



# Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

  
Atena  
Editora  
Ano 2021



# Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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 com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da 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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
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  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Miraniide 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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 Albornoz – 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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
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  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
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: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**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: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-210-1

<https://doi.org/10.22533/at.ed.101212506>

1. Ciências Exatas e da Terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

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

## 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; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 16 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**A ATRIBUIÇÃO EMINENTE DA GEOGRAFIA NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO A PARTIR DA VISÃO INTEGRADORA E HOLÍSTICA NAS ANÁLISES AMBIENTAIS**

Matheus Seiji Bonfim Takiuchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125061>

### **CAPÍTULO 2..... 7**

**A INFLUÊNCIA DA SOJA TRANSGÊNICA À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE**

Leandro Moreira Maciel

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125062>

### **CAPÍTULO 3..... 15**

**ANÁLISE DA DISCIPLINA QUÍMICA INORGÂNICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DAS IES PÚBLICAS NO ESTADO DO AMAZONAS**

Pamela Pereira Nunes

Pedro Campelo de Assis Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125063>

### **CAPÍTULO 4..... 20**

**CARACTERIZAÇÃO GEMOLÓGICA DAS ESMERALDAS DE PINDOBAÇU/BAHIA-BRASIL**

Sirlene Barboza Mendonça

Daniela Teixeira Carvalho de Newman

José Albino Newman Fernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125064>

### **CAPÍTULO 5..... 43**

**CATALISADORES DE NÍOBIO E TERRAS RARAS PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL: UMA REVISÃO**

Caio Barbosa e Souza

Anderson Felipe Sant'Anna Moreira

Vanessa Santos Antunes

Rosane Aguiar da Silva San Gil

Elizabeth Roditi Lachter

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125065>

### **CAPÍTULO 6..... 57**

**COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA – IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Ana Cândida de Paula Ribeiro e Arruda Campos

Liliane Bonadio Terra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125066>

**CAPÍTULO 7..... 66**

**CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AS DISCIPLINAS DE CADASTRO NAS ENGENHARIAS DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA**

Cesar Rogério Cabral

Everton da Silva

Markus Hasenack

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125067>

**CAPÍTULO 8..... 79**

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE DISPOSITIVOS MECÂNICOS E ELÉTRICOS QUE EXIBEM COMPORTAMENTO DINÂMICO NÃO LINEAR**

Vinícius Guilherme Esmeraldino Galvão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125068>

**CAPÍTULO 9..... 93**

**ESTUDOS PEDOLÓGICOS E GEOLÓGICOS: UMA NOVA ABORDAGEM COM IMAGEADORES HIPERESPECTRAIS**

Guilherme Fernando Capristo Silva

Marcos Rafael Nanni

Renato Herrig Furlanetto

Luis Guilherme Teixeira Crusiol

Everson Cezar

Cassiele Uliana Facco

Carlos Antonio da Silva Junior

José Alexandre Melo Demattê

Jessica Saldanha Souza

Taiana Loan de Lima Campos

Glauccio Leboso Alemparte Abrantes dos Santos

Marlon Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1012125069>

**CAPÍTULO 10..... 101**

**ENTREVISTA COMO FERRAMENTA: MAPEAMENTO DO PROCESSO PROJETUAL DE PRODUTOS FEITOS COM RESÍDUOS TÊXTEIS**

Dayane Cabral Ziegler

Sydney Fernandes de Freitas

Gisela Costa Pinheiro Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250610>

**CAPÍTULO 11..... 112**

**MODELAGEM MATEMÁTICA DO PRÉ-TRATAMENTO HIDROTÉRMICO DA PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR CONSIDERANDO A FRAÇÃO RECALCITRANTE DA CELULOSE**

Gustavo Batista

Martha Suzana Rodrigues dos Santos Rocha

Cristiane Sanchez Farinas

Antonio José Gonçalves da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250611>

