



# Estudos Teórico-Methodológicos nas Ciências Exatas

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2020

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

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 di 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 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  
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-81740-05-4            DOI 10.22533/at.ed.054201702</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Gonçalves, Antonio Machado Fagundes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

Atualmente, podemos notar a grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências exatas cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade e a tecnologia.

Tal desenvolvimento só se torna capaz por meio de autores que dedicam o seu tempo e estudo na construção teórica-metodológica de pesquisas científicas que vêm contribuir com a sociedade como um todo, encorpando o conhecimento sobre vários assuntos que envolvem as ciências exatas.

Neste e-book como o próprio título sugere, o leitor encontrará uma mescla de assuntos ligados a estudos em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento. Desde temas ligados ao ensino de ciências a temas muito particulares envolvendo mecânica, robótica, computação, algoritmos, dentre outros.

Ao leitor, corroboro que esta obra intitulada “Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas” tem muito a contribuir com a área, podendo engrandecer o trabalho de pesquisadores em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Bons estudos

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
JOGOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: APRENDENDO AS FUNÇÕES EXPONENCIAIS	
Emiliana Batista de Oliveira Hyanka Cezário de Paula Adriana Aparecida Molina Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0542017021</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS BÁSICOS DE UM SEDIMENTADOR PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	
Raimundo Tavares Zane Alex Martins Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0542017022</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
O ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DE RAYMOND DUVAL	
Renata Gaspar da Costa Geraldo Magella Obolari de Magalhães Oswaldo Antonio Ribeiro Junior Suzana Nunes Rocha Edislana Alves Barros Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0542017023</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO METROLÓGICO DOS MÉTODOS DE MQ E MZ UTILIZADOS EM MMC	
João Pedro Correa Argentin Denise Pizarro Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0542017024</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>35</b>
INTEGRANDO TECNOLOGIA DIGITAL NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA PREPARAÇÃO PARA O ENEM	
Lucas Antônio Xavier Chirlei de Fátima Rodrigues José Izaias Moreira Scherrer Neto Kátia Sotelle Maia Luzinete Louzada Bianchi Kahowec Luciano Carneiro Cardozo Mateus Geraldo Xavier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0542017025</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>45</b>
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA A 5ª GERAÇÃO DE COMUNICAÇÃO MÓVEL	
Andréia Vanessa Rodrigues Lopes Fabrício José Brito Barros	

Hugo Alexandre Oliveira da Cruz  
André Augusto Pacheco de Carvalho  
Iury da Silva Batalha  
Jasmine Priscyla Leite de Araújo  
Cristiane Ruiz Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.0542017026**

**CAPÍTULO 7 ..... 53**

**AUTOMAÇÃO E INTELIGÊNCIA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Késsia Thais Cavalcanti Nepomuceno  
Djamel Fawzi Hadj Sadok

**DOI 10.22533/at.ed.0542017027**

**CAPÍTULO 8 ..... 59**

**FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO DE  
MODELOS ATOMÍSTICOS DE NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS**

Jônatas Favotto Dalmedico  
Guilherme Camargo  
Bruno de Camargo Barreto Silva  
Alessandro Botelho Bovo  
Fernando José Antonio  
Vagner Alexandre Rigo

**DOI 10.22533/at.ed.0542017028**

**CAPÍTULO 9 ..... 77**

**UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE BARALHO NO ENSINO DE ALGORITMOS  
COMPUTACIONAIS**

Suzana Lima de Campos Castro  
Ronaldo Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.0542017029**

**CAPÍTULO 10 ..... 86**

**COMPARAÇÃO DE APROXIMAÇÕES NÃO-HIPERBÓLICAS DE TEMPOS DE  
TRÂNSITO DE DADOS SÍSMICOS UTILIZANDO DIFERENTES ALGORÍTMOS DE  
OTIMIZAÇÃO**

