300m) por ano
Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Aplicação do modelo ARIMA

Definido o produto cuja série temporal seria analisada e de posse dos dados históricos, procedeu-se a aplicação do método ARIMA seguindo as etapas propostas por Box e Jenkins (1970).

4.4.1 Identificação

De posse dos dados, realizou-se a análise descritiva sobre o consumo anual da série com o propósito de compreender as informações e analisar suas características. As medidas descritivas utilizadas foram média, desvio padrão, limite inferior e superior e coeficiente de variação. Na Tabela 2, nota-se grande variabilidade do consumo nos meses de cada ano, uma vez que, a média do consumo no ano não é representativa, tendo em vista que o coeficiente de variação foi superior a 30%. Além disso, observa-se que a média do ano de 2014 foi muito superior as demais, o que sugere uma investigação para o fato atípico.

Tabela 2 – Medidas descritivas do consumo de papel higiênico rolo (300m)

Ano	Média	Desvio Padrão	Limite Inferior	Limite Superior	Coefficiente de variação
2010	619,33	363,02	-106,71	1345,38	58,62%
2011	686,33	537,82	-389,30	1761,97	78,36%
2012	1074,92	522,55	29,82	2120,01	48,61%
2013	1206,67	1169,22	-1131,77	3545,11	96,90%
2014	2135,58	843,05	449,49	3821,68	39,48%
2015	1446,25	1028,19	-610,13	3502,63	71,09%

Fonte: Elaborado pelo autor

Para identificar os modelos adequados, primeiramente deve-se examinar o comportamento no gráfico da evolução temporal da série em estudo e comprovar a estacionariedade. Foi observado na Figura 3 que o consumo apresenta uma leve tendência, com períodos alternados de variações, podendo apresentar sazonalidade, conforme visualizado na Figura 3. Diante disso, buscou-se comprovar se esta observação era correta, tendo em vista que análise visual não é comprobatória.

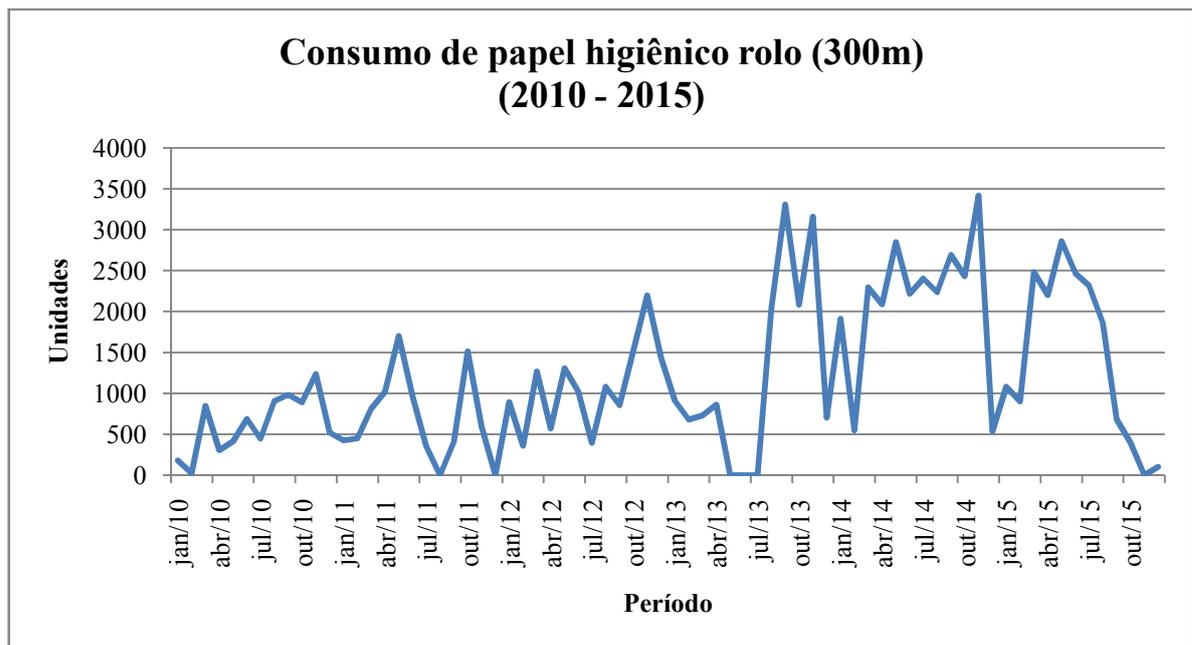


Figura 3 – Consumo de papel higiênico rolo (300m) de janeiro/2010 a dezembro/2015

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a comprovação de estacionariedade recorreu-se aos correlogramas da FAC e FACP da série original e ao teste da raiz unitária KPSS.

