

VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE



MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE



MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)

 **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 Cremona

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. Eloi 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 Livia 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

Valores, indicadores e ferramentas de sustentabilidade

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V199 Valores, indicadores e ferramentas de sustentabilidade / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-012-1

DOI 10.22533/at.ed.121212704

1. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 363.7

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

Quanto vale um conhecimento? É sempre bom lembrar deste frequente questionamento, pois para cada interesse o valor se torna diferente, assim como a consciência individual. Iniciar a apresentação deste e-book com esta breve percepção traz um sentido de partilha dos seletos estudos ecológicos, tanto para os pesquisadores que tornam acessíveis a teoria e prática quanto para os que desejam aprender e aprimorar suas referências científicas, independente de qual seja a Grande Área de Conhecimento.

Nesta obra “*Valores, Indicadores e Ferramentas de Sustentabilidade*” contendo 13 capítulos encontrará trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares, todos com temas em comum: a sustentabilidade ambiental. Ao fortalecer a consciência ecológica nas diversas áreas acadêmicas tem-se uma reorganização do ambiente naturalmente modificado para uma convivência que gera menos impactos poluidores, sendo este o objetivo base desta edição.

A princípio tem-se pesquisas voltadas para a educação ambiental reflexiva, que ocorreram interna e externamente às Instituições de Ensino Superior, assim como em comunidades tradicionais. A produção familiar de populações rurais é avaliada por meio de índice de controle orgânico. Em outra perspectiva, é aplicado um sistema inovador de manejo de frango que promove o empreendedorismo e renda.

Os processos erosivos são discutidos em pesquisas que tratam de queimadas na Mata Atlântica, como também ações erosivas em bacias hidrográficas e outras causas. Além disso, a abordagem da reciclagem de resíduos sólidos e alumínio promove renda para cooperativas e divulgação de estudo aprofundado das matérias primas e secundárias.

Por fim, tem-se um comparativo de patentes brasileiras e estrangeiras de automação sustentável em residências, assim como a publicação do Relatório Técnico Logístico de 2020 do Tribunal Regional do Trabalho da 19ª região.

Boa leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E SIGNIFICATIVA PARA UM MUNDO COMPLEXO

Thiago Dutra de Camargo
Karen Cavalcanti Tauceda
Diogo Onofre Gomes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.1212127041

CAPÍTULO 2..... 16

REFLEXÕES SOBRE EDUCAÇÃO E CONVIVÊNCIA COM O MEIO AMBIENTE: EXPERIÊNCIAS AGROECOLÓGICAS DE ESTUDANTES DO IFCE CAMPUS CRATO

Alaíde Régia Sena Nery de Oliveira
Djane Alves Victor
Joseilde Amaro dos Santos
Ivania Maria de Sousa Carvalho Rafael
Damiana Vicente da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1212127042

CAPÍTULO 3..... 31

VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL NO CAMPUS SÃO CAETANO DO SUL DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

Igor Moro Lima
Luane Pereira Stradiotto
Vinicius Martins Rex
Gabriela Sá Leitão de Mello
André Luiz de Lima Reda

DOI 10.22533/at.ed.1212127043

CAPÍTULO 4..... 47

FORMAS DE PRODUÇÃO EM COMUNIDADES TRADICIONAIS NA COSTA AMAZÔNICA BRASILEIRA

Daniel Gomes de Sousa
Francisco Pereira de Oliveira
Raquel Amorim dos Santos
Giselle da Silva Silva
Geisa Bruna de Moura Ferreira
Keila Cristina Redig Pacheco
Maurício Fernandes Dourado

DOI 10.22533/at.ed.1212127044

CAPÍTULO 5..... 61

PROPOSTA DE UM ÍNDICE DE RASTREABILIDADE E CONTROLE SOCIAL DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DA AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Miquel Victor Batista Donegá
Orlanda da Conceição Machado Aguiar
Lídia Letícia Lima Trindade
Stephany Farias Cascaes

João Vitor Ribeiro Gomes Pereira
Sophia Kathleen da Silva Lopes
Suzy Cristina Pedroza da Silva
Márcio Arthur Oliveira de Menezes
Luiz Antonio Nascimento de Souza
Cloves Farias Pereira
Jozane Lima Santiago
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

DOI 10.22533/at.ed.1212127045

CAPÍTULO 6..... 73

FRANGO CAIPIRÃO: UMA ALTERNATIVA DE DIVERSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR

Adilson de Lima Lopes Júnior
Roberta de Fátima Rodrigues Coelho

DOI 10.22533/at.ed.1212127046

CAPÍTULO 7..... 87

METODOLOGIAS PARA MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NO BANHADO GRANDE - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

Cecilia Balsamo Etchelar
Rodrigo da Silva Ferraz
Laurindo Antonio Guasselli

DOI 10.22533/at.ed.1212127047

CAPÍTULO 8..... 104

RENATURALIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS NA BACIA DO RIO GRAVATAÍ

Viviane Carvalho Brenner
Laurindo Antonio Guasselli

DOI 10.22533/at.ed.1212127048

CAPÍTULO 9..... 118

SÉRIE HISTÓRICA DE FOCOS DE QUEIMADAS (PERÍODO DE JAN/2000-SET/2020) NOS PARQUES NACIONAIS DE APARADOS DA SERRA E DA SERRA GERAL E EM SUA ZONA DE AMORTECIMENTO, BIOMA MATA ATLÂNTICA, BRASIL

Eridiane Lopes da Silva
Márcia dos Santos Ramos Berreta
Deonir Geolvane Zimmermann

DOI 10.22533/at.ed.1212127049

CAPÍTULO 10..... 140

SUSTENTABILIDADE: OBTENÇÃO DE RENDA ATRAVÉS DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA COOPERATIVA PEREMA COOPERE RECICLA NA CIDADE DE SANTARÉM - PA

Silvia Patricia Balieiro Cardoso
Manoel Bentes dos Santos Filho

DOI 10.22533/at.ed.12121270410

CAPÍTULO 11	147
A RECICLAGEM DO ALUMÍNIO POR CLASSES E SUAS VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DOS PRODUTOS	
Fábio Gatamorta	
Claudomiro Alves	
Bruna Vilas Boas	
DOI 10.22533/at.ed.12121270411	
CAPÍTULO 12	155
AS PATENTES NO WIPO DAS TECNOLOGIAS REFERENTES A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SUSTENTABILIDADE	
Rafael Vinicius Nonato	
Daniel Gustavo dos Santos	
Daniela Martins Diniz	
Paulo Henrique de Lima Siqueira	
Paulo Henrique Moreira Silva	
Roziny Gonçalves Andrade Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.12121270412	
CAPÍTULO 13	166
RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT19 ANO BASE 2020	
Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior	
Flávia Caroline Fonseca Amorim	
Thiago Camelo Fonseca	
Victor Rezende Dorea	
Marcus Paulo Veríssimo de Souza	
Flávio Luiz da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.12121270413	
SOBRE A ORGANIZADORA	179
ÍNDICE REMISSIVO	180

METODOLOGIAS PARA MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS NO BANHADO GRANDE - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

