

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(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 Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Gabriel Motomu Teshima
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: a história da terra / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-120-3

DOI 10.22533/at.ed.203210106

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (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

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

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: a história da Terra”, que apresenta uma série de dezessete artigos com diferentes abordagens e metodologias que abrem a discussão da produção acadêmica nesse segmento.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes metodologias, desde análises climáticas, passando pela interpretação de Modelos Digitais de Elevação e diferentes aplicações para o meio ambiente.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no Brasil e no exterior, além das experiências voltadas a consolidação do ensino de geociências a nível nacional, como é abordado ao longo do livro.

Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos em diferentes escalas e com a qualidade a nível Brasil, mesmo com os percalços e desafios da pesquisa cotidiana.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir essa incrível coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A APLICAÇÃO DA TÉCNICA MULTIVARIADA (PCA) NA CORRELAÇÃO DO PALEOAMBIENTE DEPOSICIONAL DA FORMAÇÃO IRATI (BACIA DO PARANÁ) POR MEIO DE DADOS DE BIOMARCADORES

Lorena Tuane Gomes de Almeida

Sidney Gonçalo de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2032101061

CAPÍTULO 2..... 15

A CRIAÇÃO DE UMA SALA DE EXPOSIÇÃO DE METEOROLOGIA NO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DA UFAL

Natalia Fedorova

Vladimir Levit

Ana Paula Lopes da Silva

Jorge Luiz Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2032101062

CAPÍTULO 3..... 30

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DOS MUNICÍPIOS DE BOM JESUS DO ITABAPOANA – RJ E BOM JESUS DO NORTE – ES, UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E SENSORIAMENTO REMOTO

Wallace Maciel Pacheco Neto

DOI 10.22533/at.ed.2032101063

CAPÍTULO 4..... 43

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO SEGUNDO OS DADOS DE PLUVIÔMETRO, GPCC E TRMM PARA RONDON DO PARÁ E SUA RELAÇÃO COM ANOMALIAS DE TSM

Priscila dos Santos Ribeiro

Juliana Cristina Silva do Nascimento

Fernando Bosco de Sousa Melo

Luciano André Barbosa da Silva

Paulo Rick Soares Rodrigues

Emily Amaro Pires

Davi Miranda Costa

Matheus Henrique Melo Farias

Laura Carolina Trindade Santos

Luan Bezerra Moreira dos Santos

Jordana do Socorro Silva do Nascimento

Talleson Gabriel Andrade dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2032101064

CAPÍTULO 5..... 58

PROSPECÇÃO GEOELÉTRICA DE OCORRÊNCIA DE COBRE EM FAIXA DE DOBRAMENTOS NA REGIÃO DE CAÇAPAVA DO SUL (RS)

Shaiely Fernandes dos Santos

César Augusto Moreira

Fernanda Teles Gomes Rosa
Karolliny Borssatto
Marly Aparecida da Silva
DOI 10.22533/at.ed.2032101065

CAPÍTULO 6..... 76

AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO IMPACTO DA RESSURGÊNCIA NO SISTEMA DE CIRCULAÇÃO DE BRISAS NO LITORAL DO RIO DE JANEIRO – BRASIL

Caio Pereira de Souza
Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira
Luiz Paulo de Freitas Assad

DOI 10.22533/at.ed.2032101066

CAPÍTULO 7..... 93

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DITAIS DE ELEVAÇÃO E CARTA TOPOGRÁFICA NA GERAÇÃO DE MAPAS DE DECLIVIDADE PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS – PR

Sidival Antonio Calderan
Ricardo Henrique Bueno
Giovana Moreira Goes
Rodrigo Gonçalves Ferreira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2032101067

CAPÍTULO 8..... 99

COMPARAÇÃO ENTRE O POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO E DIFERENTES MÉTODOS DE POSICIONAMENTO

Juliana Tamires Ferreira Kizahy Nagem
Maria Luiza de Castro Garcia
Wanessa Dias Alves
Samuel Salin Gonçalves de Souza
Emerson Ricardo Barros Pires
Nathalia de Souza Lima
Marcus Vinicius Zamorim da Costa
Júlio Anderson Araujo Pereira
Wendell Fonseca Pinheiro
Karen Patricia Macedo Cesário
Patrick Rafael Silva Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.2032101068

CAPÍTULO 9..... 109

COMPARAÇÃO ENTRE OS INTERPOLADORES DO ARCGIS -PRO PARA DADOS GRAVIMÉTRICOS

Leticia Cristina Ribeiro
Danilo Fernandes de Medeiros
Giuliano Sant'Anna Marotta
Rejane Ennes Cicerelli

