

# **CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE**

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES  
(ORGANIZADOR)**

# **CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE**

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES  
(ORGANIZADOR)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª 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**

Profª Drª 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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª 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. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
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 Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-65-86002-63-8  
 DOI 10.22533/at.ed.638202403

1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia.  
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 500

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Atualmente, notamos grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências tecnológicas, exatas e da terra cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade. Tais saberes só se tornam possíveis por meio de autores responsáveis por desenvolver pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Permeados de tecnologia este e-book contempla estudos na área da ciência tecnológicas, exatas e da terra, mostrando a aplicabilidade destas ciências em variados temas cotidianos. Temas ligados a Medicina, saúde, agricultura e ensino, são abordados nos capítulos desta obra, entre outros temas relacionados à produção científico-metodológica nas ciências.

Para o leitor, esta obra intitulada “Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade” tem muito a contribuir com estas áreas, já que cada capítulo aponta para o desenvolvimento, e aprimoramento de pesquisas científicas envolvendo temas diversos, mostrando-se não somente uma base teórica, mas também a aplicação prática de vários estudos.

Boa leitura!

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
INFLUÊNCIA DO OXALATO NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CHUMBO COM VERMELHO DE BROMOPIROGALOL PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE ARMAS DE FOGO	
Fernanda Bomfim Madeira André Vinícius dos Santos Canuto Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha José Geraldo Rocha Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
SISTEMA EMBARCADO PARA CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA USANDO UMA ABORDAGEM BASEADA NA VISÃO COMPUTACIONAL E RNA	
Leonardo Nunes Gonçalves Joiner dos Santos Sá Carlos Augusto dos Santos Machado Alexandre Reis Fernandes Fabricio de Souza Farias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
MODELAGEM DA DIFERENCIAÇÃO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO CRUZADA SEM TENDÊNCIA: UMA APLICAÇÃO NA SÉRIE TEMPORAL DE VEÍCULOS FURTADOS E VEÍCULOS ROUBADOS EM SALVADOR-BA	
Aloísio Machado da Silva Filho Gilney Figueira Zebende Everaldo Freitas Guedes Elvira Catiana de Oliveira Santos Andréa de Almeida Brito Arleys Pereira Nunes de Castro Florêncio Mendes Oliveira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA VARIABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NA DOCÊNCIA DE MATEMÁTICA NO 3º ANO DE UM COLÉGIO PÚBLICO	
Gilson De Almeida Dantas Luiz Márcio Santos Farias Aloísio Machado Da Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: REFLEXÕES SOB O OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Ana Paula Rohrbek Chiarello Bruna Larissa Cecco Nadia Cristina Picinini Pelinson	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6382024035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 70**

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CAMADAS ELÁSTICAS DE PISOS FLUTUANTES**

Ana Paula Lopes Siqueira  
Maria Fernanda de Oliveira  
Rafael Ferreira Heissler  
Josiane Reschke Pires

**DOI 10.22533/at.ed.6382024036**

**CAPÍTULO 7 ..... 82**

**USO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO DE 6º ANO DA ESCOLA PROFESSORA MARIA FIDERALINA DOS SANTOS LOPES NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA**

Anne Louise Fernandes de Medeiros  
Eliel Viana Rodrigues  
Poliana Silva Costa  
Renato Araújo da Costa  
Maria Bernadete Marques Silva  
Rita do Carmo Marinho  
André Pires Costa  
Cleidiane Cardoso Assunção  
Oselita Figueiredo Corrêa  
José Francisco da Silva Costa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024037**

**CAPÍTULO 8 ..... 102**

**COMO ELEVAR UM NÚMERO A UMA POTÊNCIA COM CELERIDADE**

Gilberto Emanuel dos Reis Vogado  
Gustavo Nogueira Dias  
Pedro Roberto Sousa e Silva  
Eldilene da Silva Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024038**

**CAPÍTULO 9 ..... 113**

**CÁLCULO DE DERIVADA DE FUNÇÕES A UMA VARIÁVEL COM UTILIZAÇÃO DOS NÚMEROS COMPLEXOS**

Maurício Emanuel Ferreira Costa  
Luane Gonçalves Martins, Lates  
Aubedir Seixa Costa  
Reginaldo Barros  
Sebastião Martins Siqueira Cordeiro  
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto  
Genivaldo Passos Correa  
José Francisco da Silva Costa

**DOI 10.22533/at.ed.6382024039**

**CAPÍTULO 10 ..... 132**

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO DE CAVIDADES FERRÍFERAS. MINAS DE N4 E N5, CARAJÁS, BRASIL**

Adimir Fernando Rezende  
Rafael Guimarães de Paula  
Marcelo Roberto Barbosa  
Leandro Alves Caldeira Luzzi



Iuri Viana Brandi

**DOI 10.22533/at.ed.63820240310**

**CAPÍTULO 11 ..... 147**

**AVALIAÇÃO DO RESSECAMENTO DA CAMADA DE COBERTURA UTILIZANDO SOLO COM ADIÇÃO DE FIBRAS PET POR MEIO DE ANÁLISE DE IMAGENS**

Conceição de Maria Cardoso Costa  
Tomás Joviano Leite da Silva  
Jaqueline Ribeiro dos Santos  
Luís Fernando Martins Ribeiro  
Claúdia Márcia Coutinho Gurjão

**DOI 10.22533/at.ed.63820240311**

**CAPÍTULO 12 ..... 162**

**O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL**

Gustavo Nogueira Dias  
Pedro Roberto Sousa e Silva  
Washington Luiz Pedrosa da Silva Junior  
José Edimilson de Lima Fialho  
Victor Hugo Chacon Britto

**DOI 10.22533/at.ed.63820240312**

**CAPÍTULO 13 ..... 172**

**POTENCIALIDADE BACTERICIDA DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO 17-4 PH**

Rogério Erbereli  
Italo Leite de Camargo  
João Fiore Parreira Lovo  
Carlos Alberto Fortulan  
João Manuel Domingos de Almeida Rollo