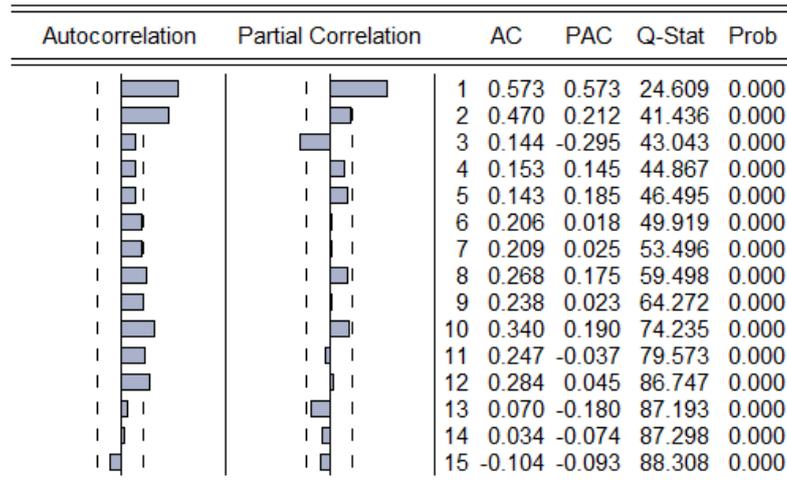


Figura 4 – Correlograma da FAC e FACP do consumo de higiênico rolo (300m)

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se no correlograma da FAC da série original, na Figura 4, que a série se mostra não estacionária, uma vez que apresenta declínio lento para zero e além de voltar a crescer a partir do *lag* (posição) 6. Utilizou-se o Teste da Raiz Unitária de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para verificar e comprovar não estacionariedade da série. Através do teste no software, obteve-se o valor 0,0922108, de modo que este não se encontra entre os valores críticos assintóticos dos intervalos de 1%, 5% e 10%. Portanto, foi rejeitada a hipótese nula de que a série é estacionária.

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.092108
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	

Figura 5 – Teste de estacionariedade KPSS da série original

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, a série não apresenta características sazonais, uma vez que o valor no *lag* 12 não demonstrou-se estatisticamente significativo, conforme pode ser observado no correlograma da FAC (Figura 4).

4.4.2 Estimação

Com base o resultado de não estacionariedade, recorreu-se a diferenciação da série original, com o propósito de a série apresentar oscilação em torno da média, com variância aproximadamente constante, sendo apenas uma vez realizada, o suficiente para estacionarizá-

la. Desta maneira, a diferenciação implica na não utilização do modelo ARMA, sendo este substituído pelo modelo ARIMA (p, q, d), onde d é igual a 1. O gráfico da série em nível (original) e diferenciada pode ser vista na Figura 5.

