

A close-up photograph of a white industrial robotic arm with a blue cable, positioned over a workbench. On the workbench, there is a red cylindrical object. The background is a bright, slightly blurred industrial setting.

**JAQUELINE FONSECA RODRIGUES
(ORGANIZADORA)**

**ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO: VETOR
DE TRANSFORMAÇÃO
DO BRASIL**

Atena
Editora

Ano 2019

Jaqueline Fonseca Rodrigues

(Organizadora)

Engenharia de Produção: Vetor de Transformação do Brasil

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia de produção [recurso eletrônico] : vetor de transformação do Brasil / Organizadora Jaqueline Fonseca Rodrigues. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-611-9 DOI 10.22533/at.ed.119190409 1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Gestão de qualidade. I. Rodrigues, Jaqueline Fonseca. CDD 658.5
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Antes de efetuar a apresentação do volume em questão, deve-se considerar que a **Engenharia de Produção** se dedica à concepção, melhoria e implementação de sistemas que envolvem pessoas, materiais, informações, equipamentos, energia e maiores conhecimentos e habilidades dentro de uma linha de produção.

O primeiro volume, com 18 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de **Engenharia de Produção**, além das áreas de **Eficiência Energética**; **Sistema de Gestão da Qualidade**; **Gestão de Projetos**; **Ergonomia** e tomada de decisão através de pesquisa operacional.

Tanto a Engenharia de Produção, como as pesquisas correlatas mostram a evolução das ferramentas aplicadas no contexto acadêmico e empresarial. Algumas delas, provenientes de estudos científicos, baseiam os processos de tomadas de decisão e gestão estratégica dos recursos utilizados na produção.

Além disso, os estudos científicos sobre o desenvolvimento acadêmico em **Engenharia de Produção** mostram novos direcionamentos para os estudantes, quanto à sua formação e inserção no mercado de trabalho.

Diante dos contextos apresentados, o objetivo deste livro é a condensação de extraordinários estudos envolvendo a sociedade e o setor produtivo de forma conjunta através de ferramentas que transformam a **Engenharia de Produção**, o **Vetor de Transformação do Brasil**.

A seleção efetuada inclui as mais diversas regiões do país e aborda tanto questões de regionalidade quanto fatores de desigualdade promovidas pelo setor produtivo.

Deve-se destacar que os locais escolhidos para as pesquisas apresentadas, são os mais abrangentes, o que promove um olhar diferenciado na ótica da Transformação brasileira relacionada à Engenharia de Produção, ampliando os conhecimentos acerca dos temas abordados.

Finalmente, esta coletânea visa colaborar ilimitadamente com os estudos empresariais, sociais e científicos, referentes ao já destacado acima.

Não resta dúvidas que o leitor terá em mãos extraordinários referenciais para pesquisas, estudos e identificação de cenários produtivos através de autores de renome na área científica, que podem contribuir com o tema.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os **Agradecimentos da Organizadora** e da **Atena Editora**, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de **Engenharia de Produção**.

Boa leitura!!!!

Jaqueline Fonseca Rodrigues

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A QUALIDADE NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS EM UMA COOPERATIVA DE CRÉDITO E A OTIMIZAÇÃO DE SUA MENSURAÇÃO	
Murilo Sagrillo Pereira Wagner Pietrobelli Bueno Leoni Pentiado Godoy Adriano Mendonça Souza Mateus Freitas Ferreira Taís Pentiado Godoy	
DOI 10.22533/at.ed.1191904091	
CAPÍTULO 2	18
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS NO ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DO SERVIÇO DE LAVA-CAR EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEIS	
Jairine Polyana Gaioski Andreza Rodrigues Costa Eloise Gonçalves Shih Yung Chin	
DOI 10.22533/at.ed.1191904092	
CAPÍTULO 3	50
ANÁLISE SIMPLIFICADA SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ROTOMOLDAGEM, BASEADA NA ISO 50.001	
Silvio Cesar Ferreira da Rosa André Luiz Emmel Silva Jorge André Ribas Moraes Ítalo Rosa Policena Cassio Denis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1191904093	
CAPÍTULO 4	63
APLICAÇÃO DA FERRAMENTA CAPDO PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS EM UMA FÁBRICA DE BEBIDA	
Daécio Lima Batista Gilson Freire Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1191904094	
CAPÍTULO 5	71
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE DE UM ESTACIONAMENTO DE UNIVERSIDADE PÚBLICA	
Shih Yung Chin Gabriel Santos Munhoz Nathália de Paiva Cristo Leite Araújo Nathana Caroline Donini Cezario	
DOI 10.22533/at.ed.1191904095	

CAPÍTULO 6	84
APLICAÇÃO DO <i>TRAVELLING SALESMAN PROBLEM</i> NA ROTEIRIZAÇÃO DAS VIATURAS DA MARINHA DO BRASIL: UMA ABORDAGEM DA TEORIA DOS GRAFOS	
Luiz Rodrigues Junior Marcos dos Santos Marcone Freitas dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.1191904096	
CAPÍTULO 7	94
ARIMA NA PREVISÃO DO PREÇO DO AÇO NO RIO GRANDE DO SUL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Leonam Vieira Hemann Adriano Mendonça Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1191904097	
CAPÍTULO 8	106
AUTOAVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE PLÁSTICOS	
Edimary Santana Cabral Carvalho Bento Francisco dos Santos Júnior Eduardo Ubirajara Rodrigues Batista Thuany Reis Sales Alcides Anastácio Araújo Filho Antonio Vieira Matos Neto	
DOI 10.22533/at.ed.1191904098	
CAPÍTULO 9	119
AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO SETOR DE PLANEJAMENTO DA EMPRESA MF TECNOLOGIA PREDIAL	
Antonio Vieira Matos Neto Bento Francisco dos Santos Júnior Alcides Anastácio Araújo Filho Adriele Santos Souza Fabiane Santos Serpa	
DOI 10.22533/at.ed.1191904099	
CAPÍTULO 10	133
SIMULACIÓN DE LOS MODOS DE FRECUENCIAS FUNDAMENTALES EN UN MODELO SECCIONAL REDUCIDO DE TABLERO PUENTE PARA ENSAYOS EN TÚNEL DE VIENTO	
Jorge Omar Marighetti Beatriz Angela Iturri Maximiliano Gomez	
DOI 10.22533/at.ed.11919040910	

