

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 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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 |

RENATURALIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS NA BACIA DO RIO GRAVATAÍ

Data de aceite: 24/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Viviane Carvalho Brenner

Instituto de Geociências - Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9246927180713694>

Laurindo Antonio Guasselli

Instituto de Geociências - Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
Porto Alegre - Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3893113128772643>

RESUMO: O rio Gravataí localizado na região metropolitana de Porto Alegre, teve parte do seu leito alterado no final da década de 60 através de uma retificação de cerca de 20 km que transformou seus meandros em um canal retilíneo. À medida que o objetivo inicial do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) de retificar o rio Gravataí era justamente aumentar a velocidade de escoamento da água e a drenagem do Banhado Grande, podemos afirmar que, infelizmente, essa intervenção vem cumprindo fielmente seus objetivos de criação. A bacia do Gravataí sofre inúmeros impactos decorrentes da pressão antrópica destes, as inundações urbanas são as mais notáveis ao atingir grande parte da população a jusante do rio. Assim sendo, os passivos ambientais dessa retificação tornaram-se mais relevantes do que o cumprimento do objetivo proposto pelo DNOS

com sua abertura. A renaturalização de canais retificados não cimentados possibilita a geração de feedbacks positivos em todo o sistema da bacia hidrográfica. Para a renaturalização em cursos d'água as técnicas de bioengenharia são fundamentais para garantir intervenções de baixo impacto e resultados de reestabelecimento das áreas de preservação permanente nas margens. Assim sendo, essa pesquisa analisou o trecho retificado do rio Gravataí propondo dois segmentos de intervenções, através de um conjunto de técnicas de bioengenharia selecionadas para renaturalização da bacia do Rio Gravataí/RS.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação ambiental; Renaturalização; Rio Gravataí; Bioengenharia; Retificação.

ABSTRACT: The Gravataí River, located in the metropolitan region of Porto Alegre/RS, had part of its bed changed at the end of the 1960s through a rectification of about 20 km that transformed its meanders into a straight channel. The initial objective of the National Department of Works and Sanitation (NDWS) to rectify the Gravataí River was precisely to increase the flow speed of the waters and the Banhado Grande, we can say that, unfortunately, this intervention has faithfully fulfilled its objectives since its creation. The hydrographic basin of the Gravataí River suffers numerous impacts due to its anthropic pressure, urban floods are the most notable when they reach a large part of the population downstream of the river. Thus, the environmental liability of this rectification has become more relevant than the fulfillment of the objective proposed by NDWS

with its opening. The renaturalization of cementless rectified channels allows the generation of positive feedbacks throughout the hydrographic basin system. For the renaturalization of water courses, bioengineering techniques are essential to guarantee low impact interventions and results in the restoration of permanent preservation areas on the banks. Therefore, this research analyzed the rectified stretch of the Gravataí river, proposing two segments of interventions, through a set of bioengineering techniques selected for the renaturalization of the Gravataí river.

KEYWORDS: Environmental degradation; Renaturalization; Gravataí River; Bioengineering; Rectification.

1 | INTRODUÇÃO

O rio Gravataí localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre (Figura 1) no estado do Rio Grande do Sul, e está inserido em uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável denominada Área de proteção ambiental do Banhado Grande. Encontra-se inserido na bacia hidrográfica do Rio Gravataí localizada entre as latitudes 29°45' a 30°12' Sul e longitudes 50°27' a 51°12' Oeste as longitudes.