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>117</b>
<b>MODIFICAÇÃO DE AMIDO DE BATATA DOCE E MANDIOCA POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO</b>	
Carmen Cecília Gomes Borges Padula Ana Paula Cerino Coutinho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250612">https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250612</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>128</b>
<b>NON-OMNIDIRECTIONAL ANTENNA EFFECTS ON INDOOR CELL PLANNING AT 700 MHZ</b>	
Maria do Carmo de Luna Malheiros Frazão Niedson Almeida Lemos Jefferson Costa e Silva Alfredo Gomes Neto Custódio José de Oliveira Peixeiro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250613">https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250613</a>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>143</b>
<b>SAÚDE UNIVERSITÁRIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA</b>	
Iranira Geminiano de Melo Célio José Borges Berenice Perpétua Simão Aroní Matos de Oliveira Clarides Henrich de Barba	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250614">https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250614</a>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>152</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE UM ALGORITMO GENÉTICO PARA OTIMIZAR TRANSFERÊNCIAS INTERPLANETÁRIAS</b>	
Guilherme Marcos Neves Denilson Paulo Souza dos Santos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250615">https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250615</a>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>161</b>
<b>VALIDAÇÃO E PROJEÇÃO CLIMÁTICA DO MODELO ETA-HADGEM2-ES PARA O MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA, SANTA CATARINA</b>	
Gerson Conceição Claudia Guimarães Camargo Campos Mario Francisco Leal de Quadro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250616">https://doi.org/10.22533/at.ed.10121250616</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>172</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>173</b>

# CAPÍTULO 9

## ESTUDOS PEDOLÓGICOS E GEOLÓGICOS: UMA NOVA ABORDAGEM COM IMAGEADORES HIPERESPECTRAIS

Data de aceite: 21/06/2021

### **Guilherme Fernando Capristo Silva**

Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
(PPGA), Universidade Federal de Mato Grosso  
(UFMT)  
Sinop, Mato Grosso, Brasil

### **Marcos Rafael Nanni**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Renato Herrig Furlanetto**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Luis Guilherme Teixeira Crusiol**

Laboratório Chave de Sensoriamento Remoto  
Agrícola, Ministério da Agricultura / Laboratório  
Conjunto CAAS-CIAT em Tecnologias  
Avançadas para Agricultura Sustentável -  
Instituto de Recursos Agrícolas e Planejamento  
Regional, Academia Chinesa de Ciências  
Agrícolas, Pequim 100081, China  
Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Everson Cezar**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Cassiele Uliana Facco**

Universidade Estadual de Mato Grosso  
(UNEMAT), Departamento de Geografia  
Sinop, MT, Brasil

### **Carlos Antonio da Silva Junior**

Universidade Estadual de Mato Grosso  
(UNEMAT), Departamento de Geografia  
Sinop, MT, Brasil

### **José Alexandre Melo Demattê**

Departamento de Ciência do Solo,  
Universidade de São Paulo  
Piracicaba, SP, Brasil

### **Jessica Saldanha Souza**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Taiana Loan de Lima Campos**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Glaucio Leboso Alemparte Abrantes dos Santos**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

### **Marlon Rodrigues**

Departamento de Agronomia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá, PR, Brasil

**RESUMO:** Os sensores imageadores hiperespectrais realizam a aquisição das imagens em centenas de bandas estreitas e contínuas, fazendo com que cada pixel da imagem derive uma curva de reflectância espectral tendo, assim, alto potencial e flexibilidade em fornecer informações detalhadas de um alvo ou objeto.