**DOI 10.22533/at.ed.63820240313**

**CAPÍTULO 14 ..... 183**

**TENDÊNCIA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VIOLÊNCIA CONTRA CRIANÇAS E ADOLESCENTES NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA-BA 1998-2009**

Raiane de Almeida Oliveira  
Edna Maria de Araújo  
Roger Torlay Pires  
Aloisio Machado da Silva Filho

**DOI 10.22533/at.ed.63820240314**

**CAPÍTULO 15 ..... 206**

**EMULSÕES DE QUITOSANA/GELATINA COM ÓLEOS DE ANDIROBA E DE PRACAXI: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA SOBRE *Staphylococcus aureus***

Murilo Álison Vigilato Rodrigues  
Crisiane Aparecida Marangon  
Pedro Marcondes Freitas Leite  
Virginia da Conceição Amaro Martins  
Marcia Nitschke  
Ana Maria de Guzzi Plepis

**DOI 10.22533/at.ed.63820240315**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>216</b>
ANÁLISE DO POTENCIAL DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS PARA USO COMO AREIA INDUSTRIAL	
Ricardo Maahs Ericks Henrique Testa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240316</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>225</b>
ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE BARES E CASAS NOTURNAS DE FREDERICO WESTPHALEN - RS	
Bianca Johann Nery Carine Andrioli Marcelle Martins Eduardo Antônio de Azevedo Willian Fernando de Borba Bruno Acosta Flores	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240317</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>231</b>
CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DO AUDITÓRIO DO CEAMAZON DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Thiago Morhy Cavalcante Yves Alexandrinho Bandeira Thiago Henrique Gomes Lobato Wellington José Figueirêdo de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>247</b>
APLICAÇÕES ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA IN VITRO DE ÓLEOS ESSENCIAS DE CITRUS SPP.: UMA BREVE REVISÃO	
Mayker Lazaro Dantas Miranda Cassia Cristina Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240319</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>254</b>
A ORIGEM DA ENERGIA DO SOL	
Marcelo Antonio Amorim Denes Alves de Farias Edite Maria dos Anjos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240320</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>263</b>
POLÍMEROS HIPERRAMIFICADOS COMO CARREADORES DE FÁRMACOS: UMA VISÃO SOBRE SÍNTESE, PROPOSTAS DE MECANISMOS, CARACTERIZAÇÃO E APLICABILIDADES	
Diego Botelho Campelo Leite Edmilson Miranda de Moura Carla Verônica Rodarte de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240321</b>	

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>277</b>
PREY-PREDATOR MODELING OF CO <sub>2</sub> ATMOSPHERIC CONCENTRATION	
Luis Augusto Trevisan Fabiano Meira de Moura Luz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240322</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>288</b>
EXPERIMENTOS PARA A FEIRA DE CIÊNCIAS MEDIADOS PELO DIAGRAMA V	
Lucas Antônio Xavier Breno Rodrigues Segatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240323</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>301</b>
O USO DA COMPUTAÇÃO COGNITIVA NO COMBATE AO CÂNCER	
Fábio Arruda Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240324</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>308</b>
FERMENTAÇÃO SEMI - SÓLIDA PARA PRODUÇÃO DE LIPASE POR <i>Geotrichum candidum</i> UTILIZANDO TORTA DE MILHO	
Janaína dos Santos Ferreira Elizama Aguiar-Oliveira Sílvio Aparecido Melquides Mariana Fronja Carosia Eliana Setsuko Kamimura Rafael Resende Maldonado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240325</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>320</b>
ANÁLISE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS E O DESEMPENHO DO MREC	
Matheus Amaral da Silva Kevin Levrone Rodrigues Machado Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240326</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>331</b>
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE MINERAIS EM AMOSTRAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	
Júlia de Oliveira Martins Rudinei Moraes Junior Anagilda Bacarin Gobo Alessandro Hermann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240327</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>337</b>
LEVANTAMENTO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E A VLNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ATINGIDOS POR INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE JAGUARI - RS	
Thomás Lixinski Zanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63820240328</b>	

<b>CAPÍTULO 29 .....</b>	<b>358</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO COM OPERADOR $\Delta^{2p}$ COM TERMO NÃO LINEAR	
Ricardo Eleodoro Fuentes Apolaya	
DOI 10.22533/at.ed.63820240329	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>367</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>368</b>

## MODELAGEM DA DIFERENCIAÇÃO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO CRUZADA SEM TENDÊNCIA: UMA APLICAÇÃO NA SÉRIE TEMPORAL DE VEÍCULOS FURTADOS E VEÍCULOS ROUBADOS EM SALVADOR-BA

Data de aceite: 17/03/2020

**Aloísio Machado da Silva Filho**  
UEFS

**Gilney Figueira Zebende**  
UEFS

**Everaldo Freitas Guedes**  
UFBA

**Elvira Catiana de Oliveira Santos**  
UEFS

**Andréa de Almeida Brito**  
IFBA

**Arleys Pereira Nunes de Castro**  
UNIJORGE

**Florêncio Mendes Oliveira Filho**  
Estácio FIB

**RESUMO:** Este artigo tem como objetivo analisar a dinâmica temporal das ocorrências de veículos furtados e de veículos roubados no município de Salvador-BA no período de 2004 a 2015. A supracitada análise será realizada, principalmente, com a diferenciação do coeficiente de correlação cruzada sem tendência, idealizado por Zebende, Fernandes e Machado (2013). Os resultados desta pesquisa indicaram correlação cruzada positiva para todas as escalas temporais entre

as séries temporais de furto de veículos e roubo de veículos registrados diariamente em Salvador-BA e autocorrelação persistente de longo alcance. Acreditamos que a metodologia adotada neste artigo servirá como mais uma proposta de análise criminal e análise de séries temporais para pesquisadores, instituições públicas e/ou privadas interessados no tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Subtração de veículos, Séries temporais, autocorrelação, correlação cruzada.