DOI 10.22533/at.ed.2032101069

CAPÍTULO 10.....	116
CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇOS, TERRAS RARAS E ESCÂNDIO EM PERFIL DE INTEMPERISMO DE ROCHA METAULTRAMÁFICA (BOM JESUS DA PENHA – MG)	
Ilio Rodarte Faria Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.20321010610	
CAPÍTULO 11.....	135
DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES E DIREÇÕES DO VENTO EM UM PLANTIO DE CUPUAÇUZEIRO COM AÇAI	
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes	
Joyse Tatiane Souza dos Santos	
Deborah Luciany Pires Costa	
Denilson Barreto da Luz	
Matheus Lima Rua	
Erika de Oliveira Teixeira	
Igor Cristian de Oliveira Vieira	
Adrielle Carvalho Monteiro	
João Vitor de Nóvoa Pinto	
Stefany Porcina Peniche Lisboa	
Maria de Lourdes Alcântara Velame	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.20321010611	
CAPÍTULO 12.....	145
ESTUDOS DE DAM BREAK	
Olavo Tozete Tercini	
Arthur Bucciarelli Andreetta	
Euclides Cestari Junior	
DOI 10.22533/at.ed.20321010612	
CAPÍTULO 13.....	151
MEDIDAS GERAIS PARA PRECAUÇÃO DE DESASTRES EM BARRAGENS	
Olavo Tozete Tercini	
Arthur Bucciarelli Andreetta	
Mariane Chimite Nossa	
Douglas Meira Brito	
Euclides Cestari Junior	
DOI 10.22533/at.ed.20321010613	
CAPÍTULO 14.....	157
MOVIMENTO DO PÓLO ANALISADO SOB A INFLUÊNCIA DO TERREMOTO DE SAMOA	
Juliana Tamires Ferreira Kizahy Nagem	
Wendell Fonseca Pinheiro	
Maria Luiza de Castro Garcia	
Lucas Daniel Noronha Ferreira	
Mozart dos Santos Silva	

Marcos Gabriel Silva e Silva
Arthur Jeronimo Santana Aragão
Patrick Rafael Silva Corrêa
Júlio Anderson Araújo Pereira
DOI 10.22533/at.ed.20321010614

CAPÍTULO 15..... 167

RECLASSIFICAÇÃO DO AMBIENTE FLUVIAL NO ESPAÇO URBANO DE PONTA GROSSA-PR: UM NOVO OLHAR

Marcelo Mendes
Maria Ligia Cassol-Pinto

DOI 10.22533/at.ed.20321010615

CAPÍTULO 16..... 180

USO DE SÉRIE CLIMATOLÓGICA PARA CARACTERIZAÇÃO DA SAZONALIDADE E VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM BELÉM-PA

Gabriel Brito Costa
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória dos Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
João Thiago Rodrigues de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.20321010616

CAPÍTULO 17..... 198

VERIFICAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL ATUAL EM APP DE RIOS PERENES E INTERMITENTES NO CONTEXTO URBANO DA CIDADE DE CURITIBA

Carla Jaqueline Casaroti
Flávia Silveira
Gabriele Silveira Camara
Luís Antônio Soares e Sousa
Jorge Antonio Silva Centeno

DOI 10.22533/at.ed.20321010617

SOBRE O ORGANIZADOR..... 212

ÍNDICE REMISSIVO..... 213

VERIFICAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL ATUAL EM APP DE RIOS PERENES E INTERMITENTES NO CONTEXTO URBANO DA CIDADE DE CURITIBA

Data de aceite: 21/05/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Carla Jaqueline Casaroti

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba – PR
ORCID: 0000-0002-1250-2839

Flávia Silveira

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba – PR
ORCID: 0000-0002-4097-7073

Gabriele Silveira Camara

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba – PR
ORCID: 0000-0002-0413-6429

Luís Antônio Soares e Sousa

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba – PR
ORCID: 0000-0003-4494-8808

Jorge Antonio Silva Centeno

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curitiba – PR
ORCID: 0000-0002-2669-7147

RESUMO: O monitoramento de áreas de preservação permanente (APP) e a verificação de sua conformidade com o atual Código Florestal é de interesse tanto para entidades ambientais, quanto para os proprietários de terras. Neste artigo, dados de sensoriamento remoto são usados para avaliar a cobertura e ocupação do solo em áreas de preservação

permanente na cidade de Curitiba, dando ênfase às áreas de proteção permanente em torno de rios perenes e intermitentes, e considerando o texto normativo do novo Código Florestal vigente no Brasil. A metodologia resumiu-se em três principais etapas: Delimitação das áreas de preservação permanente em torno dos rios, com base na legislação; classificação de imagens de alta resolução espacial para determinar o uso e cobertura destas áreas, com o que se obteve um mapa das áreas arborizadas atualizado; detecção de irregularidades através da comparação entre os dois mapas, o mapa das áreas de preservação pela legislação e o mapa atual da cobertura vegetal. Com isto foi possível detectar locais onde a ocupação e cobertura dentro da APP não estava de acordo com a legislação, caracterizando o uso ou ocupação urbana regular e irregular. Como resultados relevantes, foi constatado que mais da metade das áreas de preservação permanente se encontram em situação irregular, sendo a classe mais frequente nestas regiões a ocupação urbana, em torno de 75,4%.

PALAVRAS - CHAVE: Sensoriamento Remoto, APPs, Cobertura do Solo

BRAZILIAN CURRENT FOREST CODE VERIFICATION IN PPA OF PERENNIAL AND INTERMITTENT RIVERS IN THE URBAN CONTEXT OF CURITIBA CITY

ABSTRACT: The possibility of verifying how adequate the permanent preservation areas (PPAs) are to the current Forest Code is of interest both for entities that control their compliance, such as the environmental police in Brazil, as

well as for landowners. Regarding the content developed in this article, the main question is how adjusted the permanent protection areas in perennial and intermittent rivers are, in relation to the normative text of the new Forest Code in force in Brazil. The methodology is summarized into three main stages: creation of permanent preservation area around the rivers, classification of a high spatial resolution image - so the wooded areas could be the most up to date as possible; comparison between the two areas created in the previous steps, where, in case the PPAs were not occupied by the class of wooded areas coming from the classification of the satellite image, those areas of nonconformity were the land uses: regular and irregular urban occupation. As relevant results, it was found that less than half of the permanent preservation areas are respected in the area of interest, where 75.4% of the area of non-compliance with the Forest Code is regular urban occupation.

