

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País**

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

# **Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País**

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
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  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás



Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
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. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: aprendizado, integração e necessidades do país / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-602-7

DOI 10.22533/at.ed.027201712

1. Geociências. 2. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.  
CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus dezoito capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos pesquisas relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

O objetivo da obra é apresentar de forma clara e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado às Ciências Naturais tecnologia da informação ensino de ciências e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são deste modo discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação tecnologia ensino de ciências e afins. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos físicos econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado Integração e Necessidades do País apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TIC NO ENSINO FUNDAMENTAL DIECIONADO A EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

Cátia Regina Conceição dos Santos

Igor Santos Goes

Janille Costa Pinto

Veronica Bastos Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.0272017121**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO**

Daniele dos Santos Martins

Lidiane Kist

Cláudio Trindade Scherer

Marcus Daniel Friederich dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0272017122**

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **APLICATIVO MÓVEL I REDE SOCIAL: CINE-/ON/**

Fábio Freire Torres

Lucilena de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.0272017123**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **APLICAÇÃO DE AÇÕES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA DO SETOR METALMECÂNICO**

Debora Simon

Fabiana Cunico

Sabrina Rafaela de Lima

Francieli Dalcanton

Josiane Maria Muneron de Mello

Sideney Becker Onofre

Eduardo Roberto Batiston

Gustavo Lopes Colpani

**DOI 10.22533/at.ed.0272017124**

### **CAPÍTULO 5..... 47**

#### **APLICAÇÃO DO NDVI NO MONITORAMENTO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO TAMANDUÁ – PR UTILIZANDO IMAGENS SENTINEL-2 2016-2018**

Vinícius Fernandes de Oliveira

Mara Rubia Silva

Gabriel Lucas dos Santos de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0272017125**

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>54</b>
<b>APLICAÇÃO DO NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE PRIMEIRA ORDEM NO MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS</b>	
Jorge Felipe Euriques	
Claudia Pereira Krueger	
Fabiano Peixoto Freiman	
Évelin Moreira Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017126</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>66</b>
<b>COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS AM</b>	
João Cleber Cavalcante Ferreira	
Aristóteles de Jesus Teixeira Filho	
João Victor Góes Barbosa	
Dérick Alberto Arruda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017127</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>77</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE AGROTÓXICOS EM CENOURA E FEIJÃO-VAGEM POR GC-MS/MS</b>	
Larissa Meincke Eickhoff	
Arthur Mateus Schreiber	
Liege Goergen Romero	
Alessandro Hermann	
Anagilda Bacarin Gobo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017128</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>83</b>
<b>ECO QUEST GAME</b>	
Érica de Jesus Soares Scheffel	
Claudia Lage Rebello da Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0272017129</b>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>93</b>
<b>EFICIÊNCIA DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES PARA A DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA REDE DE DRENAGEM E MORFOMETRIA DE UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA</b>	
Luan da Silva Figueroa	
Antônio Amador de Sousa	
Mellina Nicácio da Luz	
Roberta Patrícia de Sousa	
Sérvio Túlio Pereira Justino	
Felipe Silva de Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171210</b>	

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>106</b>
ESPECIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ACÚSTICA PERANTE MULTICRITÉRIOS DE SUA DEFINIÇÃO	
Victor Mourthé Valadares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171211</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>119</b>
ESTUDO DA ÁREA DA INFLUÊNCIA DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA SOBRE OS ACIDENTES DE TRÂNSITO COM VÍTIMAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB	
Erivaldo de Araujo Silva	
Félix Araújo Neto	
Sônia Eliane Gonçalves dos Santos	
Wanessa Isthéwany de Albuquerque Wanderley	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171212</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>132</b>
GRUTA DA MOITA DOS PORCOS CAETITÉ – BA E O PROBLEMA DO REGISTRO DE SÍTIOS ESPELEOLÓGICOS COM PERFIL ARQUEOLÓGICO	
Elvis Pereira Barbosa	
Márcio Santana Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171213</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>142</b>
INTEGRAÇÃO SISTÊMICA ENTRE SOCIEDADE E AMBIENTE: UM ESTUDO DO BAIXO RIO JUNDIAÍ NO MUNICÍPIO DE INDAIATUBA SP	
Osmar da Silva Laranjeiras	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171214</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>154</b>
ISOLAMENTO ACÚSTICO LEGAL NORMAL OU REAL: QUAL ADOTAR?	
Victor Mourthé Valadares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171215</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>167</b>
MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A DESLIZAMENTOS NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO PARANÁ COM A APLICAÇÃO DO MODELO SHALSTAB	
Ney Lyzandro Tabalipa	
Leonardo Disperati	
Alberto Pio Fiori	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171216</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>178</b>
MODELO DE CONSTRUÇÃO DE AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA UTILIZANDO PRINCÍPIOS DE GASTRONOMIA	
Alan Rodrigo Schiles	
Thiago Bergler Bitencourt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171217</b>	



<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>191</b>
<b>TOPOLOGICAL VALIDATION: A STUDY APPLIED FOR HYDROGRAPHIC FEATURES OF A WATERSHED</b>	
Leandro Luiz Silva de França	
Joel Borges dos Passos	
Jose Luiz Portugal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02720171218</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>208</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>209</b>

## TOPOLOGICAL VALIDATION: A STUDY APPLIED FOR HYDROGRAPHIC FEATURES OF A WATERSHED

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 18/09/2020

### Leandro Luiz Silva de França

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/8559852745183879>

### Joel Borges dos Passos

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/3040607631556440>

### Jose Luiz Portugal

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
DECart/PPCGTG  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/8537775027062397>

**ABSTRACT:** Among the categories of quality elements of ISO 19.157 logical consistency is still little discussed in the academic world. Topological consistency an element of the logical consistency aims to ascertain the compliance of topological rules of real-world modeling for a dataset in a process known as topological validation. In this context this work was proposed to present fundamental concepts and topological rules for validation of hydrographic elements in a case study applied to the *Alto Paraguai* watershed. This study was performed considering three types of topological validation: inter-class intra-class and specific. It was used the official

dataset of the Brazilian Water Agency (*Agência Nacional de Águas – ANA*) referring to the Ottocoded Hydrographic Base (*Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO /2013*). In the inter-class validation the topology between the following classes was studied: drainage point drainage line standing water and watercourse. It was verified that most of the inconsistencies are associated to the lack of connectivity between the polygon-type classes with the other classes. In the intra-class validation the drainage line class was evaluated where practically no inconsistency was found except for some small angles. Similarly in specific validation there was no problem in the drainage network that is all lines were correctly directed to represent the water flow. However by checking the types of drainage points it was observed that they do not adequately model all situations that may occur especially in flat areas such as the Pantanal.