Pensando-se na potencialidade do uso dessas imagens nos estudos pedológicos e geológicos, este trabalho teve, como objetivo, avaliar a capacidade de uma câmera hiperespectral na discriminação pedológica e geológica pelo imageamento de perfis. O perfil imagiado foi classificado como LATOSSOLO, situado no município de Mandaguari-PR-Brasil. A câmera hiperespectral utilizada foi a AisaFENIX a qual possui uma faixa espectral de 380 – 970 nm no sensor VNIR e de 970 - 2500 nm no sensor SWIR com resolução espectral de 3,5 e 12 nm, respectivamente. O equipamento foi montado em sua base de tripé nivelado e regulado a um metro de altura distanciado a 40 m da seção vertical do solo. A imagem capturada em radiância apresenta o total de 620 bandas a 25 quadros por segundo. Como padrão para conversão em refletância dos valores obtidos, foi utilizada uma placa de sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ), a partir da razão entre a radiância do alvo e a radiância desta. As imagens foram processadas pelo programa CaliGeo PRO® para realizar a calibração geométrica e radiométrica. Para observação dos gráficos de radiância, foi utilizado o software ENVI 4.8. Os resultados obtidos nos alvos como a rocha sã de origem basáltica, a camada intertrapiana dos basaltos presentes nestas áreas e o horizonte b latossólico, denotam que as imagens obtidas pelo sensor possibilita a diferenciação e caracterização das porções avaliadas tendo, como diferencial, a praticidade e rapidez na obtenção de seus resultados com a possibilidade de diferenciar horizontes e camadas em perfis de solos com vistas à produzir e auxiliar em mapeamentos digitais de solos.

**PALAVRAS-CHAVE:** MAPEAMENTO DIGITAL, CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS, SENSOR AISAFENIX, ASSINATURA ESPECTRAL.

**ABSTRACT:** The hyperspectral imagers sensors perform the acquisition of images in hundreds of narrowbands, making each pixel of the image derive a spectral reflectance curve having thus high potential and flexibility to provide detailed information of a target or object. Thinking on the potential use of these images in the pedological and geological studies, this work had the objective to evaluate the ability of a hyperspectral camera in pedological and geological discrimination by imaging profiles. The imaged profile was classified as LATOSOL, located in Mandaguari - PR - Brazil. The hyperspectral camera used was AisaFENIX which has a spectral range 380-970 nm in the VNIR sensor and 970-2500 nm in SWIR sensor with spectral resolution 3,5 and 12 nm, respectively. The equipment was mounted on a leveled tripod base and adjustable to a height of meter spaced 40 m from the vertical ground section. The captured image shows the total radiance of 620 bands at 25 frames per second. As a pattern for conversion of reflectance values, one plate barium sulfate ( $\text{BaSO}_4$ ) was used as the ratio between the target radiance and radiance standard plate. The images were processed by CaliGeo PRO® to perform geometric and radiometric calibration. To observe the radiance of graphics, we used the ENVI 4.8 software. The results on the targets as basaltic rock, the intertrapiana layer and the horizon b Latosolic denote the images taken by the sensor allows the differentiation and characterization of the evaluated portions having a differential, the convenience and speed in obtaining results with ability to differentiate horizons and layers in soil profiles in order to produce and assist in digital soil mapping.

**KEYWORDS:** SOIL PROPERTIES, SOIL CLASSIFICATION, AISAFENIX SENSOR, SPECTRAL SIGNATURE.

## INTRODUÇÃO

O uso de técnicas de sensoriamento remoto e de sistema de informação geográfica introduziu nova era no acesso e monitoramento dos recursos de solo no que se refere à qualidade da informação (MERMUT e ESWARAN, 2001).

O comportamento espectral do solo depende diretamente de sua composição química, física, biológica e mineralógica (SOUSA JUNIOR et al., 2008). No qual é resultante de fatores e processos atuantes na sua formação, sendo eles: tamanho de partícula, estrutura do solo, rugosidade superficial, umidade, teor de matéria orgânica, teor de minerais carbonatados, presença ou não de quartzo e dos óxidos de Fe (STONER e BAUMGARDNER, 1981).

Para entender as observações remotas com as propriedades dos solos é necessário que se entenda os espectros de refletância difusa, relacionando-os com as principais feições espectrais oriundas das absorções. Esta absorção da radiação ocorre quando a energia corresponde a uma transição entre o estado fundamental e um estado excitado de um elétron, ou aquela de certa frequência de vibração de uma molécula. Como estas absorções demandam diferentes quantidades de energia, as suas ocorrências evidenciam-se em diferentes posições do espectro (EPIPHANIO et al., 1992).