**ABSTRACT:** This article aims to analyze the temporal dynamics of the occurrences of stolen vehicles and robbed vehicles in the city of Salvador-Bahia from 2004 to 2015. The aforementioned analysis will be carried out mainly with the differentiation of the cross-correlation coefficient detrended idealized tendency By Zebende, Fernandes e Machado (2013). The results of this research indicated a positive cross-correlation for all time scales between the time series of vehicle theft and vehicles robbery registered daily in Salvador-BA and persistent long-term autocorrelation. We believe that the methodology adopted in this article will serve as a further proposal of criminal analysis and semester analysis for researchers, public and / or private institutions interested in the subject.

**KEYWORDS:** Vehicle subtraction, time series, autocorrelation, cross correlation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A descrição e modelagem de séries temporais tem sido realizada em diversas áreas do conhecimento como: economia, física, astrofísica, engenharia, ciências sociais aplicadas, entre outras. Série temporal pode ser definida como um conjunto de observações ordenadas no tempo (MORETTIN; TOLOI, 2004). Com o advento do recurso computacional a construção e uso de novos modelos de séries temporais tem ocorrido com mais frequência pela comunidade científica.

Ao analisar uma série temporal um pesquisador pode estar interessado em investigar o mecanismo gerador da série; fazer previsão de movimentos futuros da série de curto, médio e longo prazo; descrever o comportamento da série; procurar periodicidade relevantes (MORETTIN; TOLOI, 2004).

O furto de veículo e o roubo de veículo por variados fatores de ordem social e econômica têm ocupado espaço relevante nas discussões de governantes e da comunidade científica. Neste contexto, é possível citar a pesquisa de Júnior (1996), McCormick, Plecas e Cohen (2007), Franco e Soares (2011), Sampaio e outros (2008), Porcino (2015), Machado (2009).

De acordo Fracco e Soares (2011), os roubos de veículos ocorridos, por exemplo, na sociedade carioca seja para venda de peças de veículos, ou para a prática de outros delitos caracterizam-se também como crimes frequentes. No município de Salvador-BA, essa realidade não difere. Atualmente, o furto de veículo e o roubo de veículo (Figura 1) fazem parte do rol dos principais delitos monitorados e registrados pela Secretaria Estadual de Segurança Pública da Bahia.

O furto de veículo e o roubo de veículo são os delitos com menores taxas de subnotificação porque o proprietário do veículo para acionar a seguradora ou recuperar o bem subtraído (furtado ou roubado) terá que registrar o evento junto a uma autoridade policial a partir de um boletim de ocorrência – BO (MACHADO, 2009). Kahn (2005) menciona em seu trabalho, alicerçado em pesquisas de vitimização realizadas no Brasil, que uma proporção de dois terços dos crimes ocorridos são registrados, os demais passam a fazer parte do fenômeno denominado sub-registro ou subnotificação. E para uma melhor compreensão sobre subnotificação e pesquisas de vitimização é possível consultar Kahn (2000) e Kahn (2002). A tabela 1 descreve o conceito dos delitos modelados nesta pesquisa.

Motivados com o que foi discutido até aqui o presente artigo tem como objetivo analisar a dinâmica das flutuações das séries temporais do número de veículos furtados e veículos roubados diariamente no município de Salvador-BA no período de 2004 a 2015, tendo como método de análise, principalmente, a diferenciação do

coeficiente de correlação cruzada sem tendência idealizado por Zebende, Fernandes e Machado (2013).

Com intuito de atender o objetivo supracitado, este artigo está estruturado em cinco seções: introdução, materiais e métodos, dados, resultados e discussão, considerações finais e referências.

Indicador	Conceito	Norma origem
Roubo de veículo	Soma de todas as ocorrências de roubo (“subtração de coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência a pessoa, ou depois de havê-la, por qualquer meio, reduzido à impossibilidade de resistência”) nas quais foram subtraído: veículo automotor terrestre sem carga transportada.	Código Penal, art. 157
Furto de veículo	Soma de todas as ocorrências de furto (subtração, para si ou para outrem, de coisa alheia móvel) nas quais foi subtraído veículo automotor terrestre.	Código Penal, art. 155

Tabela 1 – Indicadores criminais sistematizados pela Secretaria Nacional de Segurança Pública – SENASP contemplados nesta pesquisa.

Fonte: SENASP.]

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção abordaremos sobre métodos capazes de detectar e mensurar autocorrelação e correlação cruzada em séries temporais não estacionárias em diferentes escalas de tempo, que são conhecidos na literatura como métodos da mecânica estatística.

### 2.1 *Detrended Fluctuation Analysis* – DFA

O *Detrended Fluctuation Analysis* – DFA é uma evolução da análise R/S clássica. A peculiaridade do DFA é permitir a identificação de auto-afinidade, e identificação de correlações de longo alcance em séries temporais com tendências. Auto-afinidade em matemática trata-se de fractal cujas partes são diferentes na direção x, y e z. Neste caso, para observar a auto-semelhança desse fractal, é necessário redimensioná-lo usando uma transformação anisotrópica (FEDER, 1988), (CRUZ, 2002). Já em uma série temporal existe auto-afinidade quando são mantidas as propriedades estatísticas observadas em diferentes escalas (MACHADO, 2014).

Desde a sua criação, o número de aplicações do DFA tem crescido em diversas

áreas do conhecimento. Apesar de orinalmente ter sido modelado em séries biológicas (PENG et al., 1994), é possível encontrar sua aplicação na literatura, por exemplo, no mercado financeiro (MANTEGA; STANLEY, 1995), (LIU et al., 1999), (PODOBNIK; STANLEY, 2008), (RUAN; ZHOU, 2011), (ZEBENDE; FERNANDES; MACHADO, 2013).

Passo 1 – Calcula-se o desvio padrão de cada registro em relação à incidência média da série completa, integrando o sinal  $u_i$  (série original) e obtendo-se a série integrada  $y(k)$  pela seguinte expressão:

$$y(k) = \sum_{i=1}^k (u_i - \langle u \rangle); \quad k = 1, 2, \dots, N. \quad (1)$$

em que  $\langle u \rangle$  denota o valor médio de  $u_i$ , e  $N$ , o total de pontos da série.