**KEYWORDS:** Topology Watershed Drainage Network Quality Control Pantanal.

### VALIDAÇÃO TOPOLÓGICA: ESTUDO APLICADO A FEIÇÕES DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

**RESUMO:** Entre as categorias de elementos de qualidade da ISO 19.157 a consistência lógica ainda é pouco discutida na esfera acadêmica. A consistência topológica um elemento da consistência lógica visa verificar a conformidade das regras topológicas de modelagem do mundo real para um conjunto de dados em um processo conhecido como validação topológica. Neste contexto este trabalho foi proposto para apresentar conceitos fundamentais e regras

topológicas para validação de elementos hidrográficos em um estudo de caso aplicado à bacia do Alto Paraguai. Este estudo foi realizado considerando os três tipos de validação topológica: interclasses intraclasse e específica. Foi utilizado o conjunto de dados oficiais da Agência Nacional de Águas (ANA) referente à Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) de 2013. Na validação interclasses estudou-se a topologia entre as seguintes classes: ponto de drenagem linha de drenagem massa d'água e trecho de massa d'água e verificou-se que a maioria das inconsistências está associada à falta de conectividade entre as classes do tipo polígono com as demais classes. Na validação intraclasse avaliou-se a classe trecho de drenagem onde praticamente nenhuma inconsistência foi encontrada exceto algumas feições com ângulos menores que a tolerância. Semelhantemente na validação específica não houve problema na rede de drenagem ou seja todas as linhas foram corretamente direcionadas para representar o fluxo d'água. No entanto verificando os tipos de pontos de drenagem observou-se que eles não modelam adequadamente todas as situações que podem ocorrer especialmente em áreas planas como o Pantanal.

**PALAVRAS - CHAVE:** Topologia Bacia Hidrográfica Rede de Drenagem Controle de Qualidade Pantanal.

## 1 | INTRODUCTION

Several automatic methods of generating drainage network have been applied for cartographic production (Andrades Filho et al. 2009 Bosquilia et al. 2015 Cherem et al. 2009 Dos Santos & Shiraiwa 2012). It happens mainly because the manual methods are more laborious and with greater subjectivity depending on the photointerpreter's experience (Bosquilia et al. 2015).

Accordingly to França and Ferreira da Silva (2018) due to a large number of non-mapping specialists and different methods more discussions are emerging about the reliability of geospatial data. So the following quality categories about these data must be evaluated: completeness logical consistency positional accuracy temporal accuracy and thematic accuracy (França et al 2017 França et al 2019).

Several types of research on the positional accuracy have already been performed nevertheless studies that relate the geometric properties with the topological ones are still little approached in the academic sphere (Abed-Elmdoust et al. 2017).

Topological consistency is an element of the data quality category called logical consistency which is defined as the degree of adherence to logical rules of the data structure attribution and relationships (ISO 2013 INSPIRE 2007).

Then topological consistency corresponds to the correctness of the explicitly encoded topological characteristics of a dataset (ISO 2013 INSPIRE 2007). In other words it refers to relative relationships between spatial elements (Ellul & Haklay 2006). These relationships can be performed by verifying connectivity adjacency containment or proximity situations (França et al 2018).

Topology in Geographic Information System (GIS) is the arrangement that defines

how point line and polygon features share coincident geometry aiming to model accurately geometric relationships (ESRI 2016) that is how places and locations related to one another similarly the real-world situations (França 2018).

The topological validation checks topological consistency (IBGE 2017) and seeks to assess the adequacy of geographical data for a particular purpose (DSG 2016). That is why the topology validation has long been a key GIS requirement for data management and integrity (ESRI 2016).

Hydrographic elements include the marine areas and all other inland water bodies and items related to them (INSPIRE 2014). A watershed (synonym for drainage basin river basin catchment area or drainage area) is the area where the water is collected and directed through a drainage network.

Drainage network according to the specifications of the Brazilian Spatial Data Infrastructure (*Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais* - INDE) must be modeled as a class of line features called the drainage lines. They correspond to permanent or temporary water bodies in accordance with the vector acquisition scale (CONCAR 2010).

According to Dos Santos & Shiraiwa (2012) drainage networks are topographic features that favor the accumulation and flow of surface water. They are composed of channels organized in a characteristic pattern. Cherem et al. (2009) also consider these fluvial channels are characterized by their hierarchy sinuosity and slope as well as their spatial arrangement.

The drainage network is an important indicator of changes that occurred in the composition of the watershed landscape either due to changes in its structure shape or by loss or gain of channels (Nascimento et al. 2008) being a primordial element in the maintenance of the biota and in the definition of processes responsible for the relief sculpture (Cristo & Robaina 2014).

The watershed is considered a fundamental unit for the conservation of the environment and serves as a basis for planning and management due to the integrative character of its elements (Bosquilia et al. 2015 Albuquerque & Oliveira 2015).