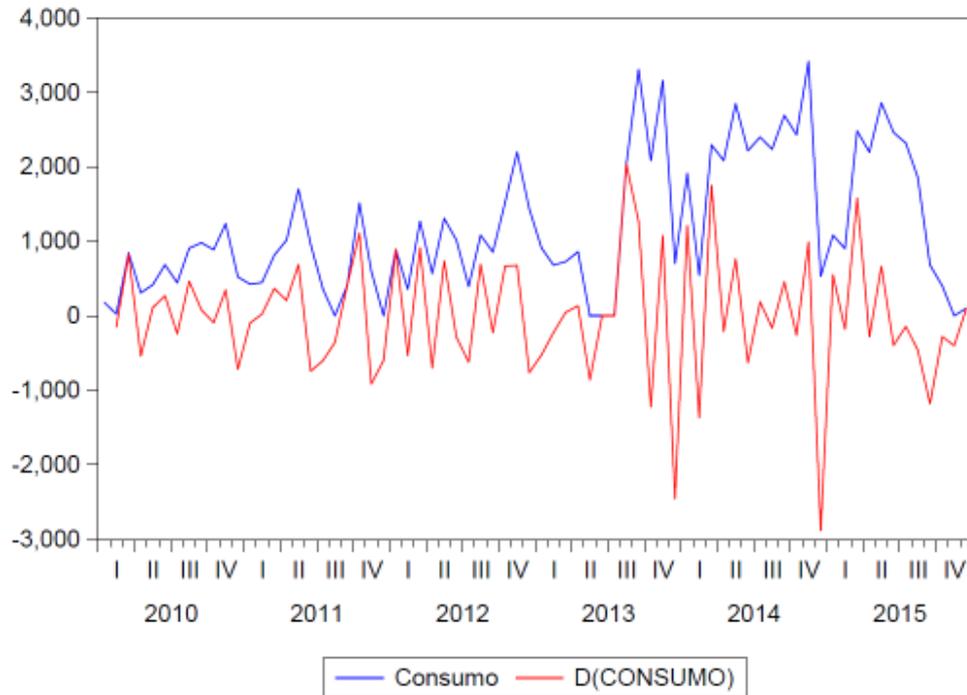


Figura 5 – Série em nível e em primeiras diferenças
Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado do teste KPSS para a primeira diferenciação resultou no valor de 0,126282 comprovando estacionariedade, conforme valores críticos do teste, demonstrados na Figura 6.

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.126282
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)	

Figura 6 – Teste de estacionariedade KPSS em primeiras diferenças
Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 7 pode-se conferir o correlograma da FAC e FACP da série em primeiras diferenças. Nela, observa-se que a função de autocorrelação apresentou valores significativos na primeira e terceira defasagens, e já na função autocorrelação parcial apresentou-se significativa a primeira defasagem e decaimento das demais.

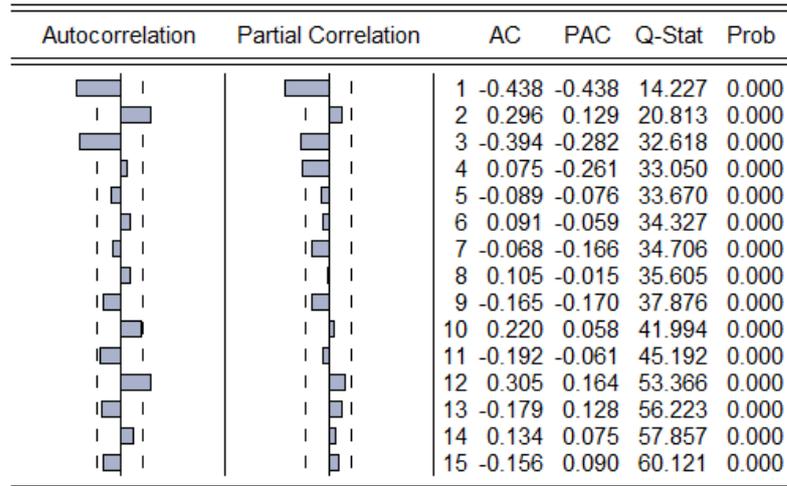


Figura 7 – Correlograma da FAC e FACP do consumo de papel higiênico rolo (300m) em primeiras diferenças

Fonte: Elaborado pelo autor

Obtida a série estacionária procedeu-se a estimação da ordem do modelo $ARIMA(p, d, q)$, visando encontrar os parâmetros que melhor se ajustassem a série. Conforme evidenciando anteriormente, tem-se o primeiro modelo a ser avaliado, ajustado conforme análise da FAC e FACP, o modelo $ARIMA(1, 1, 3)$.