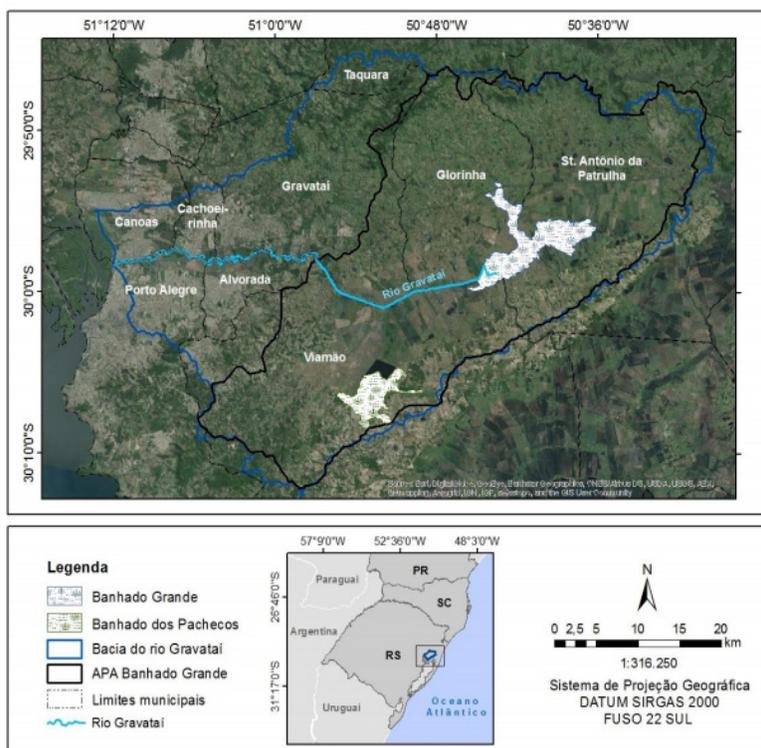


Figura 1 – Mapa de localização do Rio Gravataí e sua respectiva bacia hidrográfica.

Fonte: Belolli, 2016.

Caracteriza-se por um rio de planície naturalmente sinuoso possuindo um trecho de canal artificial, que eliminou parte de seus meandros transformando-os em um canal retilíneo.

Na década de 1960 foi realizada por parte do poder público, representado pelo DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento) uma retificação em parte do leito do rio Gravataí, no trecho próximo ao Banhado Grande. A intenção desta canalização era drenar os banhados para viabilizar a ampliação das áreas de cultivo de arroz. Esta retificação acarretou em mudanças na hidrologia e limnologia do rio, o que pode ter significado alteração na configuração da planície de inundação a jusante da obra (SCHEREN, 2014).

No Brasil as técnicas para correção e regularização, por exemplo, do fluxo de vazão para rios estão muito enraizadas no preceito de construções de barragens e obras físicas. Embora tenha havido um avanço no âmbito internacional quanto às técnicas naturais e menos impactantes para regularizações deste tipo, o país ainda se encontra na fase inicial dos debates referentes a esse tema. As técnicas de engenharia tradicionais com a aplicação dos novos conceitos de bioengenharia não se restringem mais apenas a função hidráulica das obras e buscam atender o equilíbrio entre a demanda e as funções sistêmicas e ecológicas.

Segundo Moldan e Bilharz (1997), problemas complexos como os associados ao desenvolvimento sustentável ou ao planejamento de recursos hídricos requerem proposições e soluções integradas.

Dessa forma, trazemos novas perspectivas de intervenções em cursos d'água visando estruturas verdes em suas aplicações. Através de um estudo de caso apresentamos a projeção de uma estrutura, unindo técnicas de bioengenharia aos conceitos de renaturalização para um trecho retificado do rio Gravataí, no sul do Brasil.

2 | NATURALIZAÇÃO OU RENATURALIZAÇÃO

A renaturalização baseia-se nos princípios europeus de manejo de rios degradados e retificados. Busca, de acordo com Rhoads (2008), alternativas que estabeleçam um sistema fluvial diverso em termos hidrológicos, geomorfológicos e dinamicamente estável. Originário do termo alemão “Renaturierung”, emergiu no Brasil com uma tradução que buscou se aproximar ao máximo possível do conceito original, surgindo assim o termo “Renaturalizar”.

Embora alguns autores, como Santos & Bezerra (2016), não diferenciem os termos naturalização e renaturalização, a maioria utiliza o prefixo “re”, com pressuposto de atuar em um local já modificado e que não pode voltar a ser o que era antes da ação antrópica. Em outras palavras, seria o equivalente de partir do artificial para o natural.

A renaturalização de um rio, não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento sustentável dos rios e

da paisagem em conformidade com as necessidades e conhecimentos contemporâneos (BINDER, 2001).

