

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)

Interfaces entre
**Desenvolvimento,
Meio Ambiente e
Sustentabilidade**
2



Atena
Editora
Ano 2021

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)

Interfaces entre
**Desenvolvimento,
Meio Ambiente e
Sustentabilidade**
2



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 – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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^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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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
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/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: David Emanuel Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I61 Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade 2 / 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 978-65-5706-857-1

DOI 10.22533/at.ed.571211503

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

CDD 577

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

Prezados (as) leitores (as), é com satisfação que apresento-lhes o livro “*Interfaces entre Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade*” dividido em dois volumes contendo 21 capítulos, separadamente. Uma gama de abordagens metodológicas científicas permite a investigação e compreensão da dimensão do desenvolvimento urbano, rural, econômico, cultural, social dentre outras com relação ao meio ambiente natural e modificado.

O volume 1 inicia-se com capítulos voltados para temas educacionais e consciência ambiental no trato dos recursos naturais. Destaque para projetos universitários envolvendo a participação de comunidades e a observação panorâmica das percepções ambientais entre regiões do país. Estudantes de cursos técnicos e graduações promovem e atuam em atividades extensionistas de horticultura, paisagismo e artesanato com foco na promoção do empreendedorismo, saúde alimentar e mental em comunidades.

O saneamento básico é pauta de debate para redução de doenças em zonas de periferias. O reaproveitamento de alimentos e resíduos de produção alimentícia são as tônicas de pesquisas relativas à gestão de resíduos no meio ambiente, bem como do tratamento de efluentes industriais e domésticos para geração de biofertilizantes e compostagem.

Produzir alimentos com menor toxicidade química e contaminantes de solos e águas continua sendo um desafio, para tanto são divulgadas informações relevantes de índices de estresse hídrico, assim como estudos fenológicos de vegetação em floresta.

No volume 2 encontrarão pesquisas direcionadas à bacias hidrográficas por meio de técnicas de geoprocessamento para verificação de declividades, fragilidades ambientais e análises morfométricas. Questionamentos acerca da gestão social e políticas públicas são temas debatidos no tocante à reforma agrária, gestão ambiental em Universidades Federais e descarte de resíduos hospitalares. A qualidade da água é verificada em rios, canais e Estações de Tratamento de Águas. A modelagem matemática é aplicada em irrigação e determinação de coeficiente de carga cinética “K”.

Os telhados verdes e um protótipo de sistema de potabilização de águas de cisternas são projetos de manejo de águas pluviais para retenção de alagamentos e para ingestão humana, respectivamente. Índices de custeio e distribuição de águas são verificados na intenção de reduzir custos no abastecimento público, que consequentemente reflete no preço final do consumidor. Embora haja controvérsias entre o sistema capitalista e a sustentabilidade dos recursos, são exemplificados a implementação de economias em rede e economia circular em comunidades locais para geração de renda e preservação ambiental. A zona Amazônica e litorais pesqueiros de São Paulo e Ceará são *locus* de análises socioambientais e produtivas de atividades urbanas e rurais.

Por fim, enfatizo o esforço e dedicação empregados em cada projeto científico divulgado neste livro em prol do bem social e ambiental. Em nome da Atena Editora parabenizo a todos os envolvidos e desejo uma excelente leitura dos trabalhos.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DECLIVIDADE E POTENCIAL PARA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS - PEDERNEIRAS/SP

Yara Manfrin Garcia

Sérgio Campos

Marcelo Campos

DOI 10.22533/at.ed.5712115031

CAPÍTULO 2..... 8

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA OBTENÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE
UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos

Felipe Souza Nogueira Tagliarini

Marcelo Campos

Letícia Duron Cury

Thyellenn Lopes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.5712115032

CAPÍTULO 3..... 15

GIS APLICADO NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA MICROBACIA, VISANDO A
CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Sérgio Campos

Ana Paola Salas Gomes Di Toro

Marcelo Campos

Bruno Timóteo Rodrigues

Gabriel Rondina Pupo da Silveira

Daniela Polizeli Traficante

Fábio Villar da Silva

Mikael Timóteo Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.5712115033

CAPÍTULO 4..... 25

PERSPECTIVA DE ANÁLISE PARA A (RE)PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO
SUSTENTÁVEL

Cristiana Paula Vinhal

Letícia Cristina Alves de Sousa

Fernando Antonio de Souza Ferreira

Lorena da Fonseca Ferreira

Mariana Luize Ferreira Mamede

Bruno Rogério Ferreira

Pedro Rogerio Giongo

DOI 10.22533/at.ed.5712115034

CAPÍTULO 5..... 34

IMPORTÂNCIA DOS ASSENTAMENTOS PARA O PROCESSO DE REFORMA AGRÁRIA

DO MUNICÍPIO DE MARABÁ: UM ESTUDO DE CASO

Arianny Suzan Ripardo e Silva
Lucinéia dos Santos Prazeres
Rafaela Alves Veras
Gleidson Marques Pereira
Gleicy Karen Abdon Alves Paes