Nelson Ricardo Coelho Flores Zuniga

**DOI 10.22533/at.ed.05420170210**

**CAPÍTULO 11 ..... 91**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE ESTADO DA ARTE DO  
DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO AR-TERRA EM VEÍCULOS  
AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

Andréia Vanessa Rodrigues Lopes  
Fabrício José Brito Barros  
Hugo Alexandre Oliveira da Cruz  
Cristiane Ruiz Gomes  
André Augusto Pacheco de Carvalho  
Iury da Silva Batalha  
Jasmine Priscyla Leite de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.05420170211**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>97</b>
VARIABILIDADE DIURNA E TEMPORAL DA ALCALINIDADE TOTAL EM DOIS ESTUÁRIOS DE PERNAMBUCO	
Thiago de Oliveira Caminha Manuel de Jesus Flores Montes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05420170212</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>111</b>
GERENCIAMENTO DE REDES USANDO A FERRAMENTA ZABBIX	
Marco Antônio Corrêa Baião Rômulo Henrique de Carvalho Brandão Lilian Coelho de Freitas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05420170213</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>123</b>
PROJETO CONCEITUAL DE UMA MINIMÁQUINA-FERRAMENTA MULTIFUNCIONAL CNC	
Gilberto Fernandes Resende de Brito Victor Augusto de Paiva Lopes Vitor Nakayama de Araújo Pires Ferreira João Eduardo Lacerda L. dos Santos Déborah de Oliveira Artur Alves Fiocchi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05420170214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>132</b>
CANOPY WALKING AS A PROPOSAL FOR THE AÇAÍ HARVEST IN AMAZONAS	
Magnólia Grangeiro Quirino Patrícia dos Anjos Braga Sá dos Santos Luiz Guilherme Oliveira Marques Karla Mazarelo Maciel Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05420170215</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>144</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>145</b>

## COMPARAÇÃO DE APROXIMAÇÕES NÃO-HIPERBÓLICAS DE TEMPOS DE TRÂNSITO DE DADOS SÍSMICOS UTILIZANDO DIFERENTES ALGORÍTMOS DE OTIMIZAÇÃO

Data de aceite: 07/02/2020

Data da submissão: 22/10/2019

### Nelson Ricardo Coelho Flores Zuniga

Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG)

São Paulo-SP

<http://lattes.cnpq.br/7077084903857825>

**RESUMO:** O processamento de dados sísmicos multicomponente é um desafio quando se trata da análise de velocidades em levantamentos *offshore*, e a dificuldade aumenta quando utilizada a tecnologia *Ocean Bottom Nodes*. A assimetria no traçado de raios causada pela conversão de onda compressional em onda cisalhante e a diferença de *datum* entre fonte e receptor geram uma não-hiperbolicidade no evento de tempos de trânsito de onda sísmica. Longos afastamentos fonte-receptor e a complexidade estrutural do modelo do pré-sal da bacia de Santos também contribuem para que o evento seja fortemente não-hiperbólico. Com o intuito de solucionar este problema, foram utilizadas três equações não-hiperbólicas multiparamétricas para que seja possível caracterizar este comportamento. Devido à quantidade de variáveis presentes em cada equação, o estudo foi tratado como um problema

inverso segundo um critério de otimização, utilizando três algoritmos de busca diferentes. Para compreender o comportamento de cada equação foi feita a análise de complexidade da topografia de função objetivo utilizando norma L1 e L2. Dessa maneira, foi possível determinar a combinação de equação e algoritmo de otimização apresentou os melhores resultados e melhores tempos de processamento para o modelo analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sísmica; não-hiperbólico; inversão.

