

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado
(Organizador)

A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 3

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak
A engenharia de produção na contemporaneidade 3 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-000-1

DOI 10.22533/at.ed.001180912

1. Engenharia econômica. 2. Engenharia de produção.
3. Pesquisa operacional. I. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume III apresenta, em seus 25 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão.

As áreas temáticas de engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

Tanto as ferramentas da engenharia econômica, como os estudos da pesquisa operacional, auxiliam no processo de tomada de decisão, tornando-as mais assertivas e economicamente eficientes.

Este volume dedicado à aplicação da engenharia econômica e pesquisa operacional na tomada de decisão traz artigos que tratam de temas emergentes sobre a gestão de custos e informações econômicas, análise de viabilidade, gestão financeira e de desempenho, pesquisa operacional e aplicação de métodos multicritério na tomada de decisão.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador 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 novos 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!

Marcos William Kaspchak Machado

SUMÁRIO

APLICAÇÃO DA ENGENHARIA ECONÔMICA E PESQUISA OPERACIONAL NA TOMADA DE DECISÃO

CAPÍTULO 1	1
GESTÃO DE CUSTOS DA PRODUÇÃO	
Ivisson de Souza Tasso	
Isabella Tamine Parra Miranda	
João Luiz Kovaleski	
DOI 10.22533/at.ed.0011809121	
CAPÍTULO 2	13
A RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO CONTÁBIL PARA A TOMADA DE DECISÃO NAS EMPRESAS DE FRANCISCO BELTRÃO.	
Andressa Bender	
Robson Faria Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0011809122	
CAPÍTULO 3	24
REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO/CERTIFICAÇÃO DE SPIE (SERVIÇO PRÓPRIO DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS).	
Cleiciano Berlano Miranda de Oliveira	
Leonardo Gomes Machado	
DOI 10.22533/at.ed.0011809123	
CAPÍTULO 4	36
APLICAÇÃO DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE NA IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO ÓTIMO PARA A SUBSTITUIÇÃO DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
João Matheus Coimbra Stortte	
Márcio Jacometti	
DOI 10.22533/at.ed.0011809124	
CAPÍTULO 5	50
ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL PRODUTORA DE CAFÉ NO INTERIOR DE MINAS GERAIS	
Gabriela Vilas Boas Pini	
Priscila Nayara Gonçalves	
Gabriela Azevedo Motta	
DOI 10.22533/at.ed.0011809125	
CAPÍTULO 6	60
AÇÕES ESTRATÉGICAS EM UMA IMPORTADORA DE ARTIGOS PARA ILUMINAÇÃO: UM ENFOQUE NA VARIAÇÃO CAMBIAL	
Guilherme Mendes Fernandes	
Eduardo Loewen	
Elisete Santos da Silva Zagheni	
Janaina Renata Garcia	
DOI 10.22533/at.ed.0011809126	
CAPÍTULO 7	71
CALIBRAÇÃO DO PARÂMETRO DE SUAVIZAÇÃO DO FILTRO L1 PARA UMA POSSÍVEL	

ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTOS.

Maria Simone Alves da Silva
Andrew de Jesus Freitas Silva
Fernando Luiz Cyrino de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.0011809127

CAPÍTULO 8 82

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FUTURO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND CP IV

Bianca Reichert
Adriano Mendonça Souza

DOI 10.22533/at.ed.0011809128

CAPÍTULO 9 92

PERFORMANCE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SETOR DE PAPEL E CELULOSE BRASILEIRO:
TESTANDO A INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS VIA METODOLOGIA DE TODA
E YAMAMOTO E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS.

Pedro de Moraes Rocha
Vitória Gomes da Costa
Yasmin Leão Sodré Soares
Daiane Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0011809129

CAPÍTULO 10 115

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS EXPECTATIVAS MACROECONÔMICAS BRASILEIRAS
DIVULGADAS NO RELATÓRIO FOCUS E OS ÍNDICES SETORIAIS DA B3

Stéfan Thomassen Andrade
Mirela Castro Santos Camargos
Marcos Antônio de Camargos

DOI 10.22533/at.ed.00118091210

CAPÍTULO 11 133

MAPEAMENTO DE FERRAMENTAS ORIUNDAS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO QUE BUSQUEM
AUTOMATIZAR, APOIAR OU MODELAR PROBLEMAS DAS ORGANIZAÇÕES NO SEGMENTO
FINANCEIRO

Wagner Igarashi
Deisy Cristina Corrêa Igarashi

DOI 10.22533/at.ed.00118091211

CAPÍTULO 12 149

MAPEAMENTO DO PERFIL DE NOVOS INVESTIDORES DO MERCADO DE VALORES MOBILIÁRIOS
BRASILEIRO

Estevão Cristian da Silva Leite

DOI 10.22533/at.ed.00118091212

CAPÍTULO 13 165

APLICAÇÃO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA NA MAXIMIZAÇÃO DO LUCRO DE UMA
EMPRESA DO SETOR DE BELEZA E ESTÉTICA

Weverton Silveira de Almeida
Marilane Elias da Silva
Nicolás Victor Martins dos Santos
Lana Muriela Ribeiro
Stella Jacyszyn Bachega