Os objetivos da renaturalização são alcançados à medida que o plano de renaturalização considera, simultaneamente, os conhecimentos de engenharia hidráulica e técnicas de bioengenharia, em seu desenvolvimento. Em áreas rurais ou mais naturais, muitas vezes a degradação fluvial se refere à remoção de vegetação ripária ou da erosão da bacia, promovida por cultivos agrícolas ou obras de canalização dos rios, sendo assim, com os cuidados apropriados, o corredor fluvial pode ser restaurado (VERÓL, 2013).

A renaturalização de rios originalmente meandantes, e posteriormente canalizados consiste em melhorar os raios de curvatura do rio retificado devolvendo o equilíbrio ecológico para o ecossistema. Neste contexto, espera-se a melhora do controle dos processos erosivos, das condições de escoamento e a recuperação das áreas de várzea através da evolução do processo de renaturalização de um rio retificado (BINDER, 2001).

Além disso, de acordo com Richter *et al.* (2003) e Costa (2011), a reconstrução das curvas e meandros do rio propicia heterogeneidade, um dos princípios básicos para o desenvolvimento de nichos ecológicos. Permitindo a melhora dos processos ecossistêmicos, oportunizando a recuperação da biota e o desenvolvimento sustentável dos rios e da paisagem em conformidade com as necessidades locais.

Larsen (1994) destaca que a conservação e a função ecológica do curso da água devem ser consideradas condições prioritárias para o processo de renaturalização. O autor afirma ainda que, no processo de renaturalização a capacidade de retenção natural das águas na planície de inundação deve ser preservada e ou aumentada. Dessa forma, no planejamento da renaturalização, uma vez que o sistema hídrico não se limita a distância entre as margens de um rio, o projeto deve abranger toda a área de planície de inundação ainda preservada e seus fragmentos a serem renaturalizados.

Visto que, a alteração das condições naturais que mantêm o equilíbrio dinâmico dos rios provoca entre outros problemas, instabilização das margens, formação de focos erosivos e de assoreamento, destruição dos “habitats” e redução da qualidade das águas (CARDOSO, 2011).

Nos casos em que há retificação do curso de água sem a proteção das margens e do leito, a erosão em ambas as partes é substancial, de forma que a sequência de corredeiras e poços são alteradas ou destruídas causando também a redução da diversidade de “habitats” e de potenciais nichos, redução da qualidade e função das espécies, redução drástica da densidade de espécies e declínio ou eliminação de determinadas espécies de peixes (Evangelista, 2011).

A recomposição dos substratos dos rios e de suas margens pode ser proposta a partir de iniciativas que utilizem técnicas de bioengenharia com materiais naturais, recomposição da biota aquática, conservação de áreas naturais de inundação, investimentos em projetos ambientais e educação ambiental.

3 | BIOENGENHARIA COMO FERRAMENTA PARA IMPLANTAÇÃO

A inexistência de uma maior integração com a cidade e a degradação da qualidade das águas provou, ao longo do tempo, que as estratégias de engenharia fluvial e algumas das intervenções realizadas entre os séculos XIX e XX não foram as melhores soluções (BINDER, 1998; KONDOLF, 2012), tornando a necessidade de ações para melhoria da qualidade e da estrutura nesses rios e córregos algo inadiável (MACEDO & MAGALHÃES, 2011; MIGUEZ et al., 2015).

Nesse ponto a bioengenharia se apresenta como alternativa para atender essa demanda oferecendo maior integração ao meio, e menor alteração dos processos hidrológicos, geomorfológicos e ecológicos do rio.

Binder *et al.* (1983) já afirmavam que ao invés de utilizar materiais artificiais, deveríamos recorrer a bioengenharia como meio de proteção das margens dos cursos de água.

A bioengenharia pode ser definida de acordo com Sutili (2004) como, pequenas intervenções físicas no leito e canal apoiadas ou não por medidas vegetativas que podem alterar características como a velocidade da água e a tensão de erosão suportada pelo leito, controlando os processos fluviais e proporcionando um direcionamento do sistema à renaturalização.

A adoção dessas técnicas de estabilização de margens, de acordo com Evangelista (2011), está condicionada às características geotécnicas do local onde deverá ser realizada a intervenção. Uma das principais condicionantes para a determinação das técnicas de bioengenharia a serem utilizadas está vinculada à inclinação das margens (Figura 2), outros aspectos são também determinantes como tipo de solo, disponibilidade de material e extensão da intervenção.