CAPÍTULO 11 147

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS DESPESAS E CUSTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE VENDAS

Iraiane Pimentel dos Reis Passos
Bento Francisco dos Santos Júnior
Adriele Santos Souza
Alcides Anastácio Araújo Filho
Antonio Vieira Matos Neto

DOI 10.22533/at.ed.11919040911

CAPÍTULO 12 160

LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGAS E CRITÉRIOS ERGONÔMICOS NA PALETIZAÇÃO DE GARRAFAS DE ÁGUA

Amanda Ebert Bobsin
Natália Eloísa Sander
Vitória Pereira Pinto
Fernando Gonçalves Amaral

DOI 10.22533/at.ed.11919040912

CAPÍTULO 13 173

O USO DO GEOGEBRA NO CURSO DA ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO FEITO COM ALUNOS DO 1º PERÍODO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Jonas da Conceição Ricardo
Ricardo Marinho dos Santos
Leonardo de Araújo Casanova
Marcus Vinicius Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.11919040913

CAPÍTULO 14 183

O USO SIMULAÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO EM AMBIENTES DE ATENDIMENTO AOS USUÁRIOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Leonard Barreto Moreira
Fábio Freitas da Silva
Andressa da Silva Duarte Silva
João Lucas Olímpio da Silva
Annabell Del Real Tamariz
Aílton da Silva Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.11919040914

CAPÍTULO 15 194

ORGANIZAÇÃO METROLÓGICA DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO

Júlia Ferreira Dantas
Bento Francisco dos Santos Júnior
Cariosvaldo Alves

DOI 10.22533/at.ed.11919040915

CAPÍTULO 16	208
RELAÇÃO DOS GASTOS DO GOVERNO EM ASSISTÊNCIA SOCIAL COM AS VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS PELA ANÁLISE FATORIAL	
Viviane de Senna Adriano Mendonça Souza	
DOI 10.22533/at.ed.11919040916	
CAPÍTULO 17	222
UMA VISÃO TÉCNICA SOBRE A MAIOR COZINHA <i>FAST FOOD</i> DO MUNDO: MCDONALD'S	
Dayse Mendes Douglas Soares Agostinho Élcio Nascimento da Silva Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer Julio César Shoenemann Varella Maise Rodrigues Pereira Murilo Henrique de Lima Gouvea Paulo Sérgio Campos Renan Weiber de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.11919040917	
CAPÍTULO 18	238
UTILIZAÇÃO DO <i>SOFTWARE NCSS (NUMBER CRUNCHER STATISTICAL SYSTEM)</i> NA VERIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS DA ECONOMIA BRASILEIRA	
Elpidio Oscar Benitez Nara José Carlos Kasburg João Victor Kothe João Carlos Furtado Jacques Nelson Corleta Schreiber Leonel Pablo Tedesco Jones Luís Schaefer Ismael Cristofer Baierle	
DOI 10.22533/at.ed.11919040918	
CAPÍTULO 19	254
AVALIAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE NÃO CONFORMIDADES DE UM ABATEDOURO DE AVES UTILIZANDO O CICLO PDCA	
Mario Fernando de Mello Cristina Pasqualli Eudes Vinicius dos Santos Marcos Morgental Falkembach	
DOI 10.22533/at.ed.11919040919	
SOBRE A ORGANIZADORA	266
ÍNDICE REMISSIVO	267

ARIMA NA PREVISÃO DO PREÇO DO AÇO NO RIO GRANDE DO SUL

Patricia Cristiane da Cunha Xavier

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS

Leonam Vieira Hemann

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - RS

Adriano Mendonça Souza

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - RS

RESUMO: O uso do aço foi essencial para evolução da sociedade. Sua produção é um forte indicador de desenvolvimento econômico de um país, visto que seu consumo cresce proporcionalmente à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos. Apontado como importante insumo do mercado da construção civil, tem seus preços diretamente afetados conforme a evolução da cadeia produtiva. Neste contexto, com o objetivo de encontrar o melhor modelo para prever o preço do aço no Rio Grande do Sul em 2017, utiliza-se os modelos auto regressivos integrados de médias móveis ARIMA (p, d, q) em dados mensais da evolução do valor médio/mediano do aço 1 ca 50 a d = 10mm em R\$/Kg de fevereiro de 2007 a maio de 2017, obtidos junto à Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). Obteve-se modelos concorrentes, de

acordo com os critérios penalizadores AIC e BIC, e demais estatísticas de previsão como U-Theil, MAPE e SQME. Sendo que o modelo ARIMA (1, 1, 0) é o que melhor representa a série preço do aço no Rio Grande do Sul.

PALAVRAS-CHAVE: Aço. ARIMA. Previsão.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, no estágio de desenvolvimento da sociedade, é impossível imaginar o mundo sem o uso do aço. Sua produção é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país, visto que seu consumo cresce proporcionalmente à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos (Instituto Aço Brasil, 2013).

A produção do Aço coloca o Brasil em oitavo lugar no ranking mundial de aço bruto e em primeiro lugar na América Latina. Apontado como importante insumo do mercado da construção civil, tem seus preços diretamente afetados conforme a evolução da cadeia produtiva. O mercado brasileiro desse insumo sofre com a variação de mercados maiores, já que os preços desse insumo no mercado não se apresentam de forma homogênea. E a produção anual de Aço no Brasil equivale a 15

dias de produção na China (Instituto Aço Brasil, 2016).