Passo 2 – Em seguida a série integrada  $y(k)$  é dividida em intervalos de igual tamanho  $n$  não sobrepostos. E para cada intervalo de tamanho  $n$ , é preciso ajustar um polinômio de grau maior ou igual a 1 a  $y(k)$ , denotado por  $y_n(k)$ .

Passo 3 – Logo após, a série integrada  $y(k)$  é subtraída de  $y_n(k)$  em cada intervalo de tamanho  $n$ , com base na seguinte expressão:

$$F_{DFA}(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2} \quad (2)$$

e o cálculo anterior é repetido sistematicamente para diferentes amplitudes de tamanho  $n$  ( $4 \leq n \leq \frac{N}{4}$ ).

Passo 4 – Verificar se  $F_{DFA}(n)$  tem comportamento do tipo  $F_{DFA}(n) \approx n^\alpha$ . Neste caso,  $\alpha$  representa o expoente de correlação de longo alcance. Aplicando  $\log$  em  $F_{DFA}(n) = an^\alpha$ , tem-se:

$$\log F_{DFA}(n) = \alpha \log a + \alpha \log n \quad (3)$$

No caso de séries temporais não correlacionadas (sem memória), espera-se  $\alpha = 0,50$  caso comum em séries aleatórias. Se  $\alpha > 0,50$ , pode-se inferir que a série apresenta comportamento persistente de longo alcance. Caso  $\alpha < 0,50$ , espera-se um comportamento antipersistente. O expoente obtido pela modelagem do DFA permite avaliar em que medida as flutuações da série temporal passada implicam manutenção do comportamento das flutuações da série temporal futura, indicando um efeito de memória de longa duração na série (SOARES; MACHADO; QUINTELLA; ZEBENDE, 2008).

Na presente seção apresentamos brevemente os procedimentos metodológicos do DFA e na próxima seção será abordado o método capaz de identificar e mensurar



correlação cruzada, enquanto lei de potência.

## 2.2 Detrended Cross-Correlation Analysis – DCCA

Existem casos que o resultado de determinada série temporal sofre interferência não apenas dela mesma, mas também de outras séries e neste caso que a identificação e mensuração da correlação cruzada se faz necessária (MACHADO, 2014). É possível citar, como exemplo, a área financeira em que o risco é calculado tendo como indicador as matrizes de correlação para diferentes ativos (PODOBNIK et al., 2011). Se existir por parte do pesquisador interesse em identificar e mensurar correlação cruzada de longo alcance entre duas séries temporais em regime não estacionário com mesmo número de pontos  $N$ , pode-se modelar uma generalização do método DFA, denominado *Detrended Cross-Correlation Analysis – DCCA* (PODOBNIK; STANLEY, 2008).

Assim como o DFA, o DCCA tem sido aplicado em diversas áreas do conhecimento. É possível citar sua modelagem em áreas como: biologia (URSULEAN; LAZAR, 2009), finanças (PODOBNIK; STANLEY, 2008), economia (ZEBENDE; MACHADO, 2009), física (SHADKHOO; JAFARI, 2009) e climatologia (BRITO et al, 2015).

De posse de duas séries  $\{y_i\}$  e  $\{y'_i\}$  com o mesmo  $N$  (mesmo número de pontos), em regime não estacionário, é possível seguir os seguintes procedimentos para modelar o DCCA (PODOBNIK; STANLEY, 2008), (MACHADO, 2009), (MACHADO, 2014), (MACHADO; FERNANDES; ZEBENDE, 2014):

Passo 1: Integram-se as duas séries  $\{y_i\}$  e  $\{y'_i\}$  por meio das seguintes expressões,

$$\begin{aligned} R_K &= y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_k \\ R'_K &= y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots + y'_k \end{aligned} \tag{4}$$

em que  $K = 1, 2, 3 \dots N$ .

Passo 2: Divide-se os sinais integrados  $R_K$  e  $R'_K$  em  $(N - n)$  boxes (com superposição) de tamanho  $n$ , cada um contendo  $(n + 1)$  valores. Para ambas séries temporais, em cada box (que inicia em  $i$  e termina em  $i + n$ ) definimos as “tendências locais”, isto é,  $\tilde{R}_{K,i}$  e  $\tilde{R}'_{K,i}$  ( $i \leq K \leq i + n$ ) como sendo a ordenada do ajuste linear (processo dos mínimos quadrados) da série integrada.

Passo 3: Define-se a partir do cálculo precedente a covariância dos resíduos em cada intervalo,

$$f^2_{DCCA}(n,i) = \frac{1}{n+1} \sum_i^{i+n} \left( R_K - \tilde{R}_{Kj} \right) \left( R'_K - \tilde{R}'_{Kj} \right) \quad (5)$$

Passo 4: Determina-se a função de covariância sem tendência do método DCCA expressa como:

$$F^2_{DCCA}(n) \equiv \frac{1}{N-n} \sum_{i=1}^{N-n} f^2_{DCCA}(n,i) \quad (6)$$

Assim como o DFA, o procedimento anteriormente demonstrado, repetido sistematicamente para diferentes escalas temporais de tamanho  $n$ , torna possível verificar se existe lei de potência, isto é, se  $F_{DCCA} \sim n^\lambda$ . Em que  $\lambda$  denota o expoente de correlação cruzada de longo alcance. A modelagem do DCCA, por Podobnik e Stanley (2008), identificou a seguinte relação estatística entre os expoentes do método DFA e DCCA:

$$\lambda \cong \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (7)$$

Na seção a seguir será apresentado o coeficiente de correlação cruzada sem tendência  $\rho_{DCCA}$  capaz de quantificar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais.