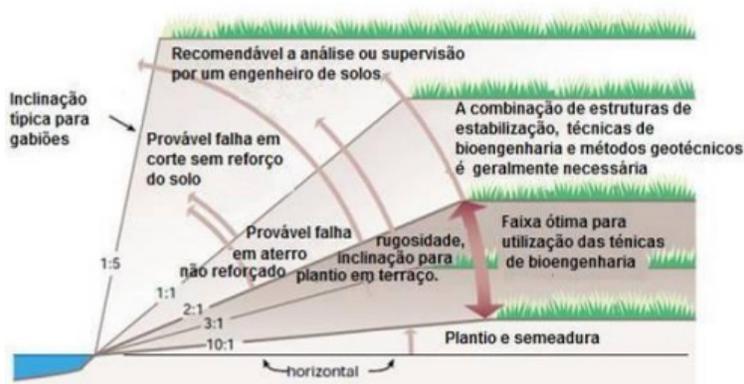


Figura 2 - Inclinações limites de taludes para técnicas de estabilização de margens.

Fonte: FISRWG, 2001.

4 | RETIFICAÇÃO DO RIO GRAVATAÍ/RS

O rio Gravataí forma-se basicamente no lençol freático de um dos maiores complexos de áreas úmidas do Rio Grande do Sul. Nasce no município de Santo Antônio da Patrulha percorrendo originalmente 65 km no sentido leste-oeste até sua foz no Delta do Jacuí. O rio, naturalmente sinuoso, teve parte do seu curso retificado eliminando seus meandros, com objetivo de drenagem das áreas úmidas da bacia para expansão de áreas cultiváveis.

A retificação do rio Gravataí materializa-se no final da década de 60 através de um projeto elaborado pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) que planejou a construção de um canal principal com cerca de 35 km de extensão e dois secundários no sentido norte-sul, Figura 2. A intenção desta retificação era drenar os banhados para viabilizar a ampliação das áreas de cultivo de arroz (SOP/RS, 1970).

No entanto, desde a década de 1970, relatórios produzidos por consultorias como a Fundação Metropolitana de Planejamento (METROPLAN), a Agência de Cooperação Técnica Alemã (GTZ), a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB) e Grupos de Trabalho do Comitê Gravataí e Associação de Preservação da Natureza do Vale do Gravataí (APNVG) demonstravam os impactos que estavam ocorrendo e a descaracterização irreversível nas áreas úmidas e no rio Gravataí.

A consultoria alemã GTZ constatou no final da década de 60 que todo processo de drenagem dos banhados teria como consequência o aumento das cheias no trecho médio do Rio Gravataí, sendo mais adequada a imediata preservação das áreas úmidas.

Sem força política de atuação para gestão na região, e ainda não implementada as unidades de conservação, não houve impeditivos legais para não execução da obra. A retificação, conhecida como canal do DNOS veio a ser iniciada e só pausou seu avanço, segundo relatos, devido as dificuldades de acesso no interior do banhado com maquinários e devido a pressão da APNVG e sociedade civil.

Embargada a obra, os proprietários que viam como benéfica a drenagem para expansão de suas áreas cultiváveis decidiram continuar por conta própria a retificação, adentrando no Banhado Grande.

A retificação que acabou sendo realizada inicia no final do Banhado Grande e vai até a localidade da Olaria Velha. Conforme o perfil longitudinal, este trecho de canal artificial possui 25,8 km, sendo 20 km respectivos à alteração do DNOS e o restante canalizado, na década de 1970, sem autorização, pelos próprios agricultores (destaque em vermelho na Figura 3).

