

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

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



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
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. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
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. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-886-1 DOI 10.22533/at.ed.861192312 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Atualmente, a palavra “inovação” tem ganhado os mais variados significados. Dentre eles, a perspectiva de mudanças na forma de se deparar com problemas contemporâneos. Tomadas de decisões que resultem em soluções adequadas e - principalmente - inéditas, em níveis multifacetados, e que agreguem um valor qualitativo para o cotidiano do público ao qual é destinado são permissíveis, apenas, quando equipes com saberes interdisciplinares são sintetizadas. Assim, organizações, corporações, indústrias, empresas, equipes, indivíduos e a sociedade como um todo precisam ser estimuladas a criar e, portanto, pensar por vias da inovação. Pessoas com vários saberes são capazes de enxergar situações de forma mais ampla, propondo soluções mais adequadas e duradouras.

Aliada à premissa que os conhecimentos atrelados à diferentes perspectivas possuem mais amplitude e robustez no desembaraço de dilemas e conflitos contemporâneos, gerando de forma direta inovação na aglutinação do conhecimento inerente a diversos saberes com comunhão às Ciências Exatas e da Terra, a Atena Editora publica a Obra: “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes” que aborda em seus 27 capítulos, soluções para problemas contemporâneos, bem como novas perspectivas metodológicas e descritivas com caráter de excelência do ponto de vista técnico-científico.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas e da Terra ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma consolidada e pungente demanda por recursos humanos cada vez mais qualificados. Não obstante, as Ciências Exatas e da Terra estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade e com autonomia de raciocinar soluções inovadoras.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado a oferta de conhecimento para capacitação de recursos humanos através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais com as Ciências Exatas e da Terra, entremeados à busca do descobrimento por novos saberes, bem como a sociedade, como um todo, frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou o uso de soluções inovadoras ao longo da humanidade.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO NÍVEL SUPERIOR: TENSÃO SUPERFICIAL	
André de Azambuja Maraschin Natália Nara Janner Carlos Alberto Soares dos Santos Filho Morgana Welke Márcio Marques Martins	
DOI 10.22533/at.ed.8611923121	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NO CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Zilda Baratto Vendrame	
DOI 10.22533/at.ed.8611923122	
CAPÍTULO 3	17
AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DAS MICROCÁPSULAS DE GALACTOMANANA CONTENDO LICOPENO	
Francisco Valmiller Lima de Oliveira Antonia Fadia Valentim de Amorim Amanda Maria Barros Alves Adriele Sousa Silva Sonia Maria Costa Siqueira Raquel Santiago de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923123	
CAPÍTULO 4	22
CARBOXIMETILQUITOSANA COMO AGENTE BIOADSORVENTE DE ÍONS CD^{+2}	
João Lucas Isidio de Oliveira Almeida Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.8611923124	
CAPÍTULO 5	27
CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE	
Adriano Gomes de Castro Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura Barbara Cristina da Silva Leanne Silva de Sousa Juracir Francisco de Brito Darlisson Slag Neri Silva Francisco Cardoso Figueiredo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923125	

CAPÍTULO 6	40
CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ASTROBIOLOGIA	
Marcos Pedroso Rachel Zuchi Faria	
DOI 10.22533/at.ed.8611923126	
CAPÍTULO 7	53
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE BIODIESEL OBTIDAS POR TRANSESTERIFICAÇÃO ALCOÓLICA MISTA E CATÁLISE HOMOGÊNEA	
Danielly Nascimento Morais Igor Silva de Sá Eliane Kujat Fischer Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923127	
CAPÍTULO 8	65
ESTUDO COMPARATIVO DO CARDANOL E SEU ANÁLOGO NO TRATAMENTO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBRAMAE	
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia Katiany do Vale Abreu Danielle Maria Almeida Matos Maria Roniele Felix Oliveira Ana Luiza Beserra da Silva Sara Natasha Luna de Lima Carlucio Roberto Alves	
DOI 10.22533/at.ed.8611923128	
CAPÍTULO 9	75
ESTUDO DA AÇÃO CATALÍTICA DO COBRE II VIA CATÁLISE HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA EM PROCESSOS DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL	
Igor Silva de Sá Danielly Nascimento Morais Graciele Vieira Barbosa Eliane Kujat Fischer Eduardo Felipe De Carli Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923129	
CAPÍTULO 10	87
ESTUDO DA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE QUITOSANA COM ÓLEO DE <i>Eucalyptus citriodora</i>	
Emanuela Feitoza da Costa Weibson Paz Pinheiro André Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.86119231210	

CAPÍTULO 11 93

ESTUDO FITOQUÍMICO DE CLONES DE ELITE DE ESTÉVIA

Maria Rosa Trentin Zorzenon
Paula Moro
Heloísa Vialle Pereira Maróstica
Mariane Fernandes Maioral
Cler Antônia Jansen da Silva
Maysa Ariane Formigoni Fasolin
Antonio Sergio Dacome
Paula Gimenez Milani Fernandes
Silvio Claudio da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231211

CAPÍTULO 12 100

EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO RESÍDUO ALIMENTAR (EPICARPO DE UVA) COMO ADSORVENTE NO DESCORAMENTO DE SOLUÇÃO AQUOSA CONTENDO CORANTE VIOLETA CRISTAL

Ana Luiza Lêdo Porto
Gabriele Elena Scheffler
Kelly Vargas Treicha
Mariene Rochefort Cunha
Nilton Fabiano Gelos Mendes Cimirro
Flávio André Pavan