As vibrações de grupos  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ , de ocorrência frequente nos solos, são bons exemplos de absorções de origem molecular. Para os Latossolos, os eventos espectrais ligados as hidroxilas são particularmente importantes, pois os radicais  $\text{OH}^-$  participam na rede da caulinita e dagibbsita, sendo os dois componentes maiores destes solos (EPIPHANIO et al., 1992).

No entendimento das relações entre as características dos solos e as suas propriedades espectrais, é muito importante que sejam consideradas não apenas as ponderações sobre os fenômenos físicos ocorrentes durante as interações energia-matéria, mas também vários conceitos pedológicos. Isto porque o comportamento espectral dos solos e o resultado da combinação de influências de vários fatores presentes nos solos que se alteram de um solo para outro (IRONS et al., 1989).

Os equipamentos laboratoriais como os espectroradiômetros por não serem sensores imageadores, embora sendo padrão, é impraticável a visualização em tempo real do alvo a ser estudado de maneira rápida. Com o advento dos sensores hiperespectrais, seja em nível terrestre ou suborbital, têm-se mostrado promissor em sua agilidade na aquisição de imagens com alta resolução espectral e espacial. Em virtude disto, este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade de uma câmera hiperespectral na discriminação pedológica e geológica pelo imageamento de perfis.

## MATERIAL E MÉTODOS

O perfil do solo estudado foi classificado como LATOSSOLO, situado nas coordenadas geográficas a Latitude 23° 18' 29" Sul e Longitude a 52° 06' 40" Oeste, no município de Mandaguaçu – PR – Brasil. A região é caracterizada pela presença de extensas áreas dominadas pela presença de solos Latossólicos Vermelhos férricos (>18% de  $Fe_2 O_3$ ), desenvolvidos sobre rochas vulcânicas básicas (basaltos) que podem apresentar camadas intertrapianas de material arenítico pertencentes a Formação Serra Geral do Jurássico Triássico (JKsg) conforme definido por Leinz e Amaral (1987).

Os latossolos formados sobre estes materiais apresentam, como principais características, elevada profundidade (>3m) boa drenagem, estrutura granular fortemente desenvolvida e capacidade de troca catiônica relativamente baixa (< 13  $cmol_c\ cm^{-3}$ ) decorrente da sua acentuada intemperização. Devido aos elevados teores de ferro advindos da rocha mãe, a coloração destes solos apresentam matiz menor ou igual a 2,5 YR e valor e croma variando entre 4/6 e 3/4 (Nanni, 1995).

A câmera hiperespectral utilizada foi da marca Specim, modelo AisaFENIX a qual possui uma faixa espectral de 380 – 970 nm no sensor VNIR e de 970 - 2500 nm no sensor SWIR com resolução espectral de 3,5 e 12 nm, respectivamente (Figura 1).



Figura 1. Câmera modelo AisaFENIX com os sensores VNIR e SWIR integrados; 1– janelinha de entrada da luz no sensor.

O equipamento foi montado em sua base de tripé nivelado e regulado a um metro de altura distanciada a 40 m da secção vertical do solo, conforme demonstrado na figura 2. A imagem foi capturada em número digital (ND) e apresenta o total de 620 bandas a 25 quadros por segundo.



Figura 2. Equipamento montado com o sensor AISAFenix para aquisição de imagens.

As imagens obtidas se deram com a utilização do software disponibilizado pela empresa chamado RScube Rotation®, onde no mesmo encontra-se disponível para a adequação dos parâmetros de abertura e fechamento do sensor em relação à luminosidade do ambiente.

Os dados brutos obtidos pela câmera AISAFenix necessita passar por várias etapas de pré-processamento antes que possa ser analisado e interpretado. Estas etapas compreendem a conversão do ND em radiância, a correção geométrica e atmosférica.

As imagens foram pré-processadas pelo programa CaliGeo PRO® para realizar a calibração geométrica e radiométrica. Para observação dos gráficos de radiância, foi utilizado o software ENVI Classic® (EXELIS, 2011).