DOI 10.22533/at.ed.00118091213

CAPÍTULO 14	178
UM ESTUDO COMPUTACIONAL DO PROBLEMA DE AGRUPAMENTO COM SOMA MÍNIMA DE DISTÂNCIAS	
Augusto Pizano Vieira Beltrão José André de Moura Brito	
DOI 10.22533/at.ed.00118091214	
CAPÍTULO 15	190
APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DINÂMICA NA ANÁLISE DO ESTOQUE DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA	
Everton Ortiz Rocha Michell Eduardo Dallabrida	
DOI 10.22533/at.ed.00118091215	
CAPÍTULO 16	199
PROBLEMA DE PORTFÓLIO DE MÉDIO PRAZO PARA UM GERADOR HIDROELÉTRICO	
Tiago Forti da Silva Leonardo Nepomuceno	
DOI 10.22533/at.ed.00118091216	
CAPÍTULO 17	212
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO ERRO DE PREVISÃO DA TEMPERATURA SOBRE O ERRO DE PREVISÃO A CURTO PRAZO DA CARGA ELÉTRICA	
Anna Cláudia Mancini da Silva Carneiro Henrique Steinherz Hippert	
DOI 10.22533/at.ed.00118091217	
CAPÍTULO 18	222
APLICAÇÃO DO MÉTODO HÍBRIDO ARIMA-RNA PARA A PREDIÇÃO DOS CUSTOS DE INTERNAÇÃO PELO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE NA CIDADE DE SÃO PAULO	
Nayara Moreira Rosa João Chang Junior Cláudia Aparecida de Mattos	
DOI 10.22533/at.ed.00118091218	
CAPÍTULO 19	234
APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS: MELHORIA DO ATENDIMENTO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO MARIA APARECIDA PEDROSSIAN	
Fernando Rocha Passos Júnior Lilian Milena Ramos Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.00118091219	
CAPÍTULO 20	245
A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NA PRIORIZAÇÃO DE ORDENS DE SERVIÇO: O ESTUDO DE CASO NA PREFEITURA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Nathan Nogueira Freitas Marcos Vilarindo Paeslandim Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.00118091220	
CAPÍTULO 21	259
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS COMO FERRAMENTA DE APOIO A SERVITIZAÇÃO E POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DE RESTAURANTES	
Wellington Goncalves	

Rodrigo Randow de Freitas
Fernando Nascimento Zatta
Keydson Quaresma Gomes

DOI 10.22533/at.ed.00118091221

CAPÍTULO 22 272

UTILIZAÇÃO DO AMD NA ESCOLHA DE UM SISTEMA ERP VISANDO A EXPANSÃO DE UMA
EMPRESA DO VAREJO PARA O ECOMMERCE

Ingrid Dantas Silva
Marcos Santos
Marcone Freitas Reis

DOI 10.22533/at.ed.00118091222

CAPÍTULO 23 286

REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE A ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO NA ÁREA DA SAÚDE

Deyse Gillyane Gomes Camilo
Talita Dias Chagas Frazão
Ricardo Pires de Souza
Bruno Cesar Linhares
Adeliane Marques Soares
Amanda Gomes de Assis

DOI 10.22533/at.ed.00118091223

CAPÍTULO 24 300

ANÁLISE DO PROCESSO DE PREMIAÇÃO DAS ÁREAS INTEGRADAS DE SEGURANÇA NO RIO
DE JANEIRO: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Marcio Pereira Basilio
Valdecy Pereira

DOI 10.22533/at.ed.00118091224

CAPÍTULO 25 321

APLICAÇÃO DE MÉTODO MULTIPARAMÉTRICO COMO AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE
DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

Marcelo Antunes Marciano
Eliezer Knob de Souza

DOI 10.22533/at.ed.00118091225

SOBRE O ORGANIZADOR..... 329

CALIBRAÇÃO DO PARÂMETRO DE SUAVIZAÇÃO DO FILTRO L1 PARA UMA POSSÍVEL ESTRATÉGIA DE INVESTIMENTOS.

Maria Simone Alves da Silva

Departamento de Engenharia Industrial (PUC-RIO)

R. Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Rio de Janeiro - RJ, 22430-060
msimoneas@hotmail.com

Andrew de Jesus Freitas Silva

Departamento de Engenharia Industrial (PUC-RIO)

R. Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Rio de Janeiro - RJ, 22430-060
andrewjfsilva@gmail.com

Fernando Luiz Cyrino de Oliveira

Departamento de Engenharia Industrial (PUC-RIO)

R. Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Rio de Janeiro - RJ, 22430-060
cyrino@puc-rio.br

RESUMO: Neste artigo, discutimos uma nova metodologia para a calibração do parâmetro de suavização do filtro L1 (λ). Este filtro consiste em usar uma condição de penalidade L1 para obter tendências ou passos lineares. O parâmetro de suavização do problema de otimização da modelagem, segunda a literatura atual, é obtido via observações empíricas do objeto de estudo ou através de técnicas sugeridas por vários autores, em que utilizam cross validation. A proposta deste trabalho é utilizar as técnicas

de Moving Block Bootstrap (MBB) aliada com STL (Seasonal Trend Decomposition Using Loess), em que através da simulação obteremos séries sintéticas e a cada uma delas aplicaremos o filtro com uma sequência de λ 's pré-determinados. Como critério de escolha será utilizado o erro quadrático médio (EQM). Posteriormente o método será validado por meio de previsão, 1 passo à frente, "in sample", utilizando novamente a técnica de MBB.

PALAVRAS-CHAVES: Tendência de série temporal, Filtro L1, Moving Block Bootstrap, Investimentos

1 | INTRODUÇÃO

Para desenvolver suas atividades as organizações precisam tomar decisões de como, quando e onde devem aplicar seus recursos (KAYO e SECURATO, 1997). Para auxiliar a tomada de decisão as organizações podem utilizar técnicas de previsão para reduzir as incertezas (BRESSAN e DE LIMA, 2009).

Previsão é a avaliação de ocorrências futuras que tem por objetivo, em sua maior parte, obter insumos para a realização de um planejamento. As previsões são importantes para contribuir na determinação de quantos recursos serão necessários de acordo com cada cenário possível (RITZMAN e KRAJEWSKI,

2008).