DOI 10.22533/at.ed.5712115035

CAPÍTULO 6..... 45

RESPONSABILIDADE SOCIAL UNIVERSITÁRIA (RSU): *DISCLOSURE* DAS ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL ADOTADAS POR UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Roseane Patrícia de Araújo Silva
Aline Evelyn Lima Bezerra
Hugo Barbosa Sales

DOI 10.22533/at.ed.5712115036

CAPÍTULO 7..... 64

GESTÃO AMBIENTAL EM HOSPITAIS: DESCARTE DOS RESÍDUOS DE EXPLANTES METÁLICOS ORTOPÉDICO

Micheli Patrícia de Fátima Magri
Rogério Benedito de Brito
Tales Alexandre Aversi-Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.5712115037

CAPÍTULO 8..... 72

APLICAÇÃO DO AÇO PATINÁVEL EM UMA ADUTORA: UM ESTUDO COMPARATIVO COM O POLICLORETO DE VINILA

Juliana Alencar Firmo de Araújo
Alberto Antunes e Silva Oliveira
Maria Patrícia Sales Castro
Sílvia Helena Lima dos Santos
Rejane Felix Pereira
Paula Nobre de Andrade
Wescley de Sousa Fernandes
Flávia Telis de Vilela Araújo
César Bündchen Zaccaro de Oliveira
Fernando José Araújo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5712115038

CAPÍTULO 9..... 85

QUALIDADE DA ÁGUA E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA NO CANAL SÃO GONÇALO, PELOTAS/RS

Josiane Pinheiro Farias
Thays França Afonso
Carolina Faccio Demarco
Robson Andreazza
Maurizio Silveira Quadro

CAPÍTULO 10..... 93

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO JACU NO MUNICÍPIO DE PASSAGEM-RN POR MEIO DE PARÂMETROS QUÍMICOS: PARTE INTEGRANTE PARA A ELABORAÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Paulo Erick de Lima Santos

Telma Lúcia de Araújo Silva

Moacyr Cunha Filho

DOI 10.22533/at.ed.57121150310

CAPÍTULO 11 98

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM DOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA GAVIÃO/CE

Juliana Alencar Firmo de Araújo

Ivan Randal Pompeu Moreira da Justa

Maria Patrícia Sales Castro

Sílvia Helena Lima dos Santos

Rejane Felix Pereira

Paula Nobre de Andrade

Wescley de Sousa Fernandes

Flávia Telis de Vilela Araújo

César Bündchen Zaccaro de Oliveira

Fernando José Araújo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.57121150311

CAPÍTULO 12..... 110

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CARGA CINÉTICA “K” EM INSTALAÇÕES DE TRANSPORTE DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO VISANDO A MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Fernanda Marques dos Santos

Stephanie Oliveira Neves

Carlos Kenzo Yoshitake Pinto

Henrique Shiguemitsu Danno

Yuri Eduardo Pereira Bauer

Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho

DOI 10.22533/at.ed.57121150312

CAPÍTULO 13..... 116

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NOS NÍVEIS DO BANHADO DO TAIM POR MEIO DE MODELAGEM HIDROLÓGICA

Bibiana Peruzzo Bulé

Rutineia Tassi

Stefany Correia de Paula

Cristiano Gabriel Persch

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

Carla Fernanda Perius

DOI 10.22533/at.ed.57121150313

CAPÍTULO 14.....	127
INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO NA RETENÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS	
Cristiano Gabriel Persch	
Bibiana Peruzzo Bulé	
Bruna Minetto	
Rutineia Tassi	
Daniel Gustavo Allasia Piccilli	
Fabiana Campos Pimentel	
DOI 10.22533/at.ed.57121150314	
CAPÍTULO 15.....	138
SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA CAPTAÇÃO E POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA INSTALAÇÃO EM CISTERNAS	
Aline Branco de Miranda Lázari	
Fábio Augusto Pires Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.57121150315	
CAPÍTULO 16.....	151
ÍNDICES DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO E FATURAMENTO DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE LAVRAS, MINAS GERAIS	
Ivani Pose Martins	
Roberta Hilsdorf Piccoli	
Michael Silveira Thebaldi	
DOI 10.22533/at.ed.57121150316	
CAPÍTULO 17.....	160
A IMPLEMENTAÇÃO DE ECONOMIAS EM REDE COMO FORMA DE GERAR SUSTENTABILIDADE E IMPACTO SOCIAL	
Elaine Garrido Vazquez	
Gislayne Oliveira dos Santos	
Leonardo Luiz Lima Navarro	
Luiz Antonio Mendes Coelho Barboza de Lima	
Renato Flórido Cameira	
Sofia Sthel Silva	
Thamy Dias Lucas	
Vinícius Carvalho Cardoso	
Yan Leite dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.57121150317	
CAPÍTULO 18.....	167
ECONOMIA CIRCULAR PARA REPENSAR AS EMBALAGENS: UMA BREVE REVISÃO	
Yuki Tako	
Julia Rabelo Vaz Matheus	
Ana Elizabeth Cavalcante Fai	
DOI 10.22533/at.ed.57121150318	