Segundo dados do INDA - Instituto Nacional dos Distribuidores do Aço, em 2016, um reajuste no preço do Aço, em torno de 10%, compensou positivamente a diferença entre mercado interno e externo em 5%. Com isso, percebeu-se um aumento de 35%, nos últimos três meses de 2016.

A capacidade de produção de aço bruto supera a demanda interna, havendo excedente para exportação. O Instituto revela ainda que as importações de aço plano no Brasil despencaram 76,2% em 2016 comparado com o ano anterior.

Desse modo, representada por 14 empresas privadas, controladas por onze grupos empresariais e operando 29 usinas distribuídas por 10 estados brasileiros, a indústria do aço no Brasil foi responsável pela produção, em 2014, de 33,9 milhões de toneladas de aço bruto (Instituto Aço Brasil, 2016).

O Aço é material fundamental nas construções em geral. Em um prédio ou numa casa, sua utilização vai desde a base até os acabamentos. Em percentuais, o aço corresponde a 4,6% no custo da obra, e a 2% no valor de venda de um prédio médio. A Fundação Getúlio Vargas - SP, em estudo realizado em 2009, na área da construção civil, declara: “O Aço participa muito, mas custa pouco”.

Portanto, esse estudo trata sobre a análise de modelos concorrentes, a fim de obter o melhor modelo de previsão. Estas previsões visam auxiliar futuros investidores na área da construção civil pública ou privada, empresários da indústria do aço e demais interessados nesse mercado.

2 | MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS

Previsão nada mais é do que uma estimativa quantitativa sobre eventos futuros baseados em informações de períodos passados e recentes (STEFFEN, 2010).

Embora os dados de séries temporais surjam nas mais diversas áreas do conhecimento, algumas características são comuns a esses tipos de dados, como a dependência entre observações vizinhas, a análise e a modelagem dessa dependência. Vale lembrar que há fatores complicadores nesse processo, como presença de tendências e variações sazonais ou cíclicas que podem ser difíceis de estimar ou remover (EHLERS, 2007).

Um modelo de previsão para a demanda de cimento no Brasil por meio da análise de séries temporais é apresentado por Gomes e Lopes (2008), que compara diferentes métodos e indica que, apesar de alguns valores estarem bem próximos dos valores reais, há picos que não se comportam como o esperado, influenciados, talvez, por mudanças econômicas, políticas e cambiais.

A metodologia Box-Jenkins, apontada por Marchezan e Souza (2010), mostra-se eficiente para prever preço das culturas de soja, arroz e milho, captando efeitos sazonais nos preços e descrevendo o comportamento das séries. Vários modelos são encontrados e testados, mas, por critérios penalizadores, AIC (Akaike Information

Criteria), BIC (Schwarz Bayesian Criteria) e Erro Quadrado Médio, confirma-se o melhor modelo para cada série, ou seja, para cada tipo de grão.

Uma série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo, ou ainda, é uma realização de um processo estocástico. Os dados contidos na referida série devem estar equidistantes, apresentando uma forte dependência serial, isto é, o valor de uma observação mostra-se correlacionado com outro valor em instantes equiespaçados de tempo, e o interesse é analisar e modelar essa dependência. Para Junges e Fontana (2011), estas podem ser classificadas em: discretas, contínuas, univariadas e multivariadas.

Representa-se uma série temporal da seguinte forma: z_t , $t= 1,2,3,\dots,n$, em que n representa o tamanho da série e z_t o conjunto de observações correlacionadas entre si, seguindo-se uma ordem cronológica.

A previsão é uma das principais razões que popularizam os modelos Box-Jenkins (1970), genericamente conhecidos por ARIMA (Auto Regressive Integrate Moving Averages) e ditos modelos de memória curta, que, segundo Werner e Ribeiro (2003), são modelos matemáticos que captam o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base nesses comportamentos, possibilitam realizar previsões futuras. Como a maior parte dos procedimentos estatísticos foi desenvolvida para analisar observações independentes, o estudo de séries temporais requer o uso de técnicas específicas.

As previsões, em muitos casos, principalmente de curto prazo, são melhores que as obtidas com base nos modelos econométricos tradicionais. Uma vez que, quanto mais longe no futuro, maior é a incerteza associada à previsão (BARROS, 2004).

Designa-se o modelo ARIMA - Autorregressivo Integrado de Médias Móveis pela notação ARIMA (p, d, q), cujos termos p, d e q, inteiros positivos, indicam o número de termos autorregressivos; o número de diferenciações para que a série se torne estacionária e o número de termos de médias móveis, respectivamente. São, ainda, casos particulares do ARIMA: o modelo ARMA(p, q) - Autorregressivo de Médias Móveis, o modelo autorregressivo AR(p) e o modelo de médias móveis MA(q), ambos utilizados para séries temporais estacionárias com número de diferenças nulo (MORETTIN, 2004).

Os modelos estacionários descrevem a série que não possui tendência. Interpretam uma série temporal como uma realização de um vetor aleatório do tamanho das séries disponíveis, seguindo o princípio da parcimônia e da construção de modelos, por meio de um ciclo iterativo. Os modelos estacionários são:

Modelos autorregressivos de ordem p – AR(p): correspondem à defasagem da série z_t , denotados por AR(p), em que p indica a ordem do modelo, μ é a média, ϕ é o parâmetro autoregressivo e t - p indica o número de defasagens, conforme a equação (1).

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

A identificação do modelo adequado começa pelos valores dos parâmetros, ou seja, o modelo será considerado estacionário se $|\phi_p| < 1$, satisfazendo a condição de estacionaridade. A condição de estacionaridade do AR(p) estabelece que todas as raízes devem cair fora do círculo unitário.

Modelo de médias móveis de ordem q – MA(q): é a combinação do ruído branco a_t , do período atual com os ocorridos anteriormente. A notação do modelo é MA(q), na qual q indica a ordem do modelo e θ é o parâmetro de média móvel, dado pela equação (2).

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2)$$

Dessa forma, identificando a condição de estacionaridade, o processo apresenta ordem finita. Portanto, será sempre estacionário.