Data de aceite: 24/04/2021

Cecilia Balsamo Etchelar

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Gravataí – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8523210218744890>

Rodrigo da Silva Ferraz

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5156417360962085>

Laurindo Antonio Guasselli

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3893113128772643>

RESUMO: A falta de um Plano de Manejo na Área de Preservação Ambiental do Banhado Grande (APABG), levou a ocorrência de processo erosivo em forma de voçoroca no Banhado Grande. Nesse sentido, o objetivo deste estudo, é aplicar técnicas de mapeamento para viabilizar o seu monitoramento. A construção metodológica dividiu-se nas seguintes etapas: (a) revisão bibliográfica; (b) trabalhos de campo na área de estudo que compreenderam percursos terrestres e trechos fluviais; (c) registro fotográfico; (d) monitoramento da erosão em campo por estacas; (e) mapeamento da evolução do processo erosivo através de imagens satelitais; e (f) o uso do Laser Scanner Terrestre para mapeamento do processo erosivo. O monitoramento por estacas foi prejudicado pela presença do gado que arrancou

vários pontos de controle. O mapeamento dos processos erosivos através de imagens satelitais, torna-se um importante técnica para áreas de grande extensão e de difícil acesso como se configura as áreas de banhado. Com a varredura do Laser Scanner Terrestre, obteve-se o modelo digital do terreno para a criação de perfis topográficos que ajudaram a dimensionar a altura, largura e as áreas de deposição e erosão de sedimentos na margem do canal da voçoroca. Se faz necessário continuar o monitoramento da voçoroca para um diagnóstico e um prognóstico correto, possibilitando a implementação adequada de técnicas para recuperação da área.

PALAVRAS-CHAVE: Banhado, erosão, “laser scanner” terrestre.

METHODOLOGIES FOR MONITORING EROSION PROCESSES IN BANHADO GRANDE - HYDROGRAPHIC BASIN OF RIO GRAVATAÍ

ABSTRACT: The lack of a Management Plan in the Area of Environmental Preservation of the Great Plains (EPABG), led to the occurrence of erosive process in the form of gullies at the Banhado Grande. In this sense, the objective of this study is to apply mapping techniques to enable its monitoring. The methodological construction was divided into the following stages: (a) bibliographic review; (b) fieldwork in the study area comprising land and river trails; (c) photographic record; (d) monitoring of field erosion by cuttings; (e) mapping of the evolution of the erosive process through satellite images; and (f) the use of the Terrestrial Laser Scanner for

mapping the erosive process. Stake monitoring was hampered by the presence of cattle that took off several control points. The mapping of the erosive processes through satellite images, becomes an important technique for areas of great extension and of difficult access as it configures the areas of plated. With the scanning of the Terrestrial Laser Scanner, the digital terrain model was obtained for the creation of topographic profiles that helped to size the height, width and the areas of deposition and erosion of sediments in the margin of the gutter channel. It is necessary to continue the monitoring of the gully for a diagnosis and a correct prognosis, allowing the adequate implementation of techniques for recovery of the area.

KEYWORDS: Swamp, erosion, laser scanner.

1 | INTRODUÇÃO

As áreas planas e inundáveis da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (BHRG), têm sido amplamente utilizadas para agricultura e pecuária intensiva, como produção de arroz e pastejo de gado. Esse uso agrícola intensivo, a partir da drenagem das áreas inundáveis para o cultivo de arroz, transformou alguns cursos d'água em canais de irrigação, impactando todo o sistema hidrológico das Áreas Úmidas (AUs) (GUASSELLI, ETCHELAR e BELLOLI, 2013; BRENNER e GUASSELLI, 2015).

Com a retificação e canalização não cimentada do rio Gravataí, a partir da escavação e abertura de um canal retilíneo (SCHEREN, 2014) que tinha como objetivo o início do processo de drenagem do Banhado Grande, o trecho canalizado passou de meândrico para retilíneo, com um conseqüente aumento da velocidade da água (BRENNER, 2015).

Estas alterações levaram a um acelerado processo erosivo em forma de voçoroca (ETCHELAR, 2014) em uma das principais nascentes do rio Gravataí, o Banhado Grande. Os processos erosivos são intensificados quando há interferência humana, a exemplo do manejo inadequado do solo, fato causador de enormes prejuízos ao ambiente (RIBEIRO, TOCANTINS e FIGUEIREDO, 2013).

Imagens obtidas por sensores a bordo de satélites permitem identificar áreas com risco de erosão como voçorocas que removem grandes volumes de solo (KING *et al.*, 2005; PERROY *et al.*, 2010). A partir do Sensoriamento Remoto podem-se obter informações sobre as variações temporais de áreas contribuintes e as mudanças que podem afetar o comportamento hidrológico de bacias hidrográficas (MATHIEU, KING e LE BISSONNAIS, 1996).

O “Laser Scanner” terrestre (LST) utiliza a tecnologia LIDAR (*Light Detection and Ranging* - detecção de distâncias através da luz) na aquisição de pontos com coordenadas tridimensionais, gerando dados a partir de nuvens de pontos. Nas últimas décadas, este tipo de sistema de varredura tem sido utilizado em estudos fluviais (HOHENTHAL *et al.*, 2011). A moderna tecnologia de imagem panorâmica digital permite o uso integrado de dados de varredura a laser e imagens panorâmicas, aumentando as informações de conteúdo dos modelos 3D em ambientes ribeirinhos (ALHO *et al.*, 2011).

O LST é um sistema que registra a localização e as características de superfícies mapeadas, medindo a posição em três dimensões (X, Y e Z), cor natural (nem todos LST registram a cor das feições, só aqueles que possuem câmera acoplada) e intensidade de reflexão (ROCHA, 2002). Medindo a intensidade de retorno de sinal que corresponde a interação dos alvos com a superfície em função do comprimento de onda do feixe laser de cada instrumento (FERRAZ, SOUZA e REIS, 2016).

Shan e Toth (2008) classificam os LST em função do princípio de medição de distâncias em três categorias: Triangulação, Diferença de Fase e Tempo de Vôo de Sinal. Os LST de triangulação são os denominados lasers de mão. Possuem uma base com uma distância fixa e medidores que registram os ângulos de emissão e recepção e por lei dos senos ou por intercessão fotogramétrica registram as coordenadas. Os de diferença de fase registram as distâncias medidas em função da diferença de fase entre o pulso emitido e o pulso refletido pelas superfícies. Os LST de Tempo de vôo de Sinal medem as distâncias em função do tempo entre o pulso emitido e refletido pelas superfícies e multiplicam esse valor pelo valor da velocidade da luz (FERRAZ, 2017).

Os dados obtidos através de varreduras laser podem gerar dois tipos de abordagens. Uma geométrica, onde são realizadas análises a partir das coordenadas tridimensionais, obtidas durante a varredura como controle de qualidade na geração de mapas topográficos, registro de monumentos históricos, cálculos de volumes e etc. Outra radiométrica, que pode ser analisada em relação ao comportamento físico procedente da informação espectral fornecida pelo Sistema de Varredura Laser Terrestre (SVLT), já que o sensor opera na faixa do infravermelho (médio ou próximo). Essa análise pode ser obtida em relação ao comportamento físico e a partir da imagem de intensidade (WUTKE, 2006 e FERRAZ, SOUZA e REIS, 2016).

