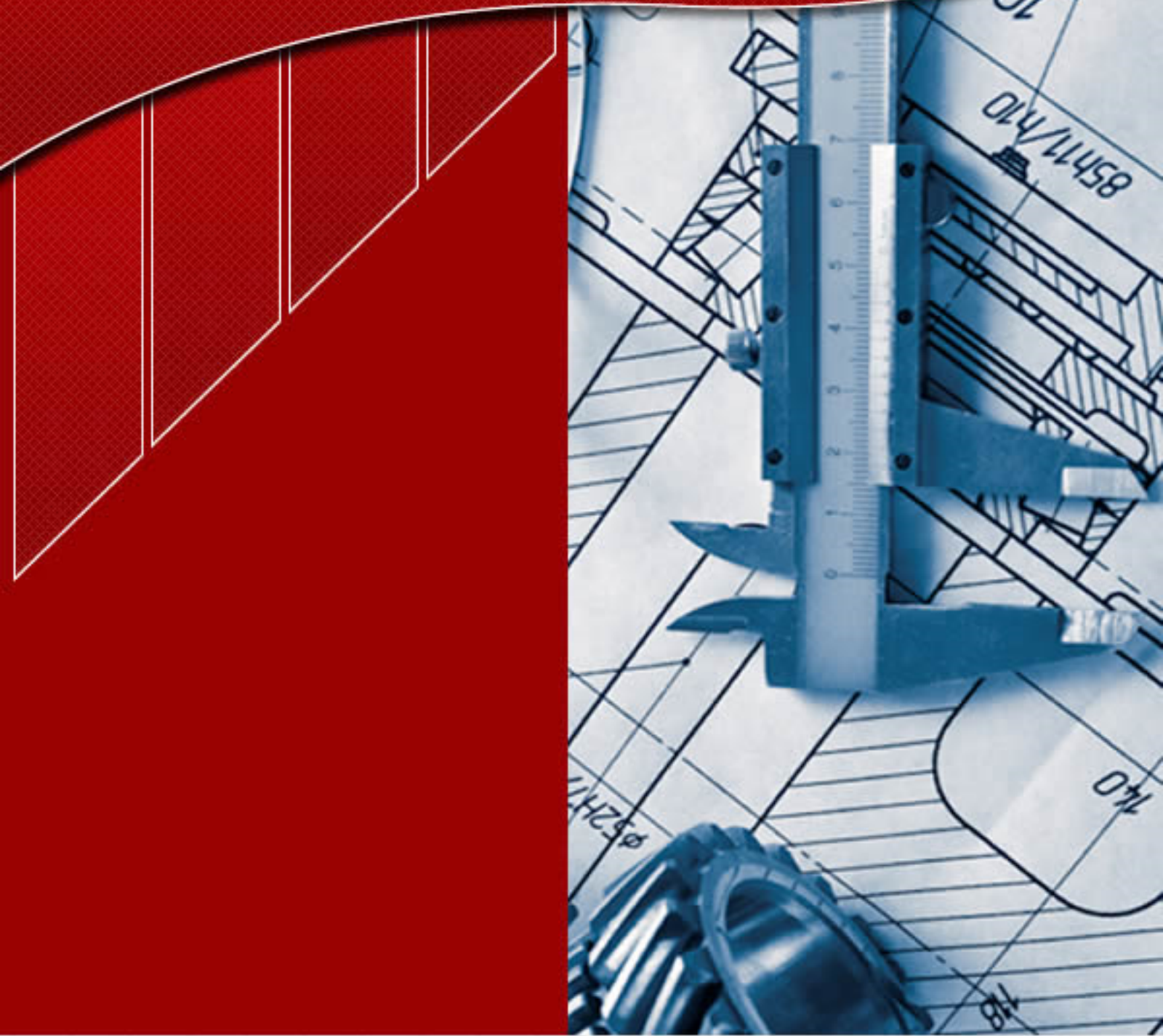


Coletânea Nacional Sobre Engenharia de Produção 5

Pesquisa Operacional

Antonella Carvalho de Oliveira
(Organizadora)



Antonella Carvalho de Oliveira
(Organizadora)

COLETÂNEA NACIONAL SOBRE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO 5: PESQUISA OPERACIONAL

Atena Editora
Curitiba – Brasil
2017

2017 by Antonella Carvalho de Oliveira

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr.^a Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: *Geraldo Alves*

Revisão: *Os autores*

Conselho Editorial

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof^a Dr^a Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves (UFT)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C694	<p>Coletânea nacional sobre engenharia de produção 5: pesquisa operacional / Organizadora Antonella Carvalho de Oliveira. – Curitiba (PR): Atena Editora, 2017. 337 p. : il. ; 6.541 kbytes</p> <p>Formato: PDF ISBN 978-85-93243-25-7 DOI 10.22533/at.ed.2571004 Inclui bibliografia</p> <p>1. Engenharia de produção. 3. Pesquisa operacional. I. Oliveira, Antonella Carvalho de. II. Título.</p> <p>CDD-658.5</p>

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Apresentação

O volume cinco do livro eletrônico “Coletânea Nacional em Engenharia de Produção” tem como tema principal a área da Engenharia de Produção denominada Pesquisa Operacional.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, os estudos na área da Pesquisa Operacional passaram a ser tratadas a partir de uma abordagem colegiada, tornando-se uma área de conhecimento com estatuto epistemológico. É com esse olhar, que os autores deste volume, se esmeraram em expor trabalhos que versam sobre metodologias utilizadas na estruturação de problemas (processos, produtos ou problemas decisórios) através da construção de modelos matemáticos.

Dentre os 23 artigos apresentados, seis abordam com diferentes olhares a teoria das filas, dois a Análise Envoltória de Dados (DEA), dois a simulação de eventos discretos, dois abordam o tema energia elétrica e dois o balanceamento de linhas de montagem. Os demais artigos dissertam sobre temas diversos, tais como: formação de estoque como vantagem competitiva; criptografia de textos; processo de volatilidade de retornos do Ibovespa; análise da eficiência dos modelos ARIMA; modelo de planejamento agregado para otimização de recursos e custos; seleção de projetos Seis Sigma; escolha de um software de gestão e o último trabalho aborda a relação entre a Eficiência dos Estados Brasileiros no uso da Lei Rouanet e o IDH . Temos ainda um trabalho que discute a hierarquização e análise de risco na distinção de meios operativos da Marinha do Brasil.

Desta feita, os textos apresentados são ricos e foram selecionados de modo a compor um rico arsenal de conhecimento para todos aqueles que tem como fonte de estudo a Pesquisa Operacional.

Boa leitura!