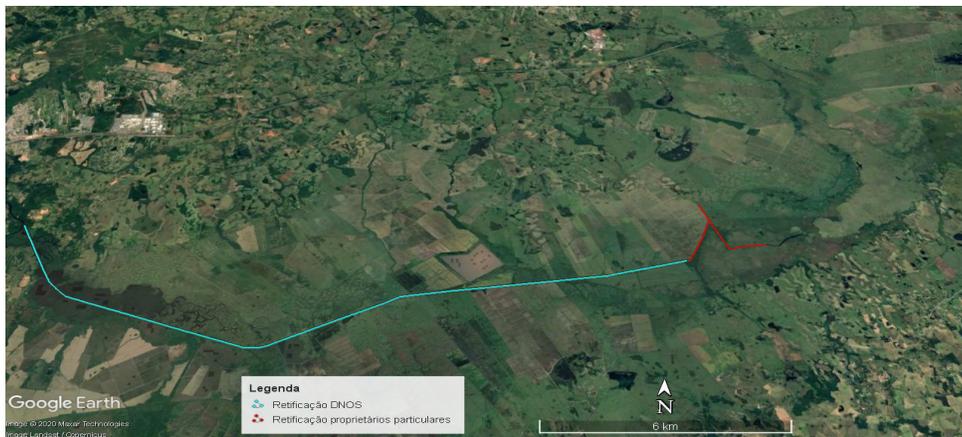


Figura 3 – Canal retificado pelo DNOS em azul, parte retificada pelos proprietários particulares em vermelho.

Fonte: Google Earth, 2020.

Além do impacto sob as áreas de banhado, o processo de retificação do leito do Gravataí, tanto pelo DNOS quanto pelos proprietários gerou uma série de impactos em todo o sistema da bacia hidrográfica. Muitos estudos realizados no âmbito da bacia apontam para uma mudança hidrológica do padrão de vazões do rio Gravataí (Brenner, 2016; Belloli, 2016) e para a formação de processos erosivos e voçorocamentos.

A variação tão extrema das vazões dá margem à necessidade de se repensar o traçado do curso retificado do Gravataí. O trecho retilíneo favorece ainda mais o escoamento acelerado da montante para jusante, impedindo o Banhado Grande de cumprir sua função na bacia de “esponja” ao absorver os grandes picos de pluviosidade e liberar a água de forma lenta e natural.

Etchelar (2017) aponta que as formações circulares nas margens do canal e no trajeto da erosão podem estar relacionadas aos processos erosivos internos, ou seja, o horizonte com solo arenoso, por sua característica granulométrica, entra em colapso, causando um processo erosivo horizontalizado no canal e na voçoroca, ocasionando um alargamento da voçoroca e do canal, demonstrado no comparativo temporal da Figura 4.

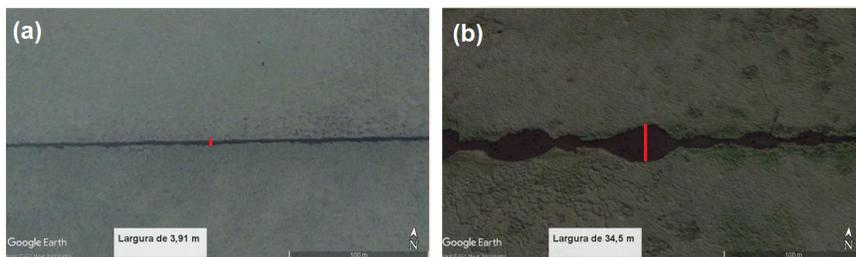


Figura 4 – Comparação temporal da evolução de um processo erosivo no canal. Imagem A) 11/2003; Imagem B) 06/2015.

Fonte: Google Earth, 2021.

Pelo fato da orizicultura no estado do Rio Grande do Sul ser tradicionalmente conduzida em rotação com pastagem, o pisoteio do gado também contribui com os processos erosivos a partir da degradação da cobertura vegetal, compactação do solo e a geração de caminhos preferenciais de escoamento superficial (BELLOLI, 2016).

A autora destaca que além dos impactos ao ambiente, a redução do tempo de concentração das águas na bacia devido à rápida drenagem das águas acumuladas no Banhado Grande contribui para as grandes inundações urbanas que atingem anualmente as populações a jusante do rio e para o agravamento dos baixos níveis e escassez de água nos períodos de estiagens.