DOI 10.22533/at.ed.86119231212

CAPÍTULO 13 113

LUDICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA CONCEITUADA ESTRATÉGIA PARA O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Sharise Beatriz Roberto Berton
Maria Cecília Becel Roberto
Lusia Aparecida Becel
Makoto Matsushita
Elton Guntendorfer Bonafé
Milena do Prado Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.86119231213

CAPÍTULO 14 124

MAGNETOMETRIA DE IO, LUA DE JÚPITER

Pedro Henrique Leal Hernandez
Vinicius de Abreu Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86119231214

CAPÍTULO 15 136

O OLHAR QUÍMICO SOBRE A AUTOMEDICAÇÃO: A INTERDISCIPLINARIDADE DENTRO DE SALA DE AULA

Juracir Francisco de Brito
Angélica de Brito Sousa
Darlisson Slag Neri Silva
Samuel de Macêdo Rocha
Tiago Linus Silva Coelho
Hudson de Carvalho Silva

DOI 10.22533/at.ed.86119231215

CAPÍTULO 16 149

OBTENÇÃO DO HIDROGÊNIO PELA ELETRÓLISE E SUA IMPORTÂNCIA COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

José Erilanio Lacerda de Oliveira
Jonatan Raubergue Marques de Sousa
João Nogueira de Oliveira
Maria Elane Nunes
Claudia Maria Pinto da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231216

CAPÍTULO 17 158

OBTENÇÃO E ANÁLISES ORGANOLÉPTICAS DE BIOHIDROGEL DE GALACTOMANANA ADITIVADO COM NANOEMULSÃO DE ÓLEO DE URUCUM

Amanda Maria Barros Alves
Antonia Fadia Valentim de Amorim
Adriele Sousa Silva
Francisco Valmiller Lima de Oliveira
Sonia Maria Costa Siqueira
Raquel Santiago de Melo

DOI 10.22533/at.ed.86119231217

CAPÍTULO 18 164

PETROGRAFIA DA FÁCIES LEUCOGRANÍTICA DO GRANITO SANTO FERREIRA, CAÇAPAVA DO SUL, RS

João Pedro de Jesus Santana
Cristiane Heredia Gomes
Luis Fernando de Lara
Diogo Gabriel Sperandio

DOI 10.22533/at.ed.86119231218

CAPÍTULO 19 176

PRODUÇÃO DE BIODERIVADO DE BIOMASSA COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS

Ana Luiza Beserra da Silva
Katiany do Vale Abreu
Liange Reck
Maria Roniele Félix Oliveira
Stephany Swellen Vasconcelos Maia
Danielle Maria Almeida Matos
Carlucio Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.86119231219

CAPÍTULO 20 185

PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO EXTRATO DE JAMBO-VERMELHO (*Syzygium malaccense*) E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-ACETILCOLINÉRGICA

Micheline Soares Costa Oliveira
Beatriz Jales De Paula
Cristiane Duarte Alexandrino Tavares

DOI 10.22533/at.ed.86119231220

CAPÍTULO 21	194
RELAÇÃO DA ERODIBILIDADE E ATRIBUTOS DO SOLO EM UMA TRANSEÇÃO	
Thais Palumbo Silva	
Letiéri da Rosa Freitas	
Cláudia Liane Rodrigues de Lima	
Maria Cândida Moitinho Nunes	
Jânio dos Santos Barbosa	
Raí Ferreira Batista	
Suélen Matiasso Fachi	
DOI 10.22533/at.ed.86119231221	
CAPÍTULO 22	206
SONDAS GAMA PORTÁTEIS INTRAOPERATIVAS: IMPACTO DA METROLOGIA NA SUA APLICAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER ATRAVÉS DE LINFONODO SENTINELA	
Samara Silva de Carvalho Rodrigues	
Sérgio Augusto L. Souza	
Lídia Vasconcellos de Sá	
DOI 10.22533/at.ed.86119231222	
CAPÍTULO 23	213
UM APLICATIVO INTELIGENTE PARA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	
Camila Campos Colares das Dores	
Gerardo Valdisio Rodrigues Viana	
José Braga Lima Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.86119231223	
CAPÍTULO 24	218
UMA REFLEXÃO SOBRE A FÍSICA DENTRO DO CONTEXTO INTERDISCIPLINAR	
Lázaro Luis de Lima Sousa	
Luciana Angélica da Silva Nunes	
Jusciane da Costa e Silva	
Nayra Maria da Costa Lima	
DOI 10.22533/at.ed.86119231224	
CAPÍTULO 25	226
USO DE QUITOSANA E DERIVADO CARBOXIMETILADO COMO AGENTES DE REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DE ÁGUAS	
Raimundo Nonato Lima Júnior,	
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu,	
DOI 10.22533/at.ed.86119231225	
CAPÍTULO 26	232
USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA (p,d,q)	
Cleber Bisognin	
Letícia Menegotto	
DOI 10.22533/at.ed.86119231226	

CAPÍTULO 27	242
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA I	
Maria Claudia Teixeira Vieira Rodrigues	
Franciglauber Silva Bezerra	
Maria da Conceição Lobo Lima	
Djane Ventura de Azevedo	
Luisa Célia Melo Pacheco	
Francisco André Andrade de Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.86119231227	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	246
ÍNDICE REMISSIVO	247

USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA (p,d,q)

Data de aceite: 29/11/2019

Cleber Bisognin

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
Departamento de Estatística
Santa Maria – RS

Letícia Menegotto

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia
Porto Alegre - RS

RESUMO: Neste trabalho estamos interessados em estudar os processos ARFIMA (p,d,q) , mais especificamente comparamos alguns métodos de estimação dos parâmetros destes processos. Utilizamos o estimador proposto por Fox e Taquq (1986) e Whittle (1951), o estimador proposto por Beran (1995), o estimador proposto por Shimotsu e Phillips (2005). Além disso, também propomos, para os processos ARFIMA (p,d,q) , um novo estimador utilizando o método MCMC. Para comparação dos estimadores utilizamos o viés e erro quadrático médio. Na maioria dos casos estudados e simulados o estimador MCMC apresentou desempenho tão bom quanto ou melhor comparado com os estimadores Whittle, Beran e LW.