KEYWORDS: Remote Sensing, PPAs, Land Cover

1 | INTRODUÇÃO

Nas décadas de 50 e 60, como consequência do investimento do governo na indústria e a mecanização da agricultura, houve um êxodo do campo aos grandes centros urbanos, um fenômeno que continuou nas décadas de 70 e 80 com a crescente industrialização. De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cerca de 84% da população brasileira vivia em áreas urbanas no ano de 2010. O IBGE também estimou, em 2016, que mais de 94 milhões de brasileiros viviam em 26 metrópoles com 1 milhão ou mais de pessoas.

A chegada repentina de milhões de migrantes nos centros urbanos ocorreu de forma desordenada, em parte devido à falta de planejamento urbano, resultando em vários problemas sociais, como o aumento da violência, desemprego e a ocupação irregular do espaço urbano. Um dos principais problemas foi a ocupação de áreas de proteção ambiental e áreas de risco ao assentamento urbano. Consequências deste processo são perdas de moradias por deslizamentos, enchentes e a falta de infraestrutura urbana para estas regiões. Este também compromete a funcionalidade e gerenciamento de processos em diversos setores da sociedade, acarretando na dificuldade na gestão de resíduos e recursos, aumento da poluição, diminuição de áreas verdes, criação de zonas de calor, condições inadequadas no sistema de saúde, péssimas condições de mobilidade e deficiência na segurança pública, bem como outras restrições que afetam diretamente na qualidade de vida da população (TOPPETA, 2010).

Dentro desta problemática, e considerando o significativo avanço tecnológico ao longo dos últimos anos, os governos mudaram sua postura, se preocupando com o uso destas novas tecnologias em favor da sociedade com o propósito de aumentar a qualidade e o bem-estar de vida da população. Com o avanço tecnológico é hoje possível monitorar o processo de ocupação urbana com imagens de satélite, tornando a tarefa menos onerosa em termos de recursos humanos e financeiros. Cada vez mais, imagens de satélite estão

se tornando acessíveis gratuitamente e o software necessário encontra-se disponível. Isto vem ao encontro de um novo conceito, o de smart cities. O conceito de smart cities descreve sistemas urbanos interagindo e usando seus recursos para promover o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, aproveitando uma infraestrutura e serviços e de informação e comunicação como base para o planejamento e gestão urbana. Estudos vêm sendo feitos no âmbito das Smarts Cities a fim de planejar e/ou reorganizar cidades com maior participação populacional e com controle integrado das ações do município.

Devido ao suas múltiplas facetas, verifica-se ainda um conflito nas definições e termos usados para se referir às Smarts Cities, não existindo nem mesmo um consenso sobre a melhor tradução deste termo. No geral, estes termos estão relacionados à existência de estratégias de desenvolvimento econômico e social alicerçadas em alguns pilares principais: oferta de moderna infraestrutura (STEVENTON; WRIGHT, 2006); melhoria da competitividade e alinhamento à chamada economia do conhecimento, com foco na criação de ambientes propícios ao empreendedorismo, à criatividade e à inovação (FLORIDA, 2002, 2005; KOMNINOS, 2006, 2009); e, por fim, um estilo de vida com elevada consciência social e ambientalmente sustentável (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999 ; TZOULAS et al. , 2007).

Nesse sentido, encontra-se na literatura diversos autores que configuram a preocupação ambiental como uma das ações de transformação de uma cidade convencional em uma Smart City. Dentre eles, cita-se Caragliu (2009), Giffinger e Gudrun (2010), Dutta et al. (2011), Schaffers et al. (2011), Hernández- Muñoz et al. (2011), Chourabi (2012), Cadena et al. (2012). Em uma definição mais recente, o European Innovation Partnership - EIP (2013) traz que as Smart Cities são consideradas sistemas de pessoas que se utilizam e interagem a fim de proporcionar um desenvolvimento econômico-sustentável, resiliente e com um alto nível de vida.

Sendo assim, o incentivo à evolução das cidades inteligentes acaba resultando em cidades mais sustentáveis, uma vez que em uma comunidade cuja organização atende ao nível de eficiência proposto, os recursos são, obrigatoriamente, melhor utilizados (Prado e Santos, 2014). Nesse âmbito, pode-se dizer que uma cidade sustentável é a materialização de uma sociedade com consciência de seu papel como agente transformador dos espaços, onde esta preocupação não se dá necessariamente pela aliança natureza-objeto, mas também por uma intensa relação entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial (ROMERO, 2007).

Toda essa problemática exige atenção e representam grandes desafios aos governos, no que tange à expansão sem que haja esgotamento de recursos naturais e se mantenha a qualidade de vida da população. Esta realidade passa pela regularização das áreas de preservação permanente, onde tendo-se tais áreas em consonância com a legislação, garante-se que os rios tenham menos riscos de serem esgotados ou poluídos, além de envolver questão de arborização e urbanismo, tornando a cidade mais verde e,

consequentemente, com melhor qualidade do ar e da água. Portanto, se faz necessário que se tenha estudos que mostram a atuação conjuntura de uma certa região e traga novas metodologias que sirvam de base para propor soluções efetivas para um crescimento urbano sustentável e que garanta a qualidade de vida populacional. Neste conceito, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento se inserem como elementos capazes de facilitar a coleta e processamento da informação espacial.

Neste artigo é apresentado um exemplo de como este conceito pode ser aplicado para o gerenciamento de áreas verdes e preservação dos recursos hídricos dentro do ambiente urbano. O exemplo apresentado trata da Cidade de Curitiba, mas pode ser facilmente estendido a outras cidades do Brasil.