O processo de medição de coordenadas é muito semelhante ao de estações totais onde as mesmas são medidas a partir das distâncias registradas pelo equipamento e também os ângulos horizontais e verticais (FERRAZ, SOUZA e REIS, 2016).

O controle de voçorocas, além de difícil é oneroso e pode ser mais elevado que o próprio valor da terra. As principais medidas de controle são o isolamento da área afetada, com cerca para evitar o acesso de gado; a drenagem da água subterrânea quando atinge o lençol freático; um sistema de terraceamento; a suavização dos taludes da erosão; a construção de paliçadas ou pequenas barragens que podem ser feitas com madeira, pedra, galhos ou troncos de árvores, entulho ou terra e rochas com finalidade de evitar o escoamento em velocidade (ALMEIDA-FILHO, 2015).

A capacidade para a solução de problemas técnicos de estabilização de margens e encostas, ocasionados por processos erosivos, combinado com a construção de obras de grande simplicidade, caracteriza o que é chamado de bioengenharia, engenharia biológica ou engenharia biotécnica (DURLO e SUTILI, 2012).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é aplicar técnicas para o mapeamento da

voçoroca e o monitoramento da área de erosão no Banhado Grande.

21 ÁREA DE ESTUDO

A Área de proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG), Figura 1, localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre. Apesar de abrigar um expressivo contingente populacional, são encontradas áreas de importância para conservação da vida silvestre e para a gestão dos recursos hídricos, como é o caso do Banhado Grande (FZB, 2001).

Os banhados da BHRG constituem uma entre as diversas tipificações das AUs, e sua importância vincula-se à função de controle de vazão das águas superficiais dos corpos hídricos aos quais estão associados e também como habitat de distintas espécies (LEITE e GUASSELLI, 2013).

Destaca-se pelo relevo plano associado a extensas AUs compostas por ampla planície de inundação e banhados. Naturalmente, são locais não suscetíveis a processos erosivos. Porém, formas de ocupação inadequada, como a canalização de um trecho do rio Gravataí e a falta de estudos sobre o manejo adequado do solo e da água, fazem com que a área passe a ter um potencial de erodibilidade (ETCHELAR, GUASSELLI e BELLOLI, 2014).

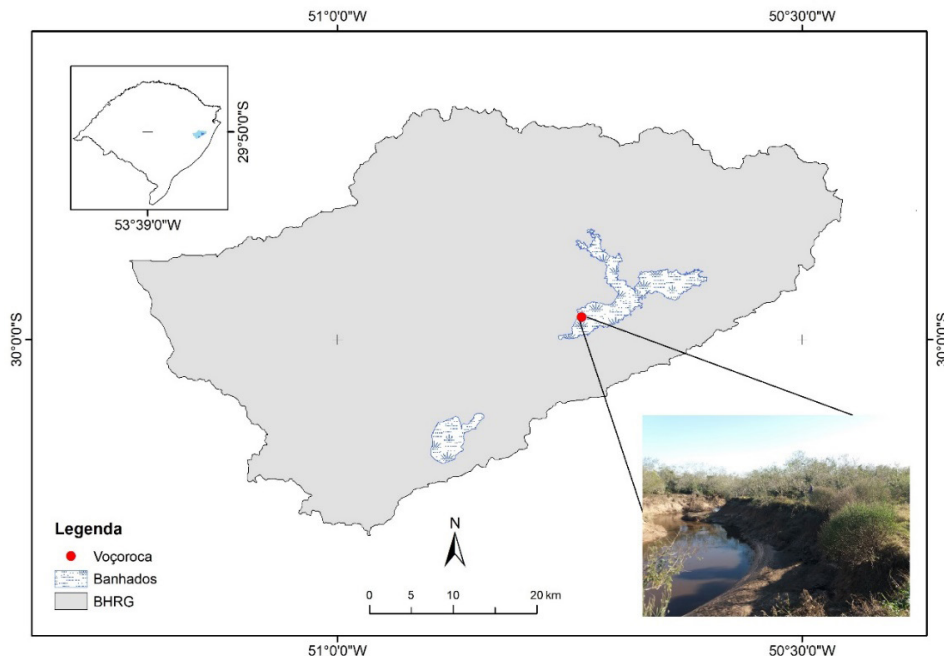


Figura 1. Mapa de localização da voçoroca no Banhado Grande, APABG.

Fonte: LAGAM. Elaborado por: Etchelar, C. B.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A construção metodológica deste estudo dividiu-se nas seguintes etapas: (a) revisão bibliográfica sobre as temáticas envolvidas; (b) trabalhos de campo na área de estudo que compreenderam percursos terrestres e trechos fluviais; (c) registro fotográfico; (d) monitoramento da erosão em campo por estacas; (e) mapeamento da evolução do processo erosivo através de imagens satelitais; e (f) mapeamento com Laser Scanner Terrestre para levantamento do processo erosivo.

O monitoramento da voçoroca conforme proposto por Guerra (2005) é feito a partir do estaqueamento ao redor da voçoroca, medindo o recuo das bordas. As etapas para a medição foram as seguintes: (a) fixação de estacas a uma profundidade de 40cm; (b) medição da distância das estacas à borda da voçoroca tornando possível mensurar as perdas de solo periodicamente.

Para a elaboração da análise temporal foram elaborados mosaicos das imagens disponíveis no *software Google Earth Pro*, da área do Banhado Grande, das seguintes datas: (a) 14/11/2003; (b) 18/03/2010; e (c) 29/07/2015. Os mosaicos foram georreferenciados no *software ArcGIS 10.3*. No *ArcMap* os processos erosivos, identificados nos mosaicos, foram vetorizados e sobrepostos. Permitindo analisar o avanço/direção da voçoroca e do canal de drenagem na área do Banhado Grande.

O fluxograma, Figura 2, exemplifica as formas de aplicação e a utilização de LTS em áreas com processos erosivos.

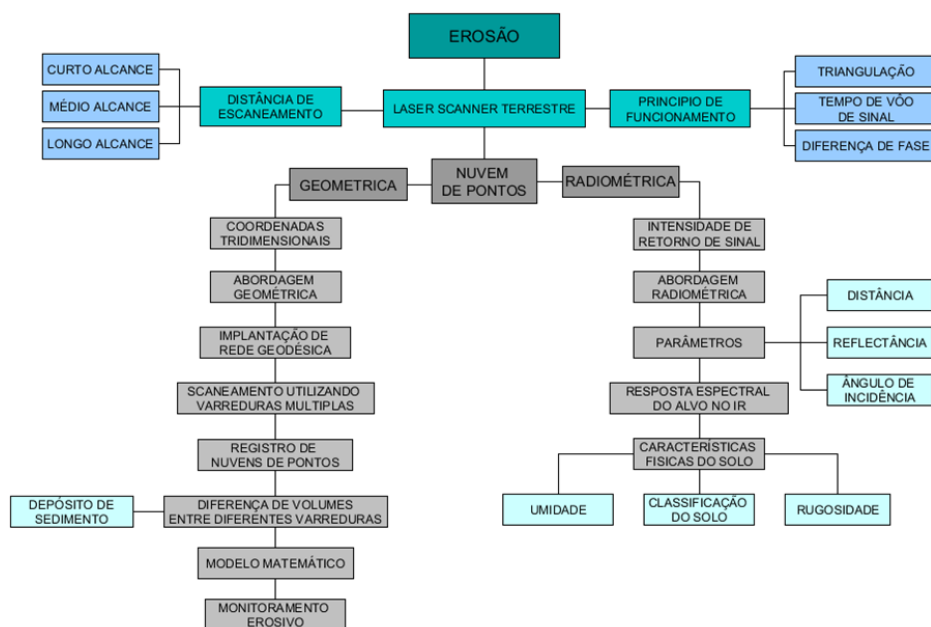


Figura 2. Fluxograma de funcionamento e aplicação do LST em processos erosivos.

Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

O levantamento com o LST foi realizado em 28 de junho 2017, em período onde foi possível o acesso a área de estudo no Banhado Grande. O acesso ao local é possível por via fluvial, quando o canal de drenagem do rio Gravataí mantém um nível de navegabilidade. Normalmente, em períodos de cheia a área fica submersa, e em períodos de seca o rio Gravataí fica sem navegabilidade o que impede o acesso ao banhado.

No levantamento de campo foi utilizado o LST de modelo *Renishaw* (MDL) *Quarryman*® Pro LR 3D sistema de varredura a laser. Esse equipamento tem as seguintes especificações: Comprimento de onda 905 m; resolução da nuvem de pontos de 1cm; sistema Laser classificação Classe 3R; Gama vertical de -45 ° a 80 ° e horizontal de 0 ° a 360°, instalado no tripé com base nivelante com prumo óptico usado para garantir a correta centralização da unidade sobre as marcas fixas. Classificação em função do método de medição de distância: Tempo de voo de sinal.

O levantamento da varredura de cada nuvem de pontos foi realizado em retângulos com resolução configurável de 1cm no método estático apenas no plano horizontal. O pós-processamento para o registro das nuvens de pontos foi realizado no *software Cloud Compare* v 2.8.3D, projetado para realizar uma comparação direta entre nuvens de pontos de forma manual. No *software MDL Face Pro 3D* realizou-se a conversão da nuvem de pontos de formato mdl. para txt. Para obter os dados de altitude da nuvem de pontos, os dados foram salvos em formato LAS, permitindo assim a leitura e interpretação destes dados no *software ArcGis 10.3*.

Para a varredura na área da voçoroca optou-se em levantar a área do barranco para analisar suas feições, áreas de depósito de sedimentos e sua inclinação. A Tabela 1, especifica os valores obtidos do levantamento.

Nuvem de pontos	Quantidades de pontos	Grid entre os pontos	Tipo de escaneamento
I	47.009	1 cm	Horizontal
II	38.102	1 cm	Horizontal
III	238.963	1 cm	Horizontal
IV	212.006	1 cm	Horizontal
V	100.241	1 cm	Horizontal

Tabela 1. Dados das nuvens de ponto.

Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

Para o Modelo Digital do Terreno (MDT) a nuvem de pontos passou pelo processo manual da retirada da vegetação no *software Cloud Compare*. Este arquivo foi transformado

em formato *ASCII cloud* (que mantém os valores de x; y; z). O MDE e o MDT foram gerados por meio da técnica de interpolação *Thin Plate Spline* (TPS) no *software SAGAGIS*. Esse interpolador gera uma superfície que minimize a curvatura entre as amostras, gerando uma superfície suavizada (Barbosa *et al.*, 2008).

O perfil topográfico é a representação gráfica de um corte vertical do terreno. Para este trabalho foi elaborado a partir do MDT no *software ArcGis 10.3*. A partir do 3D *Analytic>Interpolate Line>Create Profile Graph*.

4 | RESULTADOS

Para a elaboração dos resultados, três técnicas de mapeamento e monitoramento de processos erosivos foram analisadas separadamente. O primeiro visa o emprego da técnica de estaqueamento no monitoramento da voçoroca. O segundo, aborda o monitoramento e a análise temporal por imagens de satélite. O terceiro resultado trata sobre o monitoramento e análise por Laser Scanner Terrestre. Todas estas técnicas permitem a mensuração dos processos erosivos em áreas de banhados e podem ser ferramentas úteis para estudos que visam a mitigação e redução de danos provenientes da erosão.

4.1 Monitoramento por estacas

O mapeamento e monitoramento de áreas atingidas por voçorocas, frequentemente, é alcançado por medidas realizadas no local, com a técnica de estaqueamento (GUERRA, 2005; MORGAN, 2005). Na Figura 3, podemos observar as características no comportamento da vegetação que em um período de seis meses.

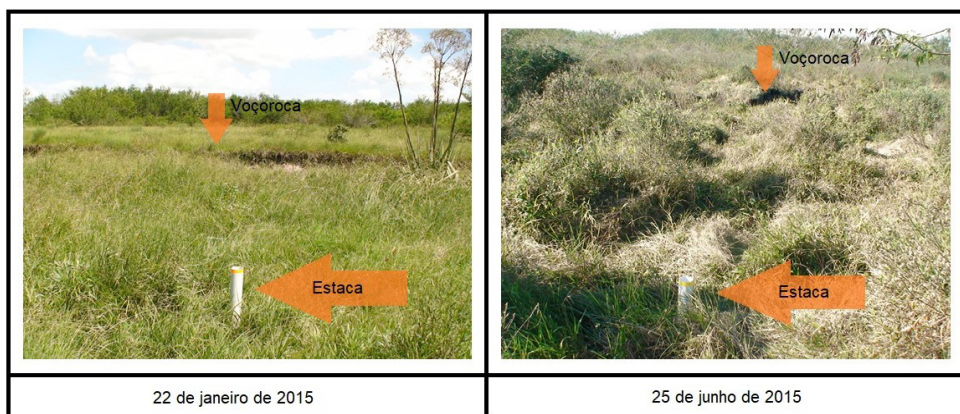


Figura 3. Experimento de estaqueamento para monitorar voçoroca na APABG.

Fotografia: ETCHELAR, C. B.

Na saída a campo realizada no dia 21/07/2016 na área do Banhado Grande, realizou-se o levantamento de dados das meditações do estaqueamento aplicado na área da voçoroca, localizada na Fazenda Quatro Irmãos. A presença do gado no local, entretanto, prejudicou o monitoramento, foram arrancadas várias estacas de controle, impossibilitando a mensuração da voçoroca a partir dessa técnica.

Como existe uma dinâmica de rápido crescimento vegetativo, e de períodos de inundação no banhado, as estacas devem estar enterradas em uma profundidade que mantenha a sua estabilidade, e manter-se visíveis com uma altura que não possa ser encoberta pela vegetação e pintadas de uma cor que se diferencie na paisagem.

Medidas efetuadas no local da erosão requerem a instalação de equipamentos nas bordas e interior das voçorocas, o que pode acarretar o agravamento dos processos erosivos. Em função disso, o monitoramento por sensoriamento remoto torna-se bastante atrativo (TEDESCO, ANTUNES e OLIANI, 2014).