Andrades Filho et al. (2009) and Abed-Elmdoust et al. (2017) mention the difficulty of elaborating hydrological maps due to the high dynamics and complex topology of drainage networks. Santos Silva et al. (2008) and Paranhos Filho et al. (2017) report the scarcity of information on global application systems that uniquely and efficiently references and identifies the watersheds. Therefore there is a need for solutions based on vector structure of networks that refer through linear addressing mechanisms each segment of a drainage network (Santos Silva et al. 2008).

The consistency of the data representing a drainage network guarantees greater reliability to geographical analyses (França 2018). The correct delimitation hierarchization and coding of river basins and drainage networks are essential to the management of surface and subsurface waters (Singh et al. 2014 Elbeih 2015) and in the modeling of

erosive processes dispersion of nutrients and pollutants (Uzeika et al. 2012).

## 2 | OBJECTIVE

Topological validation has the purpose of identifying and correcting topology inconsistencies by automatic or manual processes (Passos et al. 2017). It can be classified into three types (IBGE 2017):

- Intra-class topological validation - aims to identify inconsistencies in the geometry and topology between the features of a class
- Inter-classes topological validation - aims to identify topology inconsistencies between classes based on the topological relationship rules for the classes in the data model
- Specific topological validation - aims to check situations not explicit in the data model.

The inter-classes validation is usually described in entity-relationship diagrams (CONCAR 2010). However due to the complexity in the construction and validation of the classes of a watershed this research sought to explore the main topological rules common and specific to the features of these classes.

The Brazilian Technical Specifications for the Acquisition of Vector Geospatial Data (DSG 2011) presents general rules for the construction of hydrographic elements as regards geometry topology and attributes of each class.

Also it is noted the importance of the drainage network due to its relation to virtually all elements of a watershed. So DSG (2011) standardizes the network as the class drainage line accordingly to the following principles: the use of line type geometry the lines must be vectorized from upstream to downstream the start and end points of each line must touch an object of the Drainage Point class and the features of the Drainage Line class must represent the main flow of the water stream.

In the environment it is possible to observe some possibilities for the drainage points. Each of them is represented in the diagram of Figure 1 and described below:

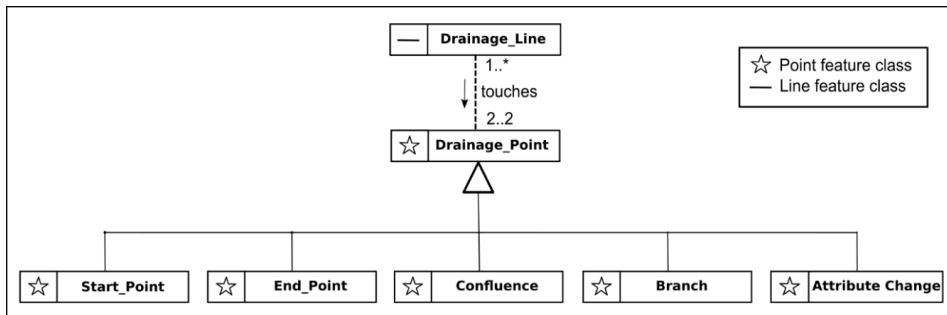


Figure 1: Entity-relationship diagram for Drainage Network.

- Start Point: point where a drainage network begins as a water source spillway or something similar
- End Point: point where a drainage network ends as a river mouth outfall sink or something similar
- Confluence: point where two or more drainage lines converge resulting in only one line
- Branch: point where a drainage line splits into two or more lines
- Attribute Change: point where a change of characteristics (attributes) occurs.

The flow direction defines the hydrological relationships between different points within a river basin (Rennó et al. 2018). Therefore for the existence of functional drainage it is necessary the correct construction of the lines that compose the network through the sequence of points that represents the direction of water flow (Figure 2). To do this there are automatic procedures for assigning the flow direction from the orthometric height (H) obtained from a Digital Elevation Model (DEM) (Bosquilia et al. 2015) although the success of this procedure is closely linked to the accuracy of the DEM (Gopinath et al. 2014).



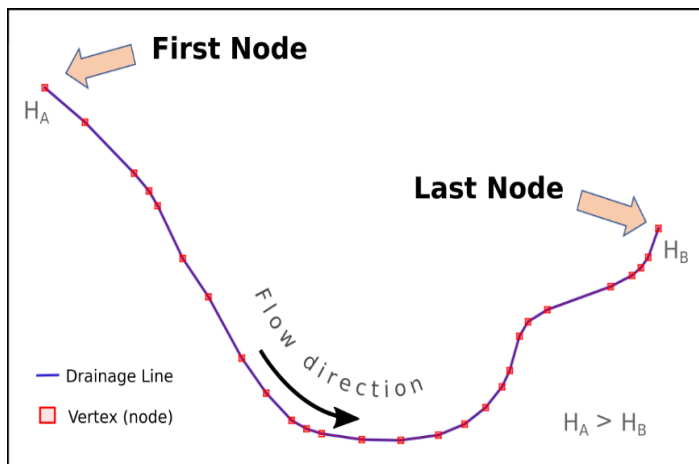


Figure 2: Flow Direction in a Drainage Line.

Yang et al. (2017) study the similarities between engineered versus natural drainage networks because both involve gravity-driven and directed flows. In general they consist of junctions and conduits which correspond to nodes and edges.

Thus when it is desired to perform an accurate analysis of the drainage network it is essential to ensure the correct orientation of the drainage lines as well as the connectivity between them. A validated drainage network allows the automatic identification of all drainage points and their influence on environmental and hydrographic studies (França 2018).

Therefore the objective of this work is to present the main topological inconsistencies of hydrographic elements in the watershed of *Alto Paraguai* made available through the Brazilian Waters Agency (*Agência Nacional de Águas – ANA*).

### 3 | MATERIALS AND METHODS

The study area (Figure 3) corresponds to the *Alto Paraguai* watershed located in the north of Paraguay south-east of Bolivia and mid-west of Brazil in the states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. This area is known for the predominance of wetlands and its biome is called the Pantanal.