CAPÍTULO 19.....	186
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA DAS CAPITAIS AMAZÔNICAS	
Caio Cezar Ferreira de Souza	
Joyce dos Santos Saraiva	
Maria Lúcia Bahia Lopes	
Marcos Antônio Souza dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.57121150319	
CAPÍTULO 20.....	200
ANÁLISE DA PRODUÇÃO PESQUEIRA DO CAMARÃO SETE BARBAS NOS MUNICÍPIOS DE SANTOS/GUARUJÁ	
Daty Costa de Souza	
Álvaro Luiz Diogo Reigada	
Herculano Bezerra de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.57121150320	
CAPÍTULO 21.....	212
SUSTAINABILITY AND FUTURE PERSPECTIVE OF THE LOBSTER FISHERY: THE PERCEPTION OF FISHERMEN OF PONTA GROSSA, ICAPUÍ, CEARÁ, BRAZIL	
André Prata Santiago	
Janaína de Araújo Sousa Santiago	
Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho	
George Satander Sá Freire	
DOI 10.22533/at.ed.57121150321	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	225
ÍNDICE REMISSIVO.....	226

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO NA RETENÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 06/12/2020

Cristiano Gabriel Persch

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3427155717569020>

Bibiana Peruzzo Bulé

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4315728588764370>

Bruna Minetto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3043415388890178>

Rutineia Tassi

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7584743367186364>

Daniel Gustavo Allasia Picilli

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3858010328968944>

Fabiana Campos Pimentel

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8485063886729444>

RESUMO: Os telhados verdes (TV) têm comprovado benefício no controle de alagamentos, devido à capacidade de reter parte do escoamento gerado pela precipitação. Esse processo é influenciado por uma série de variáveis, como as características física da estrutura, climatologia da região e, especialmente, das características da precipitação. Assim, o presente trabalho tem como propósito mostrar uma análise sobre o comportamento dos TV frente as diferentes características de precipitação, como: volume, intensidades, duração do evento, e dias secos antecedentes a um novo evento de chuva. A análise foi realizada a partir do monitoramento do escoamento e a precipitação de um TV de 6m². Análises estatísticas permitiram verificar que há grande influência do volume precipitado na geração do escoamento e na retenção. Para volumes de até 20mm, a retenção foi elevada, diminuindo à medida que os volumes aumentavam. Intensidades médias e máximas, revelaram-se medianamente influentes no desempenho do TV ao controle do escoamento e retenção. A duração do evento e dias secos antecedentes não foram determinantes para explicar a capacidade de retenção e produção de escoamento. Acredita-se que os resultados do presente estudo contribuem para um melhor entendimento do comportamento e da efetividade da implantação de TV como técnica para o manejo das águas pluviais.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem, escoamento, controle.

INFLUENCE OF THE PRECIPITATION CHARACTERISTICS ON THE RETENTION OF EXTENSIVE GREEN ROOFS

ABSTRACT: Green roofs have proven benefit in flood control. This is due to the ability to retain a significant part of the runoff generated by precipitation. This retention process is influenced by a number of variables, such as physical characteristics of the structure, climatology of the region, and precipitation characteristics. In this context, the purpose of the study is to elucidate the behavior of green roofs in relation to different precipitation characteristics, such as: volume, intensities, duration of the event, and dry days preceding a new rainfall event. For this, a green roof of 6m² was constructed, where flow and precipitation were monitored during 1 year (November/2017 to November/2018). From the data it was possible to estimate a great influence of volume precipitated in the generation of flow and in the reduction of retention. At low volumes (up to 20mm), retention remained at a high level, decreasing as volumes increased. Medium and maximum intensities proved to be moderately influential in performance for flow and retention. The duration of the event and previous dry days were slightly influential. The results of the present study provide support for a better understanding of the effectiveness of green roof implantation as a technique for rainwater management.

KEYWORDS: Drainage, flow, control.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo dados do Banco Interamericano de Desenvolvimento (2015) a urbanização levará 90% da população a habitar áreas urbanas até o ano de 2050. Este cenário acarreta, gradativamente, um expressivo avanço das cidades em termos de espaço e densidade (BERNDTSSON, 2010), com uma série de alterações físicas, geralmente à custa de áreas verdes, aumentando as superfícies impermeáveis e afetando os processos naturais do ciclo hidrológico. O resultado é o acréscimo e a aceleração do escoamento superficial, modificação dos processos de evapotranspiração e transformação dos padrões locais de clima e precipitação, ocasionando inúmeros problemas à infraestrutura urbana e ao meio ambiente (BERNDTSSON, 2010; DIETZ, 2007).

Diante desse cenário, destaca-se o significativo potencial dos telhados verdes para limitar o excesso do escoamento pluvial, reintegrando uma dinâmica de pré-urbanização (LI; YEUNG, 2014; SIMS et al., 2016), sem prejuízo e necessidade de novos espaços, uma vez que cerca de 40-50% das superfícies impermeáveis são compostas pelas coberturas das edificações (MENTENS; RAES; HERMY, 2006). Além do mais, a implantação de telhados verdes proporciona ainda, direta e indiretamente, múltiplos benefícios estéticos, ambientais e econômicos (KOK et al., 2016; VIJAYARAGHAVAN, 2016). Hidrologicamente, os processos envolvidos estão associados à infiltração e armazenamento da água nas camadas constituintes, conjuntamente com a interceptação vegetal. A dinâmica consiste na redução do escoamento gerado pela precipitação pluviométrica e ao atraso da defluência do excesso por meio da captação de água no sistema, com uma liberação lenta e gradual do volume armazenado, principalmente, na camada de substrato (MENTENS; RAES; HERMY, 2006).