Quanto à condição de invertibilidade, é imposta a restrição de que o parâmetro em módulo é menor que 1, ou seja, $|\theta_q| < 1$.

Modelo autorregressivo de médias móveis – ARMA(p,q): é a união dos modelos vistos anteriormente, os autorregressivos e o de médias móveis. É utilizado em séries encontradas na prática, para as quais não se desejam números muito grandes de parâmetros. A equação (3) representa um ARMA(p,q):

$$Z_t = \mu + \underbrace{\phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t}_{AR(p)} - \underbrace{\theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}}_{MA(q)} \quad (3)$$

Percebe-se que as condições de estacionariedade de um processo ARMA(p,q) são as mesmas que as de um processo AR(p), e as condições de invertibilidade são as mesmas que as de um processo MA(q).

Modelo autorregressivo integrado de médias móveis – ARIMA (p, d, q): os modelos estacionários e os não estacionários diferenciam-se pelo número de diferenças necessárias para a estacionarização de uma série, representada pela letra d, se d=0, a série é estacionária; se d=1 ou d=2, a série é não estacionária. Segundo Morettin (2004), a primeira diferença busca estabilizar o nível da série e, com a segunda diferença, a variabilidade da série.

Uma generalização desse tipo de modelo, proposta por Granger e Joyeux, em que o parâmetro d assume não só valores inteiros, mas também graus de diferenciação fracionários.

Os modelos que apresentam essa propriedade permitem o estudo de séries caracterizadas por longas dependências temporais, intitulados ARFIMA(p,d,q), em que F significa “fractional”.

O processo Z_t é um ARFIMA(p,d,q), ou seja, Z_t é um processo autoregressivo fracionário integrado de média móvel, com $d \in (-\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ se este é fracionário e solução da equação de diferenças, conforme equação (4).

$$\phi(B)(1 - B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad (4)$$

O termo $(1 - B)^d$ é definido pela expansão binomial, dada pela equação (5).

$$(1 - B)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \binom{d}{k} (-1)^k B^k \quad (5)$$

Em que B é operador de retardo, $\{a_t\}$ é um processo Ruído Branco, $\phi(B)$ e $\theta(B)$ são polinômios em de graus p e q respectivamente, e, $E(a_t) = 0, \sigma_a^2 > 0$.

Uma série também pode apresentar autocorrelação para um período de sazonalidades. Os modelos que contemplam as séries que apresentam correlação sazonal são conhecidos como SARIMA (p, d, q)(P, D, Q)_s, Dessa forma, Z_t é um ARIMA sazonal, ou um modelo SARIMA, e é definido pela equação (6):

$$(1 - B)(1 - B^s)Z_t = (1 - \theta B)(1 - \Theta B^s)a_t \quad (6)$$

Sendo que, a_t é ruído branco, θ é operador autoregressivo sazonal, e Θ é operador de médias móveis sazonal.

Na Figura 1, é possível observar a estratégia utilizada para a construção de modelos, pela metodologia Box-Jenkins, baseada no ciclo iterativo formado pelas etapas: identificação, estimação, validação e adequação do modelo ou diagnóstico.

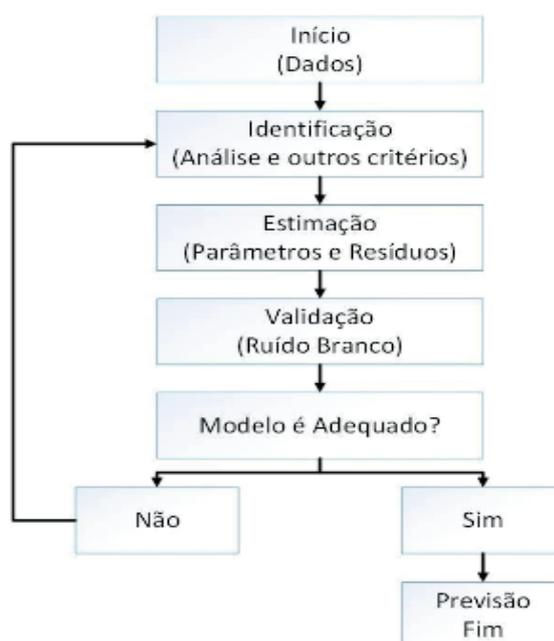


Figura 1 - Fluxograma do ciclo iterativo de Box e Jenkins

Fonte: Adaptado de Morettin e Toloi (2004).

O ciclo iterativo é composto pela identificação do modelo, estimação e diagnóstico. Na identificação do modelo, analisa-se a estacionariedade da série a partir da média e variância. Em seguida, analisam-se as componentes tendência, sazonalidade e ciclo, chegando à análise de dados por meio da função de autocorrelação (FAC) e da função de autocorrelação parcial (FACP).

Após as etapas de identificação e estimação, chega-se à adequação do modelo, por meio de critérios de seleção do modelo adequado, podendo-se realizar as previsões. Caso o modelo se apresente inadequado, deve-se retornar à etapa da estimação de novos parâmetros. Se a FAC apresentar um decaimento lento, quase linear, é um indicativo de não estacionariedade, o que sugere um novo tipo de modelo dito de memória longa, ARFIMA(p,d,q), em que d assume valores fracionários. E, se a série apresentar componente sazonal, utiliza-se o filtro SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s, no qual p e q referem-se respectivamente, às ordens autorregressiva e de média móvel e d, ao número de diferenças; enquanto que P, D e Q referem-se, respectivamente, à ordem autorregressiva sazonal, diferença sazonal e de média móvel sazonal (VICINI; SOUZA, 2007). O componente sazonal mostra flutuações ocorridas em subperíodos de tamanho s, ocorrendo, por exemplo, trimestral ou quadrimestral e assim por diante, em períodos inferiores à um ano (FERRAZ, 1999).