Antonella Carvalho de Oliveira

SUMÁRIO

Capítulo I

A IMPORTÂNCIA DA SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS PARA A ARMAZENAGEM E OPERAÇÕES DE CROSS-DOCKING

Thaís Aparecida Tardivo, Nemesio Rodrigues Capocci, Marcos Antonio Maia de Oliveira, Marcos José Corrêa Bueno e Willian Hensler Santos.....08

Capítulo II

A VOLATILIDADE DOS RETORNOS DO IBOVESPA: UMA ABORDAGEM ARIMA-GARCH

Carlos Alberto Gonçalves da Silva.....21

Capítulo III

ABORDAGENS QUANTITATIVAS APLICADAS AO BALANCEAMENTO DE LINHAS DE MONTAGEM

Diogo Cassin de Carvalho Oliveira, Marcelo Gechele Cleto, Sonia Isoldi Marty Gama Müller, Angelo da Silva Cabral e Marcelle Zacarias Silva Tolentino Bezerra.....34

Capítulo IV

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Naijela Janaina da Costa e Herick Fernando Moralles.....47

Capítulo V

ANÁLISE DE VIABILIDADE DE MODELOS SARIMA PARA PREVISÃO DE VAZÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL

Caroline de Oliveira Costa Souza Rosa, Eliane da Silva Christo e Kelly Alonso Costa.....63

Capítulo VI

APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS NA PRODUÇÃO DE POSTES

Fabiana dos Reis de Carvalho, Kathleen Kelly de Paula Araujo Ferreira, Saint Clair Lobato Portugal, Eriton Carlos Martins Barreiros e Hailton Barreto Moraes.....73

Capítulo VII

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS EM UMA PANIFICADORA LOCALIZADA NA CIDADE DE BELÉM/PA

Yvelyne Bianca Iunes Santos, Amanda Claudino Almeida, Gabriel Silva Pina, Lucas Erick Pereira Lima e Robert Romano Monteiro.....86

Capítulo VIII

APLICAÇÃO DE INFERÊNCIA FUZZY NO APOIO À SELEÇÃO DE PROJETOS SEIS SIGMA

Ricardo Martins dos Santos e Francisco Rodrigues Lima Junior.....101

Capítulo IX

AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO PARA SELEÇÃO DE SOFTWARE DE GESTÃO DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Matheus Lani Regattieri Arrais, Milton Etharl Junior e Dalessandro Soares Vianna.....117

Capítulo X

BALANCEAMENTO DE LINHA DE MONTAGEM COM USO DE PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR INTEIRA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CALÇADISTA

Rafhael Souza e Silva, Francisco Jocivan Carneiro Costa Júnior e Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.....129

CAPÍTULO XI

EFICIÊNCIA DOS HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE: UMA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

Naja Brandão Santana, Ana Elisa Périgo e Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto.....142

Capítulo XII

ENTENDENDO A FILA COMO UMA ATIVIDADE QUE NÃO AGREGA VALOR: APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS NA REDUÇÃO DO TEMPO DE ATENDIMENTO

Marcos dos Santos, Bruna Russo Bahiana, Beatriz Duarte Magno, Mariane Cristina Borges Dowsley Grossi, Fabrício da Costa Dias e Renato Santiago Quintal.....156

Capítulo XIII

ESCOLHA DE ESTRATÉGIA ÓTIMA PARA COMPETIÇÃO EM LEILÕES DE ENERGIA EM UM MERCADO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Fernando Gontijo Bernardes Júnior, Rodrigo de Carvalho e Rodney Rezende Saldanha.....170

Capítulo XIV

ESTUDO REALIZADO SOBRE TEORIA DAS FILAS APLICADO EM UMA FARMÁCIA NA CIDADE DE BELÉM-PA

Yvelyne Bianca Iunes Santos, Fernanda Quitéria Arraes Pimentel, Jessé Andrade Dias, Rafael Pereira Guerreiro e Roberta Guedes Guilhon Cruz.....184

Capítulo XV

HIERARQUIZAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO NA DISTINÇÃO DE MEIOS OPERATIVOS DA MARINHA DO BRASIL

Marcos dos Santos, Carlos Francisco Simões Gomes, Jonathan Cosme Ramos, Hudson Hübner de Sousa, Rubens Aguiar Walker e Fabrício da Costa Dias.....197

Capítulo XVI

PESQUISA OPERACIONAL: APLICAÇÃO DE TEORIA DE FILAS NO SISTEMA DE ATENDIMENTO BANCÁRIO

Reinaldo Alves de Sá Ferreira Junior, Gabriela Maués de Souza Martins, Edra Resende de Carvalho, Breno de Oliveira Pina e Yvelyne Bianca Lunes Santos.....212

Capítulo XVII

PREVISÃO DE CARGA A CURTO PRAZO COMBINANDO BUSCA POR MODELOS RNA E METODO LINEAR

Samuel Belini Defilippo e Henrique Steinherz Hippert.....224

Capítulo XVIII

PROGRAMAÇÃO LINEAR NA DECISÃO DE MIX DE PRODUTOS PARA ESTOCAGEM: UM CASO DO SETOR MOVELEIRO

Luciano Wallace Gonçalves Barbosa, Amanda Daniele de Carvalho, Rayane Ester Felício Santiago e Sílvia Maria Santana Mapa.....235

Capítulo XIX

TEORIA DAS FILAS APLICADA A UMA DROGARIA LOCALIZADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Daniel Magalhães Cumino, Debora Costa Melo, Nayara Góes Reis, Talles Orsay Dutra Sodre e Yan Filipy Moreira Correa.....250

Capítulo XX

UM ENSAIO DE UM ALGORITMO PARA CRIPTOGRAFIA DE TEXTOS BASEADO NO CUBO RUBIK. UM MÉTODO PRÁTICO PARA USUÁRIOS NÃO INICIADOS NA RESOLUÇÃO DO CUBO

Isnard Thomas Martins e Edgard Thomas Martins.....265

Capítulo XXI

UTILIZAÇÃO COMBINADA DA SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS E O PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NA OTIMIZAÇÃO DO LAYOUT DE UMA EMPRESA

Luana Neves Leite, Gabriel Cardinali, Tárçis Ferreira Silva, Emerson José de Paiva e Carlos Henrique de Oliveira.....279

Capítulo XXII

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA PARA IDENTIFICAR GARGALOS EM UMA EMPRESA DE SOM AUTOMOTIVO DA CIDADE DE PETROLINA-PE

Lucas Di Paula Gama dos Santos, João Paulo Amorim de Souza, Natanael Cardoso Macedo, Jéfferson Jesus de Araujo e Diogo de Oliveira Araújo.....292