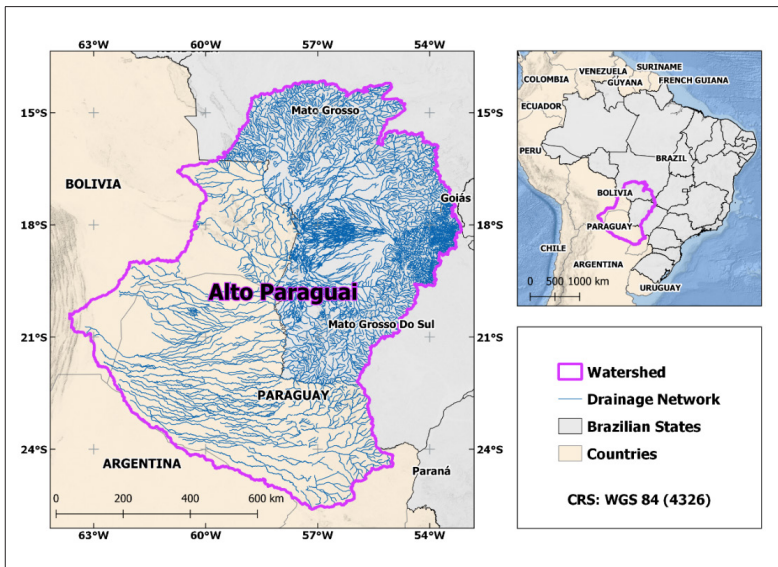


Figure 3: Study Area.

The hydrographic elements studied in this work is described in Table 1. They are available by ANA as shapefiles of the Ottocoded Hydrographic Base (*Base Hidrográfica Ottocodificada* – BHO / Multiscale 2013).

Class	Geometry	Description
Drainage Point	Point	Point of connectivity between two drainage lines or more (CONCAR, 2010).
Drainage Line	Line	Linear representation of the main water flow of a waterbody (ANA, 2015).
Waterbody	Polygon	Surface with significant accumulation of water. It can be classified in <i>Standing Water</i> (lakes, ponds, etc.) or <i>Water Course</i> (rivers, stream, canals, etc.) (INSPIRE, 2014), accordingly the existence of water flow.

Table 1: Description of the hydrographic elements

These vector data are compatible with 1:250 000 scale in the Taquari River sub-basin and with 1:1 000 000 scale for the other areas (ANA 2015).

ANA used the Otto Pfafstetter methodology for official codification of river basins and watercourses. This coding follows a system of unidirectional flows of the hydrographic network allowing the query of topological information of the network based only on the encoding attribute (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

For validation analysis and mapping the open source software QGIS 2.18 was used with the Plugin DSGTools for inter-class topological validation and Python algorithms created by França (2018) for intra-class and specific topological validation.

### 3.1 Inter-class topological validation

The rules for this validation were obtained from the conceptual model standardized by CONCAR (2011). Figure 4 corresponds to an extract of the entity-relationship diagram of the classes analyzed.

The Watercourse and Standing Water classes are a specialization of the Waterbody class being obtained from original data through the selection of the features based upon their attribute type of water body.

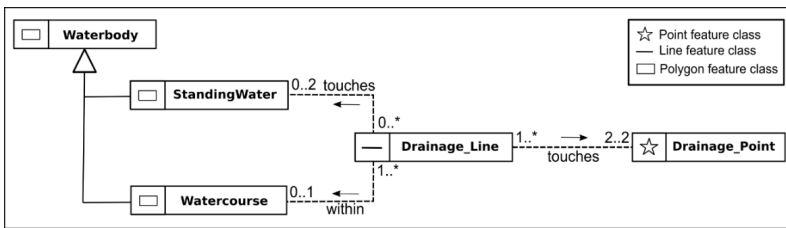


Figure 4: Entity-relationship diagram for the analyzed classes.

In the diagram the relationships and cardinalities between the classes are defined. For instance a Drainage Line must be within 0 and 1 Watercourse. The same relation in the opposite direction means a Watercourse must contain from 1 to many Drainage Lines.

In this context some inter-class topological validation rules were listed to be checked in this paper and are described in Table 2.

The number of rules between classes is not exhaustive. For example rules 04 and 05 are nothing more than rules 02 and 03 in the opposite direction. Rules 06 and 07 are examples of situation checks that should not occur based on real-world modeling.

Rule	Class 1	Must	Topology	Class 2	Cardinality
01	Drainage Line	yes	touches	Standing Water	0..2
02	Drainage Line	yes	Within	Watercourse	0..1
03	Drainage Line	yes	touches	Drainage Point	2..2
04	Watercourse	yes	contains	Drainage Line	1..*
05	Drainage Point	yes	touches	Drainage Line	1..*
06	Drainage Point	no	Within	Standing Water	1..*
07	Drainage Line	no	Crosses	Standing Water	1..*

### 3.2 Intra-class topological validation

In this work the Drainage Line class was considered as an example for intra-class validation. So the validation verified common inconsistencies of geometry construction being they self-intersection overlap minimum angle crossing between lines and line not connected (Figure 5).

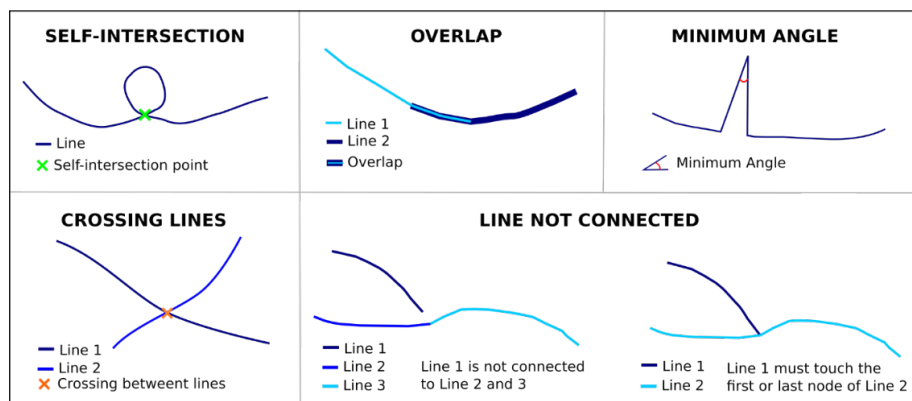


Figure 5: Examples of geometric inconsistencies for drainage lines.