Para minimizar os efeitos atmosféricos na imagem, se procedeu a correção atmosférica utilizando o programa ATCOR® (RICHTER, 2008). Como padrão para conversão dos dados de radiância em fator de reflectância, foi utilizada uma placa de referência próxima a 100% de reflectância constituída por sulfato de bário ( $\text{BaSO}_4$ ) para a normalização da imagem. Apenas foram excluídas as bandas de vapor de água atmosférico compreendendo os comprimentos de onda entre 1350-1400 nm e de 1800-2000 nm.

## RESULTADOS

As curvas espectrais obtidas pelo sensor AISAFenix (Figura 3) revelaram a forma com que os atributos dos materiais avaliados atuaram sobre a resposta espectral. Foram observadas, neste trabalho, apenas as denominadas bandas de absorção decorrentes da interação entre a energia e a matéria. No caso do horizonte subsuperficial dos Latossolos

ficou evidente as bandas de absorção entre 480 – 650 nm e 850 - 980 nm decorrentes da grande quantidade de óxidos presentes nestes solos, característico da presença de hematita, conforme verificado por Madeira Netto (2001).

Observa-se que a camada intertrapiana também apresentou mesmo comportamento, mesmo tendo, em sua composição, teores elevados de sílica uma vez que trata-se de sedimentos arenosos. No entanto, é provável que, decorrente do contato com o basalto e possível intemperismo do sistema, as partículas de quartzo tenham sido recobertas por elementos férricos fazendo com que apareçam as mesmas bandas apresentadas no horizonte subsuperficial do Latossolo.

A capacidade dos óxidos recobrirem partículas diminutas e influenciarem a reflectancia do material é bem discutida por Cezar et al. (2013), que observou que pequenas porcentagens (3%) de alguns magnetita, pode influenciar na curva espectral como umt odo.

A distribuição do tamanho das partículas do solo e a presença de diferentes argilominerais influem na sua resposta espectral (MENESES & MADEIRA NETTO, 2001). A concavidade bastante acentuada em 450 nm e maiores intensidades de reflectância em 900 nm, representadas pelos solos com matiz vermelho, indicam a predominância da hematita sobre a goethita, concordando com Fontes & Carvalho Júnior (2005).

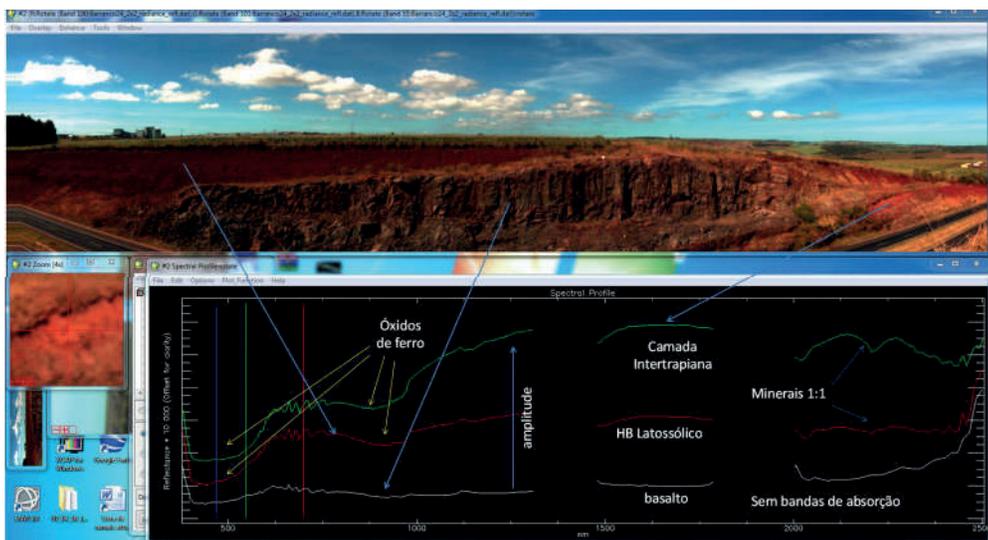


Figura 3. Curvas espectrais de dois materiais geológicos (basalto e camada intertrapiana) e horizonte subsuperficial de um Latossolo Vermelho férrico.