### 2.3 Coeficiente de correlação cruzada sem tendência $\rho_{DCCA}$

O coeficiente de correlação  $\rho_{DCCA}$  idealizado por Zebende (2011) é capaz de mensurar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais, em regime não estacionário. A modelagem do  $\rho_{DCCA}$  tem como base o DFA (PENG et al., 1994) e o DCCA (PODOBNIK; STANLEY, 2008). De acordo com Zebende (2011), o expoente obtido com a modelagem estatística do DCCA quantifica a correlação cruzada sem tendência como uma lei de potência, porém não mensura o nível da correlação cruzada.

O  $\rho_{DCCA}$  trata-se de um coeficiente de correlação cruzada que permite a estimação da correlação cruzada entre duas séries temporais de igual tamanho  $N$  em diferentes escalas tempo, assim como outros coeficientes, com variação limitada entre -1 a 1 inclusive ( $-1 \leq \rho_{DCCA} \leq 1$ ). De modo que -1 denota anticorrelação perfeita e 1 correlação perfeita. E o  $\rho_{DCCA} = 0$  significa que não existe correlação cruzada.

A modelagem do  $\rho_{DCCA}$ , em diferentes escalas de tempo de tamanho  $n$ , é definida como a relação entre a função de covariância sem tendência do método DCCA e a função de variância sem tendência do método DFA, pode ser denotada pela seguinte expressão (ZEBENDE, 2011), (KRISTOUFEK, 2013); (GUEDES; ZEBENDE; MACHADO, 2015), (FERNANDES, et al. (2015):

$$\rho_{DCCA}(n) = \frac{F^2_{DCCA}(n)}{F_{DFA_1}(n)F_{DFA_2}(n)} \quad (8)$$

## 2.4 Diferenciação do coeficiente de correlação cruzada sem tendência $\rho_{DCCA}$

Como mencionado anteriormente, segundo Podobnik e Stanley (2008), existe a seguinte relação estatística entre o expoente  $\alpha$  de autocorrelação do método DFA e o expoente  $\lambda$  de correlação cruzada do método DCCA:

$$\lambda \cong \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (9)$$

O trabalho de Zhou (2008), por exemplo, encontrou resultado diferente do obtido na equação 9. Entretanto, antes do trabalho de Zebende, Fernandes e Machado (2013) não existiam na literatura trabalhos que definissem uma relação bem estabelecida entre os expoentes do método DFA e DCCA. Segundo Zebende, Fernandes e Machado (2013), é possível estabelecer uma relação estatística entre os supracitados expoentes, via diferenciação do coeficiente de correlação cruzada  $\rho_{DCCA}$ .

Sabemos que o coeficiente de correlação cruzada sem tendência é definido pela seguinte expressão:

$$\text{Expressão I } \rho_{DCCA}(n) = \frac{F^2_{DCCA}(n)}{F_{DFA_1}(n)F_{DFA_2}(n)} \quad (10)$$

A relação estatística entre os expoentes de autocorrelação e correlação cruzada foi definida com as seguintes expressões (ZEBENDE; FERNANDES; MACHADO, 2013):

$$\text{Expressão II } F_{DFA_1}(n)K_1n^{\alpha_1}, F_{DFA_2}(n)K_2n^{\alpha_2} \quad (11)$$

$$\text{Expressão III } F^2_{DCCA}(n)K_3n^{2\lambda} \quad (12)$$

em que  $K_1$ ,  $K_2$  e  $K_3$  denotam constantes diferentes de zero. A partir da expressão I e expressão II temos:

$$\text{Expressão IV } \rho_{DCCA}(n) = Kn^{2\lambda - \alpha_1 - \alpha_2} \quad (13)$$

$$\text{de modo que } K \equiv \frac{K_3}{K_1K_2} \quad (14)$$

estabelecendo  $y \equiv \log \rho_{DCCA}(n)$  e  $x \equiv \log(n)$  então a partir da expressão IV temos:

$$\frac{dy}{dx} = 2\lambda - \alpha_1 - \alpha_2 \quad (15)$$

Analisando a expressão acima podemos ter três possibilidades:

$$\lambda = (\alpha_1 + \alpha_2)/2, \quad (16)$$

$$\lambda < (\alpha_1 + \alpha_2)/2 \quad (17)$$

e

$$\lambda > (\alpha_1 + \alpha_2)/2. \quad (18)$$

Para Zebende, Fernandes e Machado (2013), existe a seguinte relação estatística entre os expoentes dos métodos DFA e DCCA, via diferenciação do  $\rho_{DCCA}$ :

$$\text{a) Se } \frac{dy}{dx} = 0, \text{ então } \lambda = (\alpha_1 + \alpha_2)/2; \quad (19)$$

$$\text{b) Se } \frac{dy}{dx} = \xi (\xi \in R) \text{ neste caso, } \lambda = (\xi + \alpha_1 + \alpha_2)/2 \text{ ou } \lambda \neq (\alpha_1 + \alpha_2)/2. \quad (20)$$

A relação estatística entre os expoentes dos métodos DFA e DCCA, via diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  pode ajudar no entendimento das correlações na presença da não estacionariedade (ZEBENDE; FERNANDES; MACHADO, 2013). E tal propriedade foi comprovada na pesquisa de Machado (2014).

Com o objetivo de contemplar o objetivo desta pesquisa na próxima seção aplicaremos o DFA, DCCA,  $\rho_{DCCA}$  e a diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  na série de veículos roubados e veículos furtados em Salvador-BA no período de 2004 a 2015.

### 3 | DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elegemos como objeto de estudo os furtos de veículos e os roubos veículos registrados diariamente na capital baiana no período de 2004 a 2015 (Figura 1). Salvador, a primeira capital do Brasil, tem uma população estimada de 2.938.092 habitantes com uma densidade demográfica de 3.859,44 habitantes por KM<sup>2</sup> (IBGE, 2016) com uma frota de 920.454 veículos e que deste universo 68,03% é de automóvel que no ano de 2015 representou 76,09% dos veículos subtraídos (furtados+roubados).