O desempenho e o comportamento hidrológico de um telhado verde dependerão do local onde é implantado e, portanto, os parâmetros ambientais locais, as características da vegetação e as propriedades físicas de suas camadas constituintes são fatores pertinentes para a avaliação do seu desempenho (CIPOLLA; MAGLIONICO; STOJKOV, 2016). A dinâmica do escoamento (detenção e retenção) é influenciada, principalmente, por fatores como: número de camadas e tipo de materiais utilizados (GRACESON et al., 2013; VIJAYARAGHAVAN, 2016); espessura e caracterização físico-química do meio de crescimento (LIBERALESSO, 2018; SOULIS et al., 2017; VANWOERT et al., 2005); tipo e cobertura vegetal (STOVIN et al., 2015; WHITTINGHILL et al., 2015); geometria do telhado (COLLI et al., 2010; VANWOERT et al., 2005), e características climáticas regionais (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015).

Outro fator pertinente na avaliação do comportamento dos telhados verdes, sob essa perspectiva, é o efeito gerado pelas características da precipitação sobre o comportamento dos telhados verdes na retenção e escoamento. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo entender, discutir e complementar as investigações referentes à resposta hidrológica frente aos diferentes aspectos da precipitação como volume, intensidade média, intensidade máxima, duração do evento e dias secos precedentes a um novo evento.

2 | METODOLOGIA

Em atendimento aos objetivos propostos, foi construído um telhado verde extensivo de 6m² na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 29° 42' 48" S e longitude 53° 43' 07"O). O clima predominante é mesotérmico brando Cfa (temperado quente), apresentando como características invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13°C e 15°C e média das mínimas entre 8°C e 10°C. As precipitações são regulares durante todo o ano, não apresentando estação tipicamente seca, com índices pluviométricos anuais entre 1.500 mm e 1.600 mm. Os ventos predominantes são de leste e sudeste (LÖBLER; SCCOTI; WERLANG, 2015).

O referido telhado verde foi composto por seis componentes: estrutura do telhado, impermeabilização, camada de drenagem, membrana geotêxtil, camada de substrato e a vegetação. A estrutura do telhado foi montada com utilização de madeira apropriada para construção civil, formando a base para a sustentação das demais camadas. A declividade da superfície foi de 1%, com convergência da extremidade até os drenos (instalados junto ao fundo do sistema). Os drenos permitem a retirada do volume excedente do escoamento em cada unidade de telhado verde. A elevação dos telhados a partir do solo foi de aproximadamente 2m.

Após a montagem da estrutura, procedeu-se com a impermeabilização com utilização de plástico de estufa de 250 micras, em camada dupla – o uso deste material baseou-se no sucesso obtido em experiências prévias, critérios econômicos e facilidade

de aplicação. Após a etapa de impermeabilização, foi inserida a camada de drenagem, constituída por um geocomposto de nome comercial MacDrain®2L. Sobrepondo toda a extensão da camada de drenagem, o telhado foi coberto por um geotêxtil do tipo Bidim-RT07 com o objetivo de evitar o carreamento de partículas do substrato para as camadas inferiores e promover proteção adicional com relação ao acesso invasivo de raízes.

A camada de substrato foi composta unicamente por solo, proveniente de região próxima ao experimento na profundidade de 100mm. Análises prévias em laboratório indicaram composição de 20, 38 e 42% de silte, areia e argila, respectivamente. Por fim, o telhado recebeu a cobertura vegetal. A espécie utilizada foi o *Sedum rupestre*, devido a estudos prévios no local, que demonstraram que esta espécie teve capacidade de resistir e adaptar-se frente a períodos de estresse hídrico. A densidade aproximada da vegetação foi de 220 un/m².

Para proporcionar a saída do excesso de água proveniente da precipitação, o telhado foi munido de drenos de fundo, confeccionados com tubos de PVC de diâmetro de 100mm, e conectados a um reservatório de 500 litros localizado na parte inferior da estrutura.

O monitoramento consistiu na obtenção do volume escoado a partir do telhado verde e da precipitação incidente (chuva efetiva), diretamente no local do experimento. O monitoramento da precipitação foi realizado com um pluviógrafo do tipo basculante da marca comercial Solar instalado nas proximidades. A precisão de medida foi de 0,2mm e intervalo de leitura de 5 segundos. Também foi instalado um pluviômetro individual sobre o telhado de forma a complementar o monitoramento. O volume escoado, por sua vez, foi determinado a partir da leitura de nível no reservatório, com utilização de uma régua linimétrica. O nível foi convertido em volume, por meio de uma curva chave previamente calibrada.

Após cada evento de chuva, as leituras foram realizadas manualmente em todos os dispositivos (reservatório e pluviômetro). Nesse processo foram descartados os volumes abaixo de 1mm (em função da precisão dos pluviômetros), quando havia suspeita de vazamentos e obstruções no sistema de medição, demora na medição do evento por parte do observador e eventos com indicativo de inconsistência nos registros.