Dos modelos verificados, foram encontrados cinco modelos concorrentes os quais são significativos (apresentam coeficientes com *p-value* inferior a 0,05) e possuem resíduos brancos, apresentados na Tabela 3. No modelo $ARIMA(1, 1, 3)$ citado anteriormente, não especifica-se o *lag* (posição), de modo a considerar θ_1 , θ_2 e θ_3 . Tendo em vista a não concordância com as características empregadas para montar a Tabela 3, ele não se encontra na mesma (*p-value* superior a 0,05).

Tabela 3 – Principais modelos ajustados para o consumo de papel higiênico rolo (300m)

Modelo	Parâmetro	<i>p-value</i>	AIC	BIC
ARIMA (2, 1, 0)	$\phi_1 = -0,3010$	0,0008	16,0881	16,1837
	$\phi_3 = -0,3177$	0,0025		
ARIMA (0, 1, 2)	$\theta_1 = -0,3644$	0,0002	15,9825	16,0781
	$\theta_3 = -0,4763$	0,0000		
ARIMA (1, 1, 3)	$\phi_1 = -0,3944$	0,0000	15,9972	16,0928
	$\theta_3 = -0,4615$	0,0002		
ARIMA (2, 1, 1)	$\phi_1 = 0,3334$	0,0352	16,0618	16,1893
	$\phi_3 = -0,3955$	0,0022		
	$\theta_1 = -0,7025$	0,0000		

	$\phi_1 = -0,9999$	0,0000		
	$\theta_1 = 0,6076$	0,0000		
ARIMA (1, 1, 4)	$\theta_2 = -0,2775$	0,0312	16,0245	16,2157
	$\theta_3 = -0,4034$	0,0012		
	$\theta_4 = -0,5129$	0,0000		

Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizando os critérios penalizadores de AIC e BIC encontrou-se o modelo mais parcimonioso. Sabendo que o modelo que melhor se ajusta a série é o que apresenta menor valor, conclui-se que o modelo mais adequado a série foi o ARIMA (0, 1, 2) com valores para AIC de 15,9825 e para BIC de 16,0781, possuindo o modelo uma diferença simples e dois componentes médias móveis, sendo estes localizados no *lag* 1 e *lag* 3.

4.4.3 Verificação

De posse do melhor ajuste, o passo seguinte foi a verificação dos correlogramas FAC e FACP dos resíduos.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.104	-0.104	0.8067	
		2	0.113	0.103	1.7697	
		3	-0.095	-0.075	2.4579	0.117
		4	-0.063	-0.092	2.7620	0.251
		5	-0.052	-0.050	2.9728	0.396
		6	-0.001	-0.002	2.9729	0.562
		7	-0.013	-0.017	2.9864	0.702
		8	0.049	0.032	3.1802	0.786
		9	-0.046	-0.045	3.3541	0.850
		10	0.155	0.139	5.4025	0.714
		11	-0.040	0.001	5.5397	0.785
		12	0.215	0.191	9.6059	0.476
		13	-0.154	-0.103	11.732	0.384
		14	0.011	-0.030	11.743	0.467
		15	-0.138	-0.087	13.516	0.409

Figura 8 – Correlograma residual do modelo ARIMA(0, 1, 2),

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme Figura 8(a) foi possível identificar que os resíduos apresentaram-se não-correlacionados, uma vez que, se encontram dentro dos limites de confiabilidade. Além disso, os resíduos possuem média zero e variância constante comprovando serem resíduos brancos.

4.4.4 Previsão

Tendo em vista que a análise dos resíduos mostrou-se adequada a validação do modelo, realizou-se a previsão dentro da amostra (*in sample*) para o período de análise, conforme Figura 9, de forma a verificar o comportamento futuro.