As séries temporais podem manifestar tendências ou ciclos. A tendência pode indicar estabilidade, crescimento ou decréscimo. De acordo com as previsões de tendência as organizações podem ter um auxílio na tomada de decisão. Apesar da existência de várias técnicas para análise de tendência em análise de séries temporais este estudo limita-se a analisar uma versão do filtro *Hodrick-Prescott* (HP). A versão analisada no artigo é denominada de filtro L1, que foi sugerida por quatro professores da Universidade de *Stanford* (KIM et al. 2009).

Com isso, dada a possibilidade de presença de tendência em séries temporais, o objetivo deste artigo é estudar a análise técnica de filtragem propondo um método para estimar o parâmetro de suavização (λ , no caso do filtro L1), aplicando simulação via *Moving Blocks Bootstrap* (MBB), por exemplo, em dados de duas séries de preços de empresas com ações na bolsa de valores brasileira. Nelas será utilizado o melhor λ estimado, para realizar a previsão “*in sample*” e assim verificar a eficácia do modelo.

Este artigo é composto por esta introdução, por uma seção sobre a revisão da literatura, onde serão apresentados os conceitos que guiaram esta pesquisa, um tópico sobre os procedimentos metodológicos, seguido por um tópico com a discussão e apresentação dos resultados e finalizando com a conclusão.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Filtro L1

Extração de tendência é um assunto recorrente em Finanças e Economia, pois ao se extrair tendência constroem-se estratégias e comparam-se a sua eficiência. A separação de tendência das demais componentes da série pode ser alcançada por meio de técnicas de filtragem de tendência. Esta técnica pode ser realizada, por exemplo, tanto para explicar o comportamento passado dos preços como também para auxiliar na previsão de futuros retornos. Para explicar o comportamento dos preços passados, pode-se selecionar o modelo e os parâmetros que minimizam o erro da previsão passada. Agora se o objetivo for realizar previsão utilizando filtro de tendência, deverá ser suposto que a última tendência observada tenha influência nos retornos futuros dos ativos (BRUDER et al, 2011).

Um filtro empregado para análise de tendência, desenvolvido por Hodrick e Prescott (1997), é o filtro HP. Este filtro decompõe uma série temporal (y_t) em duas séries temporais, uma formada pelos componentes de sua tendência (x_t) e outra pela parte cíclica/aleatória (c_t) do sinal original:

$$y_t = x_t + c_t$$

Tal procedimento de remoção de tendência é feito através da seguinte expressão:

$$\left| \text{Min}_{y \in \mathbb{R}} \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (x_t - y_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^{T-1} (y_{t-1} - 2y_t + y_{t+1})^2 \right.$$

Em que o primeiro termo da equação mensura o tamanho do resíduo (medida de grau do ajuste). O segundo termo além de indicar a segunda diferença da série temporal, também determina o grau de suavidade. “T” é o tamanho da amostra e o “λ” é um parâmetro de suavização ou penalização. O λ se encontra no intervalo (0,∞). Quanto mais próximo de zero, significa que o filtro se aproxima dos dados reais da série e quanto maior for o seu valor o filtro tende a representar uma reta paralela ao eixo das abscissas (DAO, 2014).

A escolha do parâmetro de penalização (λ) não é trivial e é considerado um complicador para o uso do filtro HP, além de ser um problema de otimização não linear que requer recursos computacionais mais elevados (BRUDER et al, 2011).

Com o objetivo de melhorar a capacidade de estimação da tendência do filtro HP, Kim et al (2009), propuseram alterações na expressão da função objetivo:

$$\text{Min}_{y \in \mathbb{R}} \frac{1}{2} \sum_{t=0}^T (x_t - y_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^{T-1} |y_{t-1} - 2y_t + y_{t+1}|$$

Essa alteração penaliza as variações das tendências estimadas, além de produzir estimativas de tendências que são lineares, como poder ser visto no gráfico 1 e na figura 1.

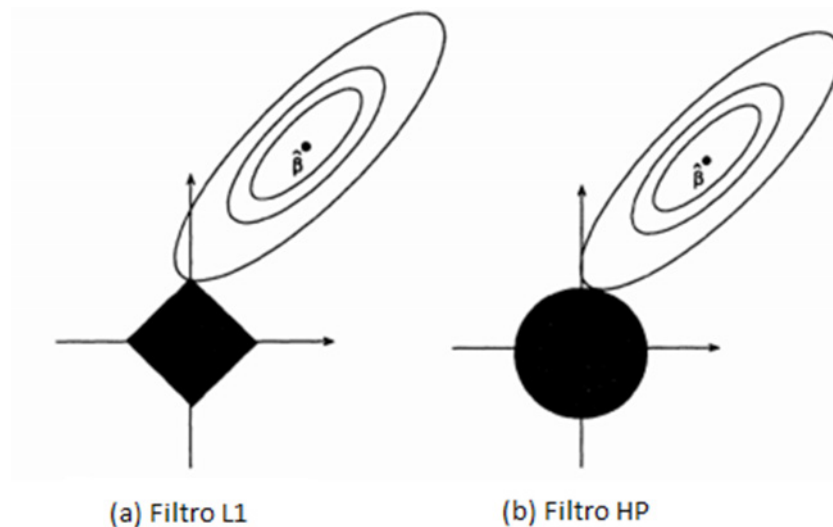


Figura 1: Comparação região viável filtro L1 com filtro HP
 Fonte: HASTIE, TIBSHIRANI e WAINWRIGHT (2015)

O filtro feito desta forma adota métodos de pontos interiores, o que requer menos esforço que o filtro HP na sua forma original, pois tendência obtida é o resultado de uma função linear por partes (KIM et al, 2009). Essa nova forma de estimar tendência é conhecida como filtro L1. No entanto, a dificuldade de se estimar o melhor parâmetro de suavização ainda continua (KIM et al. 2009).