### COMPARISON OF NONHYPERBOLIC TRAVEL-TIME APPROXIMATIONS OF SEISMIC DATA USING DIFFERENT OPTIMIZATION ALGORITHMS

**ABSTRACT:** The multicomponent seismic data processing is a challenge concerning the velocity analysis for offshore surveys, and the difficulty increases when the Ocean Bottom Nodes technology is used. The ray tracing asymmetry caused by wave conversion from compressional wave to shearing wave, and the difference of datum between source and receptor generate a nonhyperbolicity in the travel-time event of a seismic wave. Large offsets between source and receptors and the structural complexity of the pre salt model from Santos basin also contribute to the event be strongly nonhyperbolic.

Aiming to solve this problem, three nonhyperbolic multiparametric equations are used to characterize this behavior. As the equations have many variables, the study was treated as an inverse problem according an optimization criterion. Three optimization algorithms were used to accomplish the curve fitting. To understand the behavior of each equation, it was performed the complexity analysis of the objective function topography using L1-norm and L2-norm. Hence, it was possible to determine which combination of equation and optimization algorithm shown the best results and the lower processing time for the studied model.

**KEYWORDS:** Seismic; nonhyperbolic; inversion.

## 1 | INTRODUÇÃO

As aproximações de tempos de trânsito são importantes para o processamento de dados sísmicos, mais especificamente quando aplicados à análise de velocidades e correção de sobretempo normal. Para meios homogêneos com curtos afastamentos, sem diferença de *datum* entre fonte e receptor, e para eventos de reflexão PP (nos quais a onda incide e emerge como onda compressional), pode ser utilizada a equação da hipérbole. Entretanto, a aproximação hiperbólica não é válida para meios estratificados, com longos afastamentos e diferença de *datum* entre fonte e receptor, e para ondas que incidem como onda P e são convertidas refletindo como onda cisalhante (onda PS). A não-hiperbolicidade gerada por esses fatores pode ser controlada utilizando equações que consideram essas características, e assim sendo possível recuperar os parâmetros almejados.

Diversas equações foram criadas para caracterizar diferentes causas da não-hiperbolicidade. Porém, a maioria delas não é proposta para as condições aqui estudadas, pois a sísmica multicomponente (eventos PP e PS) e a tecnologia *Ocean Bottom Nodes* (OBN), que permite a obtenção de ondas S no mar e gera diferença de *datum* entre fonte e receptor, vêm sendo estudadas apenas recentemente (GOLIKOV & STOVAS, 2012).

Neste trabalho, foi proposta a análise de velocidades como um problema inverso segundo um critério de otimização para obter os parâmetros de velocidade de onda, tempo e parâmetros adicionais, onde foram comparadas as curvas calculadas com as registradas nos receptores. Além disso, foi feita a análise de topografia de função objetivo para compreender a complexidade de cada equação durante a otimização.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As equações não-hiperbólicas multiparamétricas utilizadas foram as propostas por MALOVICHKO (1978), que considera meios estratificados; por BLIAS (2009), que considera longos afastamentos; e por LI (2003), que considera conversão de

onda. Os algoritmos de otimização utilizados são o Nelder-Mead, *Compressed Row Storage* (CRS) e Genético.

Os dados estudados são provenientes de um modelo *offshore* com camadas estratificadas do pré-sal da Bacia de Santos, com longos afastamentos, utilizando tecnologia OBN e sísmica multicomponente.

Foi feita a análise de complexidade de função objetivo pelo estudo da topografia de cada equação para os eventos PP e PS com norma L2 e L1. A curva de tempos de trânsito calculada foi subtraída da curva registrada para analisar o tempo de trânsito residual e, assim, determinar a equação que apresentou os melhores resultados durante a inversão.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação proposta por LI (2003) apresentou para todas as condições os melhores resultados e o segundo melhor tempo relativo de processamento. A equação de BLIAS (2009) apresentou o segundo melhor conjunto de resultados e o pior tempo relativo de processamento. A equação de MALOVICHKO (1978) apresentou o pior conjunto de resultados, porém o melhor tempo de processamento. O algoritmo de otimização Nelder-Mead apresentou o menor tempo de processamento, porém os piores resultados, CRS apresentou o segundo melhor tempo de processamento e o segundo melhor resultado. No caso do algoritmo genético, esse obteve o melhor resultado, porém o mais elevado tempo de processamento.