Cada evento de chuva foi caracterizado de acordo com o seu volume e classificados em três faixas: volumes baixos quando a precipitação total foi igual ou inferior a 20mm ($P \leq 20\text{mm}$); volumes médios para chuvas entre 20mm e 40mm ($20\text{mm} < P \leq 40\text{mm}$) e volumes altos para chuvas superiores a 40mm ($P > 40\text{mm}$) (HAKIMDAVAR et al., 2014).

A duração também foi computada, compreendendo o período de tempo transcorrido entre o início e o fim da chuva. Para obtenção dessa variável, utilizou-se as leituras realizadas pelo pluviógrafo, e quando esse apresentou alguma inconsistência nos registros, foram utilizados os dados fornecidos pela estação do INMET (INMET-A803). Para essa caracterização, optou-se por empregar a grandeza temporal horária, uma vez que os dados da estação são fornecidos apenas nessa dimensão.

A partir da relação entre volume e duração da chuva foi determinado a intensidade média de cada evento. A intensidade máxima foi computada como sendo o máximo volume precipitado para 1h de duração.

O monitoramento do nível da água escoado para o interior do reservatório permitiu determinar os volumes escoados ao longo do tempo. Essa informação permitiu avaliar como o telhado verde atuou no controle do escoamento durante cada evento chuvoso e qual foi o efeito produzido no armazenamento. O controle do volume do escoamento pluvial foi determinado a partir da obtenção do volume de água escoado e retido (armazenado) e a porcentagem de escoamento e retenção.

Os dados oriundos do monitoramento também foram organizados de maneira a identificar a condição de umidade do substrato em situação anterior a cada evento chuvoso. Para isso, foi contabilizado a quantidade de dias secos antecedentes a um determinado evento, ou seja, quantidade de dias sem precipitação precedentes a um novo evento. Essa informação foi utilizada para caracterizar a disponibilidade de água no substrato e sua capacidade de interferir no maior ou menor armazenamento de água durante o evento chuvoso (TASSI et al., 2014).

Para avaliar a influência de diferentes determinantes relacionados à precipitação no comportamento do telhado verde, e o grau de associação na resposta do escoamento e retenção, foram realizadas análises de regressão simples (princípio da parcimônia), na tentativa de estabelecer equações preditivas com base nas informações do período de estudo. A qualidade dos ajustes foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R^2), considerando que quanto mais próximo de 1, mais influente é a variável na resposta.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de monitoramento foi de 1 ano (365 dias), de 01/novembro/2017 a 31/outubro/2018. O total precipitado fruto de monitoramento foi de 1013mm, contemplando 73 eventos. Desse montante, 6 (seis) superaram a capacidade dos reservatórios, sendo descartados para as análises de retenção. Os volumes variaram entre 1,2mm e 116,95mm, dos quais 49 eventos (67%) foram classificados como de baixos volumes, 13 eventos (18%) como médios e 11 eventos (15%) com volumes altos. A duração das precipitações variou entre 1h e 95h (aproximadamente 4 dias).

A retenção total do período no telhado verde foi de 594,85mm, correspondendo a 59% do volume precipitado monitorado. Esse valor corrobora com o resultado encontrado por Tassi et al. (2014) que relataram valores bastante próximos para dois telhados verdes com 10cm de espessura.

As seções que seguem avaliam a influência das variáveis relacionadas à precipitação – identificadas como sendo as principais determinantes hidrológicas no escoamento e retenção dos telhados verdes: volume, duração, intensidade média do evento, intensidade

máxima e período de dias precedentes sem precipitação. O resumo das variáveis e seus respectivos ajustes são apresentados na Figura 2.

3.1 Influência do volume precipitado

Geralmente, o volume de precipitação é a variável norteadora e que determina o comportamento do escoamento e retenção dos telhados verdes (CARPENTER et al., 2016). Percebe-se que, conforme mostrado na Figura 1, para os volumes considerados baixos (49 eventos $\leq 20\text{mm}$), a retenção se manteve praticamente no patamar máximo. Quando tomados os eventos (13 ocorrências) de volume médio ($20\text{mm} < \text{Precipitação} \leq 40\text{mm}$) a média de retenção diminuiu. Para volumes médios precipitados compreendidos na faixa analisada, Carpenter et al. (2016) relataram uma retenção de 88% para um telhado verde de 1190m^2 no centro do estado de Nova Iorque (EUA). Para volumes superiores a 40mm , apesar da baixa quantidade de eventos (5 incidências), o comportamento é análogo ao reproduzido nos volumes médios, com médias de retenção levemente inferiores. Pelos resultados, verifica-se que à medida em que os volumes de precipitação aumentam, as capacidades de retenções reduzem, o que era um efeito esperado. Como o substrato do telhado verde tem uma capacidade finita de armazenamento, eventos de maior volume produzem uma proporção maior de escoamento, quando comparado a um evento menor (GETTER; ROWE, 2006). No estabelecimento das equações de regressão, uma relação não-linear ficou evidente entre a precipitação e o escoamento (Figura 2A).