Capítulo XXIII

RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA DOS ESTADOS BRASILEIROS NO USO DA LEI ROUANET E O IDH

<i>Cleston Alexandre dos Santos, Andréia Carpes Dani, Paulo Sérgio Almeida dos Santos e Nelson Hein.....</i>	<i>305</i>
Sobre a organizadora.....	320
Sobre os autores.....	321

CAPÍTULO II

A VOLATILIDADE DOS RETORNOS DO IBOVESPA : UMA ABORDAGEM ARIMA-GARCH

Carlos Alberto Gonçalves da Silva

A VOLATILIDADE DOS RETORNOS DO IBOVESPA : UMA ABORDAGEM ARIMA-GARCH

Carlos Alberto Gonçalves da Silva

Professor Visitante da Faculdade de Ciências Econômicas e da Pós-Graduação em Ciências Econômicas (PPGCE) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro

RESUMO: O presente estudo examina o processo de volatilidade de retornos do Ibovespa, utilizando modelos heteroscedásticos, compreendendo o período 02 de janeiro de 2006 a 29 de dezembro de 2015. Os resultados empíricos mostraram reações de persistência e assimetria na volatilidade, ou seja, os choques negativos e positivos têm impactos diferenciados sobre a volatilidade dos retornos de acordo com os modelos EGARCH(1,1), TARCH (1,1) e APARCH(1,1), que foram obtidos por ajustamento dos dados, porém o modelo que se destacou foi o TARCH(1,1).

PLAVRAS-CHAVE: volatilidade, modelos heteroscedásticos, índice Bovespa.

1. INTRODUÇÃO.

Engle (1982) propôs o primeiro modelo a tratar da variância condicional em séries financeiras denominado de ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), ou seja, que a variância condicionada se ajuste a um modelo autoregressivo sobre o quadrado dos erros. Bollerslev (1986) estendeu o trabalho de Engle (1982) e desenvolveu o modelo GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) que incorpora a própria variância condicional, observada no passado, ao modelo ARCH. O modelo GARCH, apesar de capturar os agrupamentos de volatilidade, não detecta a assimetria de sua distribuição. Assim sendo, foram desenvolvidos modelos que incorporam problemas de assimetria. Um dos primeiros modelos assimétricos foi o EGARCH (Exponential GARCH), proposto por Nelson (1991). Glosten, Jagannathan e Runkle (1993) e Zakoian (1994) desenvolveram o modelo GJR- GARCH e TARCH (Threshold ARCH), respectivamente.

Mota e Fernandes (2004), compararam modelos da família GARCH com estimadores alternativos baseados em cotações de abertura, fechamento, máximo e mínimo. Os resultados indicaram que os estimadores alternativos são precisos quanto aos modelos do tipo GARCH.

Morais e Portugal (1999) apresentaram modelos da família GARCH que captam diferentes efeitos observados em séries financeiras, tais como a aglomeração da variância, o efeito “leverage” e a persistência na volatilidade. Neste estudo é comparada a estimativa da volatilidade do índice Bovespa obtida por processos determinísticos e estocásticos, abrangendo três períodos conturbados: a crise do México, a crise Asiática e a moratória Russa. Os resultados do estudo mostraram que ambos os processos conseguem prever a volatilidade.

Costa e Ceretta (1999) examinaram a influência de eventos sobre a

volatilidade nos mercados de ações da América Latina, utilizando o modelo GJR-GARCH(1,1)-M. O estudo utiliza índices diários dos mercados de ações e abrange um período compreendido entre janeiro de 1995 e dezembro de 1998. Os resultados obtidos sugerem que a influência dos eventos negativos é superior a dos eventos positivos na maioria dos países analisados.

Em relação à aplicação de séries financeiras, vários autores brasileiros e internacionais desenvolveram trabalhos, utilizando os modelos condicionalmente heteroscedásticos, pode-se citar Duarte, Pinheiro e Heil (1996), Bustamante e Fernandes (1995), Issler (1999), Baidya e Costa (1999), Barcinski et alii (1997), Engle e Bollerslev (1986), Bollerslev, Ray e Kenneth (1992), Barba et al.(2011) e Silva e Silva (2013).

O objetivo principal deste artigo é detectar a persistência e assimetria da volatilidade da série dos retornos diários do Ibovespa obtida por meio dos modelos (GARCH, EGARCH, TARCH e APARCH). Também é investigada a sazonalidade no comportamento das variações das séries de pontos na sua volatilidade, com a inclusão de variáveis dummy.

2. METODOLOGIA E DADOS

2.1 Testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), Phillips e Perron (PP) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS)

Para testar a estacionariedade das séries, será utilizado neste trabalho, o teste ADF (Dickey – Fuller Aumentado) (1979), no sentido de verificar a existência ou não de raízes unitárias nas séries temporais.

O teste Phillips e Perron (PP) também é usado para investigar a presença de raiz unitária da série. O que difere entre os dois testes é o fato de que o teste Phillips-Perron garante que os resíduos são não correlacionados e possuem variância constante. Ao contrário do teste Dickey-Fuller Aumentado, o teste de Phillips-Perron não inclui termos de diferenças defasadas, mas pode também incluir termos de tendência e um intercepto.

O teste KPSS [Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (1992)], surgiu como uma forma de complementar a análise dos testes de raiz unitária tradicional, como testes ADF e PP. Ao contrário dos testes ADF e PP, o teste KPSS, considera como hipótese nula que a série é estacionária, ou estacionária em torno de uma tendência determinística, contra a hipótese alternativa que um caminho aleatório está presente.

2.2 Teste de Normalidade da Série: Jarque-Bera (JB)

O teste de normalidade Jarque-Bera (JB) é baseado nas diferenças entre os coeficientes de assimetria e curtose da série e os da lei normal, servindo para testar

a hipótese nula de que a amostra foi extraída de uma distribuição normal. Para a realização deste teste, calcula-se, primeiramente a assimetria e a curtose dos resíduos e utiliza-se a estatística de teste:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(C-3)^2}{24} \right]$$

onde JB é o teste Jarque-Bera, S é o coeficiente de assimetria das observações, C é o coeficiente de curtose das observações e n é o número de observações. Sob a hipótese nula de normalidade, a estatística JB segue a distribuição qui-quadrado com dois graus de liberdade. Se o valor de JB for muito baixo, a hipótese nula de normalidade da distribuição dos erros aleatórios não pode ser rejeitada. Se o valor de JB for muito alto, rejeita-se a hipótese de que os resíduos ou erros aleatórios se comportam como uma distribuição normal. Se o valor p da estatística qui-quadrado calculada for suficientemente baixo, pode-se rejeitar a hipótese de que os resíduos têm distribuição normal. Se o valor p for alto, aceita-se a hipótese de normalidade.