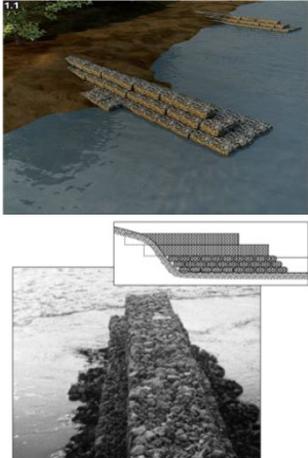
A análise dos valores de vazão diária para os períodos pré-retificação (1940 a 1970) e pós-retificação (1970 a 2009) do rio Gravataí mostra que a vazão máxima passa 251,61 para 297,50 (m^3/s); a vazão média de 19,59 para 32, 35(m^3/s) e a vazão mínima de 6,01 para 4,58 (m^3/s), demonstrando a redução do tempo de concentração das águas na bacia (BELLOLI, 2016). Com o aumento da vazão através da retificação de seus meandros, existe uma tendência de elevar a competência do rio em erodir e assorear este canal.

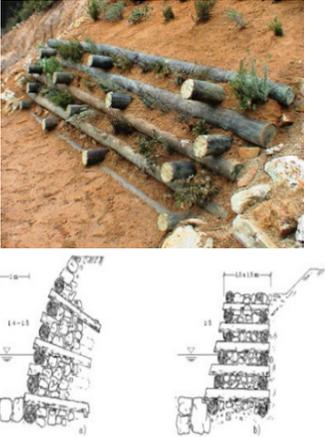
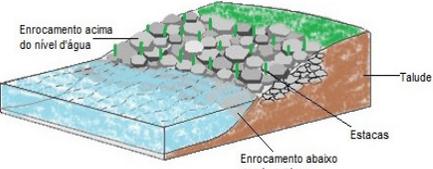
5 | RENATURALIZAÇÃO DO CURSO DO RIO GRAVATAÍ

Através das problemáticas elencadas nos estudos da bacia, foram realizada análise e proposição de intervenções no leito do rio Gravataí em busca de minimizar os passivos ambientais dessas retificações. Neste sentido, existe um panorama das possibilidades de intervenções ao longo de toda a área retificada (cerca de 26 km), consistindo-se em obras não estruturais, baseadas em técnicas de bioengenharia, visando a renaturalização do sistema minimizando as perdas ecossistêmicas e a geração de impactos negativos.

Ao possibilitar o retorno das planícies meândricas equilibram-se o sistema de vazão e deposição, e ao se restaurar os processos erosivos e de voçorocamento possibilita-se o processo de reidratação e recuperação do solo, a restituição da paisagem a diminuição do assoreamento a jusante das erosões e da drenagem do Banhado Grande.

Foram projetadas intervenções utilizando técnicas de bioengenharia após análises bibliográficas e levantamentos realizados em campo para possibilitar a renaturalização e controle das áreas com processos erosivos. Como resultado foram elencados 8 pontos para receberem diferentes técnicas, conforme quadro 1.

| Técnicas de bioengenharia | Descrição | Exemplos |
|---------------------------|--|--|
| Sacos de areia | <p>Possui a função de barrar o fluxo d'água e diminuir a velocidade de fluxo, podendo redirecioná-lo de acordo com os objetivos de aplicação (FERNANDES, 2004).</p> |  |
| Paliçadas escalonadas | <p>Constituem-se de troncos dispostos transversalmente no canal e posicionadas em alturas decrescentes. O fluxo ao atingir a altura da paliçada passa por cima da estrutura decaindo de forma suave sob o escalonamento impedindo que ocorra um escavamento do fundo do canal (FERNANDES, 2004).</p> |  |
| Gabião | <p>São estruturas constituídas por elementos metálicos confeccionadas com telas de malha hexagonal, preenchidos com rochas. As contenções em gabiões são totalmente permeáveis, autodrenantes, aliviando por completo o empuxo hidrostático sobre a estrutura (BARROS et al., 2015).</p> |  |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| <p>Parede Krainer</p> | <p>As paredes Krainer podem ser simples ou duplas, porém sempre complementadas por feixes vivos entre sua estrutura. Visando que posteriormente a proteção física por elas desempenhada, seja apoiada e até mesmo substituída pelo desenvolvimento da vegetação (DURLO e SUTILI, 2012).</p> |  |
| <p>Enrocamento vegetado</p> | <p>Consiste em camadas de rochas que são colocadas acima e abaixo do nível da água para atingir a cota máxima e a cota mínima do rio. Entre os espaços das pedras são plantadas mudas de 1x1 m para proteção e estabilização do talude (ARAUJO FILHO, 2013).</p> |  |

Quadro 1 – Técnicas de bioengenharia selecionadas

Fonte: Organização dos autores, 2020.