PALAVRAS-CHAVE: Processos ARFIMA, Longa Dependência, Estimação, Simulações

de Monte Carlo.

USE OF MCMC TO ESTIMATE THE PARAMETERS OF ARFIMA (p,d,q) PROCESS

ABSTRACT: In this work we are interested in studying the ARFIMA (p,d,q) processes, more specifically we compare some methods of estimating the parameters of these processes. We use the estimator proposed by Fox and Taquq (1986) and Whittle (1951), the estimator proposed by Beran (1995), the estimator proposed by Shimotsu and Phillips (2005). In addition, we also propose for the ARFIMA (p,d,q) processes a new estimator using the MCMC method. To compare the estimators we used the bias and mean square error. In most cases studied and simulated the MCMC estimator performed as well as or better compared to the Whittle, Beran and LW estimators.

KEYWORDS: ARFIMA process, Long Memory, Estimation, Monte Carlo Simulation.

1 | INTRODUÇÃO

O principal objetivo de se estudar uma série temporal é encontrar um modelo que nos possibilite fazer previsões sobre os futuros valores dessa série. Um dos modelos, amplamente utilizado com este objetivo,

é o proposto por G. E. P. Box e G. M. Jenkins na década de 70, que sugerem descrever uma série temporal na forma de polinômios: são os chamados modelos auto regressivo integrado média móvel, denotado por ARIMA (p,d,q) . A metodologia proposta consiste em identificar (estimar) os parâmetros do modelo e, posteriormente, analisar a adequação desse ajuste através da análise dos resíduos.

Neste trabalho estamos interessados em estudar séries temporais que apresentam a característica de longa dependência. A longa dependência é uma característica onde valores observados, de uma série temporal, em momentos distantes, são correlacionados. Esta característica foi identificada inicialmente por Hurst (1956) em seus estudos sobre a influência dos níveis do Rio Nilo na fertilidade de suas margens. Também podemos encontrar esta característica em séries temporais de diversas áreas como Economia, Genoma, entre outras. Vários processos foram propostos a fim de modelar séries temporais com esta característica. Mandelbrot e Ness (1968) apresentaram o fractional Brownian motion e o fractional Gaussian noise process. Hosking (1981) apresentou uma generalização do modelo ARIMA (p,d,q) , o chamado modelo autoregressivo fracionário integrado de média móvel, denotado por ARFIMA (p,d,q) . No caso dos modelos ARIMA (p,d,q) , o parâmetro $d \in \mathbb{N}$, para os modelos ARFIMA (p,d,q) , o parâmetro $d \in \mathbb{R}$. Neste trabalho, estamos interessados em estudar os modelos ARFIMA (p,d,q) com o parâmetro $d \in (0; 0,5)$. Quando $d \in (0; 0,5)$, o modelo ARFIMA (p,d,q) é utilizado para analisar séries temporais com longa dependência, quando $d \in (-0,5; 0)$ estamos na região de curta dependência e quando $d \in (0,5; 1)$, estamos na região de dependência intermediária.

2 | PROCESSOS ARFIMA (p,d,q)

Nesta seção definimos os processos Auto regressivos fracionariamente integrados de médias móveis denotados por ARFIMA (p,d,q) e apresentamos algumas de suas propriedades.

Definição 2.1. Seja $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ um processo estocástico que satisfaz a equação

$$\phi(B)(1 - B)^d(X_t - \mu) = \theta(B)\varepsilon_t, \text{ para } t \in \mathbb{Z} \quad (1)$$

onde μ é a média do processo, $\{\varepsilon_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ é um processo ruído branco, B é o operador defasagem ou de retardo, isto é, $B^k X_t = X_{t-k}$, d é o parâmetro ou grau de diferenciação, $\phi(\cdot)$ e $\theta(\cdot)$ são polinômios de ordem p e q , respectivamente dados por

$$\phi(z) = \sum_{\ell=1}^p (-\phi_\ell)z^\ell, \quad \theta(z) = \sum_{m=1}^q (-\theta_m)z^m, \quad (2)$$

com $\phi_i, 1 \leq i \leq p$, e $\theta_j, 1 \leq j \leq q$ pertencentes aos reais e $\phi_0 = 1 = \theta_0$.

Então o processo $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ é chamado de processo auto-regressivo fracionalmente integrado de média móvel de ordem (p, d, q) , denotado por ARFIMA (p, d, q) .

A seguir vamos apresentar propriedades fundamentais dos modelos ARFIMA (p, d, q) . A prova do teorema a seguir pode ser encontrada em Brockwell e Davis (1991). Sem perda de generalidade utilizamos $\mu = 0$.

Teorema 2.1. Seja $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ um processo ARFIMA (p, d, q) , dado pela Definição 2.1. Suponha que $d \in (-0,5; 0,5)$ e que as equações $\phi(z) = 0$ e $\theta(z) = 0$ não possuem raízes em comum e as suas raízes estão fora do círculo unitário. Então valem as seguintes afirmações.