1.1 Problemática

Até século XIX, no senso comum brasileiro, a área urbana era tida como simplesmente como o oposto da área rural, e suas áreas verdes não eram consideradas relevantes, sendo dada ênfase às áreas construídas. Segundo Gomes (2003), a partir do século XX as áreas verdes começaram a ser valorizadas nas cidades brasileiras, principalmente naquelas mais enriquecidas pela cultura cafeeira.

Com isto, o conceito de “área verde” passou a ser discutido e valorizado. Lima et al (1994) conceitua área verde como locais onde há o domínio de vegetação arbórea, considerando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, e conceitua ainda arborização urbana, como os elementos vegetais de porte arbóreo no ambiente urbano, como árvores que acompanham o leito das vias públicas por exemplo, podendo ter caráter natural ou cultivada e estar presente tanto em espaços públicos, quanto privados. Para Nucci (2008) as áreas verdes urbanas são locais onde com 70% ou mais de solo permeável e que ainda desempenham função estética, ecológica e de lazer.

Lombardo (1990) enfatiza que áreas verdes e de arborização desempenham importante função para a melhoria da qualidade do meio urbano, purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese, regulando a umidade e temperatura do ar, mantendo a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e reduzindo os níveis de ruído ocorrentes nas grandes cidades. Além disso, as áreas verdes apresentam papel no quesito estético das cidades, quebrando a monotonia da paisagem das cidades, valorizando o aspecto visual e ornamental do espaço urbano e auxiliando na interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

É neste sentido que, considerando as APPs como parte das áreas verdes na cena urbana, é necessário que se tenha um olhar crítico acerca da sua preservação e manutenção, a fim de assegurar a qualidade de vida da população, no que tange a melhora da qualidade do ar, do escoamento, contenção de resíduos, evitando possíveis assoreamentos e, ainda, melhorando o aspecto visual através da composição paisagística,

As áreas de proteção permanente são descritas na Lei Federal 12651. Esta atualização

do Código Florestal brasileiro causou controvérsias e grandes discussões entre diferentes setores da sociedade, principalmente em relação aos ambientalistas e aos envolvidos no agronegócio. Em relação a descrição das áreas e como elas devem ser respeitadas, a Lei Federal 12651 detalha em sua normativa quais são os tipos corpos d'água que fazem parte dessas áreas, e como elas devem ser criadas a partir de especificações e considerações. Assim, para verificar e dar informações sobre os rios perenes e intermitentes no contexto urbano, a normativa foi consultada. Considerando áreas de proteção permanente de rios perenes e intermitentes, a partir da calha do seu leito regular deve-se respeitar a área de:

- 30 metros para os rios com larguras menores de 10 metros;
- 50 metros para os rios de 10 a 50 metros de largura;
- 100 metros para os rios de 50 a 200 metros de largura;
- 200 metros para os rios de 200 a 600 metros de largura;
- 500 metros para os rios com larguras maiores que 600 metros.

2 | METODOLOGIA

Com o intuito de facilitar a gestão das áreas verdes contidas em áreas de preservação permanente, a metodologia desenvolvida se baseou no atual código florestal brasileiro (Lei Federal 12651/2012), em conjunto com técnicas de processamento de imagens de satélite e banco de dados georreferenciados, criando assim um roteiro para verificação da conformidade dessas áreas com a normativa no contexto urbano.

Este trabalho se deu em quatro etapas diferentes, iniciando pela aquisição dos dados necessários, passando pelo processamento deles até se obter os resultados e análises finais. A figura abaixo detalhada todas as etapas anteriormente citadas em relação à metodologia utilizada neste trabalho.

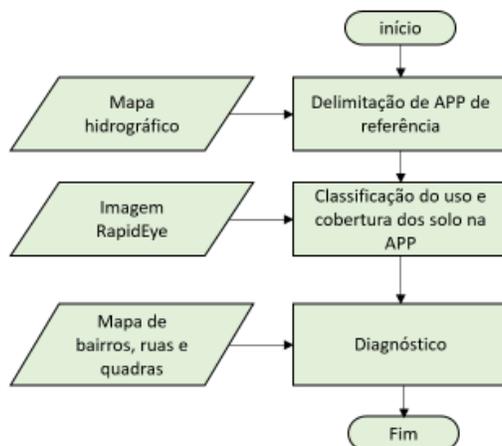


Figura 1 – Fluxograma da metodologia utilizada.

Fonte: Os autores (2018)

2.2 Material

O material utilizado no desenvolvimento da metodologia foi:

- Mosaico de imagens de alta resolução espacial do ano de 2015 do satélite RapidEye, contendo 5 bandas de informação (Banda do vermelho, Borda do vermelho, Banda do verde, Banda do azul e Infravermelho próximo) e todas com 5 metros de resolução espacial, no sistema de Referência SIRGAS 2000;
- Camada shapefile do Instituto de Águas do Paraná (IAP) dos Rios da Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu – Escala 1:10.000, no sistema de referência SIRGAS 2000.
- Camadas shapefile do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) da Divisa de Bairros, Arruamento e Quadras, no sistema de referência SAD 69.
- Programa eCognition, na classificação baseada em objeto da imagem satelital;
- Software QGIS, para processamentos como reprojeção da camada com sistema de referência em SAD69 para SIRGAS 2000, buffer dos rios, intersecção das camadas e comparação e análise dos dados envolvidos.