A proposta analisada foi dividida em dois segmentos, primeiramente com intervenções na área das erosões e voçorocas e após intervenções na planície de inundação a jusante do banhado visando estabilizar a vazão e auxiliar o processo de estabilização dos processos erosivos, figura 5 e 6.



Figura 5 – 1º Segmento, planície de inundação da Anastácia no rio Gravataí canalizado.

Fonte: Google Earth, 2021.

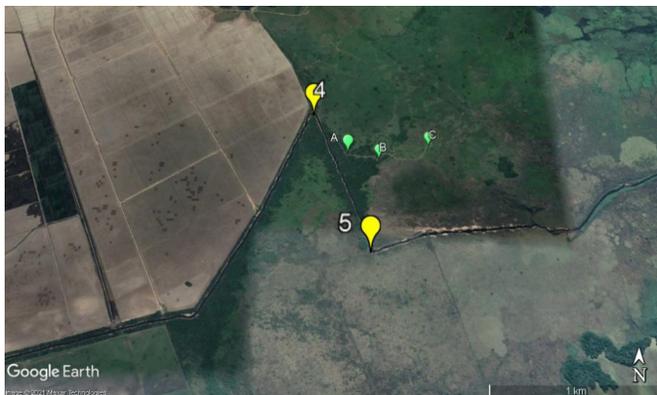


Figura 6 – 2º Segmento, montante do rio Gravataí canalizado.

Fonte: Google Earth, 2021.

Os pontos 1, 2 e 3 foram selecionados devido a sua relevância de reconexão de meandros da planície de inundação ainda preservada no leito do rio com o fluxo de água que circula no canal retificado. Nesses respectivos pontos as técnicas utilizadas variam entre paliçadas, sacas de areia, e técnica mista incluindo entrelaçamento vegetado, conforme projeção da figura 7.



Figura 8 - Projeção da intervenção no ponto 1, unindo as técnicas de bioengenharia selecionadas.

Fonte: Brenner, 2016

O segundo segmento apresenta alguns pontos estratégicos para receber intervenções com a finalidade da restauração das voçorocas e processos erosivos com a diminuição do fluxo ao intervir nas duas curvas com ângulo mais acentuado da retificação

(pontos 5 e 6). As técnicas escolhidas para a área do processo erosivo, de acordo com as características e medições observadas em campo foram: Gabiões; Sacas de areia (ou resíduo de rocha); Enrocamento vegetado; e Parede Krainer.

Seguindo uma metodologia de restauração de voçorocamentos e processos erosivos elencaram-se alguns procedimentos para o controle do processo de restauração, visando à estabilização da erosão e a recuperação do solo como: o isolamento da área afetada com cerca para evitar o acesso de gado, trânsito de máquina e veículos que podem favorecer a concentração da enxurrada e dificultar o desenvolvimento da vegetação; 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, tendo a finalidade de evitar o escoamento em velocidade no interior da erosão; e a vegetação da erosão que para propiciar a cobertura do solo e diminuição do processo de erosão através da fixação do solo pelo sistema radicular.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As intervenções realizadas ao longo dos anos criaram um ambiente que distancia o rio das atividades diárias da população, perpetuando um completo afastamento da sociedade perante os cursos d'água.

O adensamento populacional em áreas de APP, margens de cursos d'água, topo de morros e entorno de nascentes traz à discussão a busca por uma conciliação sustentável das cidades e seus recursos hídricos. A procura por estas alternativas destaca a necessidade de intervenções nos cursos d'água impactados pelos passivos ambientais causados por obras de retificação canalização, tamponamento, assim como pela poluição e degradação ambiental.

Todo o conjunto de pequenas intervenções a serem feitas nos pontos selecionadas, tanto na região da Anastácia quanto na região das erosões, fazem parte de um objetivo maior do que apenas a contenção do processo erosivo.