(i) O processo estocástico $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ é estacionário e invertível e possui representações auto regressiva e média móvel infinitas dadas, respectivamente, por

$$\sum_{k \geq 0} \pi_k X_{t-k} = \varepsilon_t \text{ e } X_t = \sum_{k \geq 0} \psi_k \varepsilon_{t-k}$$

onde π_k e ψ_k são, respectivamente, os coeficientes de \mathcal{B}^k nas expansões

$$\pi(B) = \frac{\phi(B)}{\theta(B)} (1 - B)^d \text{ e } \psi(B) = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} (1 - B)^{-d}.$$

(ii) A função densidade espectral do $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ é dada por

$$f_X(\omega) = \frac{\sigma_\varepsilon^2 |\theta(e^{-i\omega})|^2}{2\pi |\phi(e^{-i\omega})|^2} \left[2 \operatorname{sen} \left(\frac{\omega}{2} \right) \right]^{-2d}, \text{ para todo } 0 < \omega \leq \pi. \quad (3)$$

Além disso, $\lim_{\omega \rightarrow 0} f_X(\omega) = \frac{\sigma_\varepsilon^2 |\theta(1)|^2}{2\pi |\phi(1)|^2} |\omega|^{-2d}$.

(iii) Quando $0 < d < 0,5$, as funções de autocovariância e autocorrelação assintóticas do processo $\{X_t\}_{t \in \mathbb{Z}}$ são dadas, respectivamente, por (quando $|k| \rightarrow \infty$)

$$\gamma_X(k) \sim c_\gamma(d, \phi, \theta) |k|^{2d-1},$$

onde

$$c_\gamma(d, \phi, \theta) = \frac{\sigma_\varepsilon^2 |\theta(1)|^2}{\pi |\phi(1)|^2} \Gamma(1 - 2d) \operatorname{sen}(\pi d)$$

e

$$\rho_X(k) \sim c_\rho(d, \phi, \theta) |k|^{2d-1},$$

onde

$$c_\rho(d, \phi, \theta) = \frac{c_\gamma(d, \phi, \theta)}{\int_{-\pi}^{\pi} f_X(\omega) d\omega}.$$

Maiores detalhes sobre os processos ARFIMA (p,d,q) podem ser encontrados em Hosking (1981) e Brockwell e Davis (1991).

3 I ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS

Na literatura de séries temporais com propriedade de longa dependência existem diversos métodos para a estimação dos parâmetros. Em geral, os estimadores podem ser semi-paramétricos e paramétricos. Neste trabalho utilizaremos o estimador proposto por Fox e Taqqu (1986) e Whittle (1951) no qual utiliza o método da função de máxima verossimilhança aproximada e é denotado por *Whittle*, o estimador proposto por Beran (1995) que utiliza a representação autoregressiva infinita do processo e o estimador proposto por Shimotsu e Phillips (2005) que utiliza o comportamento da função densidade espectral próximo da origem, denotado por LW (*Local Whittle*). Também propomos um novo estimador utilizando o método MCMC para estimar os parâmetros do processo ARFIMA (p,d,q) via estimador de Whittle. Por serem estimadores bastante conhecidos na literatura de séries temporais com longa dependência apresentamos apenas o estimador MCMC.

3.1 Estimador Whittle MCMC

Neste método para calcular o estimador de verossimilhança utilizando a aproximação de Whittle utilizamos o método de Monte Carlo baseado em Cadeias de Markov. Seja C uma constante tal que $C = \int_{-\pi}^{\pi} I_n(\lambda) d\lambda$. Assim, temos que a equação

$$\sigma_n^2(\boldsymbol{\eta}) = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{I_n(\lambda)}{f_X(\lambda, \boldsymbol{\eta})} d\lambda, \quad (4)$$

pode ser escrita como

$$\sigma_n^2(\boldsymbol{\eta}) = C \int_{-\pi}^{\pi} \frac{f(\lambda)}{f_X(\lambda, \boldsymbol{\eta})} d\lambda = C \mathbb{E} \left(\frac{1}{f_X(\lambda, \boldsymbol{\eta})} \right), \quad (5)$$

onde $f(\lambda) = \frac{1}{C} I_n(\lambda)$ é a função densidade em $[-\pi, \pi]$, $I_n(\cdot)$ é a função periodograma e $f_X(\lambda, \cdot)$ é a função densidade espectral dos processos ARFIMA (p,d,q) dada pela Equação 3. O valor esperado na Equação 5 pode ser aproximado pela média empírica

$$\bar{\sigma}_n^2(\boldsymbol{\eta}) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{1}{f_X(\lambda_j, \boldsymbol{\eta})}, \quad (6)$$

onde N é suficientemente grande para satisfazer a lei dos grandes números.