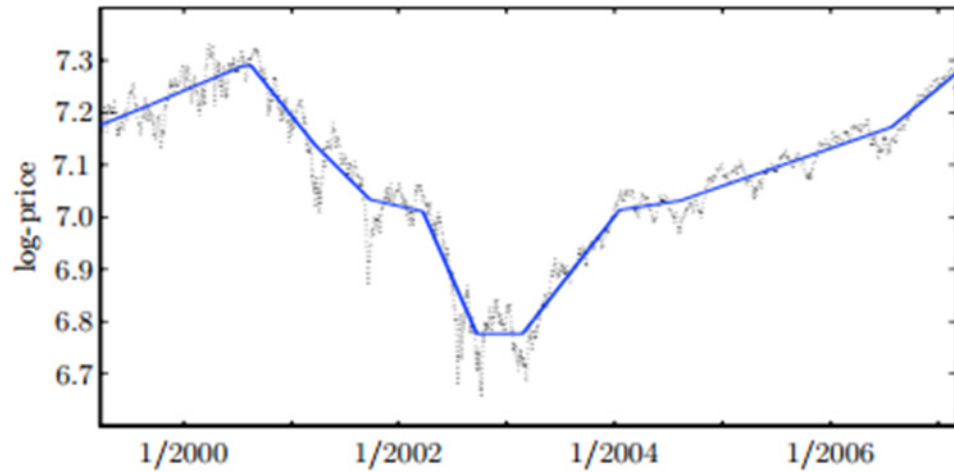


Gráfico 1: Filtro L1 Aplicado ao S&P 500

Fonte: Adaptado de Kim et al (2009)

2.2 Simulação via moving block bootstrap (MBB)

Segundo Alonso et al (2006) o *moving blocks bootstrap* é um método que produz uma maior quantidade de amostras, baseados nos dados originais, mantendo os mesmos critérios de dependência. O método é aplicado diretamente na série temporal, podendo ser utilizado com blocos de forma sobreposta ou não, porém necessita que os dados sejam estacionários (FARIA e NETO, 2014; ALONSO et al. 2006). A grande dificuldade da aplicação deste método, como destaca Evaristo (2010), é a escolha do tamanho dos blocos, pois não há uma regra conveniente para isto.

Pelo método MBB são criados, aleatoriamente, blocos de observações consecutivas. Para construir o MBB de uma série de tamanho “n” de um processo estacionário, primeiramente deve-se dividir esta série em “b” blocos de tamanho “l”, ou seja, $B_i = \{O_i, \dots, O_{i+l-1}\}$, para $1 \leq i \leq b$ e $b = n - l + 1$. Em seguida selecionam-se “k” blocos deste conjunto “b” por amostragem aleatória simples com reposição até chegar a uma quantidade de dados igual a “n” (tamanho da série original). Realizando o processo “p” vezes de maneira que se obtenha “p” amostras de tamanho “n” da série original (DANTAS e CYRINO OLIVEIRA, 2014).

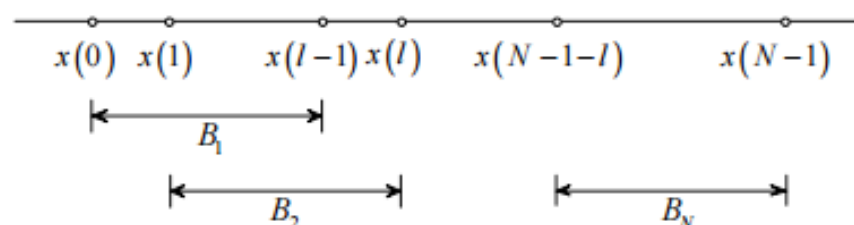


Figura 2: Escolha de blocos via moving block bootstrap

Fonte: Adaptado de Evaristo (2010)

2.3 Erro quadrático médio (EQM)

O erro quadrático médio (EQM) ou do inglês, *mean squared error* (MSE) conforme

Castro et al (2016) é definido como:

$$EQM = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{n}$$

N = quantidade total de observações da variável;

O_i = valor observado no tempo i ;

E_i = valor estimado para a variável no tempo i ;

O erro quadrático médio é um valor esperado que indica o quão distante, em média, o conjunto de estimativas está do parâmetro a ser estimado. O EQM avalia quantitativamente a precisão de um estimador. Quanto menor o valor do EQM, maior é a precisão da estimação, pois o estimador conseguiu minimizar a distância quadrática entre o valor real e o valor estimado. Por isso, ao utilizar o EQM deve-se escolher o estimador que fornece o menor valor para o erro quadrático médio (SATO et al. 2016).

3 | METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foram escolhidas duas séries de preços de ações diárias coletadas diretamente do banco de dados da *Bloomberg*. As séries escolhidas foram de empresas de ramos de atividades distintos. As empresas escolhidas como exemplo foram o Bradesco (*BBDC4 BZ Equity*) e Lojas Americanas (*LAME4 BZ Equity*). O período de análise foi o compreendido entre o período de janeiro de 2008 a janeiro de 2016 totalizando 2002 dados, a fim de captar a crise de 2008 e poder ter uma boa quantidade de anos, pois ao se estimar tendência o mais importante é que as séries sejam longas.

Os dados foram tratados com o auxílio do software estatístico R, na versão R-3.3.0. No software foram utilizados os pacotes *bootstrap*, *L1tf*, *tseries*, *MASS* e *stats*.

A primeira etapa da pesquisa consistiu em utilizar uma parte dos dados para se estimar o valor do parâmetro de suavização (λ). Os dados para o cálculo do λ que melhor se ajustaria à série ficaram compreendidos de janeiro de 2008 a dezembro de 2015, totalizando 1992 dados.