Considerando que a camada de hidrografia disponibilizada pelo IAP é o eixo dos rios, e que não há informações espaciais sobre a largura de cada trecho, optou-se por utilizar a distância de 30 metros em torno do eixo para determinação da área de proteção permanente, considerando então que todos os rios têm largura igual ou menor que 10 metros. Assim, por meio do software QGIS, pelo comando buffer, foi criada a APP dos rios

do município de Curitiba. Estes dados foram usados como referência.

2.3 Classificação da área arborizada

Para classificação da área arborizada que serviu de informação de entrada na verificação das APP, utilizou-se a imagem RapidEye, com uma abordagem de classificação baseada em objeto. Essa decisão foi tomada baseada no conceito de que, como as imagens de alta resolução espacial, ao mesmo tempo que melhoram a distinção dos alvos de forma mais detalhada, também trazem como consequência o aumento tanto na quantidade quanto na variabilidade dos valores entre pixels vizinho em uma mesma cobertura do solo ou classe de interesse. Dessa forma, as técnicas de classificação baseada em pixel convencionais não atendem de forma acurada este tipo de dados no processamento, uma vez que, leva em conta apenas informações espectrais.

Como consequência, houve a necessidade de introdução de novos conceitos no reconhecimento desses padrões, como, por exemplo, o reconhecimento visual humano na interpretação das imagens usando computadores, que é baseado no conjunto de pixels para definir um alvo, ou seja, no objeto. Esse conceito teve um marco muito importante no mês de julho do ano de 2006, com a 1^o Conferência Internacional de OBIA, realizada em Salzburgo – Áustria. Do que, a partir de um processo rigoroso de revisão dos artigos enviados à conferência, originou-se o livro OBIA (Object Based Image Analysis) – Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications, editado pelos pesquisadores renomados no assunto: Thomas Blaschke, Stefan Lang e Geoffrey J. Hay (BLASCHKE, LANG E HAY 2006).

A primeira etapa do processamento de classificação de imagens baseada em objeto é o da segmentação que tem por objetivo a separação ou particionamento de uma imagem, a partir de atributos previamente definidos, em regiões de interesses (segmentos); o que ocorre tanto na segmentação por descontinuidade, quanto por similaridade (BAATZ E SCHÄPE 2000, GONZALES E WOODS 2000). A hierarquia na segmentação multirresolução parte do nível do pixel, agrupando-se ou fusionando-se em objetos maiores, dependendo do critério de heterogeneidade previamente especificado e, conforme Baatz e Schape (2000), o processo tem fim quando o menor crescimento possível de um par de objetos excederem certo limiar, o parâmetro de escala. Nesse contexto, os parâmetros de segmentação foram escolhidos de acordo com a cena, sendo eles: peso do parâmetro de heterogeneidade espacial, parâmetro de compacidade e parâmetro de escala para dois níveis de segmentação multirresolução.

No caso da imagem de estudo, os parâmetros utilizados para segmentação foram 0,3 como peso espacial, 0,4 como parâmetro de compacidade e 80 com parâmetro de escala. Um outro recurso utilizado no programa eCognition foi o de mudar os pesos das bandas espectrais na segmentação multirresolução, onde foi dado peso 2 para as bandas do Banda do azul, Infravermelho próximo e Banda do vermelho, e peso 1 para as demais

(Banda do verde, Borda do vermelho). A camada de segmentação executada foi satisfatória, e não só separou as áreas grandes com vegetação tanto arbórea quanto gramínea, como subdividiu a vegetação urbana das outras classes em segmentos bem pequenos, que são importantes, pois existem vários rios urbanos na área de estudo.

A segunda etapa é o da classificação desses objetos, onde, os métodos de classificação de imagens podem ser subdivididos em paramétricos e não paramétricos – no que diz respeito ao uso ou não de parâmetros populacionais para classificar os pixels ou objetos (SCHOWENGERDT, 1983); ser supervisionada ou não-supervisionada - no que concerne o uso ou não do conhecimento do analista na etapa de coleta das amostras de classes de interesse e, que pode seguir tanto uma classificação por árvore de decisão em estágio único ou em estágios múltiplos (SAFAVIAN e LANDGREBE, 1991; NAVULUR, 2008). Sendo assim, para a classificação dos objetos das duas cenas segmentadas, foi utilizada uma rede hierárquica de classes com dois estágios (subdivisões).

A fim de se obter a classe de interesse “área arborizada”, dividiu-se a imagem em uma segmentação hierárquica, onde primeiramente se separavam os segmentos em “água” e “não-água”, depois utilizando a superclasse “não-água” as subclasses “vegetação” e “outros” foram classificadas. Na classe “vegetação” se encontravam todos dos tipos de vegetação, fossem elas arbóreas, gramíneas ou áreas de cultivo, que existem no entorno do reservatório do Passauna, por exemplo. A classe outros, continha tanto áreas impermeabilizadas por casas, indústrias, vias asfaltadas, quanto áreas que não eram cobertas nem por vegetação (áreas agricultáveis, por exemplo) nem por qualquer outro uso, mesmo em área urbana. Como o objetivo era o de evidenciar as APP de rio, a partir da superclasse “vegetação”, a vegetação arbórea foi separada, subdividindo-se então em: “vegetação arbórea” - contendo árvores de médio e alto porte, e “vegetação não-arbórea” - onde se encontravam gramas, áreas de cultivo e gramíneas.