Aqui consideramos $N = 10000$ e o algoritmo de Metropolis-Hastings para gerar a amostra $(\lambda_1, \dots, \lambda_N)$ como segue

- i) Gerar λ_k para $k \in \{1, \dots, N\}$;
- ii) Gerar Y_k de uma distribuição uniforme no intervalo $[-\pi, \pi]$ e denote o valor obtido por y_k , para $k \in \{1, \dots, N\}$;
- iii) Tome

$$\lambda_{k+1} = \begin{cases} y_k, & \text{com probabilidade } p(\lambda_k, y_k), \\ \lambda_k, & \text{com probabilidade } 1 - p(\lambda_k, y_k), \end{cases}$$

onde $p(\lambda_k, y_k) = \min \left\{ \frac{f(y_k)}{f(\lambda_k)}, 1 \right\} = \min \left\{ \frac{I_n(y_k)}{I_n(\lambda_k)}, 1 \right\}$. Então, o estimador para $\boldsymbol{\eta}$, denotado por MCMC, é o valor $\hat{\boldsymbol{\eta}}$ o qual minimiza a Equação 6 com respeito a $\boldsymbol{\eta}$. Maiores detalhes sobre o algoritmo de Metropolis-Hastings ver Gilks et al. (1998). Ndongo et al. (2010) consideram este método para estimar os parâmetros dos processos ARFISMA $(0, d, 0) \times (0, D, 0) - S\alpha S$.

4 | SIMULAÇÕES DE MONTE CARLO

Nesta subseção apresentamos os resultados de simulações de Monte Carlo, mais especificamente da estimação dos parâmetros do processo ARFIMA (p, d, q) . Todas as simulações realizadas neste trabalho foram realizadas através do *R Core Team (2018)*. Cada estatística provém de $re = 500$ replicações com $n \in \{250, 500, 1000\}$, $d \in \{0,05; 0,3; 0,45\}$, $p \in \{0; 1\}$, $q \in \{0; 1\}$, $\phi_1 \in \{-0,5; 0; 5\}$ e $\theta_1 \in \{-0,5; 0,5\}$. No caso do estimador de Shimotsu e Phillips (2005), necessitamos especificar o número de frequências de Fourier serão utilizadas na estimação dos parâmetros. O número de frequências utilizadas é dado por $m = n^\beta$. Nestas simulações utilizamos $\beta \in \{0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85\}$. As Tabelas 1 a 6 apresentam os resultados de simulação de Monte Carlo na estimação dos parâmetros dos processos ARFIMA (p, d, q) utilizando os estimadores LW, Whittle, Beran e MCMC. Para vias de comparação são utilizadas as medidas: média, vício e EQM.

β	n	d=0,05			d=0,3			d=0,45		
		Média	Vício	EQM	Média	Vício	EQM	Média	Vício	EQM
0,60	250	0,1094	0,0594	0,0098	0,2878	-0,0122	0,0137	0,4213	-0,0287	0,0098
	500	0,0888	0,0388	0,0052	0,2969	-0,0031	0,0081	0,4376	-0,0124	0,0052
	1000	0,0746	0,0246	0,0031	0,2994	-0,0006	0,0052	0,4452	-0,0048	0,0029
0,65	250	0,0948	0,0448	0,0063	0,2896	-0,0104	0,0104	0,4260	-0,0240	0,0070
	500	0,0819	0,0319	0,0040	0,2970	-0,0030	0,0062	0,4418	-0,0082	0,0039
	1000	0,0663	0,0163	0,0021	0,3001	0,0001	0,0032	0,4468	-0,0032	0,0024
0,70	250	0,0830	0,0330	0,0043	0,2874	-0,0126	0,0078	0,4289	-0,0211	0,0056
	500	0,0727	0,0227	0,0028	0,2967	-0,0033	0,0041	0,4422	-0,0078	0,0030
	1000	0,0621	0,0121	0,0015	0,3003	0,0003	0,0021	0,4477	-0,0023	0,0019
0,75	250	0,0760	0,0260	0,0032	0,2869	-0,0131	0,0056	0,4305	-0,0195	0,0044
	500	0,0644	0,0144	0,0018	0,2948	-0,0052	0,0029	0,4423	-0,0077	0,0023
	1000	0,0561	0,0061	0,0011	0,2980	-0,0020	0,0016	0,4469	-0,0031	0,0015
0,80	250	0,0683	0,0183	0,0023	0,2819	-0,0181	0,0044	0,4264	-0,0236	0,0039
	500	0,0594	0,0094	0,0014	0,2902	-0,0098	0,0021	0,4387	-0,0113	0,0019
	1000	0,0524	0,0024	0,0008	0,2935	-0,0065	0,0012	0,4429	-0,0071	0,0011
0,85	250	0,0595	0,0095	0,0015	0,2716	-0,0284	0,0037	0,4121	-0,0379	0,0043
	500	0,0540	0,0040	0,0010	0,2807	-0,0193	0,0018	0,4257	-0,0243	0,0021
	1000	0,0490	-0,0010	0,0006	0,2865	-0,0135	0,0010	0,4315	-0,0185	0,0012

Tabela 1: Resultados de estimação para um processo ARFIMA (p,d,q) utilizando o estimador LW, quando $p = 0 = q$, $d \in \{0,05; 0,3; 0,45\}$, $\beta \in \{0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85\}$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

n	Whittle			Beran			MCMC		
	Média	Vício	EQM	Média	Vício	EQM	Média	Vício	EQM
d=0,05									
250	0,0632	0,0132	0,0017	0,0475	-0,0025	0,0006	0,0611	0,0111	0,0015
500	0,0556	0,0056	0,0010	0,0481	-0,0019	0,0003	0,0562	0,0062	0,0010
1000	0,0496	-0,0004	0,0005	0,0461	-0,0039	0,0005	0,0500	0,0000	0,0006
d=0,3									
250	0,2954	-0,0046	0,0031	0,2798	-0,0202	0,0034	0,2981	-0,0019	0,0028
500	0,2993	-0,0007	0,0014	0,2906	-0,0094	0,0015	0,2992	-0,0008	0,0015
1000	0,3009	0,0009	0,0007	0,2960	-0,0040	0,0007	0,3011	0,0011	0,0008
d=0,45									
250	0,4442	-0,0058	0,0024	0,4304	-0,0196	0,0030	0,4508	0,0008	0,0023
500	0,4519	0,0019	0,0012	0,4429	-0,0071	0,0013	0,4539	0,0039	0,0013
1000	0,4533	0,0033	0,0007	0,4473	-0,0027	0,0007	0,4535	0,0035	0,0008