Em seguida criou-se um vetor com 20 valores para λ , variando de 0,05 a 1 em 0,05 em 0,05. Para cada amostra obtida via *Moving Block Bootstrap* (MBB) foi estimada a tendência, utilizando todos os 20 λ , com a seguinte função objetivo ponderada, com a finalidade de delimitar o intervalo dos possíveis valores para lambda (0,1):

$$\text{Min}_{y \in \mathbb{R}} (1 - \lambda) \sum_{t=1}^T (y_t - x_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} |x_{t-1} - 2x_t + x_{t+1}|$$

Para o cálculo do λ foram geradas 1000 amostras sintéticas da série via MBB, porém o MBB não foi aplicado diretamente na série, mas sim no resíduo da série por meio da decomposição STL (*Seasonal Trend Decomposition Using Loess*) do software R. Cada bloco sobreposto do MBB tinha tamanho 15, gerando uma amostra de 1992,

isto é, replicando-se a mesma quantidade de dados.

No entanto, devido ao método de otimização do filtro L1 requerer uma capacidade computacional elevada, as 1000 séries sintéticas foram divididas em quatro grupos iguais (250 séries cada). Para cada grupo aplicou-se o filtro em cada série utilizando cada um dos 20 λ . O λ escolhido foi o que gerou o menor EQM nos quatro grupos analisados.

A segunda parte da pesquisa consistia em verificar se a previsão da tendência, utilizando o λ estimado, estaria próxima do valor real. Esta previsão (“*in sample*”) foi realizada um passo a frente para os 10 primeiros dias úteis de janeiro de 2016 (04/01/2016 ao dia 15/01/2016), foi escolhido fazer um passo à frente, pois se pensou em uma estratégia diária, assim o tomador de decisão poderia rever sua posição diariamente e escolheu-se 10 dias numa perspectiva de acompanhar o processo de filtragem aproximadamente por duas semanas. A cada passo obtido um novo dado histórico (o dado real do passo $t+1$) era incorporado para ser utilizado como input para auxiliar na previsão do passo seguinte.

Para fazer a previsão simulou-se 1000 novas amostras utilizando o MBB de bloco com tamanho 15. Com essas amostras, estimou-se o preço um passo a frente pela equação $P_{t+1} = P_t \cdot e^{rt}$ (boot). Destes 1000 valores gerados utilizou-se o filtro nas séries $\ln(P_1, P_2, \dots, P_t, \hat{P}_{t+1}, j = 1, \dots, 1000)$ ¹ que retornasse a previsão com menor EQM. O valor retornado com menor EQM foi o escolhido para a previsão 1 passo a frente para a tendência.

Na figura 3 está representado o passo a passo desta pesquisa, mostrando as três etapas realizadas. Seleção de dados, estimação do parâmetro de suavização e previsão.

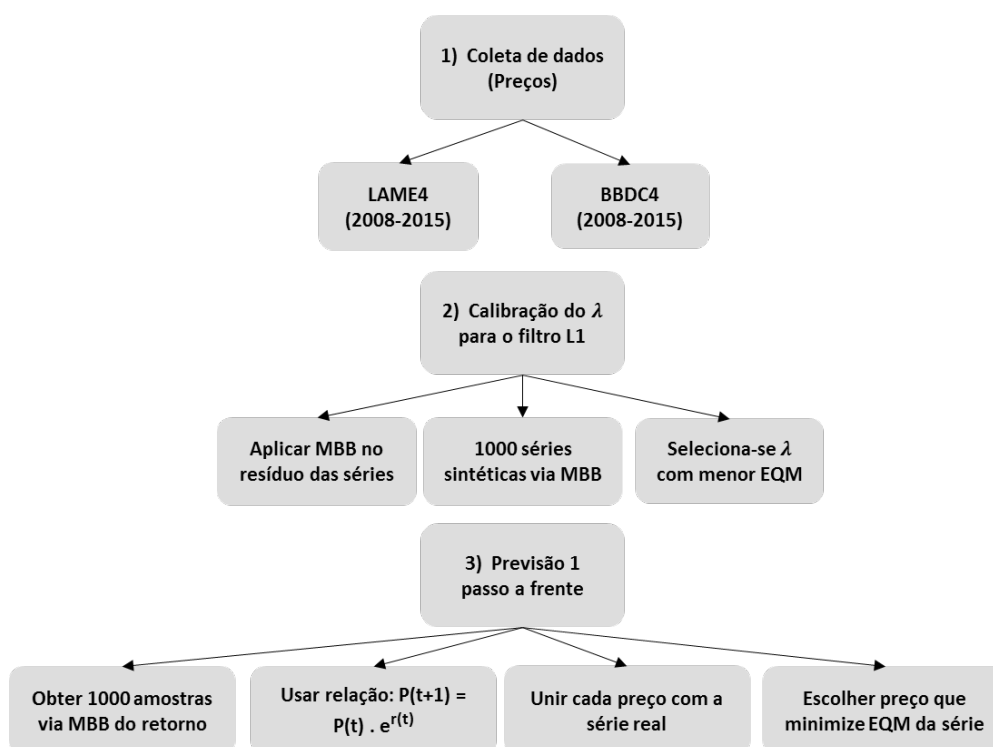


Figura 3: Processo metodológico do artigo

4 | RESULTADOS

Para cada uma das séries sintéticas geradas via MBB foi aplicado o filtro variando os 20 λ 's. Obteve-se 20 x 1000 x 1 = 20.000 EQMs para cada uma das séries. O menor EQM para a série do Bradesco foi registrado para o λ de valor 0,45 e para a série das Lojas Americanas foi o λ de 0,60.

Com estes λ s utilizou-se o filtro L1 nas séries a fim de observar o comportamento da tendência via parâmetro de suavização estimado. Pode-se notar o comportamento do filtro em cada série pelos gráficos 2 e 3.