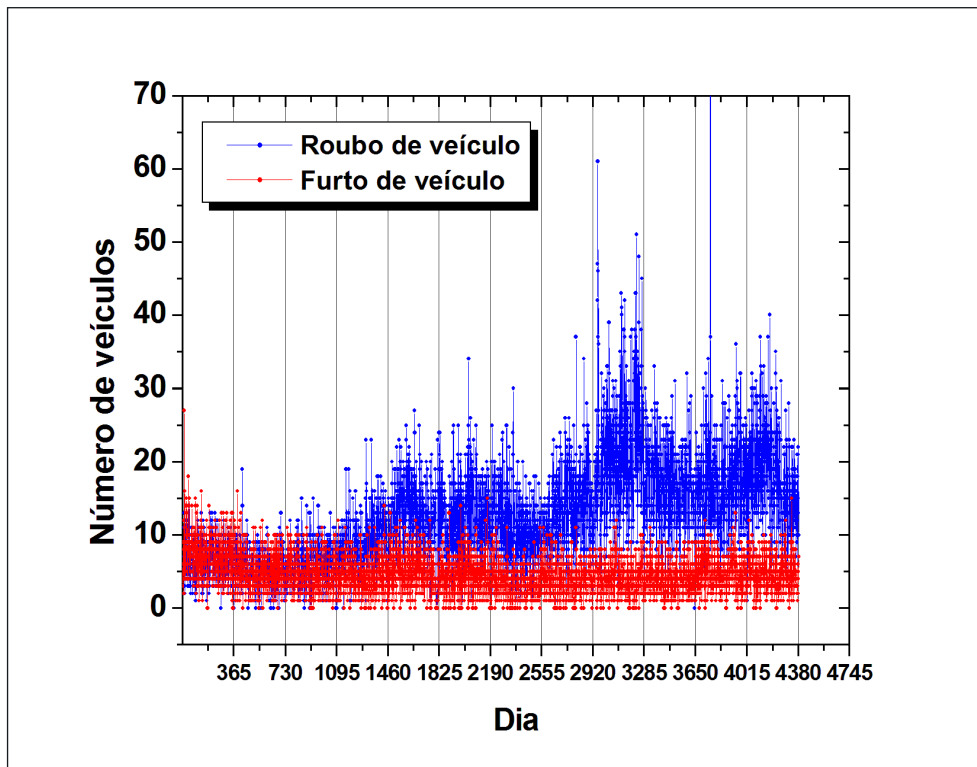


Figura 1 – Furto de veículos e roubo de veículos registrados diariamente em Salvador-BA, 2004 a 2015.

Fonte: Secretaria de Segurança Pública-SSP-BA.

Para contemplar o objetivo desta pesquisa, foram modelados o DFA, o DCCA (Figura 2) o  $\rho_{DCCA}$  e a diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  (Figura 3). O DFA identificou comportamento persistente nas séries objetos de estudo ( $\alpha > 0,50$ ) (Figura 2). Já o DCCA apresentou correlação cruzada positiva para todas escalas temporais, enquanto lei de potência (Figura 2).

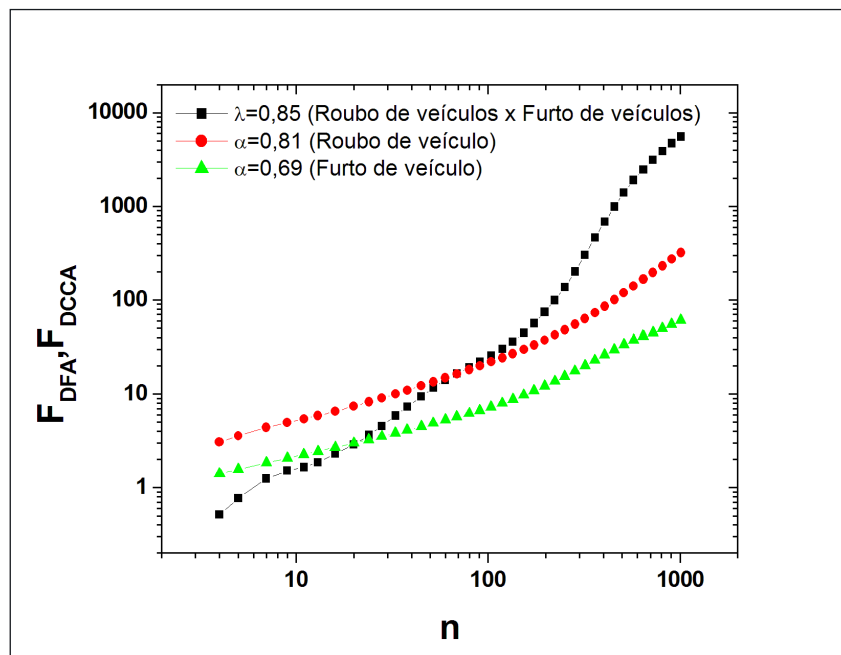


Figura 2 – Autocorrelação (DFA), correlação cruzada (DCCA) das séries furto de veículos e roubo de veículos registrados diariamente em Salvador-BA de 2004 a 2015.