2.3 Modelos Heteroscedásticos

2.3.1 Efeitos ARCH/GARCH

No trabalho de Engle (1982) é proposto o primeiro modelo a tratar da variância condicional em séries financeiras. Nestes modelos denominados ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity), a variância da série ε no instante t condicionada pelo passado (volatilidade) depende de $\varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-p}^2$ da seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2$$

onde σ_t^2 é a variância condicional de ε_t dado o passado, α_0 é uma constante e α_i é o coeficiente de reação associado a ε_{t-i}^2 , $i = 1, \dots, p$.

A proposição original, elaborada por Engle (1982), mereceu extensos debates e diversos aperfeiçoamentos ao longo dos anos. Bollerslev (1986) terá constatado que muitas aplicações de modelos ARCH a séries reais conduzem a valores para p muito elevados exigindo, assim, muitas restrições aos parâmetros do modelo para garantir a positividade das variâncias. Já Bourbonnais e Terreza (2008) mostram que um processo ARCH só é justificado até a ordem $p = 3$, superior a 3 usam-se os modelos GARCH, que apresentam melhores resultados.

O modelo GARCH proposto por Bollerslev (1986) é uma generalização do modelo ARCH. Neste modelo, a volatilidade no instante t, σ_t^2 , depende dos p valores mais recentes da série (concretamente através de $\varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-p}^2$) dos q valores mais recentes da própria volatilidade $\sigma_{t-1}^2, \dots, \sigma_{t-q}^2$.

O modelo GARCH (p,q) pode ser expresso da seguinte maneira:

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon^2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma^2_{t-j} + v_t$$

onde β_j é o coeficiente de persistência da volatilidade associado a σ^2_{t-j} , $j = 1, \dots, q$ e v_t é um ruído branco $[N(0,1)]$.

A fim de se garantir que a variância condicional não seja negativa, bem como a estacionariedade do processo, tem-se que:

$$\alpha_0; \alpha_i \geq 0, \text{ para } i = 1, \dots, p; \beta_j \geq 0, \text{ para } j = 1, \dots, q \text{ e } \sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1.$$

O modelo GARCH (p,q) captura corretamente diversas características observadas nas séries históricas financeiras, tais como a leptocúrtica e o agrupamento de volatilidade, não captura o efeito de alavancagem, pois a variância condicional é função apenas das magnitudes das inovações e não dos seus sinais (Brooks, 2002). Assim, surgiram outros modelos com a capacidade de captar a assimetria, tais como os modelos EGARCH, TARCH e APARCH.

2.3.2 Efeitos Assimétricos e Alavancagem

O modelo EGARCH (Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) proposto por Nelson (1991), consiste em captar os impactos assimétricos nas séries de dados, não tendo que exigir-se a positividade dos coeficientes.

A variância condicional do modelo EGARCH é dada por:

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha + \sum_{j=1}^q (\beta_j \ln \sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^p \left[\alpha_i \left(\frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sqrt{\sigma_{t-i}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \gamma_i \left(\frac{\varepsilon_{t-i}}{\sqrt{\sigma_{t-i}^2}} \right) \right] + v_t$$

onde γ_i é o coeficiente que capta o efeito assimetria da volatilidade do termo de defasagem i. Se $\gamma_i = 0$, indica ausência de assimetria na volatilidade. Se $\gamma_i \neq 0$, indica um impacto diferenciado de choques negativos e positivos na volatilidade. Se $\gamma_i < 0$, indica presença do “efeito alavancagem”. O coeficiente β_j indica a persistência de choques na volatilidade.

Um modelo mais simples, para a captação do efeito alavancagem, onde choques positivos e negativos no mercado geram impactos diferentes sobre a volatilidade nas séries financeiras, foi apresentado por Glosten, Jagannathan e Runkle (1993) e por Zakoian (1994), denominado por TARCH (Threshold ARCH). Neste modelo, a variância condicional é dado por:

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \gamma_i d_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 + v_t$$

onde γ_i mede o efeito assimetria, d_{t-i} é uma variável dummy e ε_{t-i}^2 é o termo de erro no tempo t-i, com i a denotar a defasagem.

Neste modelo, a variável dummy d_{t-1} assume o valor igual a 1, se $\varepsilon_{t-1}^2 < 0$ (más notícias no mercado), e o valor igual a 0 se $\varepsilon_{t-1}^2 > 0$ (boas notícias no mercado). Neste modelo, a volatilidade tende a aumentar com as “más notícias” e a diminuir com as “boas notícias”. Assim sendo, as notícias positivas no mercado têm o impacto α_i enquanto as notícias negativas têm o impacto $\alpha_i + \gamma_i$. Se $\gamma_i > 0$, as notícias negativas têm um efeito menor do que as notícias positivas. Esse é o conhecido efeito “leverage”. O choque da notícia no instante $t - i$ é assimétrico se $\gamma_i \neq 0$ e simétrico se $\gamma_i = 0$.

leverage”. O choque da notícia no instante $t - i$ é assimétrico se $\gamma_i \neq 0$ e simétrico se $\gamma_i = 0$.

Por fim tem-se o modelo ARCH com potência assimétrica (APARCH), proposto por Ding et al. (1993), o qual pode ser representado por:

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta$$

onde $\alpha_0; \alpha_i \geq 0$, para $i = 1, \dots, p$; $\beta_j \geq 0$, para $j = 1, \dots, q$; $\delta \geq 0$ e $-1 < \gamma_i < 1$. Este modelo pode detectar impactos assimétricos de choques sobre a volatilidade. Se $\gamma_i > 0$, verifica-se o efeito alavancagem, isto é, choques negativos tem um impacto maior sobre a volatilidade da série que choques positivos. Se $\gamma_i < 0$, verifica-se o contrário.

Para cada modelo, serão ajustados as distribuições Gaussianas (Normal), t-Student's e Generalized Error Distribution (GED).

O primeiro passo na construção de modelos da família ARCH é identificar o padrão do modelo ARMA(p,q), utilizando-se a metodologia de Box e Jenkins. Por conseguinte, depois de identificado e estimado o modelo, realiza-se o teste ARCH por meio do método Multiplicador de Lagrange (LM), proposto por ENGLE (1982) nos resíduos do modelo ARMA ajustados para a média condicional dos retornos, com a finalidade de verificar a presença de heteroscedasticidade condicional.