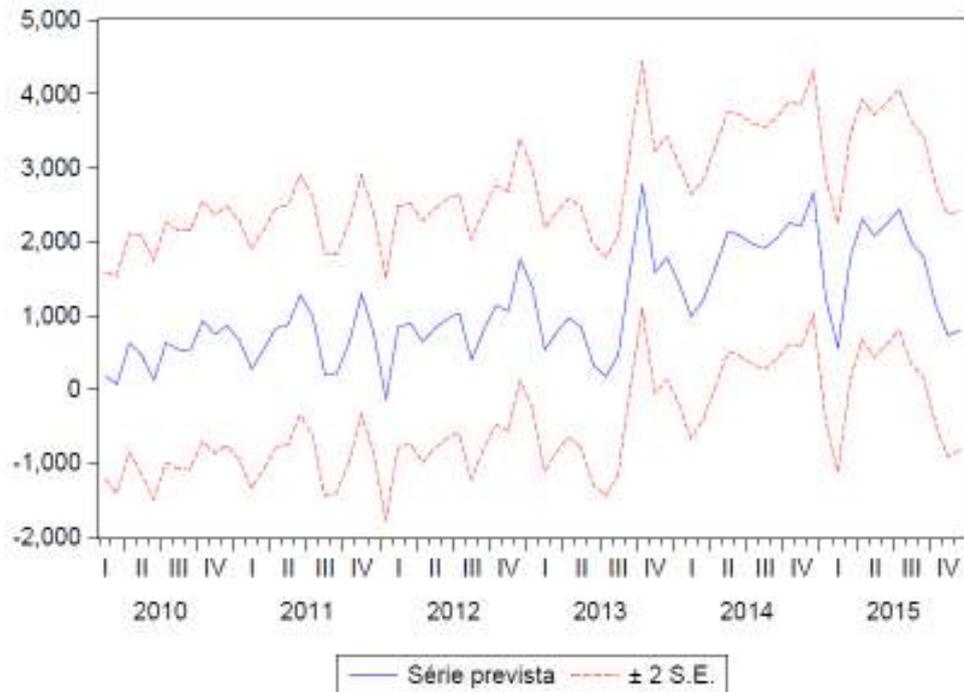


Figura 9 – Previsão do modelo ARIMA(0, 1, 2) de jan/10 a dez/15
 Fonte: Elaborado pelo autor

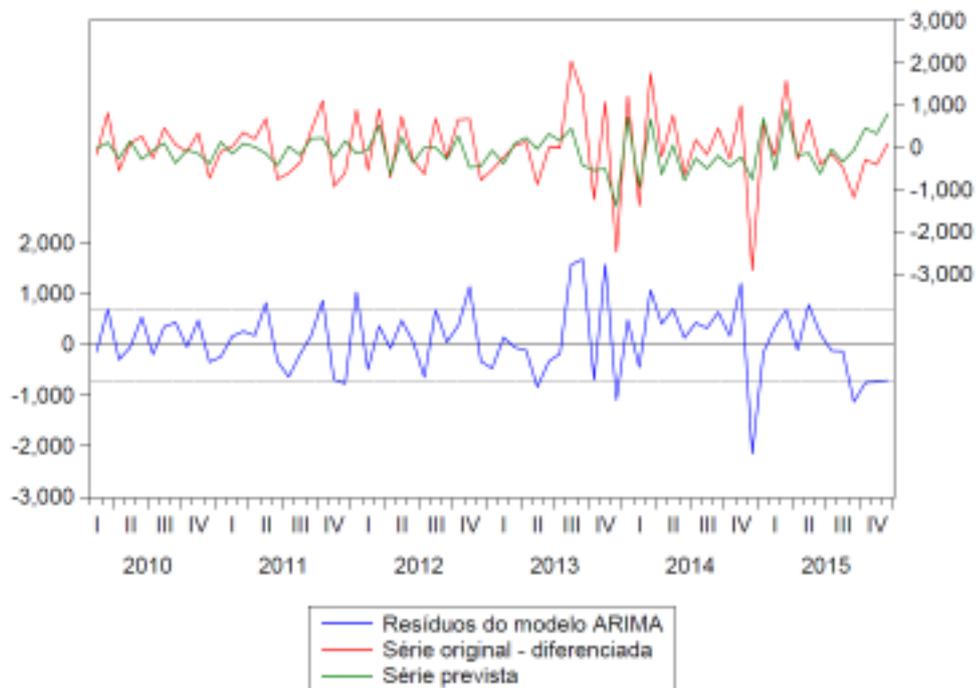


Figura 10 – Representação gráfica da série original, série ajustada e os resíduos do modelo
 Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se na Figura 10 que o modelo ajustado converge para a série original, com seus resíduos próximos a zero, indicando que o modelo ajustado representa o consumo de papel higiênico rolo (300m) e a Tabela 4 apresenta o período, os valores reais e os valores

previstos pelo modelo com os limites de confiabilidade, e na Figura 11 visualiza-se a previsão do modelo para janeiro, fevereiro e março de 2016.