The verification of the geometry's problems have to be done before the validation of the network considering that the network validation only makes sense when there are no more problems in the construction of the geometries so that ensures the connectivity between the drainage lines and solves all situation which in general do not occur in the real world such as the case of self-intersections overlap and closed angles.

### 3.3 Specific topological validation

The drainage network validation is an example of specific topological validation because its rules are not explicit in the data model. However it's essential for defining spatial relation between drainage lines considering the water flow and related properties (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

This validation checks inconsistencies based on the first and last points of a drainage line. They must be classified into one of the situations for a drainage point (Figure 6) otherwise it is considered an inconsistency (Figure 7).

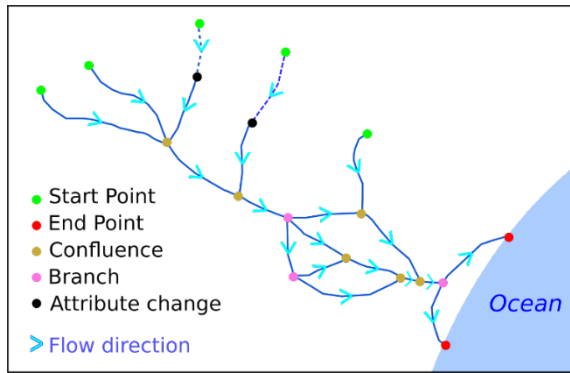


Figure 6: Types of Drainage Point.

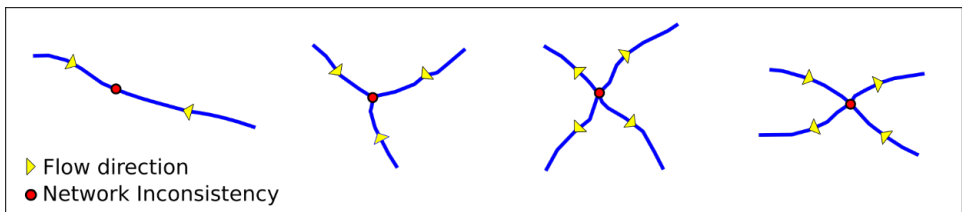


Figure 7: Examples of Network Inconsistency.

Another problem is the loop in the network (Figure 8) a type of inconsistency that hurts the logic of the drainage network because the water following in its flow direction cannot return to the same point but it can only follow from upstream to downstream.

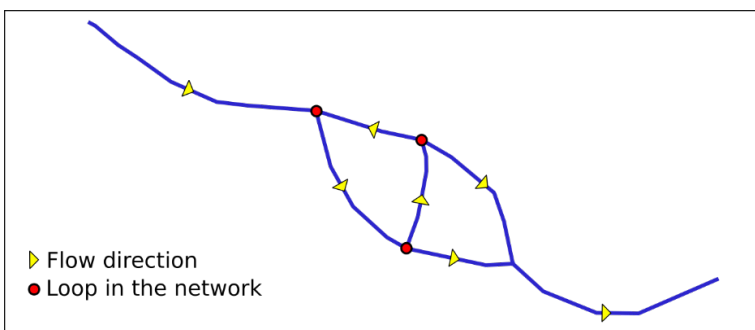


Figure 8: Loop in the drainage network.

## 4 | RESULTS AND DISCUSSIONS

The total number of features and measurements per class of the ANA's Ottocoded Hydrographic Base of the *Alto Paraguai* watershed is described in Table 3.

Class	Source file name	Features	Measurement
Drainage Point	geoft_bho_pontodrenagem	8652	-
Drainage Line	geoft_bho_trechodrenagem	8485	100,031.11 Km
Standing Water	geoft_bho_massa_dagua	2822	465.61 Km <sup>2</sup>
Watercourse	geoft_bho_massa_dagua	327	791.71 Km <sup>2</sup>

Table 3: Number of features per class

For inter-class topological validation the rules described in Table 2 was verified and the resulting number of inconsistencies for each rule are presented in Table 4.

Rule	Description	Inconsistencies
01	Drainage Line must touch Standing Water (0..2)	0
02	Drainage Line must be within Watercourse (0..1)	0
03	Drainage Line must touch Drainage Point (2..2)	0
04	Watercourse must contain Drainage Line (1..*)	325
05	Drainage Point must touch Drainage Line (1..*)	0
06	Drainage Point must not be within Standing Water (1..*)	8
07	Drainage Line must not cross Standing Water (1..*)	144

Table 4: Total inconsistencies for inter-class topological validation.

The results show that depending on the direction of the relationship between classes different results can be obtained. For example rule 02 where no inconsistency was verified when rule 04 which checks the opposite direction of the relationship found 325 inconsistencies.

It is also observed that rules 01 to 03 expressed in the entity-relationship diagram (Figure 4) were not effective in identifying inconsistencies unlike rules 06 and 07 that define what must not occur between the classes. This evidences that a rule for determining what cannot happen may be more efficient in finding topological problems than the general rules of feature construction.

Figure 9 shows some cases of inconsistencies found in ANA dataset for checking of rules 04 06 and 07. By visual inspection the two main reasons are:

- Virtually all watercourses don't contain at least one drainage line
- The drainage lines are not connected to waterbodies.

Thus this explains the inconsistencies of standing water which is crossed by drainage line or contains drainage points.