O modelo é avaliado pela qualidade do resíduo, que uma sequência de variáveis aleatórias, não correlacionadas entre instantes diferentes, simétrica e identicamente distribuídas, com média zero e variância constante. Uma vez verificado se o resíduo é Ruído Branco, significa que o modelo captou todas as informações do processo representado por $RB \sim (0, \sigma_{\alpha_t}^2)$. Tal avaliação é feita por meio do correlograma da função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP), que servem para verificar se os dados são ou não autocorrelacionados.

Na etapa de identificação do modelo, Morettin e Tolo (2004) recomendam encontrar vários modelos significativos, para que, posteriormente, possa ser escolhido o melhor por meio dos critérios penalizadores AIC e BIC, que buscam encontrar modelos parcimoniosos, ou seja, aqueles com menor número de parâmetros. De outro modo, dados dois ou mais modelos com ajustes bons, escolhe-se aquele com menor número de parâmetros, visando à melhor compreensão do processo, haja vista a simplicidade na estrutura. Já modelos com excesso de parâmetros ajustam-se bem aos dados amostrais, mas não atingem desenvolver o comportamento da série como um todo. A saber, aplica-se o conceito da parcimônia a qualquer problema de modelagem estatística e não apenas à modelagem de séries temporais por ARIMA.

Assim, o AIC sugere escolher o modelo cujas ordens p e q minimizam o critério, portanto quanto menores os números de parâmetros e maior o grau de explicação e melhor o modelo, sendo então denominado, critério penalizador de parâmetros.

Existem vários indicadores para avaliar e comparar o desempenho dos modelos de previsão que possibilitam a comparação dos modelos de previsão de forma

imparcial, sendo AIC e BIC os mais utilizados. Em geral, esses indicadores avaliam a capacidade de adequação dos modelos (DIEBOLD; LOPEZ, 1996).

Na equação (7), demonstra-se como é encontrado o AIC, em que $\hat{\sigma}_{p,q}^2$ é o estimador de máxima verossimilhança de σ^2 para um modelo ARMA(p,q) e N é o tamanho da amostra, p : número de parâmetros autorregressivos e q : número de parâmetros de médias móveis e \ln é o logaritmo neperiano. E o minimizar significa identificar as ordens p e q que equilibrem o comportamento da série analisada.

Critérios de Seleção:

$$\text{Seleção do modelo: } AIC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + \frac{2(p+q)}{N} \quad (7)$$

Akaike (1970) e Schwarz (1978) sugerem minimizar o BIC, que, em um modelo ARMA, é dado pela equação (8):

$$\text{Seleção do modelo: } BIC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_{p,q}^2 + (p + q) \frac{\ln N}{N} \quad (8)$$

Em que $\hat{\sigma}_{p,q}^2$ é a estimativa de máxima verossimilhança da variância residual do modelo ARMA(p,q).

Para avaliação dos erros de previsão, são utilizadas as medidas: erro percentual médio absoluto (MAPE) e a estatística U-Theil. O cálculo das referidas medidas se obtém a partir das equações (9) e (10).

O motivo da utilização desses critérios é avaliar a capacidade preditiva dos modelos perante os dados originais.

O MAPE indica o valor médio do erro percentual absoluto das previsões sobre um conjunto de dados. É calculado a partir das previsões um passo à frente, geradas pelo modelo matemático estimado.

Algebricamente, é apresentado na equação (9) a estatística MAPE como método de seleção de previsão:

$$MAPE(\%) = \frac{\sum \left(\frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right)}{n} \times 100 \quad (9)$$

Em que n é o número de observações, Z_t é o valor observado no instante t e \hat{Z}_t é o valor previsto no instante t .

Uma das vantagens do MAPE é a facilidade de entendê-lo, uma vez que é dado em percentual. Já a desvantagem é que, se o valor real for pequeno, qualquer discrepância na previsão fará o MAPE aumentar consideravelmente.

A estatística U-Theil, mede o quanto o método de previsão é melhor se comparado à previsão ingênua (método de previsão com um passo à frente, em que só é considerado o último dado verificado), atuando como parâmetro de avaliação. Quanto

mais próximo de zero, melhor o desempenho do modelo e, conseqüentemente, os erros de previsão são menores (SOUZA; SAMOHYL; MIRANDA, 2008).

A referida estatística é dada pela expressão conforme a equação (10):

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{\hat{Z}_{t+1} - Z_{t+1}}{Z_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Z_{t+1} - Z_t}{Z_t} \right)^2}} \quad (10)$$

Em que n é o número de observações; Z_t e Z_{t+1} são os valores observados nos instantes t e $t+1$, respectivamente; \hat{Z}_{t+1} é o valor previsto para o instante $t+1$.

A estatística de U-Theil é uma medida relativa de precisão que compara os resultados de previsão com dados históricos mínimos. É decisiva na determinação da acurácia com valores entre 0 e 1, considera-se previsão perfeita quanto mais próxima de zero for o valor de U estatística de Theil, medidas de $U \geq 1$ não agradam, ou seja, consideram-se previsão ruim. Vale lembrar, também, que todas as medidas de capacidade preditiva citadas anteriormente podem ser estendidas a erros de previsão k passos à frente.

As referidas estatísticas indicam, por meio de seus valores, ao avaliador, o melhor modelo entre os concorrentes para então fazer a previsão.

Nesta pesquisa, as estatísticas de previsão serão utilizadas para obter o melhor modelo. E, assim, prever com até três passos à frente, o preço do cimento. O método de modelagem é o autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA), aplicado à série original.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa engloba dados mensais de fevereiro de 2007 a maio de 2017, no que se refere à evolução do valor médio/mediano do aço1 ca 50 a d = 10mm (em R\$/Kg) do aço nesse período, totalizando 128 observações, obtidas junto à Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC.