Tabela 2: Resultados de estimação para um processo ARFIMA (p,d,q) utilizando os estimadores Whittle, Beran e MCMC quando $p = 0 = q$, $d \in \{0,05; 0,3; 0,45\}$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

	Whittle			Beran			MCMC		
	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$
n=250									
Média	-0,5023	0,2505	0,4359	-0,5024	0,2265	0,4252	-0,5023	0,2709	0,4543
Vício	-0,0023	-0,0495	-0,0641	-0,0024	-0,0735	-0,0748	-0,0023	-0,0291	-0,0457
EQM	0,0052	0,0167	0,0256	0,0053	0,0231	0,0314	0,0051	0,0144	0,0227
n=500									
Média	-0,4974	0,2730	0,4694	-0,4997	0,2452	0,4472	-0,4977	0,2838	0,4780
Vício	0,0026	-0,0270	-0,0306	0,0003	-0,0548	-0,0528	0,0023	-0,0162	-0,0220
EQM	0,0028	0,0107	0,0148	0,0028	0,0142	0,0180	0,0031	0,0108	0,0148
n=1000									
Média	-0,4999	0,2881	0,4865	-0,5013	0,2668	0,4679	-0,5016	0,2931	0,4897
Vício	0,0001	-0,0119	-0,0135	-0,0013	-0,0332	-0,0321	-0,0016	-0,0069	-0,0103
EQM	0,0012	0,0057	0,0075	0,0017	0,0067	0,0090	0,0015	0,0062	0,0087

Tabela 3: Resultados de estimação para um processo ARFIMA (p,d,q) utilizando os estimadores Whittle, Beran e MCMC quando $p = 1 = q$, $d = 0,3$, $\phi_1 = -0,5$, $\theta_1 = 0,5$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

	Whittle		Beran		MCMC	
	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}
$\phi_1 = 0,5$						
n=250						
Média	0,5081	0,2809	0,4295	0,2620	0,5083	0,2850
Vício	0,0081	-0,0191	-0,0705	-0,0380	0,0083	-0,0150
EQM	0,0169	0,0165	0,1366	0,0245	0,0164	0,0146
n=500						
Média	0,4985	0,2929	0,4122	0,2800	0,4982	0,2950
Vício	-0,0015	-0,0071	-0,0878	-0,0200	-0,0018	-0,0050
EQM	0,0122	0,0119	0,1410	0,0190	0,0134	0,0113
n=1000						
Média	0,5066	0,2896	0,4576	0,2856	0,5032	0,2945
Vício	0,0066	-0,0104	-0,0424	-0,0144	0,0032	-0,0055
EQM	0,0081	0,0075	0,0659	0,0126	0,0089	0,0075
$\phi_1 = -0,5$						
n=250						
Média	-0,4944	0,2937	-0,4855	0,2724	-0,4947	0,2980
Vício	0,0056	-0,0063	0,0145	-0,0276	0,0053	-0,0020
EQM	0,0046	0,0046	0,0049	0,0054	0,0046	0,0043
n=500						
Média	-0,4948	0,2947	-0,4898	0,2830	-0,4949	0,2969
Vício	0,0052	-0,0053	0,0102	-0,0170	0,0051	-0,0031
EQM	0,0024	0,0022	0,0025	0,0025	0,0026	0,0022
n=1000						

Média	-0,4993	0,2994	-0,4971	0,2904	-0,4992	0,2998
Vício	0,0007	-0,0006	0,0029	-0,0096	0,0008	-0,0002
EQM	0,0011	0,0009	0,0010	0,0010	0,0013	0,0011

Tabela 4: Resultados de estimação para um processo ARFIMA (p,d,q) utilizando os estimadores Whittle, Beran e MCMC quando $p = 1, q = 0, d = 0,3, \phi_1 \in \{-0,5; 0,5\}$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

	Whittle		Beran		MCMC	
	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$
$\theta_1 = 0,5$						
n=250						
Média	0,2606	0,4577	0,2266	0,4335	0,2672	0,4610
Vício	-0,0394	-0,0423	-0,0734	-0,0665	-0,0328	-0,0390
EQM	0,0163	0,0191	0,0223	0,0252	0,0142	0,0173
n=500						
Média	0,2821	0,4777	0,2551	0,4569	0,2852	0,4798
Vício	-0,0179	-0,0223	-0,0449	-0,0431	-0,0148	-0,0202
EQM	0,0110	0,0126	0,0142	0,0172	0,0089	0,0109
n=1000						
Média	0,2932	0,4921	0,2717	0,4740	0,2921	0,4898
Vício	-0,0068	-0,0079	-0,0283	-0,0260	-0,0079	-0,0102
EQM	0,0059	0,0069	0,0068	0,0082	0,0056	0,0068
$\theta_1 = -0,5$						
n=250						
Média	0,2998	-0,4959	0,2961	-0,4342	0,3013	-0,4942
Vício	-0,0002	0,0041	-0,0039	0,0658	0,0013	0,0058
EQM	0,0042	0,0051	0,0076	0,0766	0,0044	0,0060
n=500						
Média	0,2991	-0,4980	0,3059	-0,4360	0,3020	-0,4983
Vício	-0,0009	0,0020	0,0059	0,0640	0,0020	0,0017
EQM	0,0023	0,0025	0,0055	0,0657	0,0025	0,0033
n=1000						
Média	0,2993	-0,4993	0,3120	-0,4264	0,2992	-0,5015
Vício	-0,0007	0,0007	0,0120	0,0736	-0,0008	-0,0015
EQM	0,0010	0,0012	0,0046	0,0729	0,0013	0,0020