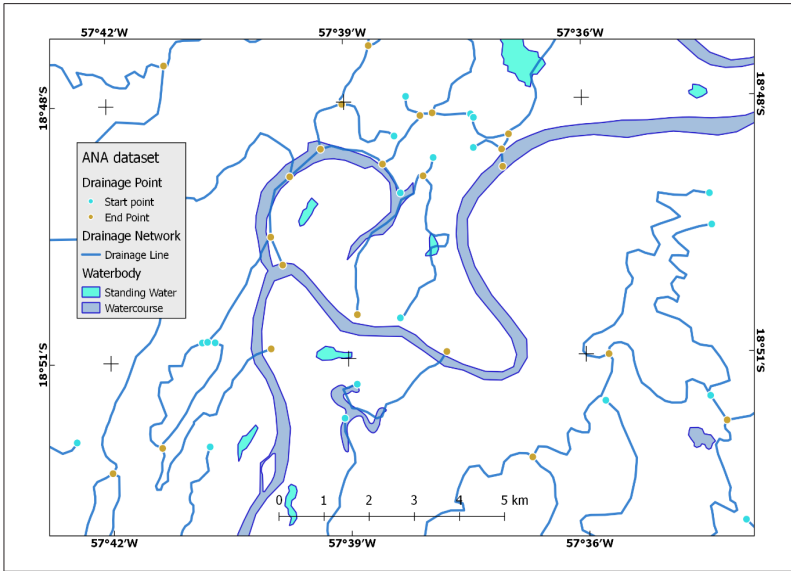


Figure 9: Watercourses don't contain at least one drainage line.

Figure 10 is an example of non-compliance with a logic rule assuming that standing water has no water flow and therefore cannot contain or cross a drainage line or consequently have a drainage point within it.

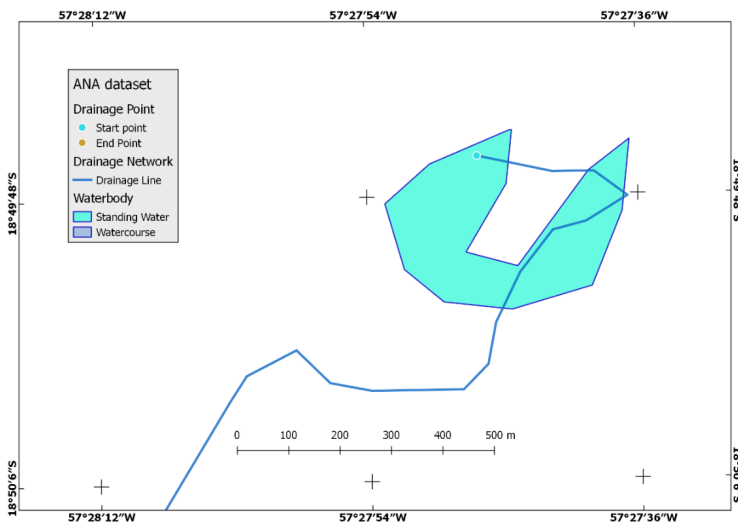


Figure 10: Standing water with inconsistencies.

For intra-class topological validation it was verified inconsistencies in the construction of Drainage Line's features. The numbers of inconsistencies are presented in Table 5 and a situation of small angles are presented in Figure 11.

<i>Inconsistency</i>	<i>Quantity</i>
Crossing between lines	0
Line not connected (tol < 0.5m)	0
Minimum angle (<45°)	17
Overlap between lines	0
Self-intersection	0

Table 5: Number of inconsistencies for intra-class validation.

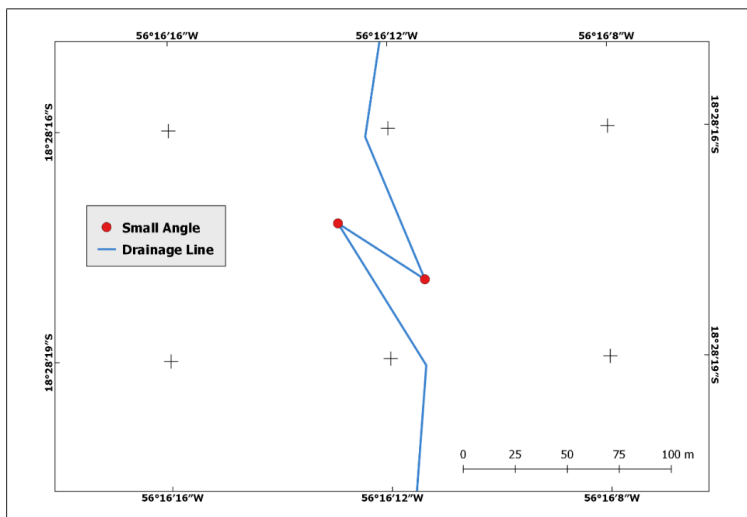


Figure 11: Cases of inconsistencies in the intra-class validation.

For specific topological validation the drainage network was verified. In this validation no network problem or loop was found in the original ANA's dataset using the methodology presented by França (2018). This is due to the fact that ANA obtains its dataset automatically in order to ensure that drainage lines and watersheds are coded according to the Pfafstetter methodology (ANA 2015) using recursive functions and routing algorithms (Romanholi & Queiroz Filho 2018).

However in Table 6 the number of drainage points generated by França's method reveals some ANA's dataset characteristics.

<i>Drainage Point Type</i>	<i>Quantity</i>
Start Point	4326
End Point	167
Confluence	4159
Branch	0
Attribute change	0

Table 6: Generated Drainage Points.

First it is observed that there is no branch occurrence in the drainage network which is very unlikely to occur given the complexity of the catchment area in the Pantanal.

Second the attribute change point in ANA's dataset is also not observed. This is due to the fact that the attribute changes of ANA's drainage lines are not considered in the connection between two lines but only at points of confluence (three lines).

Lastly ANA's drainage points are only classified in "start" and "end" point as seen in Figure 9. The start points coincide with the points generated by the França's method but most of the end points of the ANA's dataset are actually confluence points.