2.4 Dados

Os dados utilizados neste estudo se referem às cotações diárias do Ibovespa, compreendendo o período de 02/01/2006 a 29/12/2015, num total de 2487 observações diárias. Os dados foram obtidos do site do Yahoo/Finanças.

3. RESULTADOS EMPÍRICOS E ANÁLISES

3.1 Análises Gráficas e Testes Preliminares

As figuras 1 e 2 mostram o comportamento das séries de cotações (pontos)

e retornos diários do Ibovespa no período considerado. Os retornos diários foram calculados através da fórmula: $r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$. Sendo que P_t representa a cotação no dia t e P_{t-1} a cotação no dia anterior (t-1)

Algumas estatísticas descritivas básicas são apresentadas na tabela 1. Observa-se que os retornos diários no período analisado apresentam uma distribuição leptocúrtica devido ao excesso de curtose (8,873652) em relação à distribuição normal(3,0). A estatística de Jarque-Bera indicou a rejeição da normalidade da distribuição da série, com p-valor igual a zero.

Os testes Dickey-Fuller Aumentado (ADF) (1979) e Phillips-Perron (PP) e (1988) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS) com constante e com tendência, identificaram que as séries de retornos do Ibovespa são estacionárias e não contém raízes unitárias, conforme se observa na Tabela 2.

Antes de estimar os modelos GARCH, foi necessário realizar o teste ARCH para verificar se há ou não presença de heteroscedasticidade nos resíduos dos retornos, efetuou-se o teste LM (multiplicador de Lagrange) proposto por Engle (1982). Os valores do teste estão apresentados na tabela 3. Observa-se que o teste mostra evidências contra a hipótese nula de não haver heteroscedasticidade condicional nos resíduos dos retornos do Ibovespa.

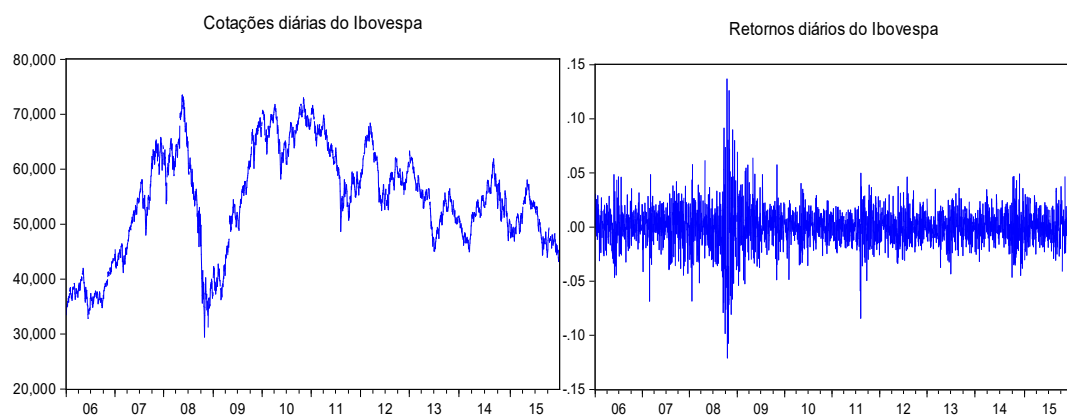


Figura 1- Cotações diárias do Ibovespa Figura 2 – Série de retornos diários do Ibovespa

Tabela 1 – Sumário estatístico dos retornos.

Estatísticas	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Valores	0,000107	0,000228	0,136766	-0,120961	0,017948

Estatísticas	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	p-valor JB	Observações
Valores	0,010278	8,873652	3575.084	0,000000	2487

Tabela 2 – Teste de estacionaridade para a série dos retornos das cotações do ibovespa

Variável	Dickey-Fuller ADF	Phillips-Perron PP	Valor Crítico (5%)	KPSS	Valor Crítico (5%)
Ibovespa	-50,7993	- 51,2864	- 3,4116	0,0344	0,1460

Fonte: Elaboração do autor, com base nas pesquisas.

Tabela 3 – Teste ARCH.

Lag	F stat	Prob	LM
5	158,164	0,0000	600,777

Fonte: Elaboração do autor, com base nas pesquisas.

Após a confirmação da estacionariedade, procedeu-se a escolha dos modelos ARMA para a estimação da volatilidade. Dentre os modelos analisados foi escolhido o modelo ARMA(1,1), com base nos critérios de informação de Akaike e Schwartz.

Foi modelada uma série de modelos de persistência e assimetria (família ARCH), no sentido de observar a dinâmica da volatilidade dos retornos do Ibovespa. Assim sendo, foram calibrados doze modelos, utilizando três tipos de distribuições para os resíduos: normal (gaussiana), t de student e GED (Generalized error distribution). Os resultados obtidos para os modelos ARMA(1,1)-GARCH(1,1), ARMA(1,1)-EGARCH(1,1), ARMA(1,1)-TARCH(1,1) e ARMA(1,1)-APARCH (1,1) encontram-se apresentados na tabela 4. Os modelos destacados em negrito foram os que obtiveram os melhores resultados de previsão. Uma característica importante da análise é que os modelos que consideram uma distribuição condicional diferente da normal (gaussiana) apresentaram melhores resultados. A distribuição GED obteve o melhor grau de ajuste de acordo com todos os critérios utilizados (AIC, SBC e log-verossimilhança). O software utilizado para estimar a regressão dos dados e dos modelos foi o Eviews 8.0.

Tabela 4 - Critérios de seleção entre as distribuições de erros dos modelos

Modelo	Distribuição de Erros	AIC	SBC	Log-Verossimilhança
ARMA (1,1) GARCH (1,1)	Normal	-5,4710	-5,4593	6805,51
	t Student	-5,4854	-5,4713	6824,30
	GED	-5,4862	-5,4721	6825,29
ARMA (1,1) EGARCH (1,1)	Normal	-5,4870	-5,4729	6826,34
	t Student	-5,5000	-5,4837	6843,58
	GED	-5,4994	-5,4830	6842,75
ARMA (1,1) TARCH (1,1)	Normal	-5,4953	-5,4813	6836,71
	t Student	-5,5048	-5,4884	6849,45
	GED	-5,5063	-5,4899	6851,28
ARMA (1,1) PARCH (1,1)	Normal	-5,4949	-5,4785	6837,17
	t Student	-5,5040	-5,4853	6849,51
	GED	-5,5055	-5,4868	6851,33

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 Evidências e Efeitos ARCH/GARCH

Analisando a Tabela 5 pode ser observado no modelo ARMA (1,1) - GARCH (1,1) – GED que os coeficientes estimados são estatisticamente significativos ao nível de 5%. A soma dos coeficientes α_1 e β_1 representados respectivamente por ε_{t-1}^2 e σ_{t-1}^2 foi igual a 0,9798, indicando que um choque na série dos retornos do Ibovespa terá efeito por muito tempo na volatilidade destes retornos. O coeficiente

de persistência da volatilidade do termo σ_{t-1}^2 igual a 0,9101 confirma que os choques da volatilidade serão lentamente enfraquecidos dos retornos.