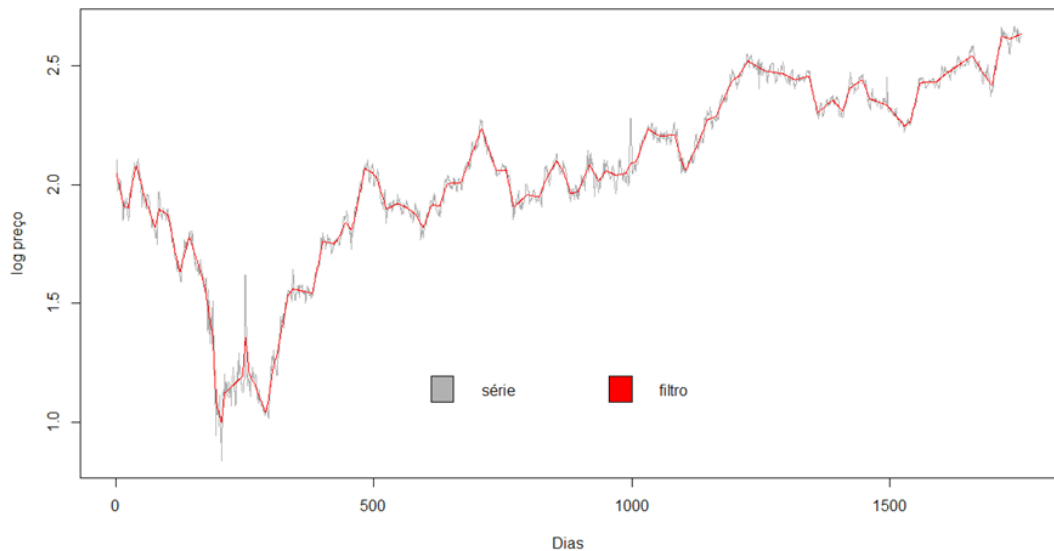


Gráfico 2: Série e filtro L1 para ações das LAME4

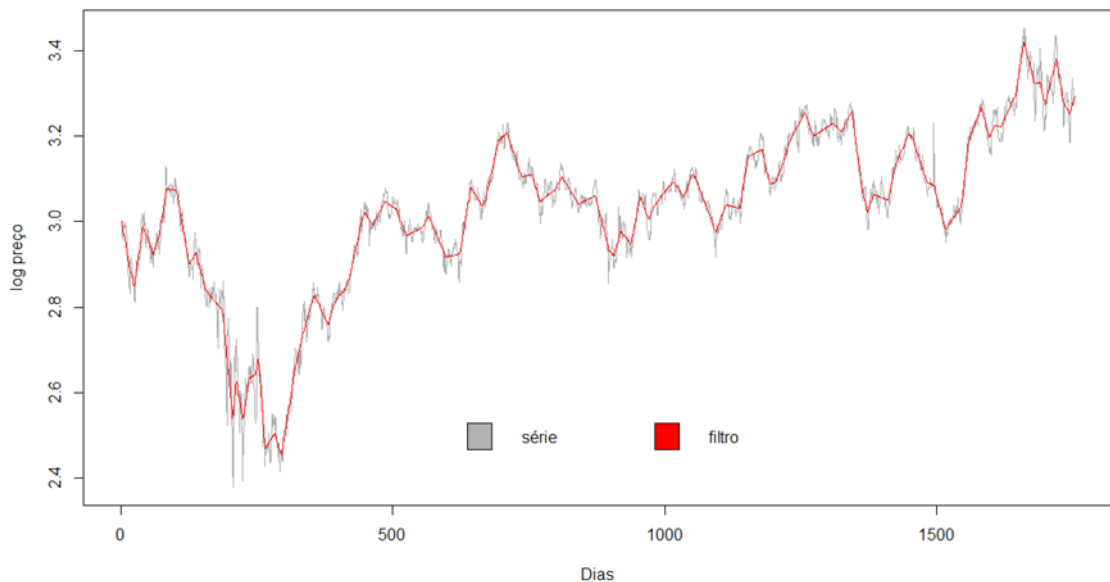


Gráfico 3: Série e Filtro L1 para ações do BBDC4

O filtro L1 tem como objetivo a modelagem da tendência da série e como pode ser visto em ambas as ações o filtro conseguiu ter um bom ajuste da tendência, pois tanto em momentos de queda quanto em momentos de alta ele captou tais variações.

Embora o filtro tenha conseguido captar a tendência, em alguns casos, mesmo a

série tendendo a diminuir existe a probabilidade de haver leves ocorrências de alta no meio da queda. De forma semelhante mesmo a série estando em uma tendência de alta podem existir a ocorrência de valores menores que os indicados pela tendência. Estas variações, por exemplo, o filtro L1 não consegue evidenciar.

A fim de aferir a eficácia do modelo realizou-se a previsão da tendência 1 passo a frente para 10 dias consecutivos. Foram escolhidos os 10 primeiros dias úteis no ano de 2016. A previsão foi realizada conforme descrito na seção 3 deste artigo. O resultado está ilustrado no gráfico 4 e no gráfico 5.