In the real world the "end point" feature may represent a mouth to where the water flow converges flowing into a water body (lake or ocean) or in rarer cases when it encounters a sink feeding groundwater. Therefore the occurrence of "end point" is less likely in a drainage network (França 2018).

## 5 | CONCLUSION

This research had as objective to present the essential concepts for topological validation of a watershed in a case study applied to the *Alto Paraguai* Basin. So this task was performed following three aspects: inter-class intra-class and specific topological validation.

Inter-class validation was approached and exemplified considering the classes drainage point drainage line standing water and watercourse. In this validation it was verified that the topological relations of the polygon type classes do not conform to rules related to the line and point type classes and there is no type of connectivity between them.

Intra-class validation was applied in the class drainage line. No inconsistency was found between the features of this class except some problems in the construction of geometries with the existence of small angles (angle smaller than the minimum tolerated angle).

As an example of specific topological validation the drainage line class was validated following the criteria of a unidirectional drainage network adopted by França (2018). From the analysis it was verified that there is no network inconsistency and no loop problem.

However by evaluating the drainage points automatically generated and comparing with the ANA's drainage points it was verified that some situations that are observed in the real world are not contemplated in the data such as the branch and attribute change points.

Modeling the environment and water behavior is not trivial. And when it comes to the Pantanal is a challenge mainly because the drainage becomes very diffuse and variable over time not behaving in a totally linear way through several marshes and swamps very common in this great plain.

Nevertheless the current standards of geospatial data control quality indicate that the level of compliance must be zero inconsistencies for topological validation (IBGE 2017 DSG 2016). This quality procedure proves that all care has been taken to create the vector data in accordance with the logical model and appropriate for the real-world representation besides allowing the results of studies and analyzes based on this data more reliable.

## REFERENCES

- Abed-Elmdoust A. Singh A. Yang Z. L. Emergent spectral properties of river network topology: an optimal channel network approach. **Scientific reports** 7(11486). p.1-9. 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-11579-1
- Albuquerque L. B. Oliveira W. Caracterização da bacia hidrográfica do córrego Pratinha-Três Lagoas (MS) como subsídio ao planejamento ambiental. **Revista GeoPantanal** Corumbá/MS. 10(19) p.87-99. 2015.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Base Hidrográfica Ottocodificada**. 2ª Edição. Brasília. 2015. Available in: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5> . Accessed in Jun 16th 2018.
- Andrades Filho C. D. O. A. Zani H. Dos Santos Gradella F. Extração automática das redes de drenagem no pantanal de Aquidauana: estudo comparativo com dados SRTM ASTER e carta topográfica DSG. **Revista Geografia**. Rio Claro v.34 Número Especial p.731-743. 2009.
- Bosquilia R. W. D. Fiorio P. R. Duarte S. N. Mingoti R. Comparação entre métodos de mapeamento automático de rede de drenagem utilizando SIG. **Irriga** Botucatu 20(3) p.445-457. 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n3p445
- Cherem L. F. S. Magalhães Junior A. P. Faria S. D. Análise morfológica de rede de drenagem extraída de MDE-SRTM. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO XIV Natal p.7251-7258. 2009.
- Cristo S. S. V. Robaina L. E. S. Caracterização da rede hidrográfica na estação ecológica Serra Geral do Tocantins estados do Tocantins e Bahia. **Geografia Ensino & Pesquisa** 18(3) p.103-116. 2014. DOI: 10.5902/2236499414729
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. **Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais**. ET-EDGV 2.1.3. Brasília - DF. 2010.

Dos Santos C. C. P. Shiraiwa S. Extração de redes de drenagem utilizando limiares de área acumulada máxima através de modelos digitais de elevação em diferentes escalas. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal IV Bonito/MS Embrapa Informática Agropecuária/INPE p.50-59. 2012.

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico. **Especificações Técnicas para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais**. ET-ADGV 2.1.3. Brasília – DF. 2011.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico. **Norma da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais**. ET-CQDG. 1ª Edição. Brasília – DF. 2016.

Elbeih S. F. An overview of integrated remote sensing and GIS for groundwater mapping in Egypt Ain Shams. **Engineering Journal** v. 6 n. 1 p.1-15 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.08.008>

Ellul C. Haklay M. Requirements for Topology in 3D GIS. **Transactions in GIS** v.10 n.1 p. 157-175 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.00251.x>

ESRI. ArcGIS. **Topology Basics**. 2016. Available on: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/topologies/topology-basics.htm>. Accessed on: June 14 2018.

França L. L. S. Topological validation of drainage network with QGIS. ANAIS 7º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL Jardim MS. Embrapa Informática Agropecuária/INPE. p. 262-273. 2018.

França L. L. S. Almeida A. D. O. Penha A. L. T. Avaliação da qualidade dos Modelos Digitais de Elevação ASTER e SRTM para o estado da Bahia. **Revista Brasileira de Cartografia**. 69(9). p.1797-1806. 2017.

França L. L. S. Ferreira da Silva L.F. Comparison between the Double Buffer Method and the Equivalent Rectangle Method for the quantification of discrepancies between linear features. **Boletim de Ciências Geodésicas** 24(3). 300-317. 2018. DOI: 10.1590/s1982-21702018000300020

França L. L. S. Penha A. L. T. Carvalho J. A. B. Comparison between absolute and relative positional accuracy assessment - a case study applied to digital elevation models. **Boletim de Ciências Geodésicas** 25(1). 2019. DOI: 10.1590/s1982-21702019000100003

França L. L. S. Silva T. A. Andrade A.C.B.A.B. Alcântara L.A. Vetorização de Cobertura Terrestre no QGIS. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO VII Recife-PE p.393-400. 2018.

Gopinath G. Swetha T. V. Ashitha M. K. Automated extraction of watershed boundary and drainage network from SRTM and comparison with Survey of India toposheet. **Arabian Journal of Geosciences** v. 7 n. 7 p. 2625-2632 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Avaliação da qualidade de dados geoespaciais**. Manuais técnicos de geociências. Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro. 2017.