Tabela 5: Resultados de estimação para um processo ARFIMA utilizando os estimadores Whittle, Beran e MCMC quando $p = 0, q = 1, d = 0,3, \theta_1 \in \{-0,5; 0,5\}$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

	Whittle			Beran			MCMC		
	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\phi}_1$	\hat{d}	$\hat{\theta}_1$
n=250									
Média	0,5111	0,2711	-0,4890	0,3556	0,2885	-0,4681	0,5124	0,2755	-0,4876
Vício	0,0111	-0,0289	0,0110	-0,1444	-0,0115	0,0319	0,0124	-0,0245	0,0124
EQM	0,0196	0,0187	0,0062	0,2045	0,0272	0,0774	0,0186	0,0140	0,0112
n=500									
Média	0,5127	0,2759	-0,4927	0,3890	0,2884	-0,4866	0,5002	0,2867	-0,5040
Vício	0,0127	-0,0241	0,0073	-0,1110	-0,0116	0,0134	0,0002	-0,0133	-0,0040
EQM	0,0144	0,0130	0,0029	0,1590	0,0213	0,0450	0,0176	0,0111	0,0095
n=1000									
Média	0,5086	0,2856	-0,4978	0,4327	0,2848	-0,4703	0,4950	0,2966	-0,5076
Vício	0,0086	-0,0144	0,0022	-0,0673	-0,0152	0,0297	-0,0050	-0,0034	-0,0076
EQM	0,0077	0,0071	0,0013	0,1189	0,0144	0,0533	0,0114	0,0072	0,0071

Tabela 6: Resultados de estimação para um processo ARFIMA (p,d,q) utilizando os estimadores Whittle, Beran e MCMC quando $p = 1 = q$, $d = 0,3$, $\phi_1 = 0,5$, $\theta_1 = -0,5$ e $n \in \{250, 500, 1000\}$.

5 | CONCLUSÕES

No casos da estimação do parâmetro d dos processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 0 = q$, o estimador LW (*Local Whittle*), ver Tabela 1, obteve os melhores resultados $d = 0,05$ quando $\beta \in \{0,8; 0,85\}$, independente do tamanho de n . Para $d = 0,3$ todas as simulações apresentam bons resultados. Para $d = 0,45$, as estimativas apresentam um vício maior, independente do tamanho amostral e de β . Comparando as estimativas de LW com os outros estimadores, quando $\beta \in \{0,8; 0,85\}$, as estimativas são equivalentes e apresentem semelhante EQM's.

Para os processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 0 = q$, ver Tabela 2, comparando o estimador MCMC com os estimadores Beran, Whittle, em relação ao EQM, o estimador MCMC possui EQM muito semelhante aos estimadores Whittle e Beran. Em relação ao vício, na maioria dos casos possui o vício um pouco menor em relação ao Whittle. Em comparação com o estimador Beran, para d pequeno possui vício um pouco maior, mas quando d cresce, o estimador MCMC possui menor vício.

Para os processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 1 = q$, nos casos em que $\phi_1 = -0,5$ e $\theta_1 = 0,5$, ver Tabela 3, o estimador MCMC apresenta melhores resultados, no sentido de menor vício, EQM, que o estimador BERAN, para todos os tamanhos amostrais, resultados melhores que o estimador Whittle para amostras de tamanho $n \in \{250, 500\}$ e resultados semelhantes aos do Whittle quando $n = 1000$.

Analisando a estimação dos parâmetros dos processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 1$, $q = 0$ e $d = 0,3$, nos casos em que $\phi_1 = 0,5$, ver Tabela 4, o estimador MCMC

apresenta melhores resultados, no sentido de menor vício, e EQM, que o estimador Beran, para todos os tamanhos amostrais, e resultados semelhantes aos do Whittle para todos os tamanhos amostrais. Para $\phi_1 = -0,5$, o estimador MCMC apresenta melhores resultados que Beran para todos os tamanhos amostrais no sentido de menor vício, e resultados parecidos aos obtidos com o estimador de Whittle em todos os quesitos e em todos os tamanhos amostrais.

Para os processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 0$, $q = 1$ e $d = 0,3$, nos casos em que $\theta_1 = 0,5$, ver Tabela 5, o estimador MCMC apresenta melhores resultados, no sentido de menor vício e EQM, que o estimador Beran, para todos os tamanhos amostrais. Quando comparado com o estimador de Whittle, MCMC é melhor estimador no sentido de menor vício, EQM e variância quando $n \in \{250, 500\}$ e resultados semelhantes aos do Whittle quando $n = 1000$. Quando $\theta_1 = -0,5$, o estimador MCMC é melhor em todos os sentidos e tamanhos amostrais que o Beran, e possui resultados parecidos com os de Whittle para todos os tamanhos amostrais.