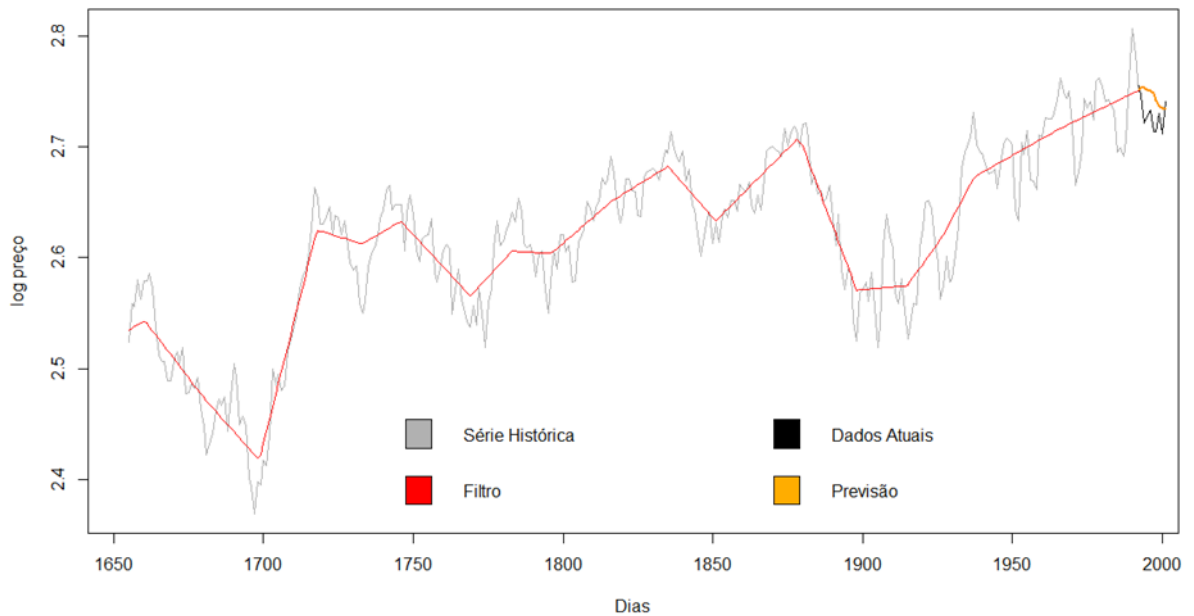


Gráfico 4: Previsão para série LAME4

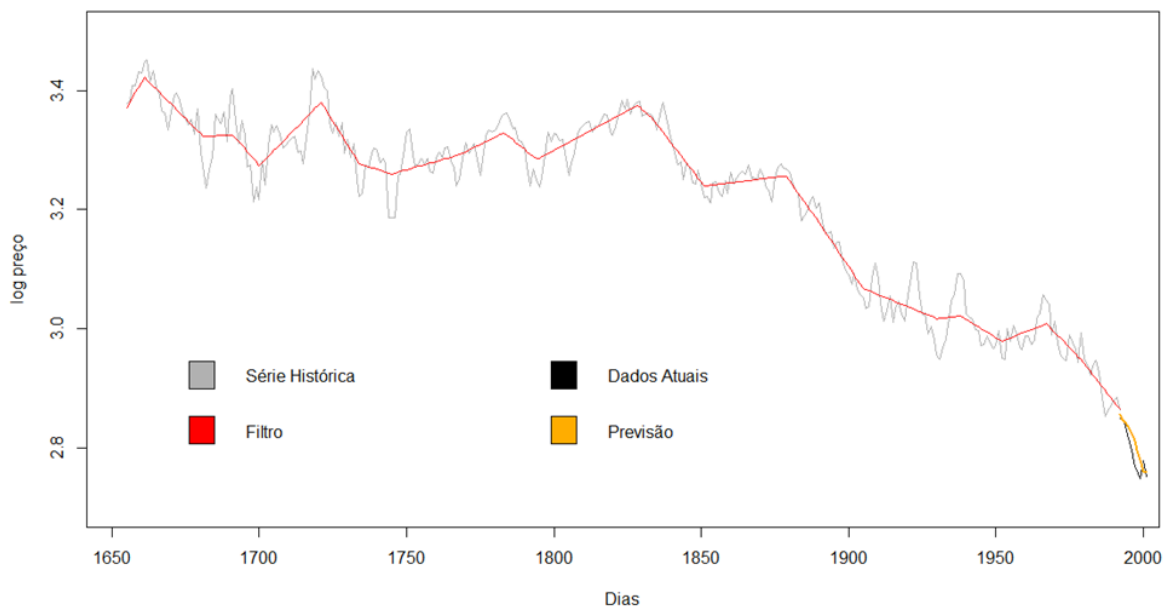


Gráfico 5: Previsão para série BBDC4

Como pode ser visto o filtro conseguiu captar a tendência de leve queda para a série LAME4 e de queda um pouco mais acentuada para a série da BBDC4, mostrando sua eficácia em captar a tendência da série e se apresentando como uma ferramenta que pode auxiliar na tomada de decisão.

Como pode ser visto o filtro conseguiu captar a tendência de leve queda para a série LAME4 e de queda um pouco mais acentuada para a série da BBDC4, mostrando sua eficácia em captar a tendência da série e se apresentando como uma ferramenta que pode auxiliar na tomada de decisão.

Americanas (LAME4)					Bradesco (BBDC4)				
Período	Real	Δ _Real	Previsão	Δ _Prev	Período	Real	Δ _Real	Previsão	Δ _Prev
04/01/2016	2.7553	S	2.7517	S	04/01/2016	2.7553	D	2.8568	D
05/01/2016	2.7462	D	2.7534	D	05/01/2016	2.7462	D	2.8486	S
06/01/2016	2.7213	D	2.7538	S	06/01/2016	2.7213	D	2.8426	S
07/01/2016	2.7279	S	2.7512	S	07/01/2016	2.7279	S	2.8349	S
08/01/2016	2.7333	S	2.7497	S	08/01/2016	2.7333	S	2.8246	S
11/01/2016	2.7136	D	2.7489	S	11/01/2016	2.7136	D	2.8124	S
12/01/2016	2.7136	D	2.7444	S	12/01/2016	2.7136	D	2.7970	S
13/01/2016	2.7306	S	2.7397	S	13/01/2016	2.7306	S	2.7809	S
14/01/2016	2.7114	D	2.7279	D	14/01/2016	2.7114	D	2.7305	D
15/01/2016	2.7408	S	2.7275	S	15/01/2016	2.7408	S	2.7590	S

Tabela 1: Comparação da variação entre o real e o previsto

A tabela acima foi confeccionada para verificar o quanto dos 10 dias a frente previstos estavam de acordo com o valor real. Nela pode ser visto o número de vezes que o filtro L1 conseguiu captar a tendência exata das séries estudadas.