Tabela 4 – Previsão do modelo ARIMA (0, 1, 2)

Período	Valores reais	Valores previstos	Limite inferior	Limite superior
Set/15	682	1804	171	3437
Out/15	400	1145	-480	2720
Nov/15	0	731	-909	2371
Dez/15	100	801	-819	2420
Jan/16	-	710	-682	2103
Fev/16	-	1058	-592	2708
Mar/16	-	1392	-485	3269

Fonte: Elaborado pelo autor

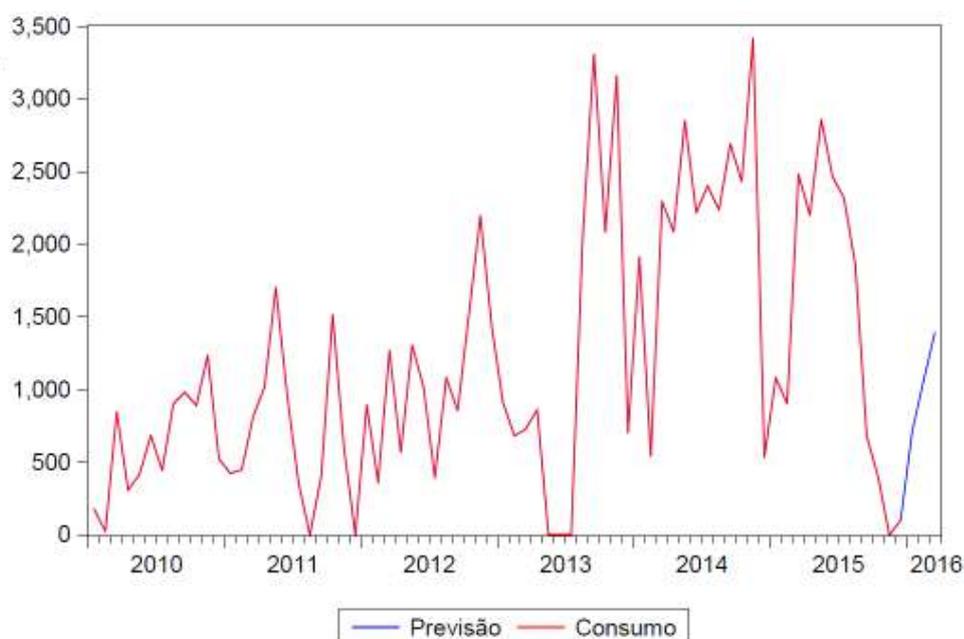


Figura 11 – Série original e previsão do modelo ARIMA(0, 1, 2) para jan/16, fev/16 e mar/16

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao mesmo tempo em que o modelo ARIMA(0, 1, 2) demonstrou-se adequado para as previsões, visto que está em conformidade com as restrições do método, o valor do MAPE encontrado para a série foi elevado, 67%, o que representa baixa acuracidade, em virtude do tamanho da amostra.

5 CONCLUSÃO

No estudo apresentado buscou-se a análise da previsão da demanda aplicada a uma instituição pública, no caso o Almojarifado da UFSM. Embora os órgãos públicos estejam

cercados por dispositivos legais voltados a particularizar os procedimentos que devem ser adotados, especificamente no que se refere as compras públicas, ainda existe uma lacuna na adoção de posicionamentos estratégicos que permitam a utilização mais efetiva dos recursos. Especificamente nesta instituição, verificou-se a existência de apenas práticas empíricas no que se refere a previsão de demanda interna (consumo).

Assim, ao se realizar este estudo, comprovou-se a oportunidade de se demonstrar ao gestor público que existem métodos científicos capazes de auxiliar na gestão, do tema aqui tratado, na manutenção de estoques em níveis adequados, sob o aspecto racional de disponibilidade (em quantidades que não sejam demasiadas, nem insuficientes). Assim ratifica-se a importância da adoção de técnicas de previsão da demanda como ferramenta de suporte gerencial à tomada de decisão.