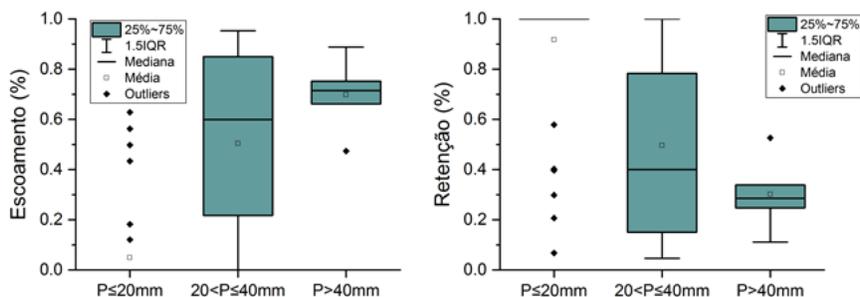


Figura 1 - Influência do volume precipitado no comportamento para o escoamento e retenção.

3.2 Influência da intensidade média e máxima da precipitação

Alguns autores (BENGTSSON; GRAHN; OLSSON, 2004; STOVIN; VESUVIANO; DE-VILLE, 2017) sugerem que a intensidade da precipitação é fator influente na geração de escoamento. Nesta análise, com relação à intensidade média, as equações estabelecidas mostraram um comportamento não-linear em relação ao escoamento (Figura 2B).

O resultado evidencia que há certa influência da intensidade sobre o comportamento dos telhados no escoamento, ou seja, é razoável que maiores intensidades de precipitação tendam a produzir um maior volume de escoamento superficial, sendo a água conduzida ao ponto de descarga com mais rapidez, uma vez que não há tempo suficiente para infiltrar e ocupar os vazios do substrato. Com relação à retenção, nota-se um comportamento positivo crescente até uma intensidade média em torno de 4,5mm/h, mantendo uma retenção média de 82%. Para valores superiores de intensidade, o comportamento na retenção se inverte e torna-se negativo. A partir desse ponto, a média diminui para 46% aproximadamente.

Quando verificada a influência da intensidade máxima no escoamento, as equações de regressão (Figura 2C) resultaram em um comportamento não-linear positivo, com coeficiente de determinação de 0,65. Esse resultado indica que quanto maior o volume ocorrido na duração de 1 hora, maior é a resposta em termos de escoamento. Quando observado o comportamento na retenção, análogo ao escoamento, as regressões indicaram um comportamento não-linear, porém negativo.

3.3 Influência da duração do evento de precipitação

A duração dos eventos é considerado um fator determinante para o comportamento no escoamento e retenção dos telhados verdes (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015). Observando-se os resultados (Figura 2D), pode-se aferir uma pequena influência da duração do evento na geração do escoamento. Esse resultado parece ser bem razoável, uma vez que eventos de maiores ou menores durações, por si só, não explicariam um aumento ou decréscimo do escoamento. Quando tomado a duração do evento em relação à retenção, essa influência passa ser mais evidente e significativa, como é perceptível pelas equações de regressão. Isso é razoável, pois eventos com maiores durações (geralmente com baixas intensidades), dão tempo hábil para a recuperação da capacidade de armazenamento por parte do sistema. Tanto para o escoamento como para a retenção, um comportamento não linear entre estas variáveis e a duração do evento foi o que apresentou melhor equação de regressão. Corroborando com o resultado do presente estudo, comportamento análogo foi relatado nas investigações de Nawaz; McDonald; Postoyko (2015).

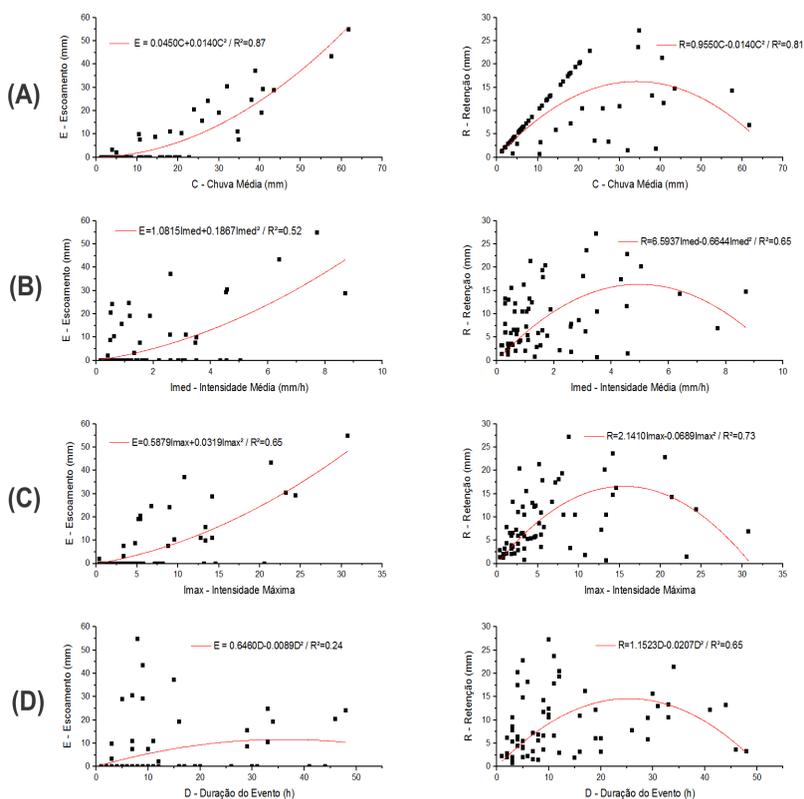
3.4 Influência de dias secos precedentes