A primeira coluna refere-se ao período de previsão, em seguida o logaritmo natural do preço real observado, na terceira coluna há a variação real de crescimento ou decréscimo da série, em que S significa que houve subida nos preços e D indica decréscimo dos mesmos. Na quarta coluna temos o valor da previsão obtida pelo filtro L1 e a última refere-se à captação do filtro com relação às tendências de crescimento ou queda em relação ao valor real no instante imediatamente anterior. Percebe-se que na série LAME4 o filtro conseguiu captar a tendência em 7 dos 10 pontos, enquanto para a série BBDC4 ele captou corretamente 6 dos 10 passos à frente.

Todavia, vale ressaltar que o filtro não consegue captar o valor exato do preço, logo ao realizar a previsão por este modelo deve-se ter a ciência de analisar apenas se a série está com viés de queda ou de alta. Pois devido a sua característica preditiva de tendência, o filtro L1 não é um bom estimador para o preço do passo a frente.

5 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposto um método para calibrar o parâmetro de suavização com o intuito de ajustar a tendência de séries temporais via filtro L1. O método proposto foi a simulação via *moving block bootstrap* tanto para a estimação do parâmetro de suavização quanto para o processo de previsão.

No método apresentado utilizou-se um total de 60.000 simulações, 40.000 para

a estimação do λ (20.000 para cada uma das séries) e 20.000 para a realização da previsão (10.000 para cada série). Contudo, este novo método demanda um poder computacional elevado, pois o otimizador, ao realizar o ajuste, precisou passar a série por cada um dos lambdas. O que tornou a execução da programação um tanto demorada.

Com base nos resultados gerados percebeu-se que o método conseguiu calibrar o parâmetro de suavização de tal forma que o filtro captou a tendência para ambas as séries de estudo e conseguiu registrar resultados relevantes, bem como, apresentar previsões em que não havia grande descolamento em relação ao valor real observado.

Sugere-se como trabalhos futuros a comparação do filtro L1, utilizando o método proposto neste artigo, com outros métodos de modelagem de tendência, como por exemplo, o filtro HP e o filtro de *Kalman*.

Outra proposta de estudo seria a elaboração de uma estratégia para, dada uma alocação de recursos em determinado ativo, o quanto se deve vender/comprar de acordo com as informações fornecidas pelo filtro. E após a elaboração da estratégia sugere-se a utilização da previsão “*in sample*” para avaliar os resultados desta estratégia, se com ela se conseguiria maximizar o lucro ou não. Unindo a esta estratégia, poderia se utilizar modelos de investimento em carteira (multivariado) ao invés de investimento em um único ativo (univariado) que foi o caso particular desta pesquisa. Assim, unindo a programação do filtro com uma estratégia de investimento pode-se auxiliar uma melhor tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Andrés M.; PEÑA, Daniel; ROMO, Juan. **Introducing model uncertainty by moving blocks bootstrap**. *Statistical Papers*, v. 47, n. 2, p. 167-179, 2006.

ANGELIS, Cristiano Trindade de et al. **Um estudo sobre os filtros Hodrick-Prescott e Baxter-King**. 2004.

BRESSAN, Aureliano Angel; DE LIMA, João Eustáquio. **Modelos de previsão de preços aplicados aos contratos futuros de boi gordo na BM&F**. *Nova Economia*, v. 12, n. 1, 2009.

BRUDER, Benjamin et al. **Trend filtering methods for momentum strategies**. Available at SSRN 2289097, 2011.

DA SILVEIRA CASTRO, Fábio et al. **Interpolação dos parâmetros do balanço hídrico climatológico considerando diferentes capacidades de água disponível no solo**. *nucleus*, v. 13, n. 2, 2016.

DANTAS, Tiago Mendes ; CYRINO OLIVEIRA, Fernando Luiz. **Previsão de velocidade de vento: uma abordagem utilizando bagging holt winters com decomposição stl**. in: xlvi simpósio brasileiro de pesquisa operacional, 2014, salvador. *anais do xlvi simpósio brasileiro de pesquisa operacional*, 2014.

DAO, Tung-Lam. **Momentum Strategies with L1 Filter**. *Journal of Investment Strategies*, v. 3, n. 4,

p. 1-26, 2014.

EVARISTO, Ronaldo Mendes. **Métodos de reamostragem de séries temporais baseados em wavelets**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo. 2010.

FARIA, Thais Mariane Biembengut; NETO, Anselmo Chaves. **Identificação de modelos ARMA pelo método Bootstrap**. RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 16, n. 1, 2014.

HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; WAINWRIGHT, Martin. **Statistical learning with sparsity: the lasso and generalizations**. CRC press, 2015.

HODRIK, R.J. and Prescott E.C. Postwar U.S. **Business Cycles: An Empirical Investigation**, *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), pp. 1-16, 1997.

KAYO, Eduardo Kazuo; SECURATO, José Roberto. **Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses**. *Cadernos de pesquisa em administração*, v. 1, n. 4, p. 51-61, 1997.

KIM, Seung-Jean et al. **ell₁ Trend Filtering**. *SIAM review*, v. 51, n. 2, p. 339-360, 2009.

RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

ROSSETTO, Marta et al. **Técnicas Qualitativas de Previsão de Demanda: um Estudo Multicasos com Empresas do Ramo de Alimentos**. VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2011.

SATO, Takanori; KANNO, Kazutaka; BUNSEN, Masatoshi. **Complex linear minimum mean-squared-error equalization of spatially quadrature-amplitude-modulated signals in holographic data storage**. *Japanese Journal of Applied Physics*, v. 55, n. 9S, p. 09SA08, 2016

SOBRE O ORGANIZADOR

MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-000-1