Em relação aos minerais de argila de solos, uma parte dos trabalhos tem sido direcionada ao estudo da caulinita. A curva de reflectância para tais minerais possui bandas centradas em 1400 e 2200 nm, devido às vibrações das moléculas de água e grupos OH das estruturas destes minerais. Como há moléculas de água entre as camadas unitárias na

montmorilonita, bandas de absorções fortes ocorrem também em 1400 e 1900 nm (HUNT E SALISBURY, 1970), pois a banda em 1900 nm deve-se às vibrações de moléculas de água.

Observa-se que no caso da camada intertrapiana a banda da absorção da caulinita é bastante evidente, diminuindo no caso do horizonte latossólico e completamente ausente na rocha sã. Comparativamente, a camada intertrapiana apresentou feição bem mais acentuada que a dolatossolo. Tal fato deve-se aos elevados teores de óxidos de ferro nos latossolos que tendem a mascarar tal feição como observado por Nanni (2000).

Não foi observado nenhuma banda de absorção decorrente da presença de carbonatos nas três camadas avaliadas. Mesmo o basalto sendo uma rocha rica em cálcio e magnésio, estes íons encontram-se aprisionados nos sistemas cristalinos dos minerais ferro-magnesianos como piroxênios e anfibólios, não sendo possível a sua detecção no campo.

Observa-se na figura 3 que a amplitude da reflectância aumenta no sentido rochas básicas ® horizonte latossólico ® camada intertrapiana. Tal fato deve-se a maior refletividade da camada intertrapiana composta principalmente pelo quartzo quando comparada ao horizonte latossólico férrico cuja composição apresenta elevados teores de  $Fe_2O_3$  e o basalto cujos minerais não intemperizáveis permitam a formação de bandas de absorção e pela presença de minerais ferromagnesianos em sua composição que tendem a reduzir a sua refletância.

## CONCLUSÕES

O sensor AISA Fenix, devido à alta resolução espectral, mostrou-se promissor em estudos geológicos e pedológicos podendo diferenciar materiais geológicos e identificar, por meio de bandas de absorção, a presença de minerais no sistema. Este sensor será uma grande ferramenta nos estudos pedológicos futuros com possibilidade de identificação e separação de diferentes horizontes e camadas dos solos.

## AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Pesquisa (FINEP) pelo apoio na aquisição do sensor hiperespectral AISA FENIX (convênios 01.12.0185.00 e 01.12.0469.00) e espectrorradiômetro FieldSpec-3 (convênio 01.09.1567.00).

## REFERÊNCIAS

CEZAR, E.; NANNI, M.R.; DEMATTÊ, J.A.M.; CHICATI, M.L.; OLIVEIRA, R.B.. Estimativa de atributos do solo por meio de espectrorradiometria difusa. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso), v.37, p. 858-868, 2013.

EPIPHANIO, J.C.N.; FORMAGGIO, A.R.; VALERIANO, M.M.; OLIVEIRA, J.B. **Comportamento espectral de solos do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 132p. 1992.

EXELISVIS. Exelis: **Visual Information Solutions**, 2011.

HUNT, G.R.; SALISBURY, J.W. Visible and near infrared spectral of minerals and rocks I: Silicate minerals. **Modern Geology**, v.1, p.283-300, 1970.

LEINZ, V.; AMARAL, S.E. Geologia Geral. 10. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1987. 397p.

MADEIRANETTO, J.S. Comportamento espectral dos solos. In: MENESES, P.R.; MADEIRANETTO, J.S., (Org). **Sensoriamento remoto: reflectância de alvo naturais**. Brasília: Editora UnB; EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 127-156.

MENESES, P.R. & MADEIRA NETTO, J.S., orgs. **Sensoriamento remoto: Reflectância dos alvos naturais**. Brasília, UnB/Embrapa Cerrados, 2001. 262p.