A duração do período sem precipitação antecedente a um novo evento (dias secos) é importante no processo de retenção de água. Quando um telhado verde está sujeito a um longo período sem incidência de precipitação, apresenta um tempo mais adequado para recuperar a capacidade de armazenamento de eventos futuros (LEE; LEE; HAN, 2015; ZHANG et al., 2015). Divergências existem com relação a essa afirmação. Alguns estudos confirmam a relação entre essas variáveis, contrariando outras afirmações que alegam pouco efeito desta componente sobre a retenção (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015).

Colaborando com o exposto, no presente estudo, o período seco precedente a novos eventos não se mostrou fator determinante na mudança do comportamento na retenção ($R^2 \approx 0$). O resultado (Figura 2E) talvez seja plausível, uma vez que o período seco não retorna a real umidade do solo. Em outras palavras, um período seco curto, porém com evento de chuva anterior de baixo volume, não reduz significativamente a capacidade de retenção, retornando um coeficiente de escoamento nulo para o evento subsequente. Por outro lado, períodos secos maiores, porém, com eventos de chuva anteriores de elevado volume, podem produzir escoamento substancialmente superior.

Possivelmente, outro fator determinante sejam as taxas de evaporação e transpiração vegetal, inferiores nas estações mais frias e chuvosas. Dessa forma, maiores ou menores períodos secos não gerariam forte efeito sobre a capacidade de retenção.

Corroborando com o resultado encontrado no presente estudo, Nawaz; McDonald; Postoyko (2015) também relataram pouco efeito do período seco precedente a novos eventos na retenção do telhado verde e atribuem a causa às baixas taxas de evapotranspiração ocorridas durante o período monitorado.



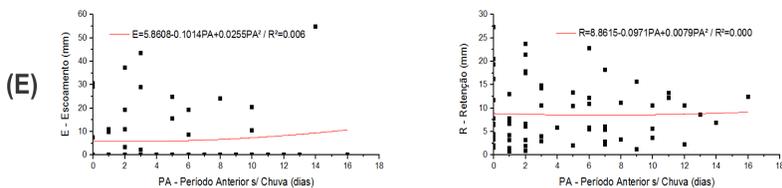


Figura 2 - Influência de determinantes hidrológicos no escoamento e retenção de telhados verdes extensivos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que o telhado verde apresentou um desempenho efetivo na redução do volume de escoamento. Mesmo nas mais variadas condições climatológicas, experimentadas durante os meses e estações monitoradas, o telhado verde mostrou-se atuante e eficiente na gestão das águas pluviais. Isso demonstra a importante contribuição que estruturas dessa natureza têm na mitigação das inundações e no alívio dos sistemas de drenagem, principalmente em ambientes urbanos.

As análises indicaram que a principal característica da precipitação relacionado ao comportamento do telhado verde, foi o volume precipitado. A efetividade no controle do escoamento diminuiu à medida que aumentavam os volumes de precipitação. Quando avaliado por faixas volumétricas, para volumes considerados baixos, o telhado teve comportamento análogo, com retenção acima de 90%. Para volumes considerados médios e altos, a efetividade na retenção foi diminuindo.

A intensidade máxima, juntamente com a intensidade média também se mostraram variáveis importantes no desempenho dos telhados verdes. Por outro lado, variáveis como a duração dos eventos e a quantidade de dias precedentes sem precipitação mostram-se pouco influentes na capacidade de retenção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro de bolsa FIPE-CT da UFSM, PIBIC-CNPq e PROBIC-CNPq.

REFRÊNCIAS

BENGTSSON, L.; GRAHN, L.; OLSSON, J. Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden. **Nordic Hydrology**, v. 36, n. 3, p. 259–268, 2004.

BERNDTSSON, J. C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. **Ecological Engineering**, v. 36, n. 4, p. 351–360, 2010.

CARPENTER, C. M. G. et al. Water quantity and quality response of a green roof to storm events : Experimental and monitoring observations *. **Environmental Pollution**, p. 1–9, 2016.

CIPOLLA, S. S.; MAGLIONICO, M.; STOJKOV, I. A long-term hydrological modelling of an extensive green roof by means of SWMM. **Ecological Engineering**, v. 95, p. 876–887, 2016.

COLLI, M. et al. Hydrologic performance of green-roof systems from a laboratory test-bed. n. September, 2010.

DIETZ, M. E. Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 186, n. 1–4, p. 351–363, 2007.

FASSMAN-BECK, E. et al. 4 Living roofs in 3 locations: Does configuration affect runoff mitigation? **Journal of Hydrology**, v. 490, p. 11–20, 2013.

GETTER, K. L.; ROWE, D. B. The role of extensive green roofs in sustainable development. **HortScience**, v. 41, n. 5, p. 1276–1285, 2006.