Na Figura 1 foi possível observar que a equação proposta por MALOVICHKO (1978) é unimodal (apresenta apenas região de mínimo global) em todos os casos. A equação de BLIAS (2009) apresentou um comportamento multimodal (apresenta regiões de mínimo global e local) para os eventos PP e PS com norma L2, porém para a norma L1 apresentou um comportamento unimodal. No caso da Equação de LI (2003), foi observado um comportamento multimodal em todos os casos. Cada equação apresenta uma forte variação estrutural de topografia, porém uma diferença mais sutil do evento PP para o evento PS. Além disso, apresenta uma diferença no gradiente das curvas de contorno de norma L2 para L1.

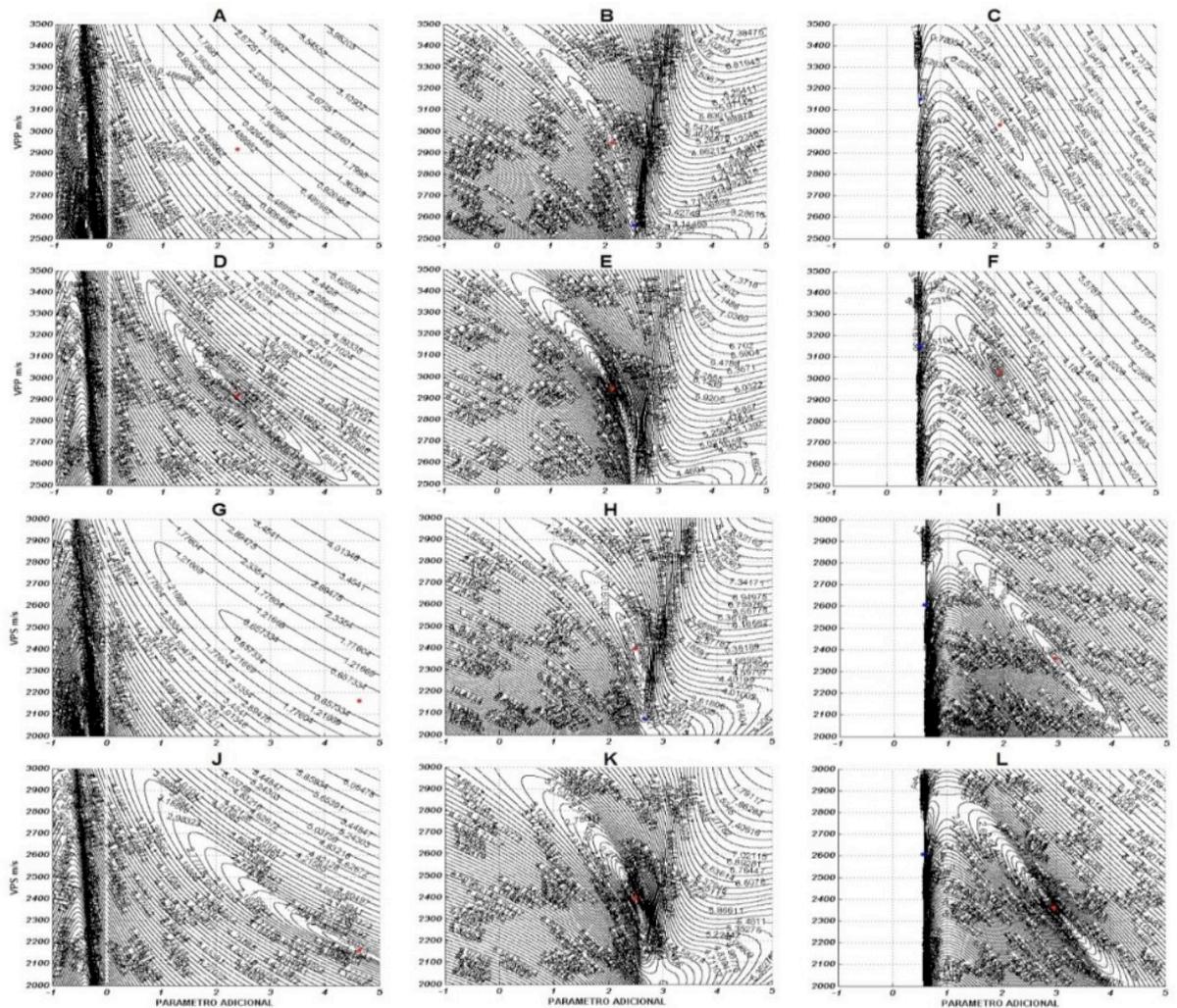


Figura 1. Mapas residuais de função objetivo mostrando a complexidade das equações. (A) MALOVICHKO, (B) BLIAS, e (C) LI para (A, B e C) o evento PP com norma L2, (C, D e E) evento PP com norma L1, (F, G e H) evento PS com norma L2 e (I, J e K) evento PS com normal L1. As dispersões em vermelho representam as regiões e mínimos globais e as azuis de mínimos locais.

#### 4 | CONCLUSÕES

A equação de LI (2003), em conjunto com o algoritmo de otimização CRS, apresentou o melhor conjunto de resultados com um tempo de processamento viável. Mesmo com o pior conjunto de resultados, a equação de MALOVICHKO (1978) é muito eficiente e teve um erro relativo baixo, e por ser unimodal, não exige um algoritmo de otimização tão robusto. Dessa maneira, recomenda-se o algoritmo Nelder-Mead para esse caso. Todas as equações apresentaram melhora no tempo de processamento variando de 13% a 90% e uma pequena melhora (da ordem de 0.1%) na qualidade dos resultados utilizando a norma L1, porém a equação de BLIAS (2009) demonstrou uma grande melhoria, pois utilizando norma L1, deixa de ser multimodal.