3.3 Efeitos Assimétricos e Alavancagem

No modelo ARMA (1,1) - EGARCH (1,1) - t Student verifica-se na Tabela 5 a presença da assimetria da volatilidade dos retornos, ou seja, choques de “boas” ou “más” notícias causam efeitos na volatilidade desses retornos. Isso pode ser verificado pelo parâmetro (γ_1) associado ao termo $\varepsilon_{t-1} / \sqrt{\sigma_{t-1}}$ capta a assimetria de volatilidade (-0,0959), indicando que choques positivos na volatilidade não possuem o mesmo efeito que os choques negativos, ou seja, presença da assimetria da volatilidade nos retornos do Ibovespa. Portanto, o coeficiente se mostrou menor que zero, indicando a presença do efeito alavancagem.

No modelo ARMA (1,1)-TARCH (1,1) - GED, o coeficiente (γ_1) do termo $d_{t-1}\varepsilon_{t-1}^2$ (0,1152) mostrou-se estatisticamente significativo ao nível de 5%, ou seja, choques positivos e negativos têm impactos diferenciados sobre a volatilidade e dos retornos do Ibovespa.

Assim sendo, confirma a assimétrica, bem como a presença do efeito alavancagem.

Já no modelo ARMA (1,1) - APARCH (1,1) - GED, o valor positivo de 0,7038 para o coeficiente (γ_1) significa que choques negativos passados têm um impacto mais forte na volatilidade condicional do que choques positivos passados nos retornos do Ibovespa.

Tabela 5 – Resultados da estimação dos modelos

Especificação	GARCH (1,1)	EGARCH (1,1)	TARCH (1,1)	APARCH (1,1)
Média Condicional				
AR (1)	0,8050	0,9783	0,8374	0,8362
MA (1)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
	-0,8250	-0,9694	-0,8445	-0,8428
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
Variância Condicional				
α_0	0,00000555	-0,2051	0,00000616	0,0000077
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,4983)
ε_{t-1}^2	0,0697		0,0041	0,0428
	(0,0000)		(0,0013)	(0,0000)
σ_{t-1}^2	0,9101		0,9156	0,9161
	(0,0000)		(0,0000)	(0,0000)
$d_{t-1}\varepsilon_{t-1}^2$			0,1152	
			(0,0000)	
$\varepsilon_{t-1} / \sqrt{\sigma_{t-1}}$		-0,0959		
		(0,0000)		
$\varepsilon_{t-1} / \sqrt{\sigma_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}}$		0,1118		
		(0,0000)		

$\ln(\sigma_{t-1}^2)$		0,9859 (0,0000)		
γ				0,7038 (0,0450)
δ				1,9464 (0,0000)
Distribuição dos erros	GED	t Student	GED	GED

Os números entre parênteses são os valores de probabilidade (p - value), calculados ao nível de significância de 5%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

3.4 Avaliação de Desempenho dos Modelos

Para verificar as medidas de avaliação de desempenho da capacidade preditiva dos modelos, utilizaram-se os critérios de informação de Akaike (AIC), Schwartz (SBC), log verossimilhança, erro absoluto médio (MAE), raiz do erro quadrático médio e coeficiente Theil-U. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 6.

Assim sendo, o melhor modelo para a previsão da volatilidade das cotações do Ibovespa foi o modelo ARMA (1,1) -TARCH (1,1) - GED. A variância dos retornos do Ibovespa está sujeita à assimetria, bem como o efeito alavancagem. Já em relação à persistência, o modelo escolhido resulta em um valor de 0,9156. Observa-se pelo coeficiente Theil-U que o modelo é aceitável, já que a estatística é menor que um, indicando ser capaz de traçar previsões mais precisas que previsões ingênuas. Portanto, as informações no mercado são assimétricas e que notícia negativa como aumento da taxa de juros e do câmbio, entre outras, que acabam contribuindo de forma expressiva na volatilidade das cotações.

Tabela 6 – Medidas de Qualidade dos Modelos

Modelo	AIC	SBC	Ln (L)	MAE	REQM	Theil-U
ARMA (1,1) - GARCH (1,1)	-5,4861	-5,4721	6825,29	0,012726	0,017939	0,974990
ARMA (1,1)- EGARCH (1,1)	-5,5000	-5,4837	6843,58	0,012726	0,017938	0,974629
ARMA (1,1) - TARCH (1,1)	- 5,5063*	- 5,4899*	6851,28*	0,012726*	0,017938*	0,974042*
ARMA (1,1)- APARCH (1,1)	-5,5055	-5,4868	6851,23	0,012726	0,017938	0,974118

Fonte: Resultados da Pesquisa

AIC é o critério de informação de Akaike;. SBC é o critério de informação de Schwartz;

Ln (L) é a máxima log-verossimilhança do modelo estimado; MAE é o erro absoluto médio;

REQM é a raiz do erro quadrático médio.

* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

4. CONCLUSÕES

Neste artigo realizou-se uma análise empírica da volatilidade dos retornos do Ibovespa, utilizando os modelos ARMA(1,1)-GARCH(1,1), ARMA(1,1)-EGARCH(1,1), ARMA(1,1)-TARCH (1,1) e ARMA(1,1)-APARCH(1,1), os quais apresentam fortes avanços metodológicos no tratamento do mercado acionário, servindo como ferramentas importantes de gerenciamento de risco pelos investidores.

Os resultados empíricos mostraram reações de persistência e assimetria na volatilidade, ou seja, os choques negativos e positivos têm impactos diferenciados sobre a volatilidade dos retornos, o que pode ser comprovado pelos modelos EGARCH (1,1), TARCH (1,1) e APARCH (1,1).

Deve-se ressaltar que, mudanças na política governamental geram choques negativos e positivos que causarão impactos significativos nos preços futuros das ações, bem como nos índices Ibovespa, repercutindo, então, por longos períodos.

Com base nos critérios Akaike e Schwarz, o modelo escolhido para a previsão da volatilidade foi o ARMA(1,1)-TARCH(1,1).

Levando-se em conta uma análise de caráter multivariado, serão necessários estudos que comparem diferentes modelos de volatilidade multivariados, como é o caso dos modelos VEC-GARCH, BEKK, CCC, DCC, propostos por Bollerslev et. al. (1988), Engle e Kroner (1995), Bollerslev (1990), Engle (2002), respectivamente.