Por se tratar de um dos insumos da indústria da construção civil de maior importância, é objeto deste estudo a previsão do preço do aço, já que no estágio de desenvolvimento tecnológico e econômico em que vivemos é impossível imaginar o mundo sem o seu uso. Para tanto, é empregada a metodologia Box-Jenkins para modelagem da série temporal, que por meio de modelos ARIMA – Autorregressivos Integrados de Médias Móveis possibilitou obter modelos concorrentes, elegeu-se por inspeção de critérios penalizadores e estatísticas de previsão e seleção, o melhor modelo.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A investigação quanto ao comportamento da série original é feita a partir do gráfico de sequência, com o qual é possível se presumir a estacionariedade, possível tendência e, ou sazonalidade que esta série possa vir a apresentar. A fim de confirmar tais indicativos, utiliza-se o software EViews 9.5 para gerar a função de auto correlação (FAC), e a função de auto correlação parcial (FACP) e a partir destas o indicativo do filtro que mais se adequa a série do preço do aço.

Testa-se os modelos de classe geral ARIMA para eleger os modelos concorrentes. Verifica-se a adequação do modelo pela inspeção do Ruído Branco. Calcula-se AIC e BIC para ver o melhor modelo. E verifica-se a qualidade da previsão com as estatísticas MAPE, RMSE e U-Theil.

Os modelos matemáticos captam o comportamento da correlação seriada, ou auto correlação entre os valores da série temporal; baseado neste, será possível fazer previsões futuras, objetivo desta pesquisa. Na figura a seguir, é possível avaliar o comportamento da série original.



Figura 1 - Inspeção visual da série da evolução do valor médio/mediano do aço1 ca 50 a d=10mm - em R\$/Kg

Observando o gráfico da série original, verifica-se um comportamento não estacionário com uma tendência crescente a partir da observação 55. Percebe-se também que a série apresenta períodos alternados de altas e baixas variações, característica de uma série aditiva, mas há necessidade de recorrermos a FAC e FACP, a fim de confirmar tais suposições e encontrarmos os possíveis modelos, representados nas figuras abaixo.

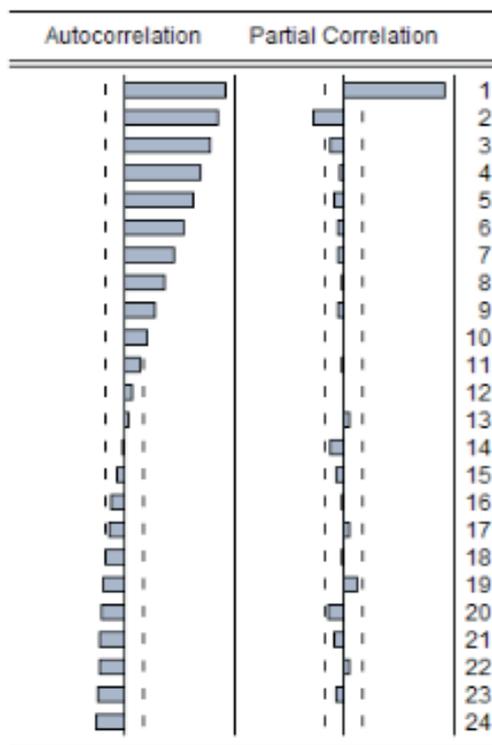


Figura 2 - Função de auto correlação (FAC) e Função de auto correlação parcial (FACP) do preço do aço

Pode-se observar que a série decai para zero antes do lag 12, é possível portanto afirmar que a série possui um comportamento estacionário. E, na FACP, observa-se dois lags significativos no lag 1 e lag 2, indicando um modelo autoregressivo de ordem 2, após estimar-se os modelos concorrentes na tabela 1, escolhe-se o melhor modelo pelos valores de AIC e BIC.

A avaliação dos modelos de previsão é feita a partir da análise dos concorrentes. Existem inúmeros critérios disponíveis para que a escolha do modelo mais apropriado. Comparou-se os critérios penalizadores e os critérios de previsão.

Modelos Concorrentes	Parâmetros	AIC	BIC	MAPE	RMSE	U-Theil
ARIMA(1,1,0)	$\varphi_1 = 0,500514$	-2,286110	-2,239402	138,5	0,076089	0,5770
ARIMA(0,1,1)	$\theta_1 = -0,39932$	-2,207396	-2,160688	140,8	0,078859	0,669046
ARIMA(1,2,0)	$\varphi_1 = -0,281825$	-2,079701	-2,032740	148,97	0,084313	0,750326
ARIMA(1,0,1)	$\varphi_1 = 0,999532$ $\theta_1 = 386630$	-2,127711	-2,058024	141,06	0,078961	0,010679
ARIMA(1,0,2)	$\varphi_1 = 0,999314$ $\theta_1 = 0,465469$ $\theta_2 = 0,296511$	-2,196902	-2,103986	139,22	0,075566	0,010218

Tabela 1 - Modelos propostos para prever a evolução do preço do Aço

A partir dos modelos testados percebe-se que os critério AIC e BIC, fornecem

valores próximos, havendo necessidade de recorrer a outras estatísticas como MAPE e RMSE e U-Theil, para definir o melhor modelo para a série em questão.

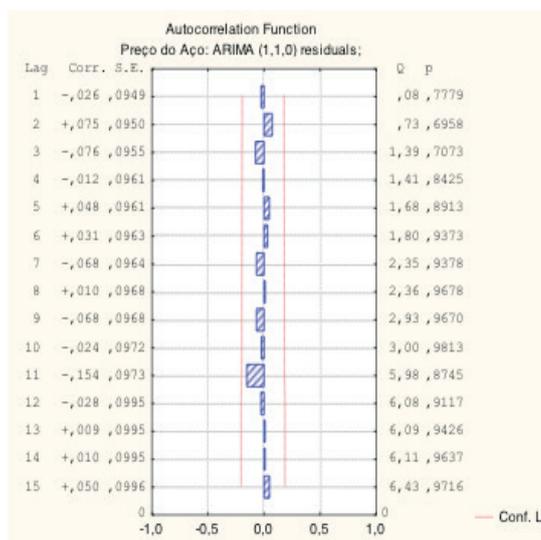


Figura 4: Função de autocorrelação(FAC) dos resíduos do ARIMA(1,1,0)