Para os processos ARFIMA (p,d,q) , com $p = 1 = q$, nos casos em que $\phi_1 \in \{-0,5; 0,5\}$ e $\theta_1 \in \{-0,5; 0,5\}$, ver Tabela 3 e 6, o estimador MCMC, em geral, apresenta melhores resultados, no sentido de menor vício e EQM, que o estimador Beran, para todos os tamanhos amostrais e resultados semelhantes que o estimador Whittle para amostras de todos os tamanhos.

REFERÊNCIAS

BERAN, Jan. **Maximum likelihood estimation of the differencing parameter for invertible short and long memory autoregressive integrated moving average models**. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), v. 57, n. 4, p. 659-672, 1995.

BROCKWELL, Peter J.; DAVIS, Richard A.; FIENBERG, Stephen E. **Time Series: Theory and Methods**. Springer Science & Business Media, 1991.

FOX, Robert; TAQQU, Murad S. **Large-sample properties of parameter estimates for strongly dependent stationary Gaussian time series**. The Annals of Statistics, p. 517-532, 1986.

HOSKING, J. R. M. **Fractional differencing**. Biometrika 68 165–176. Mathematical Reviews (MathSciNet): MR614953 Zentralblatt MATH, v. 464, 1981.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SHIMOTSU, Katsumi et al. **Exact local Whittle estimation of fractional integration**. The Annals of Statistics, v. 33, n. 4, p. 1890-1933, 2005.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012. Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 185, 187, 190, 192
Adsorção 22, 23, 24, 25, 26, 79, 81, 82, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111
Algoritmo exato 213
Análise estatística 87, 88, 90
Análise química 9
Antioxidante 27, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 55, 72, 93, 94, 96, 98, 159, 185, 187, 189, 191, 192, 193
Astrobiologia 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Astronomia 40, 42, 43, 45, 46, 51, 135
Automedicação 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148
Azo-composto 66, 74

B

Biocoagulantes 226, 227, 229
Biocombustível 53, 54, 61, 75, 76, 77
Biodiesel 8, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 84, 85, 86, 178, 182, 183
Biohidrogel 158, 159, 160, 161
Biossurfactante 176, 179, 180, 181, 182, 183

C

Cádmio 22, 23, 25
Caixeiro viajante 213, 214, 215
Carboximetilação 22, 23
Catálise 53, 55, 56, 62, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84
Combustível alternativo 54, 149
Composição centesimal 94, 95, 98
Constituintes químicos e bioquímicos 94
Contextualização 136, 137, 138, 139, 147, 148
Curso de extensão 40, 46

E

Eletrólise da água 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157
Emulsões 87, 88, 89, 90, 91, 159
Encapsulamento 20, 87
Energia limpa e renovável 149
Ensino-aprendizagem 113, 116, 121, 137, 138, 145, 224, 243
Ensino de química 1, 122, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 145, 147, 148, 242, 243
Ensino fundamental I 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121
Epicarpo de uva 100
Estabilidade oxidativa 27, 28, 31, 32, 36, 37
Estimação 232, 235, 236, 237, 238, 239, 240

F

Física 44, 47, 69, 88, 122, 135, 193, 206, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 245
Físico-química 1, 3, 21, 88, 228
Fitoquímicos 95, 98, 185, 186, 187, 188, 189
Folhas de jambo 185, 188, 191, 192, 193
Fontes alternativas 150, 176, 181
Formação de professores 40
Fungicida 65, 66, 69, 73

G

Granitoides 164, 165, 166, 168, 170, 173
Granito santo ferreira 164, 165, 166, 167, 169, 171

H

Hidrogênio 7, 24, 69, 110, 145, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 244

I

Interdisciplinaridade 42, 51, 136, 137, 139, 143, 145, 146, 210, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225

J

Júpiter 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 134, 135

L

Leucogranitos 164
Licopeno 17, 18, 19, 20
Longa dependência 232, 233, 235
Ludicidade 113, 114, 115, 116, 121, 122

M

Magnetometria 124, 125, 126, 128, 129
Materiais alternativos 242, 243, 245
Material didático digital 1, 3, 7
Matéria orgânica 80, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 227
Medicina nuclear 206, 207, 208, 210, 211
Microcápsulas 17, 18, 19, 20
Mistura de álcoois 53, 56
Multiconhecimento 218

N

Nanoemulsão 158, 160, 161, 162

O

Óleo de soja 28, 53, 56, 58, 59, 60, 62, 75, 76, 79, 82, 83, 180, 181, 182
Óleo de urucum 158, 159, 162

P

Perda de solo 194, 195, 200, 201
Petrografia 164, 166, 170
Pinhão-manso 27, 28, 30, 37
Planetário 40, 46, 51
Práticas de química orgânica 62, 242, 243
Processos arfima 232
Propriedades físico-químicas 53, 61

Q

Quitosana 22, 23, 24, 25, 26, 87, 88, 89, 90, 91, 162, 226, 227, 228, 229, 230

R

Raio-x 9, 11, 14
Rancimat 27, 28, 31, 38
Remoção de cor 100, 105, 106, 107, 108, 226
Reprodutibilidade 206, 207, 208, 211
Roteirização 213, 214, 215, 217

S

Simulações de monte carlo 232, 236
Sistema júpiter 124, 127, 129
Solo 9, 11, 12, 15, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204
Solução aquosa 29, 100, 105, 106, 111, 189
Sonda gama 206, 207, 208, 209, 210, 211
Stevia rebaudiana 93, 94, 95, 96, 99

T

Tensão superficial 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 176, 177, 179, 180, 181, 182
Tipo de álcool 56, 57, 76
Tolerância à perda 194, 196
Tratamento de águas 101, 226, 227