Ainda, quanto a execução da pesquisa, na fase de levantamento dos dados históricos, verificou-se que, mesmo possuindo um sistema de informação informatizado, os dados armazenados pela instituição não são uniformes, em que codificação e características para o mesmo produto não puderam ser agrupadas, impossibilitando a análise dos demais produtos considerados relevantes.

Sob o aspecto do método de previsão adotado, a metodologia Box-Jenkins mostrou-se eficaz e adequada a série em estudo. De forma que, obteve-se a melhor configuração das componentes (p, d, q) os valores $(0, 1, 2)$, especificadamente θ_1 e θ_3 , configurando-se assim que o modelo ARIMA(0, 1, 2) é o que melhor representa a série temporal analisada, no entanto, por mais que o modelo represente a série, o valor elevado encontrado do MAPE indica que o modelo possui um erro de precisão de 67%, o que demonstra baixa acuracidade, não sendo interessante sua utilização para a tomada de decisão. Ressalta-se que o alto valor da acuracidade encontrada ocorreu em virtude do tamanho da amostra. O modelo em estudo apresenta melhor precisão da previsão em séries temporais cujo número de amostras é superior a 200.

Deste modo, sugere-se estudos futuros da série com a utilização de previsão com intervenção, a qual, segundo Morretin & Tolo (2004), visa avaliar o impacto de algum evento atípico no comportamento da série ou o estudo da série com presença de heterocedasticidade.

Além disso, a reorganização do catálogo de produtos, o tratamento dos dados históricos existentes com a finalidade de agrupar os produtos substitutivos (características semelhantes, utilizados um na indisponibilidade do outro), bem como a aplicação de métodos de previsão de demanda a estes dados, se constituem também como sugestões para pesquisas

futuras. Ainda, dada a especificidade do método, que demanda certo grau de conhecimento do analista, poderiam ser desenvolvidas ferramentas otimizadas com o propósito específico de auxiliar o gestor do caso em estudo.

Portanto a realização da pesquisa contribuiu para demonstrar algumas lacunas existentes no processo de compras de bem de consumo da instituição, ressaltando a oportunidade da realização de novos estudos, bem como a adoção de métodos que visem a melhor qualidade do gasto público, comprovados cientificamente e não apenas baseados em experiências pessoais.

REFERÊNCIAS

BABAI, M. Z. et al. Forecasting and inventory performance in a two-stage supply chain with ARIMA(0,1,1) demand: Theory and empirical analysis. **International Journal Of Production Economics**, [s.l.], v. 143, n. 2, p.463-471, jun. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.09.004>

BABU, C. N; REDDY, B. E. Prediction of selected Indian stock using a partitioning–interpolation based ARIMA–GARCH model. **Applied Computing And Informatics**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.130-143, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aci.2014.09.002>.

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

BRASIL. Decreto n. 7.892, de 23 de janeiro de 2013. Regulamenta o Sistema de Registro de Preços previsto no art. 15 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Diário oficial da União**. Brasília, DF, 23 jan. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Decreto/D7892.htm>. Acesso em: 29 abr. 2016.

_____. **Decreto n. 5.450, de 31 de maio de 2005.** Regulamenta o pregão, na forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. **Diário oficial da União**. Brasília, DF, 1 jun. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5450.htm>. Acesso em: 29 abr. 2016.

_____. Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário oficial da União**. Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 29 abr. 2016.

_____. **Lei n. 10.520, de 17 de julho de 2002.** Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. **Diário oficial da União**. Brasília, DF, 18 jul. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10520.htm>. Acesso em: 29 abr. 2016.

_____. Ministério da Educação. **Universidades Federais criam 15 mil novas vagas no primeiro ano do programa.** 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/index.php?option=com_content&view=article&id=14697:universidades-federais-criam-15-mil-novas-vagas-no-primeiro-ano-do-programa&catid=228&Itemid=86>. Acesso em: 09 abr. 2016.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A; **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. Ed. Porto Alegre: Artmed. 2010.