REFERÊNCIAS

BAIDYA, T. K. N. e COSTA, P. H. S. **Modelagem de séries financeiras brasileiras: previsão de preços de alguns ativos**. Revista da Sobrapo, 1999.

BARBA, F.G.; CERETTA, P.S.; VIEIRA, K.M. – **Modelagem da volatilidade em períodos de crise: Análise das distribuições alternativas no Bric e nos EUA**. REGE , São Paulo – SP, Brasil, v. 18, n. 4, p. 569-584, out./dez. 2011.

BARCINSKI, A., ALMEIDA, B. C. D., GARCIA, M. G. P. e SILVEIRA, M. A. C. **Estimação da volatilidade do retorno das ações brasileiras – Um método alternativo à família GARCH**. Revista BM&F, 116, 21-39, 1997.

BOLLERSLEV, T., RAY, Y. C. e KENNETH, F. K.- **ARCH modeling in finance: a review of the theory and empirical evidence**. Journal of Econometrics, 52, 5-59, 1992.

BOLLERSLEV, T.-**Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity**. Journal of Econometrics, 31(3), 307 – 327, 1996.

BOURBONNAIS, R. e TERRAZA, M. - **Analyse des séries temporelles: Applications à l'economie et à la gestion**. Dunod, Paris, 2008.

BUSTAMANTE, M. e FERNANDES, M. **Um Procedimento para análise da persistência na volatilidade.** Anais do XVII Encontro Brasileiro de Econometria, 203-223, 1995.

COSTA Jr. N. C. A. e CERRETA, P. S. **Influência de Eventos positivos e negativos sobre a volatilidade dos mercados na América Latina.** Caderno de Pesquisa em Administração –USP, 1 (10), 1999.

DICKEY, D.A. e FULLER, W. **A distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root.** Journal of the American Statistical Association, 74, 427-431, 1979.

DUARTE, J.A.M., PINHEIRO, M.A.e HEIL,T.B.B. **Estimação da Volatilidade de Ativos e Índices Brasileiros.** Resenha BM&F, 111, 16-28, 1996.

ENGLE, R. F. **Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with estimates of the variances of United Kingdom Inflation.** Econometrica, 50(4), 987-1007, 1982.

ENGLE, R. F. e BOLLERSLEV, T. **Modelling the persistence of conditional variances.** Econometric Review, 5, 1-50, 1986.

ENDERS, W. **Applied econometric time series.** John Wiley & Sons, second edition, 460, 2004.

GLOSTEN, L. R.; JAGANNATHAN, R.; RUNKLE,D. E. **On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess returns on stocks.** Journal of Finance, 48, 1779-1801, 1993.

ISSLER, J. V. **Estimating and Forecasting the Volatility of Brazilian Finance series Using ARCH Models.** Revista de Econometria, 19(1), 5-56, 1999.

JARQUE, C.e BERA, A. **A test for normality of observations and regression residuals.** International Statistical Review, 55, 163-172, 1987.

MORAIS, I. A. C.e PORTUGAL, M. S. **Modelagem e previsão de volatilidade determinística e estocástica para a série do Ibovespa.** Estudos Econômicos, 29(3), 303-34, 1999.

MOTA, B.e FERNANDES, M. **Desempenho de estimadores de volatilidade na Bolsa de Valores de São Paulo.** Revista Brasileira de Economia, 58(3), 429-448, 2004.

NELSON, D.B. **Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach.** Econometrica, 59, 347-370, 1991.

SILVA, C.A.G.; SILVA, T. G. - **Persistência e Assimetria na volatilidade dos retornos**

dos IBOVESPA: aplicação dos modelos ARCH (Syn)thesis, v.6, n.1, 19-27, 2013.

ZAKOIAN, J.M. **Threshold Heteroskedascity Models**. Journal of Economic Dynamics and Control, 18, 931-955, 1994.

ABSTRACT: This study analyzes the volatility of returns process of Ibovespa, by using heteroskedastic models, from January 2, 2006 to December 29, 2015. The empirical results showed persistence and asymmetry in the volatility, i.e., the positive and negative shocks have different impacts on the volatility of returns according to EGARCH (1.1), TARCH (1.1) and APARCH(1,1) models, which were obtained by adjustment of the data, but TARCH (1.1) model distinguished.

KEYWORDS: volatility, heteroskedastic models, Bovespa index.

NELSON HEIN Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduado em Matemática pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Professor do Programa de Pós Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Regional de Blumenau (FURB). E-mail: hein@furb.br

NEMESIO RODRIGUES CAPOCCI Graduado em Logística pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo, 2016. Experiência: Redebras (Auxiliar de expedição - 07/2015 até 11/2016). Produção Científica:

PAULO SÉRGIO ALMEIDA DOS SANTOS Doutorando em Ciências Contábeis pela Universidade de Brasília (UNB). Mestre em Ciências Contábeis pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Graduado em Ciências Contábeis pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Professor do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: paulosergio.almeidasantos@gmail.com

RAFAEL PEREIRA GUERREIRO Estudante do 7º semestre de Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Pará, estagiário na área de Gestão de Serviço e com experiência na área de Logística e Manufatura enxuta. Artigos de Metodologia da Pesquisa e Programação e Controle da Produção, publicados no Encontro Nacional de Engenharia de Produção, e Pesquisa Operacional, publicado no Simpósio Nacional de Engenharia de Produção.

RAFHAEL SOUZA E SILVA Engenheiro de Produção Mecânica formado pela Universidade Federal do Ceará e pós-graduando de gerenciamento de processos e projetos na Faculdade Farias Brito. Tem experiência em consultorias na área de gestão da qualidade, análises e métodos de trabalho, balanceamento de linhas de montagem, gestão de estoques e análise de layout.

REINALDO ALVES DE SÁ FERREIRA JUNIOR Graduando o curso de Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Pará, ex voluntário do Núcleo Integrado de Logística e Operações, representante de vendas de intercâmbios corporativos da AIESEC em Belém, ex integrante da equipe de planejamento da empresa de consultoria VINDI Ideias e Inovação, e atual assistente de vendas da Estrela do Norte Distribuidora. Autor de artigos aprovados no SIMPEP e ENEGEP. E-mail: reinaldo_jr20@hotmail.com

RENATO SANTIAGO QUINTAL Doutorando em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES); Mestre em Ciências Contábeis (Faculdade de Administração e Finanças da Universidade do Estado do Rio de Janeiro); Especialista em Comércio Exterior (Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro); Especialista em Gerenciamento de Projetos (Fundação Getúlio Vargas); Bacharel em Administração

(Universidade Cândido Mendes) e em Ciências Navais, com Habilitação em Administração de Sistemas (Escola Naval). Atualmente é Oficial Superior da Ativa do Corpo de Intendentes da Marinha do Brasil e desempenha a função de Chefe do Departamento de Sistemas de Pagamento da Pagadoria de Pessoal da Marinha.