MERMUT, A.R.; ESWARAN, H. Some major developments in soils science since the mid-1960s. **Geoderma**, v.100, p. 403-426, 2001.

NANNI, M. R. Delimitação de unidades fisiográficas para estudo de solos utilizando análise multivariada e técnicas de sensoriamento remoto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 1995.180p.

NANNI, M.R. Dados radiométricos obtidos em laboratório e no nível orbital na caracterização e mapeamento de solos. Tese–Doutorado. Universidade de São Paulo. 2000. 480p.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C. & REZENDE, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros: Interpretação e aplicações**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005. 192p.

RICHTER, R. "Atmospheric and topographic correction for airborne imagery," 2008, ATCOR-4 **User Guide**, Version 4 .3.

SOUSA JUNIOR, J.G.; DEMATTÊ, J.A.M.; GENÚ, A.M. Comportamento espectral dos solos na paisagem a partir de dados coletados por sensores terrestre e orbital. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.727-738, 2008.

SOUZA JUNIOR, J.G.A.; DEMATTÊ, J.A.M.; GENÚ, A.M. comportamento espectral dos solos na paisagem a partir de dados coletados por sensores terrestre e orbital. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 32:727-738, 2008.

STONER, E.R.; BAUMGARDNER, M.F. Characteristics variations in reflectance of surface soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.1161-1165, 1981.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Algoritmo genético 152, 155, 156

Amido 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127

Análise de incerteza 161

Anelamento 117, 119, 120, 125

Assinatura espectral 94

Avaliação de modelo 161

### B

Bacia do Rio São Francisco 57, 58, 61, 63

Biodiesel 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

### C

Cell planning 128

Celulose recalcitrante 112, 113, 114, 115

Circuito de Chua 79, 81, 84, 87, 88, 89, 91, 92

Classificação dos solos 94

### D

Design e sustentabilidade 101, 107

### E

Economia circular 101, 102, 103, 104, 107

Engenharia de agrimensura e cartográfica 66, 68, 69, 77, 78

Esmeraldas 20, 21, 42

Esterificação 43, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 119

### G

Geossistema 1, 2, 3, 5, 6

### I

IMC 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Inclusões 20, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Indoor environments 128, 142

Influências 7, 8, 10, 12, 13

## **L**

Licenciatura em química 15, 16, 17, 19

## **M**

Manobras orbitais 152

Mapeamento digital 94

Matriz curricular 15, 16, 17

Modelagem matemática 112

Mudança climática 161, 162

Multidisciplinariedade 1

## **N**

Nióbio 43, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55

## **O**

Otimização 152, 159

## **P**

Paisagem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 100

Palha de cana-de-açúcar 112, 113, 114, 116

Pêndulo duplo 79, 81, 84, 85, 87, 91

Perdas de água 57, 58, 60, 61, 63, 64

Pesquisa e metodologia do design 101

Pindobaçu 20, 21, 22, 23, 28, 41

Políticas públicas 57, 58, 63, 64, 143, 144, 150

Preservação 11, 57, 62, 63, 103

Pré-tratamento hidrotérmico 112, 113, 114, 116

Projeção climática 161

Propagation measurements 128

Propagation models 128, 129, 141

Propriedades físicas 27, 117

## **Q**

Qualidade de vida 143, 144, 146, 150, 151

Química inorgânica 15, 16, 17, 18

## **R**

Ray tracing method 128, 133, 141

Reaproveitamento de resíduos 101

## S

Saúde 7, 8, 10, 11, 13, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Saúde e meio ambiente 7, 8, 10, 13

Sensor Aisafenix 94

Sistemas caóticos 79, 80, 81, 83

Sistemas não-lineares 79, 81, 92

Soja transgênica 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Swing by 152, 153, 154, 155, 156, 159

## T

Terras raras 43, 47, 51, 52, 53, 54

Têxteis 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 110

Transesterificação 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [facebook.com/atenaeditora.com.br](https://facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [facebook.com/atenaeditora.com.br](https://facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País 2