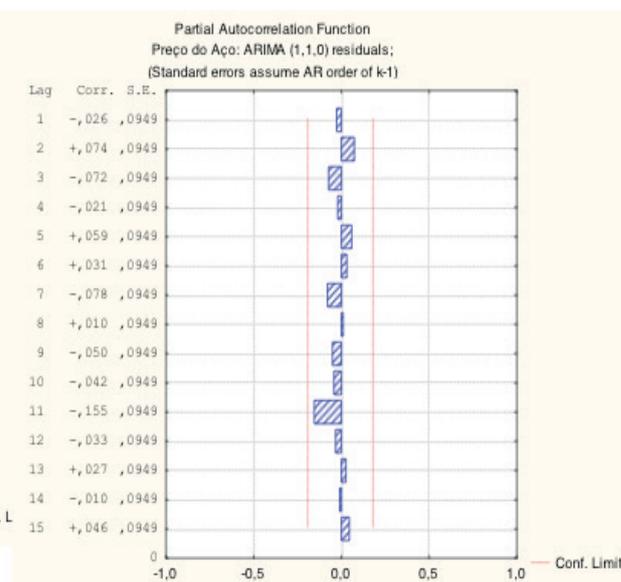


Figura 5: Função de autocorrelação parcial – ARIMA(1,1,0)

Nas figuras 4 e 5, percebe-se que o Ruído Branco, é não autocorrelacionado e também que a média é zero e a variância é constante. Ao se realizarem as previsões, utiliza-se o critério MAPE, o menor percentual obtido foi de 138,5%, o que vem a confirmar o modelo juntamente com o RMSE de menor valor, 0,076089, conforme exposto na Tabela 1, representados os menores valores para as estatísticas de previsão.

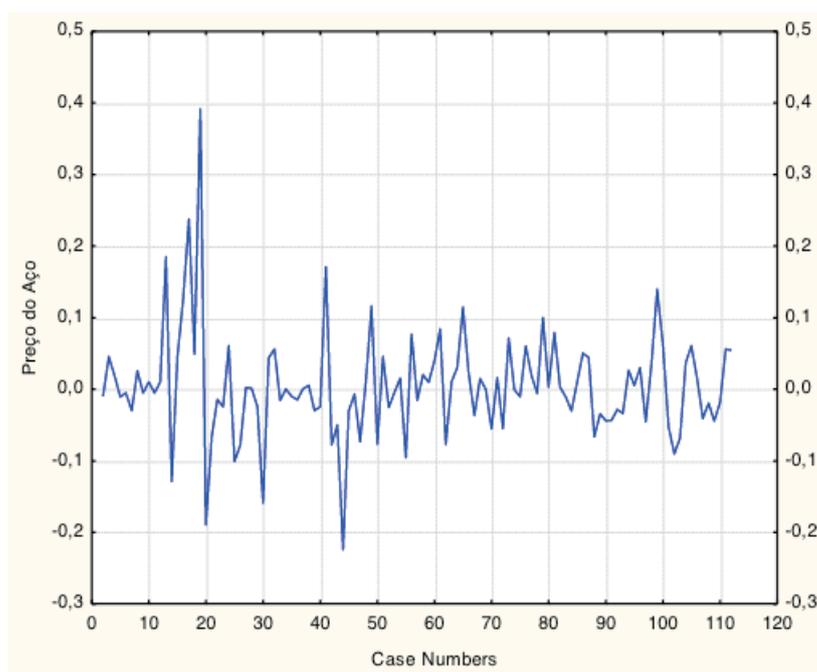


Figura 6: Gráfico para análise da estacionariedade dos resíduos.

5 | CONCLUSÃO

A análise descritiva da evolução do valor médio/mediano do aço 1 ca 50a d=10mm - em R\$/kg, destacou o período de fevereiro de 2007 a maio 2016 no Rio Grande do Sul. Pode-se afirmar que a metodologia Box & Jenkins possibilita a realizar previsões de forma eficiente, caracterizando-se como uma ferramenta eficaz para séries com o tipo de comportamento como a estudada neste trabalho. Foram encontrados modelos concorrentes que apresentaram bons resultados. Entretanto, ao utilizar critérios penalizadores e de previsão para efetuar a escolha do melhor modelo, optou-se pelo modelo: , com média zero e variância constante. Ainda que os valores previstos por tais modelos foram representativos da realidade o que pode ser comprovado pelas estatísticas de previsão.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO DO AÇO BRASIL. Aço Brasil uma viagem pela indústria do aço. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/introducao.asp>

<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/aplicacoes--introducao.asp>

<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/imprensa/noticias.asp?id=12948>

INSTITUTO DO AÇO BRASIL, Economia Aço Brasil, 2015.

Diário do Comércio (MG), Ritmo de recuo da construção é menos intenso, 21/06/2016

MELO, G. et all. **Seleção de modelos e previsão de acréscimo de reservas de óleo e gás**. XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Salvador, BA, 2014.

BOX, G. E. P. & JENKINS, G. M. (1976). Time series analysis forecasting and control. Edição revisada. Holden-Day, San Francisco.

VICINI, L. & SOUZA, A. M. (2007). Geração de subsídios para a tomada de decisão na cadeia produtiva da bovinocultura do Brasil. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 4, 49-64.

FERRAZ M. I. F., SÁFADI, T., e LAGES, G. Uso de modelos de séries temporais na previsão de séries de precipitação pluviiais no município de Lavras – MG. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 7, 2, p. 259-267, 1999.

SOUZA, F. M. (2006). Modelos Box-Jenkins Aplicados a Previsão de Demanda de Leitos Hospitalares.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M. (2004). *Análise de Séries Temporais*. 1ª Ed. E. Blucher, São Paulo.