RICARDO MARTINS DOS SANTOS Engenheiro de produção e qualidade formado pelo Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG). Trabalha há 4 anos na área de planejamento e controle da produção. Durante a graduação, participou do grupo de Modelagem Matemática Aplicada à Engenharia de Produção (MAPRO), no qual desenvolveu um projeto que resultou na publicação do presente trabalho.

ROBERT ROMANO MONTEIRO Estudante, cursando Ensino Superior de graduação em Engenharia de Produção, 7º semestre, na Universidade do Estado do Pará. Inglês Avançado. Experiência em consultoria na Holística - Empresa Júnior de Consultoria da UEPA. Atualmente, exerce o cargo de Estagiário na Tim Celular S.A.

ROBERTA GUEDES GUILHON CRUZ Estudante do 7º de engenharia de produção na Universidade do Estado do Pará. Cursos de inglês, espanhol e Microsoft Excel. Artigos de previsão de demanda e programação linear publicados no Encontro Nacional de Engenharia de Produção, de Engenharia de Métodos no Encontro Paraense de Engenharia de produção e de Pesquisa Operacional no Simpósio Nacional de Engenharia de Produção.

RODNEY REZENDE SALDANHA Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (1980), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (1983) e Doutorado em Engenharia Elétrica - Institut National Polytechnique de Grenoble (1992). Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Circuitos Magnéticos, Eletromagnetismo, atuando principalmente nos seguintes temas: método de elementos finitos, cálculo de campos eletromagnéticos, métodos de programação matemática, métodos numéricos, otimização de forma em eletromagnetismo e otimização em sistemas elétricos de energia

RODRIGO DE CARVALHO Possui graduação em Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Ouro Preto (2010) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012). Atualmente é aluno de doutorado do programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica da UFMG. Tem experiência na área de Sistemas de Informação como programador e analista de sistemas. Possui formação com ênfase em Otimização, atuando principalmente nos seguintes temas: métodos heurísticos e otimização combinatória.

RUBENS AGUIAR WALKER Mestrado em Engenharia de Produção e Graduação em Engenharia de Produção em Mecânica. Experiência Internacional com ótimas referencias. Atuação em grandes empresas, como a Volkswagen, no setor de produção. Experiência em logística na distribuição de produtos. Implementação de treinamento e auditoria. Responsável por vendas e marketing em outras Organizações. Docente no curso de Engenharia de Produção com desenvolvimento da fábrica de brinquedos.

SAINT CLAIR LOBATO PORTUGAL Graduando em Engenharia de produção UEPA (Universidade do Estado do Pará). Atualmente dedica-se à pesquisa na área de segurança de trabalho a fim de elaborar seu TCC.

SAMUEL BELINI DEFILIPPO Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2004) e mestrado em Modelagem Computacional pela Universidade Federal de Juiz de Fora (2008). Atualmente é analista de sistemas - Centralx.com e doutorando em Modelagem Computacional pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens de Programação, atuando principalmente nos seguintes temas: redes neurais, máquinas de vetores suportes e métodos de previsão.

SONIA ISOLDI MARTY GAMA MÜLLER Possui Bacharelado em Estatística pela Universidade Federal do Paraná (1979), mestrado em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná (1997) e doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2007). Experiência como professor adjunto IV da Universidade Federal do Paraná no Departamento de Estatística. Atua principalmente nos seguintes temas: séries temporais, análise multivariada, avaliação de fornecedores, redes neurais e teoria da resposta ao item.

TALLES ORSAY DUTRA SODRÉ Graduando do 4º ano do curso de Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Pará - UEPA. Ex-intercambista CAPES do programa “Ciências sem Fronteiras”, cursando “Business and Management durante 1 ano na Universidade Técnica de Munique - TUM, na Alemanha. Foi estagiário na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 2014 e voluntário no Centro Acadêmico de Engenharia de Produção entre 2013 e 2014. Atualmente é estagiário de manufatura na empresa Natura Cosméticos S.A.

TÁRCIS FERREIRA SILVA Graduando em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira– MG, esteve por 3 anos no projeto Empresa Júnior, atuando como consultor júnior na área de gestão da produção e no departamento financeiro da própria empresa. Vem desenvolvendo pesquisas em análise e otimização de processos produtivos, atuando efetivamente no projeto denominado “Identificação de gargalos em linha produtiva”, utilizando mapeamento de processos, modelagem e simulação. Em 2016, ingressou como estagiário na

empresa Alcoa Alumínio S/A e, atualmente, trabalha na tesouraria da Arconic Indústria e Comércio de Metais Ltda. tarcistfs@gmail.com

THAIS APARECIDA TARDIVO Graduando em Logística na Faculdade de Tecnologia de Guarulhos, 2017. Experiência: Aché Laboratórios Farmacêuticos SA (Assistente Administrativo Jr – Atual).

WILLIAN HENSLER SANTOS Graduando em Logística na Faculdade de Tecnologia de Guarulhos, 2017. Experiência: Flatel Logística (Assistente de Logística – Atual). Cursos: Mecânica Geral (Instituto Dom Bosco – 800 horas); Treinamento: SAP Foundation (MDL Consulting – 8 horas).

YAN FILIPY MOREIRA CORREA Graduando do 5º ano de Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA. Em 2014, foi bolsista de iniciação científica PIBITI com foco na elaboração de indicadores para a Economia Verde do Estado do Pará. Como trabalhos voluntários, foi instrutor no Centro de Democratização da Informática (CDI) e atualmente atua como Diretor Presidente da Empresa Junior de Engenharia e Tecnologia do CNTT. Por fim, desde o Dezembro de 2015 é estagiário na Raízen Combustíveis.

YVELYNE BIANCA IUNES SANTOS Doutora em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pelo Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Pesquisadora nas áreas de sustentabilidade e otimização de processos produtivos. Professora dedicação exclusiva da Universidade do Estado do Pará. Membro do Comitê Científico Interno da UEPA. Autora de programas computacionais, capítulos de livros, artigos em periódicos e em anais de eventos. Membro do Grupo de Pesquisa Núcleo de Pesquisa Aplicada ao Desenvolvimento Regional (NUPAD) e do Grupo Gestão de Sistemas Logísticos e de Sistemas Produtivos para o Desenvolvimento Regional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93243-25-7