Como método de classificação dos objetos, foi utilizado o método do vizinho mais próximo, que consiste em utilizar as amostras coletadas para cada uma das diferentes classes para atribuir valores de pertinência (0 a 1) advindos da lógica Fuzzy, com base nas características escolhidas para definir essas classes. As características (descritores) utilizadas em cada passo da rede hierárquica foram:

- “Água e Não-Água”: brilho, média das bandas do Infravermelho próximo, Banda do vermelho, Borda do vermelho, Banda do verde e Banda do azul, desvio padrão das bandas Banda do azul, Banda do verde e Infravermelho próximo, e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada calculado com a banda do vermelho;
- “Vegetação” e “Outros”: brilho, média das bandas do Banda do vermelho, Banda do verde e Banda do azul, desvio padrão das bandas Banda do azul, Banda do verde e Infravermelho próximo, máxima diferença, assimetria, Índice de Água por Diferença Normalizada, e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

calculado com as bandas Banda do vermelho e Borda do vermelho;

- “Vegetação arbórea” e “Vegetação não-arbórea”: brilho, média das bandas do infravermelho próximo, banda do Vermelho, desvio padrão das bandas vermelho e infravermelho próximo, e máxima diferença entre bandas.

Com as classes devidamente separadas, o passo seguinte desta metodologia foi de comparar as áreas de preservação permanente, tanto com a classe de interesse “vegetação arbórea” quanto com as áreas de ocupação urbana regular e irregular.

2.4 Verificação das áreas das APPs

A verificação da conformidade das áreas de preservação permanente no meio urbano foi feita através das seguintes comparações entre os dados de entrada:

- Intersecção das APPs constantes no mapa de referência com a área de vegetação arbórea obtida pela análise da imagem de satélite;
- Diferença simétrica entre o resultado do processamento anterior, que são as áreas de acordo com a normativa, com as APP de referência, para que se obtivessem as áreas em não conformidade com o código;
- Das áreas em não conformidade com a lei foram feitas duas comparações através de intersecção das camadas. A primeira para verificação foi em relação à ocupação urbana regular existente nas APPs e a segunda, com as áreas de ocupação irregular.

Os resultados e as quantidades em metros quadrados de cada etapa, serão apresentados na próxima sessão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da primeira e da segunda etapa são apresentados no mapa da figura 2, contendo as áreas de preservação permanente, a área arborizada e as ruas e quadras. Por questões de visualização das classes e relação de escala, o mapa representa um recorte da área central da cidade.

Mapa de relação entre áreas de preservação permanente, áreas arborizadas, arruamentos e quadras.

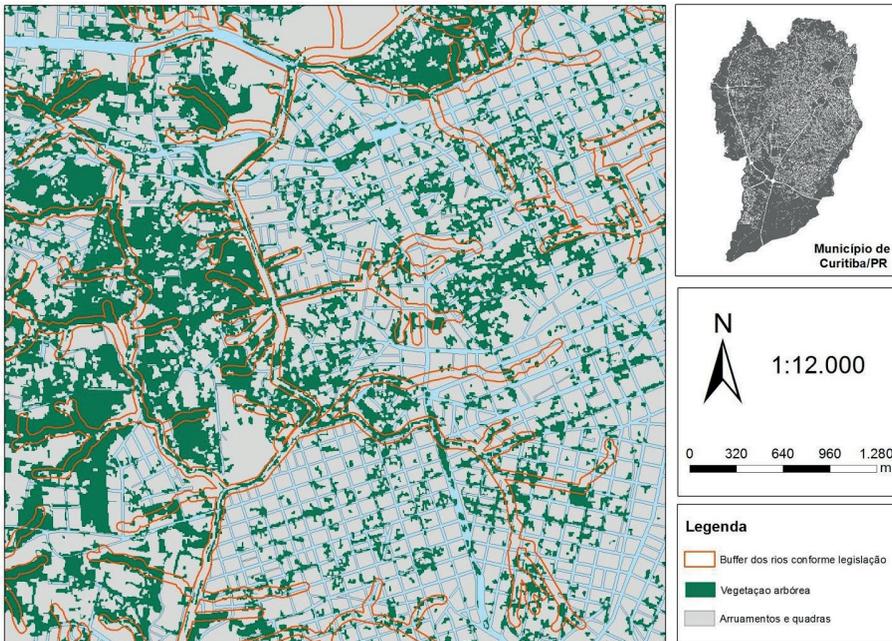


Figura 2 - Mapa com os dados utilizados.

Para avaliação dos resultados da classificação da imagem, tem-se que a acurácia global foi de 95% e o coeficiente Kappa de 0,93, que são considerados valores muito confiáveis, considerando o máximo que esses valores chegam são de 100% e 1, respectivamente. No quadro a seguir, encontra-se também a matriz de confusão, onde das 4 classes finais, 30 amostras de verificação foram coletadas para vegetação arbórea, vegetação não-arbórea e outros, e para a classe água somente 10 amostras foram coletadas considerando a proporção dessa classe e as outras.

Classe	Outros	Vegetação arbórea	Veg. não-arbórea	Água	Soma
Outros (1)	29	0	2	1	32
Vegetação arbórea (2)	0	29	0	0	29
Veg. não-arbórea (3)	1	1	28	0	30
Água (4)	0	0	0	9	9
Soma	30	30	30	10	

Quadro 1 - Matriz de confusão calculada das áreas de verificação

Como se pode observar no quadro 1, apenas as classes vegetação não-arbórea e “outros” tiveram objetos classificados erroneamente. O que pode explicar a classificação errada dos objetos de vegetação não-arbórea com “outros” é o fato de que, em alguns segmentos havia mistura de classes de interesse, como por exemplo, em área urbana onde existem muitas casas com vegetação de gramíneas e jardins, que podem ter sido agrupados em conjunto em alguns objetos advindos da etapa da segmentação. Na classe outros, esse erro de classificação pode ter se dado pelo mesmo motivo da classe comentada anteriormente.