4.2 Monitoramento e análise temporal por imagens de satélite

O mapeamento dos processos erosivos através de imagens satelitais é uma importante técnica para áreas de grande extensão e de difícil acesso como se configura a área do Banhado Grande. Este tipo de monitoramento tem a vantagem de ser realizado em gabinete, sem a necessidade do campo. A vetorização de parte da voçoroca e do canal de drenagem a partir dos mosaicos permitiu analisar a evolução em uma escala temporal do processo erosivo entre os anos de 2003, 2010 e 2015.

O recorte desta área do banhado, Figura 4, compreende a porção a jusante da voçoroca e parte do canal de drenagem. Na vetorização dos processos erosivos em 2003 o canal e a voçoroca evidenciam um ativo processo erosivo caracterizado pela presença de formas circulares (indicando um processo de solapamento de suas bordas). Na vetorização de 2010, houve um acelerado avanço na erosão da voçoroca, que pode estar associado ao aumento da vazão pelo alargamento e retificação das circulares no canal de drenagem. Este alargamento do canal e da voçoroca é mais evidente na imagem de 2015, onde os processos erosivos se mantêm ativos com perdas substanciais de solo presente nas duas margens do canal de drenagem e na voçoroca.

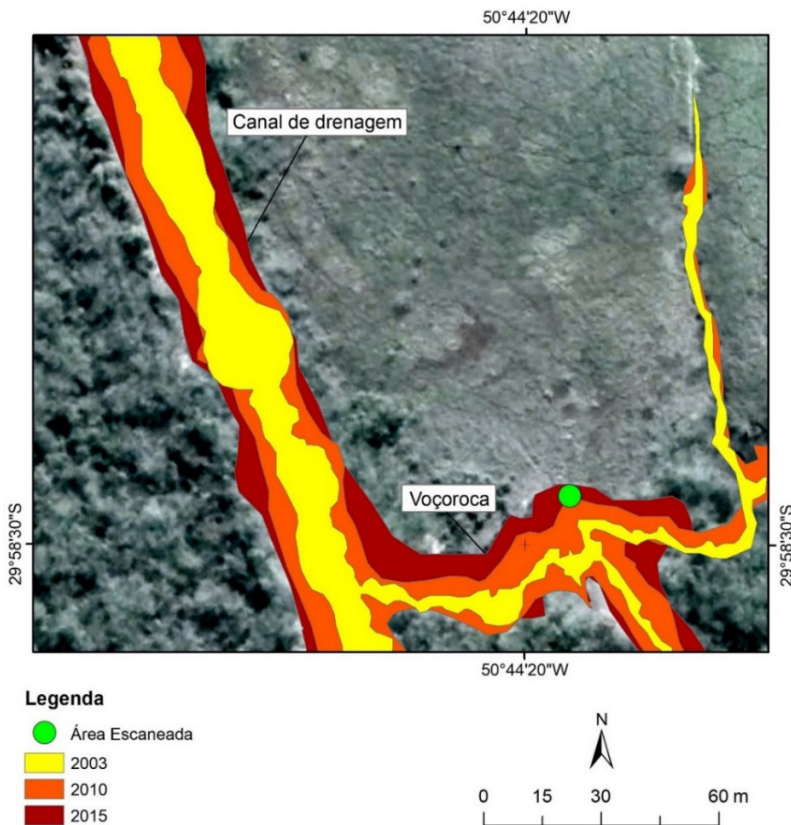


Figura 4. Análise temporal de trecho do canal e da voçoroca no Banhado Grande, em 2003, 2010 e 2015.

Fonte: *Google Earth Pro* Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

4.3 Monitoramento e análise por “Laser Scanner” Terrestre

A varredura com LST pode gerar modelos tridimensionais das voçorocas com grande precisão geométrica, que associado à rapidez do trabalho de levantamento no campo, mostra-se uma ferramenta potencial para o estudo e monitoramento de processos erosivos (RAMOS *et al.*, 2011; ROMANESCU, COTIUGA e ASANDULESEI, 2012).

As varreduras com LST são um importante instrumento no monitoramento das margens dos rios e na análise da dinâmica dos seus canais, onde as medidas mais úteis incluem a erosão lateral, especialmente em período de inundação, bem como os processos de acumulação de sedimentos ao longo do leito do rio (ROMANESCU, COTIUGA e ASANDULESEI, 2012).

A Figura 5, mostra a dinâmica do banhado que mantém períodos de estiagem, cheia e inundação bem determinados conforme os períodos de precipitação. O levantamento

com LST na área do barranco da voçoroca, só é possível em períodos em sem grandes índices de precipitações, para haver área exposta para a varredura.



Figura 5. Dinâmica do banhado em distintos períodos: estiagem, cheia e inundação, respectivamente.

Fonte: *Google Earth Pro*. Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

Nasermoaddeli e Pasche (2008) aplicaram o LST, combinando técnicas de levantamento com LST integrado com um eco som, na quantificação de erosão e deposição no rio Stoer no norte da Alemanha.

As integrações dos dados do LST com os dados do eco som permitiram a análise de batimetria do rio em diferentes estádios.

Na varredura com o LST, em um trecho da voçoroca no Banhado Grande, em junho de 2017, foi possível levantar dados para análises da geometria referente a diferença volume entre diferentes varreduras poderá ser empregado para o monitoramento do processo erosivo. A partir de futuros escaneamentos associados a intervalos entre períodos de cheia e secas, pode-se analisar a diferença de volumes entre diferentes varreduras para estimar a perda de solo entre determinados períodos.

A partir da análise geométrica, pode-se estabelecer onde existem as áreas de deposição dos sedimentos, e com determinar com eficiência práticas de controle da erosão em determinados pontos da voçoroca. Através de modelos matemáticos como o cálculo de inclinação do barranco, poderá ser mais eficiente a recuperação da área, com o emprego da técnica mais adequada para a área degradada pela voçoroca. Na Figura 6, podemos observar (a) áreas de desmoronamento destacado em vermelho na imagem e (b) em azul à estaca que serviu como ponto de controle.

A abordagem radiométrica em relação a nuvem de pontos, fornece dados fundamentais para uma análise geomorfológica da erosão, pois se trata de parâmetros que dizem respeito a intensidade de retorno do sinal e a resposta espectral dos alvos, como os dados de rugosidade, umidade do solo e características granulométricas do solo poderão ser analisadas.