EDIGER, V. Ş.; AKAR, S. ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey. **Energy Policy**, [s.l.], v. 35, n. 3, p.1701-1708, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.05.009>.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

GERBER, J. Z. et al. Organização de referenciais teóricos sobre diagnóstico para a previsão de demanda. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Recife, v. 11, n. 1, p.160-185, abr. 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY, A. **Introdução a pesquisa Qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, V 35. N.2, p. 57-63, 1995a.

GODOY, A. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, V 35. N.3, p. 20-29, 1995b.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

KIBUNJA, H. W. et al. Forecasting Precipitation using SARIMA Model: A Case Study of Mt. Kenya Region. **Mathematical Theory and Modelling**. v.4, n.11, p. 50 – 59, 2014.

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. 2-23. Taubaté, SP, 2011.

KLIDZIO, R.. **Modelos de previsão aplicados ao controle de qualidade com dados autocorrelacionados**. Santa Maria: UFSM, 2009. 155 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. Tradução Mirian Santos Ribeiro. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 17.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

LIMA JUNIOR, A. V. Et al.. Aplicação da metodologia Box e Jenkins na modelagem e previsão da série das despesas do governo com o Programa Bolsa Família. In: Anais da III SEMANÍSTICA: Semana Acadêmica da Estatística da UFRGS e STATISTICS 2013 (Ano Internacional da Estatística 2013). Porto Alegre, outubro/2013.

MARCHEZAN, A; SOUZA, A. M. Previsão do preço dos principais grãos produzidos no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 40, n. 11, p.2368-2374, nov. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782010001100019>.

MOON, M. A.; MENTZER, J. T.; THOMAS, D. E. Customer demand planning at Lucent Technologies – A case study in continuous improvement through sales forecast auditing. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 19-26, 2000.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

NORONHA, M. O.; SOUZA, A. M.; ZANINI, R. R. Aplicação da metodologia Box & Jenkins para modelagem da emissão de Certificados ISO 14001 no Brasil. **Espacios**, [s.l.], v. 37, n. 11, p. 28, 2016.

RAMOS, P; SANTOS, N; REBELO, R. Performance of state space and ARIMA models for consumer retail sales forecasting. **Robotics And Computer-integrated Manufacturing**, [s.l.], v. 34, p.151-163, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2014.12.015>.

SANTOS, P. S. A. dos; FANK, O. L; VARELA, P. S. Determinantes do nível dos estoques públicos: mensuração nas capitais dos estados da região sul do Brasil. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p.28-55, maio 2012.

SCHEFFER, D.; SOUZA, A. M.; ZANINI, R. R. Utilização de modelos ARIMA para previsão da arrecadação de ICMS do estado do Rio Grande do Sul", p. 734-745 . In: **In Anais do XVII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - SPOLM 2014** [=Blucher Engineering Proceedings, n.1, v.1]. São Paulo: Blucher, 2014.

SEN, P; ROY, M; PAL, P. Application of ARIMA for forecasting energy consumption and GHG emission: A case study of an Indian pig iron manufacturing organization. **Energy**, [s.l.], v. 116, p.1031-1038, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.068>.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

STEKLER, H. O. The future of macroeconomic forecasting: understanding the forecasting process. **International Journal of Forecasting**, v. 23, n. 2, p. 237-248, 2007.

TRIDAPALLI, J. P; FERNANDES, E; MACHADO, W. V. Gestão da cadeia de suprimento do setor público: uma alternativa para controle de gastos correntes no Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p.401-433, abr. 2011.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Departamento de materiais e patrimônio** Santa Maria, 2016. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/demapa/index.php/almoxarifado/sobre>>. Acesso em: 20 maio 2016.

VALIPOUR, M; BANIHABIB, M. E; BEHBAHANI, S. M. R. Comparison of the ARMA, ARIMA, and the autoregressive artificial neural network models in forecasting the monthly inflow of Dez dam reservoir. **Journal Of Hydrology**, [s.l.], v. 476, p.433-441, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.11.017>.

WERNER, L; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **G&P – Gestão & Produção**, vol. 10, n. 1, p. 47-67, abr. 2003.

ZHANG, G. P. Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural model. **Neurocomputing**. [s.l], n. 50, p. 159-175, 2003.