Além disso, foram feitas outras análises com a perspectiva de quantificar, em metros quadrados, as áreas consideradas APPs que estavam ou não em consonância com a legislação vigente conforme mostra o quadro 2.

Com relação à área de preservação permanente total		
	Quantidade em área (m²)	Quantidade em % da APP Total
APP em conformidade	33194508,36	42,25
APP em não conformidade	45379594,33	57,75
Total	78574102,67	100
Com relação à área de não conformidade com a lei		
	Quantidade em área (m²)	Quantidade em % da APP em não conformidade
Ocupação urbana regular	34231498,47	75,44
Ocupação urbana irregular	2777836,98	6,12
Ocupação não identificada	8370258,88	18,44
Total	45379594,33	100

Quadro 2 - Análise quantitativa em m² das APP em conformidade ou não.

Pode-se perceber pelo quadro 2 que o município de Curitiba possui a maioria de áreas de preservação permanente não estão em conformidade com a lei, chegando à um total de 57,8% aproximadamente. Logo, esta área que deveria ser destinada à implantação de APP vem sendo danificadas em face do crescimento urbano, seja ele planejado ou não. Diante desta realidade e da intensa ação antrópica no meio, vê-se que aproximadamente 81,5% desta área são ocupadas por construções, no qual 75,5% destas são regulares e 6,1% irregulares, aproximadamente. Vale ressaltar que o restante da área de não conformidade com a lei, ou seja, cerca de 18,4%, não puderam ser identificados devido à

variedade de possíveis destinações do meio e a falta de um banco de dados mais robusto para compor a análise.

4 | CONCLUSÕES

Com base nas ferramentas de classificação de imagens de sensoriamento remoto e a legislação vigente, foi possível criar uma metodologia simples e eficaz para a gestão de áreas verdes no contexto de adequação com a normativa estudada, o que serve como indicativo de ferramenta para cidades que querem seguir o padrão de smart cities.

Outro ponto interessante, é que, o uso de imagens de satélite possibilita a criação de dados mais atualizados para as análises, possibilitando também uma análise temporal, não só no que concerne às áreas verdes advindas de classificações, bem como a base cadastral de ocupação e uso do solo das cidades.

No tange o assunto sustentabilidade e smart cities, é interessante ressaltar que por mais que a cidade de Curitiba seja considerada a capital verde do país, ela está longe do ideal quando se baseia na Lei Federal 12651/2012; onde apenas 42% da área de preservação permanente é respeitada.

Este conceito, aplicado à cidade de Curitiba, comprovou que aproximadamente 50% de suas áreas de proteção permanente encontram-se seriamente ameaçadas. O problema mais frequente é a ocupação irregular, mais de 75% das áreas em situação irregular são ocupadas por lotes e vias. Este fato levanta o questionamento da ação do poder público e as entidades de controle no que se refere ao monitoramento destas áreas e à aplicação da legislação vigente.

Para trabalhos futuros, indica-se o uso de imagens de satélite com melhor resolução espacial, com pixel menor que um metro, por exemplo; bem como, o uso de uma imagem do ano que a análise esteja sendo feita.

REFERÊNCIAS

BAATZ, M. & SCHÄPE, A. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multiscale image segmentation. *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*, p.12-23, 2000.

BATISTA, M. H. Classificação Hierárquica Orientada a Objeto em Imagens de Alta Resolução Espacial Empregando Atributos Espaciais e Espectrais. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Porto Alegre, maio de 2006.

BLASCHKE, T, LANG, S, LORUP, E, STROBL, J & ZEIL, P. Objected oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications. *Environmental information for planning*, v. 2. Metropolis Verlag. 2000.

BLASCHKE, T. & LANG, S. 2006. Object-oriented Image Analysis for Automated Information Extraction – A Synthesis. In: *Measuring the Earth II ASPRS Fall Conference 6-10 November 2006*, San Antonio, Texas.

BLASCHKE, T. & HAY, G. J. 2001. Object-oriented Image Analysis and Scale-space: theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structures. Disponível em: <http://www.defiens.com>. Acessado em fevereiro de 2014.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301, 1999.

CADENA, A., DOBBS, R., & REMES, J. The growing economic power of cities. *Journal of International Affairs*, 65(2), 1-17, 2012.

CARAGLIU, A., DELBO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. In 3rd Central European conference in regional Science – CERS 2009, 7–9 October Košice, Slovak Republic. 2009.

CHOURABI, H., NAM, T., WALKER, S., GIL-GARCIA, J. R., MELLOULI, S., NAHON, K., PARDO, T., &

SCHOLL, H. J. Understanding smart cities: an integrative framework. In *Anais do XLV Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 2289-2297). Albany: Center for Technology in Government, 2012.

DUTTA, S. The Global Innovation Index 2011: accelerating growth and development. Fontainebleau: INSEAD, 2011.

FLORIDA, R. *The Rise of the Creative Class and How It's Transforming Work: Leisure, Community and Everyday Life*, Basic Books. New York, 2002.

FLORIDA, R. *The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent*. Harper Business, New York, 2005.

GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., PICHLER-MILANOVIĆ, N., MEIJERS, E.

Smart Cities: Ranking of European medium-sized cities. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology. 2007. Disponível em: <http://www.smartcities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf>. Acessado em: Agosto de 2014.