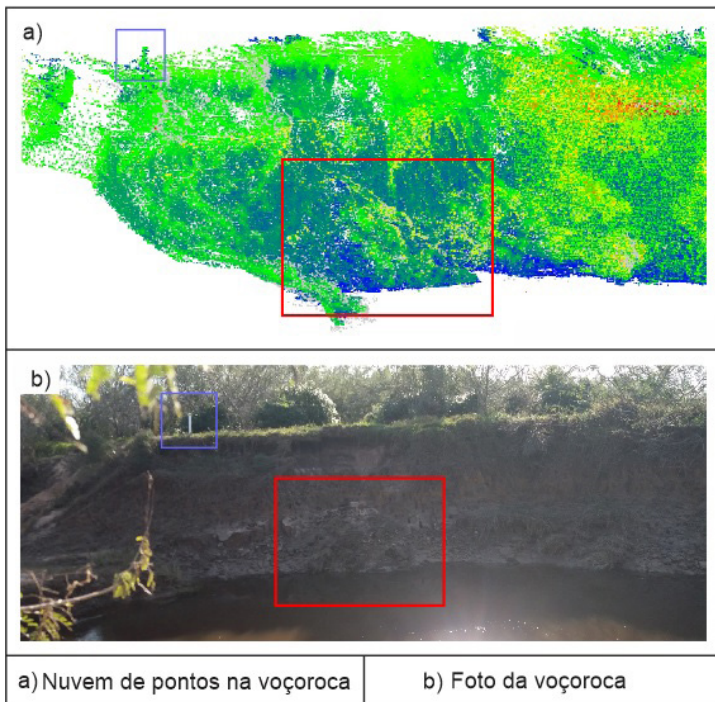


Figura 6. Comparação do escaneamento com registro fotográfico na voçoroca.

Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

A abordagem radiométrica em relação a nuvem de pontos, fornece dados fundamentais para uma análise geomorfológica da erosão, pois se trata de parâmetros que dizem respeito a intensidade de retorno do sinal e a resposta espectral dos alvos, como os dados de rugosidade, umidade do solo e características granulométricas do solo poderão ser analisadas.

Para Moraes (2016) a vegetação e outras feições também aparecem nas nuvens de pontos no levantamento com o LST, dessa forma, um processo de filtragem é necessário para a retirada dos pontos levantados sobre essas feições que fogem ao interesse do monitoramento.

O Modelo Digital do Terreno (MDT) pode ser obtido da nuvem de pontos LASER por meio de um processo de filtragem, que consiste na remoção dos pontos que não pertencem à superfície do terreno, ou seja, aqueles que se encontram acima do solo, tais como construções, árvores, entre outros (FERNANDES *et al.* 2017). O MDT é utilizado como informação base para diversos estudos, como mapeamento digital de solos, gestão de desastres e projetos de engenharia (RUIZ *et al.*, 2015).

Já o Modelo Digital de Elevação (MDE) é a forma mais utilizada para representar uma superfície de maneira digital com base em um conjunto de pontos com coordenadas tridimensionais. Representação de uma superfície topográfica, onde elevações do terreno podem ser representadas computacionalmente por um conjunto de pontos regularmente

distribuídos (WOLF e DEWWITT, 2000).

A partir dos pontos da VLST da cena (Figura 7c), sem a manipulação de dados ou pré-processamento (com a presença da vegetação e pontos que representam ruídos) obtivemos o MDE da área. E a partir da nuvem pós-processada (retirada da vegetação e pontos aleatórios de forma visual), que contém apenas as informações do terreno (Figura 7d), obtivemos o MDT.

A diferença do resultado entre o MDE (Figura 7a) e o MDT (Figura 7b) é de 7,96 m. O que evidencia a importância do pré-processamento da nuvem para melhor acurácia dos dados, de grande relevância por tratar-se de uma de erosão em uma área muito plana de banhado. Uma boa acurácia é de grande importância para estudos que lidam com questões relacionadas à organização, planejamento e gestão do espaço geográfico (OLIVEIRA e FRANCELENO, 2013).

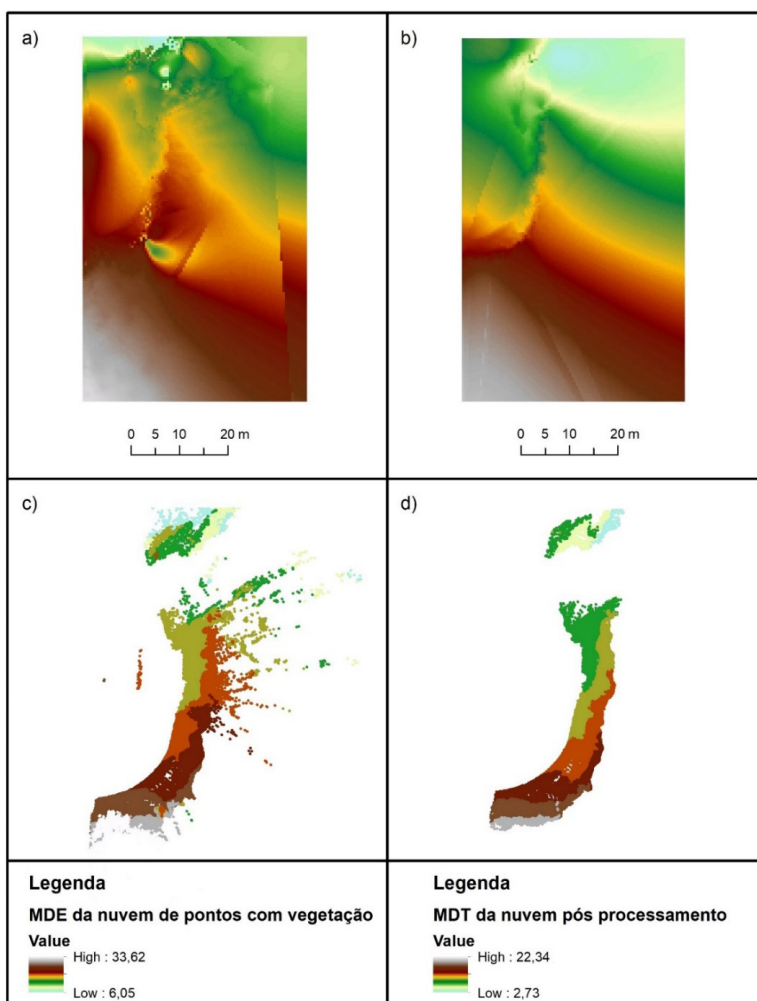


Figura 7. Dados de elevação da nuvem de pontos do levantamento realizado 28/07/2017 na área da voçoroca: a) Nuvem sem filtro; b) Nuvem com cortes.

Elaborado por: ETCHELAR, C. B.

Observa-se que no MDE, existem interferências (linhas) ou ruídos na imagem, associado a interpolação de pontos aleatórios que se encontravam na nuvem “bruta” (sem pré-processamento).

Para um melhor entendimento da área, foram desenhados perfis topográficos no MDT para análise do canal da voçoroca e do barranco. Os gráficos apresentam a voçoroca com um detalhamento maior da forma do barranco, através das linhas presentes nos gráficos.

O perfil topográfico, Figura 8, gerado pelo transecto 1-2 expuseram uma diferença entre as margens, tanto de altura, quando na forma abrupta da margem esquerda de montante para jusante, representando assim, a margem erosiva do canal da voçoroca, ao contrário da margem direita onde existe uma suavização do barranco, demonstrando ser uma área de depósitos de sedimentos.