GRACESON, A. et al. The water retention capabilities of growing media for green roofs. **Ecological Engineering**, v. 61, n. PA, p. 328–334, 2013.

HAKIMDAVAR, R. et al. Scale dynamics of extensive green roofs: Quantifying the effect of drainage area and rainfall characteristics on observed and modeled green roof hydrologic performance. **Ecological Engineering**, v. 73, p. 494–508, 2014.

HARPER, G. E. et al. Nine-month evaluation of runoff quality and quantity from an experiential green roof in Missouri , USA. **Elsevier B.V.**, 2014.

KOK, K. H. et al. Evaluation of green roof performances for urban stormwater quantity and quality controls. **International Journal of River Basin Management**, v. 14, n. 1, p. 1–7, 2016.

LEE, J. Y.; LEE, M. J.; HAN, M. A pilot study to evaluate runoff quantity from green roofs. **Journal of Environmental Management**, v. 152, p. 171–176, 2015.

LI, W. C.; YEUNG, K. K. A. A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 3, n. 1, p. 127–134, 2014.

LIBERALESSO, T. **Telhados Verdes Extensivos: Influência da composição do substrato na retenção hídrica e no desenvolvimento da vegetação.** [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

LÖBLER, C. A.; SCCOTI, A. A. V.; WERLANG, M. K. Contribution to the delineation of Pampa and Atlantic Forest biomes in Santa Maria, RS. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1250–1257, 2015.

MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? **Landscape and Urban Planning**, v. 77, n. 3, p. 217–226, 2006.

NAWAZ, R.; MCDONALD, A.; POSTOYKO, S. Hydrological performance of a full-scale extensive green roof located in a temperate climate. **Ecological Engineering**, v. 82, p. 66–80, 2015.

SIMS, A. W. et al. Retention performance of green roofs in three different climate regions. **Journal of Hydrology**, v. 542, p. 115–124, 2016.

SOULIS, K. X. et al. Simulation of green roof runoff under different substrate depths and vegetation covers by coupling a simple conceptual and a physically based hydrological model. **Journal of Environmental Management**, v. 200, p. 434–445, 2017.

STOVIN, V. et al. The influence of substrate and vegetation configuration on green roof hydrological performance. **Ecological Engineering**, v. 85, p. 159–172, 2015.

STOVIN, V.; VESUVIANO, G.; DE-VILLE, S. Defining green roof detention performance. **Urban Water Journal**, v. 14, n. 6, p. 574–588, 2017.

TASSI, R. et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 3, p. 139–164, 2014.

VANWOERT, N. D. et al. Watering regime and green roof substrate design affect Sedum plant growth. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 659–664, 2005.

VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 740–752, 2016.

WHITTINGHILL, L. J. et al. Comparison of stormwater runoff from sedum, native prairie, and vegetable producing green roofs. **Urban Ecosystems**, v. 18, n. 1, p. 13–29, 2015.

ZHANG, Q. et al. The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. **Landscape and Urban Planning**, v. 144, p. 142–150, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço Inox 64, 68

Águas Pluviais 73, 127, 135, 137, 138, 139, 149

Ambiente Marinho 200

Assentamentos Sustentáveis 34, 41

B

Bio Filtro 141

C

Caracterização Química 94, 95

Cisternas 138, 139, 140, 141, 144, 149, 150

Coliformes Fecais 85, 87, 88, 89, 90

Comercialização da Água 151

D

Diagnóstico Socioambiental 93, 95, 97

E

Efluentes Domésticos 91, 93

Embalagens Biodegradáveis 167, 173, 176, 181

Empresas de Pesca 213

Esgotos Sanitários 85, 89

Estação de Tratamento de Água 98, 100, 152

Estratégias de Marketing 46

H

História da Cidade 25, 28

I

Impacto Ambiental 68, 111, 165, 178, 206

Independência Financeira 160

Indicadores Ambientais 43, 45, 50, 86

Índice de Qualidade da Água 85, 89

Indústria Têxtil 160, 161, 163

Instalação Hidráulica 110, 114

J

Justiça Social 36, 38, 186

L

Litoral do Sudeste 200

M

Monitoramento do Escoamento 127

Mundo Capitalista 26, 30

O

Orizicultura 116, 118, 124

P

Paisagem Urbana 26, 30

Pesca Artesanal 207, 209, 210, 213

Políticas de Racionamento 151

Políticas Públicas 27, 36, 40, 43, 186, 187, 197, 225

Produção de Lagosta 213

Produtividade Pesqueira 200

R

Reforma Agrária 34, 36, 38, 39, 41, 42, 43

Regiões de Seca 99

Resíduo Perfuro Cortante 64

Rotulagem Ambiental 167, 168, 177, 178, 179, 181, 182, 185

S

Selos Verdes 167, 168, 177, 178

Setor Hospitalar 65

Simulações Matemáticas 116

Sistemas Adutores 73, 75

Sistemas Prediais de Água Fria 110

Subsídios Sociais 152

T

Telhado Verde 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137

Tubulações de Aço Patinável 72, 82

U

Unidade de Conservação 116

Universidades Públicas Federais 45, 47, 49, 55, 59, 60

V

Vulnerabilidades Socioambientais 186

Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade** **2**

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade** **2**

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 