GONZALEZ, R. C. & WOODS, R. *Processamento de Imagens Digitais*. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 2000. HERNÁNDEZ-MUÑOZ, J. M., VERCHER, J. B., MUÑOZ, L., GALACHE, J. A., PRESSER, M., HERNÁNDEZ

GÓMEZ, L. A., & PETERSSON, J. Smart cities at the forefront of the future internet. *Computer Science*, 6656,447-462, 2011.

KOMNINOS N. "The Architecture of Intelligent Cities". *Conference Proceedings Intelligent Environments 06*, Institution of Engineering and Technology, pp. 53-61, 2006.

KOMNINOS N. "Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments", *International Journal of Innovation and Regional Development*, vol. 1, n° 4, pp. 337–355, 2009. DOI : 10.1504/IJIRD.2009.022726.

LOMBARDO, M. A. Vegetação e clima. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 3, 1990, Curitiba. Impresso na Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, p.1-13, 1990.

LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; SOUSA, M.A.L.B.; FILHO, N. DEL PICCHIA, P.C.D.

Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: CONGRESSO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. 2, 1994, São Luís, MA Anais... São Luís: SBAU, 1994. p. 539-553.

NAVULUR, K. Multispectral Image Analysis Using the Object-oriented Paradigm. CRC Press - Taylor & Francis Group. 2008.

NUCCI, T. C. Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP). Curitiba: o autor, 2.ed. 2008. 150 p.

PRADO, K. C. D; SANTOS, P. E. Smart Cities: Conceito, iniciativas e o cenário carioca. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2014.

ROMERO, M. A. B. Frentes do Urbano para a Construção de Indicadores de Sustentabilidade Intra Urbana. In Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo da FAU-UnB. Ano 6, n. 4 (novembro/2007). – Brasília: FAU UnB, 2007.

SAFAVIAN, S. R. & LANDGREBE, D. A Survey of Decision Tree Methodology. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. Volume 21, número 3. 1991.

SCHAFFERS, H., KOMNINOS, N., PALLOT, M., TROUSSE, B., NILSSON, M., & OLIVEIRA, A. Smart cities and the future internet: towards cooperation frameworks for open innovation. Computer Science, 6656, 431-446, 2011.

SCHOWENGERDT, R. A. Techniques for image processing and classification in remote sensing. Academic Press, Inc., Florida. 1983.

STEVENTON, A.; WRIGHT, S. "Intelligent spaces: The application of pervasive ICT". London, Springer, 2008. TOPPETA, D. The Smart City vision: how innovation and ICT can build smart, "liveable", sustainable cities. 2010. Disponível em: < http://inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Toppeta_Report_005_2010.pdf>. Acessado em: Agosto de 2018.

TZOULAS, K. et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Banda do verde Infrastructure: a literature review. Landscape and Urban Planning 81: 167-178, 2007.

SOBRE O ORGANIZADOR

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altitudes normais ortométricas 109
Ambiente Depositional 1, 6, 7, 9, 10, 11
Anemômetro 136, 138, 140, 141, 143
APPs 198, 201, 206, 208
Argilominerais neoformados 116

B

Bacia do Paraná 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13
Barragens 8, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156
Biomarcadores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11

C

Chandler 157, 158, 163, 164, 165
Classificação de Imagens 30, 172, 198, 204, 205, 209
Clima 15, 19, 43, 44, 45, 53, 78, 117, 137, 140, 171, 180, 182, 193, 195, 211
Cobertura do Solo 182, 198, 204
Curitiba 9, 12, 41, 115, 198, 201, 203, 204, 208, 209, 211

D

Dam Break 8, 145, 146, 150
Desastres 8, 44, 55, 151, 152, 153, 155

E

Educação 15, 18, 19, 20, 26, 27, 41
ENOS 43, 44, 48, 51, 52, 54, 56, 180, 185, 188
Enriquecimento laterítico 116, 131
Equações Empíricas 145, 146, 147, 148
Escala de Beaufort 136
Escândio 8, 116, 125, 130
Euterpe Oleracea 136, 143
Evolução Temporal 30, 182

F

Formação Irati 6, 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14

G

Geodésia 100, 110, 158

Gestão ambiental 30

Gravimetria 109

Greenstone Belt Morro do Ferro 116, 117, 118

I

Imagens de Satélite 30, 31, 40, 199, 202, 209

Interpolação 55, 68, 80, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

L

Legislação Ambiental 167, 168, 169

M

Medidas 8, 63, 64, 65, 80, 96, 110, 111, 150, 151, 152, 153, 155, 169, 182, 184

Morfometria fluvial 167, 174

Movimento Polar 157, 158, 163, 164

Mudanças Climáticas 110, 168, 180, 182

Museu 6, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 135

P

Planejamento Urbano 199, 203

Plano de Ação 145

R

Rios Urbanos 167, 168, 173, 174, 175, 205

S

Sensoriamento Remoto 6, 30, 31, 32, 34, 37, 40, 41, 74, 80, 85, 167, 168, 198, 201, 209

T

Tempo 5, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 40, 44, 46, 63, 78, 82, 84, 100, 101, 103, 107, 110, 137, 139, 146, 147, 148, 149, 163, 186, 196, 204

Terremoto 8, 157, 158, 159, 160, 162, 164, 165, 166

TSM 6, 43, 44, 45, 47, 48, 54, 55, 56, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88

U

Urbanização 40, 167, 168, 175, 176, 177, 180, 186, 197

V

Variável hidrológica 44

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021