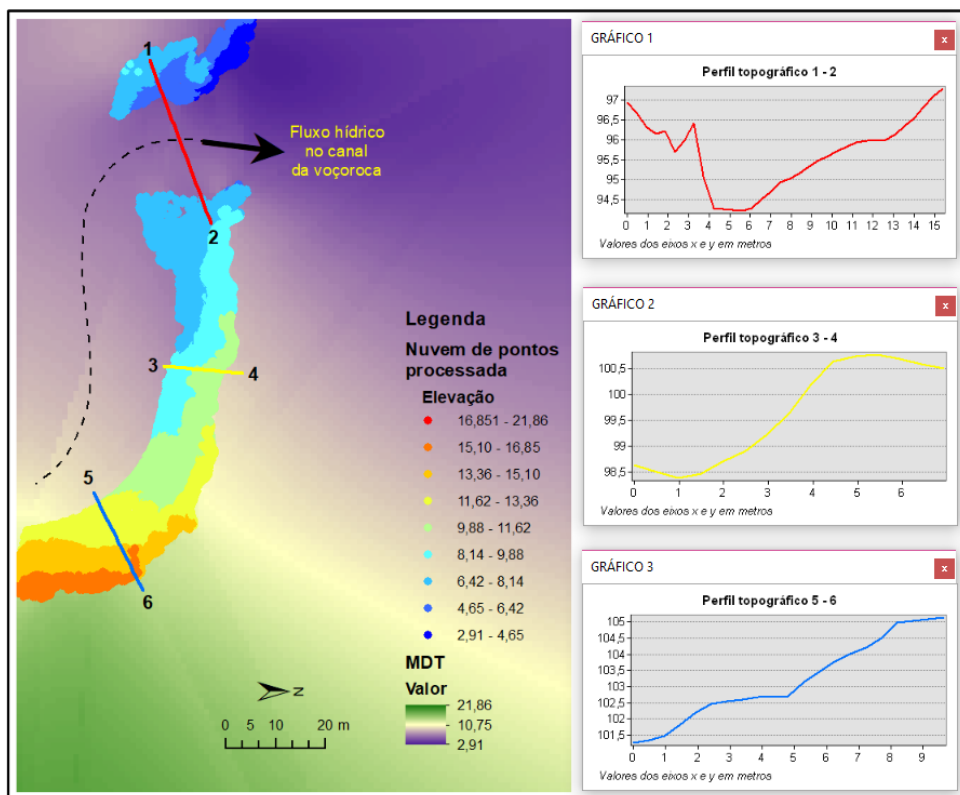


Figura 8. Perfil topográfico sobre MDT.

Elaborado por: ETCHELAR C. B.

Os transectos 3-2 e 5-6 correspondem ao barranco da margem direita do canal da voçoroca. Estes perfis ratificam uma margem deposicional de sedimentos, principalmente no transecto 5-6 que exhibe a linha do gráfico de forma não íngreme com declividade menor que o transecto 3-2.

Apesar de haver a representação da escala na Figura 8, além da forma do relevo, os transectos topográficos ajudam a dimensionar a altura e largura da área de estudo, estas informações corroboram com estudos futuros de planejamento e projetos que visam a recuperação da área erodida.

5 | CONCLUSÃO

Para o monitoramento com o método de estaqueamento em área de banhado são necessárias ações como o isolamento do local; instalação de estacas com boa estabilidade e visibilidade e a conscientização da importância do monitoramento da comunidade responsável pela área. São medidas que devem ser tomadas para seu bom funcionamento, caso contrário não será eficaz.

O monitoramento com o uso de imagens de satélites mostrou-se eficaz na análise temporal da área erodida e demonstrou a evolução da voçoroca e a estimativa da área da erosão. É uma técnica de baixo custo e pode ser realizada em gabinete.

Apesar do uso do LST na área de banhado se restringir a períodos em que haja viabilidade de acesso ao local e a visibilidade do talude da erosão para a sua varredura, esta tecnologia mostra-se uma ferramenta com grande potencial para o estudo de voçorocas em virtude de sua alta precisão e rapidez na coleta de dados em campo. Gera modelos digitais de elevação com alta precisão, além do fornecimento de dados como os locais de deposição e erosão de sedimentos e as dimensões da área estudada a partir do perfil topográfico.

Contudo, se faz necessário a continuidade do monitoramento do processo erosivo na área do Banhado Grande. É imprescindível definir também o método mais adequado para estudo do recuo das margens, visando o melhor prognóstico de correta implementação de técnicas de bioengenharia para a recuperação da área.

REFERÊNCIAS

ALHO, P.; VAAJA, M.; KUKKO, A.; KASVI, E.; KURKELA, M.; HYYPPÄ, J.; HYYPPÄ, H. e KAARTINEN, H. 2011. Escaneamento a laser móvel em geomorfologia fluvial: mapeamento e detecção de mudanças de barras pontuais. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 55, n. 2, p. 31-50.

ALMEIDA-FILHO, G. S. 2015. Controle de erosão. *Fundações & Obras Geotécnicas*, v. 5, p. 66-77.

BARBOSA, R.L.; MENEGUETTE JR, M.; SILVA, J.F.C.; GAITAME, O.Y. 2008. Análise estatística da qualidade de um modelo digital do terreno gerado com thin plate spline. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 60, n.2, p. 127-132.

BRENNER, V. C. 2016. **Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do Rio Gravataí-RS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de mestrado em geografia. 94 p.

BRENNER, V. C. e GUASSELLI, L. A. 2015. Análise da viabilidade do processo de renaturalização de um trecho do canal retificado do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais...V SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO PANTANAL**. Campo Grande, p. 593-601.

DURLO, M. A. e SUTILI, F. J. 2012. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água**. Santa Maria: Edição do Autor, 189 p.

ETCHELAR, B. C. 2014. **Análise do Processo Erosivo no Banhado Grande, APA do Banhado Grande, Município de Glorinha – RS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Trabalho de conclusão do bacharelado em geografia. 72 p.

ETCHELAR, C. B.; GUASSELLI, L. A. e BELLOLI, T. F. 2014. Erosão no Banhado Grande, bacia hidrográfica do rio Gravataí –RS. **Anais... 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Campo Grande, MS. p. 584 -592.

FERNANDES, V. J. M.; OLIVEIRA, É. F.M.; POZ DAL, A. P. e IMAI, N. 2017. Filtragem de nuvem laser para geração de mdt por krigagem. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 23, n.1, p.196 – 212.

FERRAZ, S. R. 2017. **Avaliação posicional de dados altimétricos gerados por diferentes sistemas de varredura a laser terrestre: estudo de caso**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto. 119p.

FERRAZ, S. R.; SOUZA F. S. e REIS L.L.M. 2016. Laser Scanner Terrestre: teoria, aplicações e prática. **Revista Brasileira de Geomatica**, v.4, n. 2, p.99-109.

FZB. FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. 2001. **Diagnóstico do meio biótico (vegetação, aracnofauna e avifauna) e mapeamento da cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Gravataí**. Porto Alegre: Museu de Ciências Naturais. 118p.

GUASSELLI, L. A.; ETCHELAR, C. B. e BELLOLI, T. F. 2013. Os impactos do cultivo de arroz irrigado sobre as áreas úmidas da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande do rio Gravataí – RS. **Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, INPE**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p. 447-452.

GUERRA, A. J. T. 2005. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertran Brasil, p. 17-55.