INSPIRE. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council (14 March 2007): establishing an **Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)**. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu> . Accessed on Feb 2019.

INSPIRE. D2.8.1.8 **Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines**. 2014.

ISO – International Organization for Standardization. 19.157:2013. Geographic Information – Services. **Quality management systems-requirements** (ISO 19.157: 2013). 2013.

Nascimento P. S. Petta R. A. Garcia G. J. Confecção do mapa de densidade de drenagem através de geotecnologias visando definir a vulnerabilidade aos processos erosivos na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP). **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia** 6(1) Rio Claro p.19-35. 2008.

Paranhos Filho A. C. Leonardo Miotto C. Machado R. Veríssimo Gonçalves F. Oliveira Ribeiro V. Marcelo Grigio A. Da Silva N. M. Controle Estrutural da Hidrografia do Pantanal Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências** 40(1) p.156-170. 2017. DOI: 10.11137/2017\_1\_156\_170

Passos J. B. Carvalho R. B. Penha A. L. T. França. L. L. S. Estruturação e validação de dados geográficos em ambiente orientado a objeto do Sistema Gothic. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR XVIII INPE Santos - SP Brasil. p. 795-802. 2017.

Rennó C. D. Nobre A. D. Cuartas L. A. Soares J. V. Hodnett M. G. Tomasella J. Waterloo M. J. Hand. A new terrain descriptor using SRTM-DEM: mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment** New York v. 112 n. 9 p.1-14. 2008. DOI: 10.1016/j.rse.2008.03.018

Romanholi M. P. De Queiroz Filho A. Base hidrográfica ortocodificada na escala 1: 25.000: exemplo da bacia do Córrego Itapiranga (SP). **Caminhos de Geografia** v. 19 n. 68 p. 46-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196804>

Santos Silva N. Ribeiro C. A. A. S. Barroso W. R. Ribeiro P. E. Á. Soares V. P. Silva E. Sistema de ortocodificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas. An improved stream network addressing system the modified pfafstetter coding scheme. **Revista Árvore** 32(5) p.891-897. 2008.

Singh P. Gupta A. Singh M. Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science** v.17 n. 2 December p.111-121 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2014.09.003>

Uzeika T. Merten G. H. Minella J. P. G. Moro M. Use of the SWAT model for hydro-sedimentologic simulation in a small rural watershed. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** v.36 n.2 p. 557-565 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200025>

Yang S. Paik K. Mcgrath G. S. Urich C. Krueger E. Kumar P. & RAO P. S. C. Functional topology of evolving urban drainage networks. **Water Resources Research** v. 53 n. 11 p. 8966-8979 2017. DOI: 10.1002/2017WR021555

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**FRANCISCO ODÉCIO SALES** - Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019 atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuou entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira Educação Fiscal Educação Científica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do Ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas Geometria não euclidiana Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais Matemática e Música (IFCE Campus Crateús) do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes de Trânsito 12, 13, 119, 120, 121, 122, 124, 130

Acústica ambiental 106

Acústica de edificações 14, 15, 154, 157

Aplicativo Móvel 10, 27

### B

Bacia Hidrográfica 11, 47, 48, 50, 52, 53, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 143, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 152, 169, 191, 192, 205

### C

Cavernas 132, 135, 136, 138, 140, 141

Controle de Qualidade 192, 206

Cultura 3, 10, 66, 67, 84, 142, 144, 145, 146, 147, 150, 153

### D

Diferença de nível 57, 154, 161, 165

### E

Educação Ambiental 142, 143, 148, 150

Educação para o trânsito 10, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12

Energia 16, 23, 24, 25, 35, 36, 38, 41, 42, 44, 45, 85, 146, 148, 185

Ensaio in loco 14

Ensino-aprendizagem 1

Ensino de química 178, 180

Escorregamentos 167, 168, 173, 174, 176

Espectrometria de massa 77

Evapotranspiração de referência 11, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 76

### F

Fator de Segurança 167, 170, 172, 173, 174

Fiscalização Eletrônica 12, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130

### G

Games 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 83, 84, 86, 90, 91

Gastronomia 12, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 189, 190



Geotecnologia 93

## I

Internet 5, 9, 10, 13, 27, 84, 87, 122

Isolamento acústico 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

## J

Jogos Educacionais 13, 83, 91

## M

Meio ambiente e sociedade 142

Mídia-Educação 1, 3, 4, 12

Monitoramento de estruturas 11, 54, 56, 65

Morfometria 11, 93, 95, 104, 105

## N

Nivelamento Geométrico 11, 54, 55, 57, 60, 65

Nível de critério de avaliação 12, 106, 107, 162

## P

P+L 35, 36, 42, 43, 44

Pantanal 191, 192, 196, 204, 205, 206, 207

Penman-Monteith 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75

Pensamento Computacional 83, 85, 87

Pesticidas 77, 82

Poluição Acústica 12, 106, 107, 115, 116, 117, 162

Preparação de amostras 77

Propriedades mecânicas 14, 16, 19, 168, 170

## R

Rede de Drenagem 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 143, 192, 205

Redes sociais 9, 27, 28, 29, 32, 33

Resiliência 142, 143, 146

Rio Jundiáí 12, 142, 143, 144, 148, 149, 150

## S

Sensoriamento Remoto 53, 104

SHALSTAB 12, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Sistema complexo 142, 143, 146

Sistemas de pisos 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26

Sítios Arqueológicos 132, 137, 140

## **T**

Teoria e prática 10, 178

Topografia 57, 65, 132, 134, 136, 137, 170

Topologia 192

## **U**

Usinagem 34, 35, 36, 37, 38, 43


Uso Das Terras 47

## **V**

Vegetação 47, 48, 50, 51, 52, 53, 85, 86, 96, 102, 103, 144, 146, 149, 170, 173

# Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2020

# Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 