Apesar de ser um tema ainda recente no Brasil, a renaturalização surge como uma alternativa sustentável e de baixo custo para mitigação dos impactos de obras de retificação não cimentadas, como o caso do rio Gravataí. A renaturalização ao objetivar a recuperação ambiental do sistema Banhado Grande na bacia do Gravataí possibilita a reconexão dos meandros, a suavização dos canais retilíneos e a diminuição da velocidade do fluxo de água. Ações e intervenções conjuntas nesse âmbito proporcionam a recuperação ambiental em termos hidrológicos e ecossistêmicos.

Assim sendo, a renaturalização como ferramenta de gestão de áreas degradadas ou com passivos ambientais proporciona a retomada de forma gradual dos fluxos, dos nichos e ambientes favorecendo não só a recuperação do ponto de vista da paisagem, mas também a circulação e a recolonização da fauna e da flora.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, R. N. et al. **Implantação de técnicas de bioengenharia de solos no controle da erosão no baixo São Francisco**, estado de Sergipe. Scientia Plena. Sergipe, vol. 9, Num. 7, 2013.

BARROS, B. A. **Produção rural em unidades de conservação: a situação da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, RS**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

BELLOLI, T. F.; **Análise dos impactos ambientais decorrentes da produção orizícola na Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

BINDER, W. et al. Natural River Engineering – characteristics and limitations. **Garden undLandschaft**, vol. 2, p. 91-94, 1983.

BINDER, W. **Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar: A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. SEMADS: Rio de Janeiro, 2001.

BRENNER, V.C. **Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do rio Gravataí – RS**. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2016.

CARDOSO, A. S. **Contribuição para estudos de intervenções em cursos de água em bacias urbanas**. (Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água**. Porto Alegre: EST Edições. 2005.

ETCHELAR, Cecilia Balsamo. **Processos erosivos em áreas úmidas, Apa do Banhado Grande-RS** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

EVANGELISTA, J. A. **Sistemática para avaliação técnica e econômica de alternativas de intervenções em cursos de água urbanos**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

FERNANDES, LEONARDO SILVA. **Avaliação de mantas comerciais na vegetação de talude em corte de estrada**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

FRYIRS, Kirstie; BRIERLEY, Gary J. **Naturalness and place in river rehabilitation**. Ecology and Society, v. 14, n. 1, 2009.

LARSEN, P. **Restoration Of River Corridors. German Experiences**. In P. Calow & G.E. Petts (eds.) The Rivers Handbook, 419-440. Blackwell Scientific, Oxford, 1994.

MACEDO, D. R.; MAGALHÃES Jr., A. P. **Percepção social no programa de restauração de cursos d'água urbanos em Belo Horizonte**. Sociedade & Natureza, Vol. 23, n. 1, 2011.

MIGUEZ, M.G.; VÉROL, A.P.; REZENDE, O.M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. Ed. Elsevier. 1ª Ed - Rio de Janeiro. 2015.

MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). **Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

RHOADS, Bruce L. et al. Methods for evaluating the geomorphological performance of naturalized rivers: Examples from the Chicago metropolitan area. **Uncertainty in River Restoration**, p. 209-228, 2008.

RICHTER, B. D. MATHEWS, R.; HARRISON, L.; WIGINTON, R. Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity. **Ecological Applications**, v. 13, n. 1, p. 206-224, 2003.

SANTOS, J.S. DOS; BEZERRA, I. S. **Proposta de naturalização do canal de drenagem do bairro do Bessa- João Pessoa-PB**. Revista Ambiental. V. 2, n.1. p. 66 - 79. 2016.

SCHEREN, R. S. **Urbanização na planície de inundação do Rio Gravataí-RS**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

SUTILI, F. J. et al. **Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthussellowianus*Müll. Arg.) e vime (*Salixviminalis* L.) para revegetação de margens de cursos de água**. Ciência Florestal, vol. 14, n. 1, 2004.

VERÓL, A. P. **Requalificação fluvial integrada ao manejo de águas urbanas para cidades mais resilientes**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) -Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

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

 **Atena**
Editora

Ano 2021