## REFERÊNCIAS

BLIAS, E. **Long-offset NMO approximations for a layered VTI model: Model study.** In: 79th Annual International Meeting: Society of Exploration Geophysics, Huston, Texas, 2009.

GOLIKOV, P.; STOVAS, A. **Accuracy comparison of nonhyperbolic moveout approximations for qP-waves in VTI media.** Journal of Geophysics and Engineering. v. 9, p. 428-432, 2012.

LI, X. Y. **Converted-wave move out analysis revisited: The search for a standard approach.** In: 73rd Annual International Meeting: Society of Exploration Geophysics, p. 805-808, 2003.

MALOVICHKO, A. A. **A new representation of the traveltime curve of reflected waves in horizontally layered media.** Applied Geophysics (in Russian), v. 91, n. 1, p. 47-53, 1978.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves** - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alcalinidade total 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110

Algoritmos de ordenação 77, 78, 79

ARIAC 53, 54, 55, 56, 57, 58

### C

Cálculo diferencial e integral 17, 18, 25, 26

Coagulação 8, 9, 10, 11, 15

### E

Enem 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Ensino de algoritmos computacionais 77, 78, 84

Ensino e aprendizagem 1, 2

Ensino híbrido 35, 36, 38, 42

Erros de medição 27

### J

Jogos de treinamento 1

### M

Máquina-ferramenta 124

Métodos de ajuste 31, 34

### N

Nanomateriais 60, 62, 63, 76

Nanopartículas 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 74, 75

Não-hiperbólico 86

### P

Projeto mecânico 124, 126

### R

Robótica ágil 53, 54, 57, 58

### S

Sísmica 86, 87, 88

Sistema carbonato 97, 98, 99, 104, 105

### T

Teoria dos registros de representação semiótica 17, 18, 19, 25

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**