HOHENTHAL, J.; ALHO, P.; HYYPPÄ J. e HYYPPÄ, H. 2011. Aplicações de varredura a laser em estudos fluviais. **Progressos na Geografia Física**, v. 35, n. 6, p. 782 – 809.

KING, C.; BAGHDADI, N.; LECOMTE, V. e CERDAN, O. 2005. The application of remote-sensing data to monitoring and modelling of soil erosion. **Catena**, v. 62, p. 79-93.

LEITE, M. G. e GUASSELLI, L. A. 2013. Dinâmica espaço-temporal das macrófitas aquáticas no Banhado Grande, bacia hidrográfica do Rio Gravataí, RS. **Para Onde!?**, v. 7, n. 1, p. 17-24.

MATHIEU, R.; KING, C. e LE BISSONNAIS, Y. 1996. Contribution of multitemporal SPOT data to the mapping of a soil erosion index. **Soil Technology**, v. 10, p. 99 –110.

MORAIS, M. V. A. 2016. **Monitoramento e avaliação de processos erosivos marginais em reservatórios de usinas hidrelétricas por meio de varredura a laser**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, Mestrado em Ciências Cartográficas. 96p.

MORGAN, R. P. C. 2005. **Soil Erosion and Conservation**. 3rd Edition. Oxford: Blackwell Publishing. 304p.

NASERMOADDELI, M. H. e E. PASCHE. 2008. Application of terrestrial 3D laser scanner in quantification of the riverbank erosion and deposition. **Anais...4th International Conference on Fluvial Hydraulics**, International Association for Hydro-Environment Engineering and Research, Izmir, Turkey. 10p.

OLIVEIRA, C. M. M. e FRANCELINO, M. R. 2013. Comparação de Modelos Digitais de Elevação gerados com dados oriundos de levantamentos de voçorocas com laser scanner. **Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 6502-6509.

PERROY, R. L.; BOOKHAGEN, B.; ASNER, G. P. e CHADWICK, O. 2010. A Comparison of gully erosion estimates using airborne and ground-based LiDAR on Santa Cruz Island, California. **Geomorphology**, v. 118, p. 288-300.

RAMOS, I. Q.; FRANCELINO, R. M.; MAGALHÃES, C. F. S.; OLIVEIRA, M. M. C. e SALAMENE, S. 2011. Uso do laser scanner na modelagem de voçorocas do estado do Rio de Janeiro. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, INPE, Curitiba, PR, Brasil, p. 5793-5800.

RIBEIRO, J. C.; TOCANTINS, N. e FIGUEIREDO, M. 2013. Diagnóstico dos processos erosivos na sub-bacia do córrego Guanabara, município de Reserva do Cabaçal, Pantanal, MT. **Revista GeoPantanal**, UFMS/AGB, v. 8, n. 14, p. 152-169.

ROCHA, R. S. 2002. **Exatidão cartográfica para cartas digitais urbanas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Tese de doutorado em Engenharia de Produção. 128p.

ROMANESCU, G.; COTIUGA, V. e ASANDULESEI, A. 2012. Use of Terrestrial 3D Laser Scanner in Cartography and Monitoring Relief Dynamics and Habitation Space from Various Historical Periods. In: BATEIRA, C. Cartography – A Tool for Spatial Analysis. INTECH, p. 49-74.

RUIZ, L. F. C.; GUASSELLI, L.A.; TEN CATEN, A. e VITALIS F. 2015. Filtragem de Nuvem de pontos por Naive Bayes para obtenção de um Modelo Digital do Terreno. **Anais... XXV Congresso Brasileiro de Cartografia**. 8p.

SCHEREN, R. S. 2014. **Urbanização na planície de inundação do Rio Gravataí-RS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de mestrado em geografia. 123 p.

SHAN, J. e TOTH, C. K. 2008. **Topographic laser ranging and scanning: principles and processing**. Boca Raton: CRC press, 590p.

TEDESCO, A.; ANTUNES, A. F. B. e OLIANI, L. O. 2014. Detecção de formação erosiva (voçoroca) por meio de classificação hierárquica e por árvore de decisão. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 1005-1026.

WOLF, P. R. e DEWITT, B. A. **Elements of Photogrammetry**: with applications in GIS. Boston: McGraw-Hill, 2000. E-book (<https://www.amazon.com/Elements-Photogrammetry-Application-Mechanical-Engineering/dp/0071761128>)

WUTKE, D. J. 2006. **Métodos para avaliação de um sistema laser scanner terrestre**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, Dissertação de mestrado em Ciências Geodésicas. 98p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura familiar 17, 20, 26, 29, 47, 50, 52, 53, 56, 58, 61, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 84, 85

Água potável 31, 34, 37, 43, 44

B

Bioengenharia 89, 100, 101, 104, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 116

C

Campo de futebol 31, 33, 34, 39, 40, 42

Casas inteligentes 157, 158, 160

Ciclo de vida dos produtos 147

Coleta 13, 25, 26, 33, 34, 36, 38, 52, 60, 78, 100, 140, 142, 143, 173, 175, 178

Copos descartáveis 167

Criação de frango caipirão 73, 74, 75, 82, 84

Crise socioambiental 1, 2, 3, 5, 13

Custos da produção 75, 82

D

Dados pluviométricos 31

Destruição da natureza 1, 2, 11

E

Ecossistemas campestres 118, 119, 123, 133, 135

Escoamento da água 104

Espectrometria de emissão atômica 150

Estudantes 12, 16, 17, 28

Ex-estudantes 16

F

Funções sistêmicas e ecológicas 106

G

Gestão do empreendimento 73

H

Hortifrutigranjeiros 73, 77, 82, 83

I

Imagens satelitais 87, 91, 94

Internet das coisas 156, 157, 164

Inundações urbanas 104, 111

Irrigação 31, 34, 35, 36, 39, 40, 42, 43, 46, 88, 156, 159

L

Legislação Federal 120

Logística reversa 140, 168

M

Mapeamento 87, 89, 91, 93, 94, 97, 100, 101, 126, 136

Matéria-prima secundária 140

Meio rural 16, 19, 76

O

Ordem sanitárias 173, 174

Origem do produto 61, 64

P

Pedidos de patentes 155, 157, 163

Perfis topográficos 87, 99

Perspectiva crítica 1

Pesca artesanal 47, 50, 51, 52

Plano de manejo integrado do fogo 118, 119, 124, 135

Problemáticas socioambientais 1, 2, 4, 6, 8, 11, 13

Produção da farinha 47, 52, 53, 54

Produção do alumínio 147

Projeto rede de negócios sustentáveis Urupadí 62

Q

Qualidade alimentar 62, 65, 67

Qualidade de vida 10, 19, 82, 84, 140, 146, 156, 158, 159, 171, 176

R

Recuperação da área 87, 96, 100

S

Sistemas de produção 47, 48, 49, 73, 74, 76, 79, 81, 83, 84, 85

Sucatas 147, 148, 153

T

Tecnologias de automação 155, 160

Teoria e prática 7, 16, 22, 23, 27

U

Unidades de conservação de proteção integral 118, 123


V


Vassouras pet's 140

Vegetais frescos 61, 64, 71

VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 Atena
Editora

Ano 2021