SOUZA, SAMOHYL E MIRANDA, (2008). *Métodos Simplificados de Previsão Empresarial*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda.

[PDF]

SOBRE A ORGANIZADORA

Jaqueline Fonseca Rodrigues – Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PPGE/UTFPR; Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PPGE/UTFPR; Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Professora Universitária em Cursos de Graduação e Pós-Graduação, atuando na área há 15 anos; Professora Formadora de Cursos de Administração e Gestão Pública na Graduação e Pós-Graduação na modalidade EAD; Professora-autora do livro “Planejamento e Gestão Estratégica” - IFPR - e-tec – 2013 e do livro “Gestão de Cadeias de Valor (SCM)” - IFPR - e-tec – 2017; Organizadora dos Livros: “Elementos da Economia – vol. 1 - (2018)”; “Conhecimento na Regulação no Brasil – (2019)” e “Elementos da Economia – vol. 2 - (2019)” – “Inovação, Gestão e Sustentabilidade – vol. 1 e vol. 2 – (2019)” pela ATENA EDITORA e Perita Judicial na Justiça Estadual na cidade de Ponta Grossa – Pr.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço 94, 95, 101, 102, 103, 105

Análise Fatorial 3, 7, 10, 12, 13, 15, 208, 209, 211, 212, 213

ARIMA 94, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104

Assistência Social 90, 208, 209, 210, 213, 214, 220, 221

Autoavaliação 106, 107, 115, 116

B

Bases Matemática 173

C

Cadeia de Markov 18, 74, 82

Capacidade 18, 20, 47, 49, 66, 71, 73, 79, 80, 87, 95, 100, 101, 112, 122, 125, 126, 161, 185, 203, 239

Capdo 63, 70

Ciclo PDCA 53, 109, 254, 255, 257, 258, 260, 263

Cooperativa de Crédito 1, 3, 4, 6

Custos 45, 46, 47, 64, 65, 66, 70, 84, 86, 108, 111, 117, 121, 122, 123, 124, 128, 131, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 184, 195, 225

D

Despesas 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 243

E

Economia 3, 4, 16, 51, 84, 105, 115, 147, 208, 209, 210, 214, 218, 220, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 251, 252, 266

Eficiência Energética 50, 51, 52, 62

Embalagem 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 259, 264

Engenharia 1, 48, 52, 71, 84, 93, 146, 171, 173, 174, 175, 177, 182, 266, 267, 268

Equipamentos 53, 54, 55, 94, 111, 118, 149, 194, 195, 196, 199, 200, 201, 204, 207, 228, 230, 258, 260, 261, 263, 265

Ergonomia 160, 161, 171

Estacionamento 9, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 83

Estatística Multivariada 7, 10, 17, 208, 219, 221

Eventos Discretos 183, 185, 193

F

Fast Food 222, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 232, 234

Ferramentas da qualidade 59, 64, 65, 66, 108, 109, 194, 196, 198, 201, 206, 254, 255, 258, 260, 262, 263

G

Geogebra 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Gestão da Qualidade 65, 70, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 195, 207, 254, 255, 256, 257, 258, 264

Gestão de Projetos 119, 120, 121, 126, 131

I

ISO 50001 50, 51, 52, 58, 61, 62

L

Lava Car 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 31, 32, 35, 37, 45, 47

Levantamento 67, 68, 117, 127, 160, 161, 163, 167, 168, 169, 170, 173, 181, 196, 198, 200, 201, 202

M

Manuseio de Cargas 160, 161, 171

Marinha do Brasil 84, 86, 90, 93

Maturidade em Gerenciamento de Projetos 119, 120, 125, 126, 127, 129, 131, 132

Medição 50, 52, 53, 54, 79, 80, 108, 194, 199, 200, 201, 202, 204, 233, 241

Melhoria 24, 33, 45, 47, 50, 51, 52, 58, 59, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 118, 131, 162, 198, 200, 222, 223, 234, 254, 257

N

Não Conformidades 106, 107, 109, 115, 116, 117, 254, 255, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265

NBR ISO 9001:2015 106, 107, 111, 112, 113, 115, 116, 117

NCSS 9, 238, 239, 240, 243, 244, 251, 252

NIOSH 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

P

PMBOK 119, 120, 125, 126, 127, 128, 131, 132

Previsão 94, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 183, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Previsão de Demanda 105, 239, 240, 241, 243, 253

Problema do Caixeiro Viajante (PCV) 84, 86, 89

Processos 20, 51, 52, 64, 65, 66, 70, 73, 84, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 121, 123, 124, 126, 127, 148, 185, 195, 196, 198, 199, 207, 222, 223, 225, 226, 230, 234, 239, 241, 252, 254, 255, 256, 258

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 42, 45, 52, 59, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 87, 99, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 148, 161, 168, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 204, 206, 207, 223, 224, 225, 227, 228, 230, 232, 233, 254, 255, 256, 257, 258, 260, 262, 263, 264, 265

R

Rotomoldagem 50, 52, 53, 58, 59, 60, 62

RULA 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 171

S

Semiose 173

Serviço 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 37, 45, 47, 48, 64, 73, 87, 112, 122, 125, 128, 184, 186, 187, 189, 199, 223, 225, 226, 228, 255, 256, 258, 260, 263

Simulação 18, 19, 23, 24, 26, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 47, 48, 57, 67, 73, 79, 83, 93, 183, 185, 187, 188, 190, 192, 193, 242

Simulação de Monte Carlo 18, 19, 23, 47, 48, 73

Sistema de Controle 147, 152, 153, 155, 156, 158, 258

Sistema de Gestão da Qualidade 106, 107, 108, 111, 112, 115, 116, 117, 118

Sistema Produtivo 222, 223, 224, 226

Sistemas de Atendimento 183

T

Tendência 96, 99, 102, 187, 198, 203, 220, 238, 239, 240, 244, 245, 247, 248, 251, 257

Teoria da Filas 183

Teoria dos Grafos 84, 85

TIC 173

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-611-9