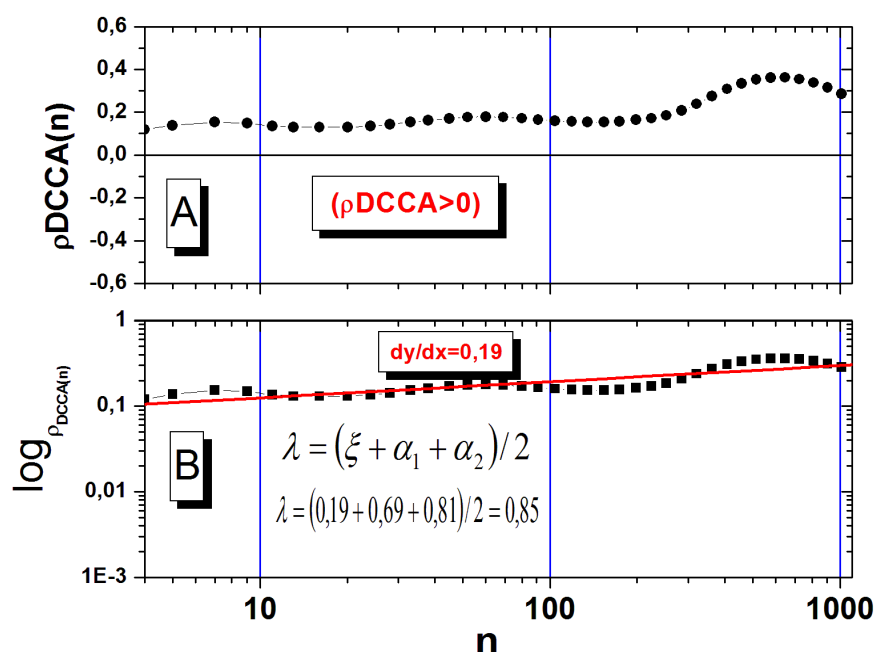


Figura 3 – “A” Correlação cruzada sem tendência entre as séries do número de veículos furtados e o número de veículos roubados diariamente em Salvador-BA, 2004 a 2015. “B” Diferenciação do coeficiente de correlação cruzada sem tendência do  $\rho_{DCCA}$  entre as séries do número de veículos furtados e o número de veículos roubados diariamente em Salvador-BA, 2004 a 2015.

Com o objetivo de mensurar o nível de correlação cruzada entre as séries de furto de veículos e roubo de veículos em Salvador de 2004 a 2015 foi utilizado o  $\rho_{DCCA}$  (Figura 3-A). Após a definição dos valores do  $\rho_{DCCA}$  para diferentes escalas de tempo, foi realizado a diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  (Figura 3 B). O  $\rho_{DCCA}$  identificou correlação cruzada positiva para todas escalas temporais ( $\rho_{DCCA} > 0$ ) (Figura-A). Com esses valores é possível dizer que, existindo um aumento ou redução nas flutuações do furto de veículos espera-se a longo prazo um aumento nas flutuações da série temporal do roubo de veículo e vice versa.

A diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  (Figura 3-B) convergiu para os resultados obtidos por Zebende, Fernandes e Machado (2013). Neste caso, o expoente de correlação cruzada do método DCCA não se apresentou como a média dos expoentes de autocorrelação das duas séries analisadas e sim  $\lambda = (\xi + \alpha_1 + \alpha_2)/2$  (Figura 3 B). Com esse resultado comprovamos a relação estatística entre os expoentes do DFA e o DCCA, de acordo com Zebende, Fernandez e Machado (2013) e de certa forma validamos os resultados obtidos na presente pesquisa (Figura 2 e Figura 3-A).

#### 4 | CONCLUSÕES

Atualmente em algumas capitais do Brasil o furto de veículo e o roubo de veículo por diversos fatores de ordem econômica social e política têm ocorrido com

frequência e monitorados no espaço e no tempo. A presente pesquisa teve como objetivo analisar a dinâmica temporal das séries diárias dos veículos furtados e veículos roubados na capital baiana no período de 2004 a 2015 (Figura 2 e Figura 3) utilizando como método de análise, principalmente, a diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  modelado por Zebende, Fernandes e Machado (2013).

O DFA identificou autocorrelação de longo alcance persistente para todas as escalas temporais (Figura 2). Já modelagem com o DCCA apresentou correlação cruzada positiva, enquanto lei de potência (Figura 2). Como o DCCA não mensura o nível da correlação cruzada, nesta pesquisa mensuramos correlação cruzada sem tendência com o  $\rho_{DCCA}$  nas séries dessa pesquisa apresentou correlação cruzada sem tendência positiva (Figura 3-A). Esse resultado indica que se existir um aumento ou redução nas ocorrências do furto de veículo no município de Salvador esse comportamento tende a ocorrer no roubo de veículo em longo prazo.

Os resultados da diferenciação do  $\rho_{DCCA}$  (Figura 3-B), convergiram para os resultados apresentados por Zebende, Fernandes e Machado (2013).

Por fim, como trabalho futuro, pretendemos desenvolver um estudo que tenha como propósito a identificação de fatores associados à incidência do furto de veículos e roubo de veículos na capital baiana como a marca do veículo, cor do veículo, sexo do portador e/ou dono veículo, local do furto ou roubo, e valor estimado dos veículos subtraídos e demais variáveis.

## REFERÊNCIAS

BRITO, A. A. et al. Análise temporal de dados climatológicos de Feira de Santana-BA: Uma abordagem com métodos da mecânica estatística. In: Workshop PTI e I SIINTEC, 2015, Salvador. Anuário do Workshop PTI e I SIINTEC, 2015.

CRUZ, T. S. Leis de escala e dimensão fractal em filmes: microscopia de força atômica e técnicas eletroquímicas. Tese (Doutorado em Física) - Universidade estadual de campinas, Campinas-SP, 2002.

FEDER, J. Fractals. New York,: Plenum Press, New York, 1988.

FERNANDES, M. S. et al. Quantifying cross-correlation between Ibovespa and Brazilian blue-chips: The DCCA approach. Physica. A, v. 424, p. 124-129, 2015.

FRACCO, A. G.; SOARES, R. S. Variação temporal e espacial dos casos de roubo de veículos nos bairros do Maracanã, Tijuca e Vila Isabel, no município do Rio de Janeiro-RJ. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, 2011.

GUEDES, E. F.; ZEBENDE, G. F.; MACHADO, A. Análise temporal dos indicadores da indústria de transformação da Bahia: Uma abordagem com métodos da mecânica estatística. Conjuntura & Planejamento, v. 186, p. 34-43, 2015.

JÚNIOR, W. N. S. Responsabilidade civil do estado por furto de veículo. Revista de direito e Administração, Rio de Janeiro, n. 203 p.59-69, 1996.

KAHN, Túlio. Estatística de criminalidade: Manual de interpretação. Coordenadoria de Análise e Planejamento - CAP, Secretaria de Segurança Pública de São Paulo, 2005.

KAHN, Túlio. Medindo a Criminalidade: Um panorama dos principais métodos e projetos existentes. Seminário do IPEA. Rio de Janeiro, Junho 2000.

KAHN, Túlio. Pesquisa de vitimização 2002 e avaliação do PIAPS. ILANUD FIA – USP. Gabinete de Segurança Institucional, 2002.

KRISTOUFEK, L. Long-Range Cross-Correlations: Tests, estimators and applications. Tese (Doutorado) Charles University in Prague Faculty of Social Sciences Institute of Economic Studies, 2013.

LIU, Y. The statistical properties of the volatility of price fluctuations. Physical Review E, v. 60, p. 1390-1400, 1999.

MACHADO, A. Autocorrelação e correlação cruzada: teorias e aplicações. 2014. 127 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec, Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Salvador, 2014.

MACHADO, A.; FERNANDES, M. da; ZEBENDE, G. F. Autocorrelation and crosscorrelation in time series of homicide and attempted homicide. Physica A, v. 400, p. 12-19, 2014.

MANTEGNA, R.; STANLEY, H. Scaling behavior in the dynamics of an economic index. Nature, v. 367, p. 46-49, 1995.

MCCORMICK, A.V; PLECAS, D; COHEN, I.M. Motor Vehicle Theft: An Analysis of Recovered Vehicles in the Fraser Valley. School of Criminology and Criminal Justice, University College of the Fraser Valley, 2007.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. São Paulo: ABE - Projeto Fisher. Editora Edgard Blucher LTDA, 2004.

PODOBNIK, B.; JIANG, Z.-Q.; ZHOU, W.-X.; STANLEY, H. Statistical tests for power-law cross-correlated processes. Physical Review E, v. 84, p. 066118, 2011.

RUAN, Y. P.; ZHOU, W. X. Long-term correlations and multifractal nature in the intertrade durations of a liquid chinese stock and its warrant. Physica A, v. 390, p. 1646-1654, 2011.

SHADKHOO, S.; JAFARI, G. Multifractal detrended cross-correlation analysis of temporal and spatial seismic data. The European Physical Journal, v. 72, p. 679-683, 2009.

SOARES, J. S. J. et al. Uma análise estatística dos indicadores de criminalidade de Salvador. Conjuntura & Planejamento, Salvador, n. 161, p. 40-49, 2008.

SOARES, J. S. J.; MACHADO, A.; QUINTELLA, R. H.; ZEBENDE, G. F. Uma análise estatística dos indicadores de criminalidade de Salvador. Conjuntura & Planejamento, v. 161, p. 40-49, 2008.

URSULEAN, R.; LAZAR, A. Detrended cross-correlation analysis of biometric signals used in a new authentication method. ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, v. 89, p. 55-58, 2009.

ZEBENDE, G. F. Dcca cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation. Physica A, v. 390, n. 2, p. 614-618, 2011.



ZEBENDE, G. F.; FERNANDES, M. da; MACHADO, A. Dcca cross-correlation coefficient differentiation: Theoretical and practical approaches. *Physica A*, v. 392, p. 1756-1761, 2013.

ZEBENDE, G. F.; MACHADO, A. Cross-correlation between time series of vehicles and passengers. *Physica A*, v. 388, p. 4863-4866, 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço inoxidável 17-4 PH 173

Agricultura 356

Análise química 2, 216, 219, 222

Astronomia 146, 254, 255, 256, 262

Aterro sanitário 148, 150

Auditório 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246

### B

Balística 1, 10

### C

Cálculo integral 162

Camada de cobertura 147, 148

Cavidades naturais 132, 146

Ciência da computação 301, 302, 303, 304, 307

Consumo de energia 11, 12, 14, 40, 46, 47, 48

Criança e adolescente 184

Cubo da soma 102, 109, 110, 111

### D

Definição sonora 231, 236, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245

DFA 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 368

Diabetes mellitus 368

Diagrama v 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 299, 300

Doença celíaca 331, 332, 335, 336

### E

Educação estatística 37, 53, 54

Ensino da matemática 65, 112, 162

Ensino de ciências 82, 83, 85, 87, 88, 91, 92, 93, 99

Envelhecimento por precipitação 172, 173, 181

Espectrometria de absorção atômica 3, 331, 332, 336

### F

Fermentação semi-sólida 308, 310, 311, 313, 314, 315, 316

Fitopatógenos 247

Formação de professores 56, 63, 96, 165, 170

Fusão 221, 254, 257, 260, 261, 302

## G

Gerenciamento 14, 23, 225, 226, 227, 230, 338, 355, 356

## H

Hiperramificados 263, 265, 266, 267, 270, 273, 274

Hospitalização 368

## I

Inundações 337, 338, 339, 340, 341, 343, 349, 351, 353, 354

Isolamento sonoro 70

## L

Lei 12.305/2010 226

Lipase 308, 309, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319

## M

Medicina 168, 263, 273, 301, 304, 305, 307

Medidas de dispersão 37, 187

Método alternativo 113, 114, 130

Método científico 288, 289, 290, 299

Modelagem matemática 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Modelo presa-predador 277

Monitoramento sismográfico 132, 133, 134, 138

## O

Óleo de pracaxi 207, 208, 209, 212, 213

## P

Perfil socioeconômico 337, 338, 341, 349, 353

Polímeros 213, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 271, 272, 273, 274

## Q

Quadrado da soma 102, 104, 106, 107

Química forense 1, 3

Quitosana 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213

## R

Reciclagem 226, 229, 230

Recomendação 320, 321, 322, 324, 325, 326, 329, 369

Ruído de impacto 70, 71, 72, 76, 78, 80

## S

Sedimentologia 216, 219

Sistema embarcado 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22

Sistemas 12, 15, 22, 23, 70, 71, 72, 73, 77, 79, 80, 147, 167, 168, 190, 203, 248, 263, 264, 265, 272, 274, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 320, 321, 322, 323, 325, 329, 356, 357, 369

## T

Taxa de fotossíntese 277

Teorema 114, 115, 116, 117, 118, 120, 122, 125, 126, 130, 292

## U

Uso de recurso tecnológico 82

## V

Violência 2, 9, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**