

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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 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

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
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. 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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 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
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

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. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí

Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora

Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé

Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária

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
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental

2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-219-7

DOI 10.22533/at.ed.197202407

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Prezado leitor (a), a obra Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Básico da série 2 e 3, englobam a temática das ciências ambientais no contexto teórico e prático de pesquisas voltadas para a discussão da preservação e recuperação dos recursos naturais, bem como a criação de métodos e tecnologias que contribuem para a redução dos impactos ambientais oriundos dos desequilíbrios das ações humanas.

O volume 2 contém capítulos que tratam da educação ambiental por meio de projetos interdisciplinares em ambientes educacionais e comunitário. Além disso, as pesquisas apresentadas apontam tecnologias diversas que auxiliam no monitoramento de áreas protegidas, risco de queimadas em florestas e simuladores de erosão em solo para formulação de dados sedimentológicos.

Em relação as tecnologias sustentáveis são divulgados estudos sobre os benefícios dos telhados verdes para captação de águas pluviais e o uso de biodigestores em propriedades rurais e zonas urbanas para o tratamento de matérias orgânicas utilizadas na geração de energia, gás e biofertilizantes. Sobre efluentes industriais e domésticos é indicado método de depuração aplicado em Estações de Tratamentos de Esgotos, assim como *Wetlands* construídas para eliminar a deterioração das bacias hídricas.

Diante do crescimento populacional em zonas urbanas é mostrado a necessidade de redimensionamento de área urbana próxima às áreas de inundações, complementando com o estudo sobre a atualização de Plano de Saneamento Básico municipal para controle de enchentes. E por fim, acerca de inundações em locais impermeáveis é evidenciado um sistema de infiltração de águas de chuvas que facilita o escoamento no solo.

No volume 3 é tratado da parceria entre gestores nacionais e internacionais de recursos hídricos a fim de fomentar a Rede Hidrometeorológica do país. As questões jurídicas ganham destaque na gestão ambiental quando se refere ao acesso à água potável na sociedade. E como acréscimo é exposto um modelo hidro econômico de alocação e otimização de água. As águas fluviais compõem uma gama de estudos contidos neste exemplar. Os assuntos que discutem sobre rios e praias vão desde abordagens metodológicas para restaurar rios, análises das características das praias de águas doces sobre o desenvolvimento do zooplâncton e composição granulométrica dos sedimentos dos corpos hídricos.

É destaque para a importância e conservação das Bacias de Detenção de águas de chuvas em zona urbana, como também os sistemas de controle da vazão das águas pluviais na prevenção de enchentes, assoreamento e erosões nas margens de rios. Os modelos matemáticos, hidrogramas e suas correlações são fatores que estimam volume das vazões nas áreas atingidas e servem como instrumentos eficazes preventivos contra inundações inesperadas. Similarmente, a modelagem pode ser bem inserida em um estudo que trata dos componentes aquáticos na qualidade das águas de rios.

A respeito da qualidade da água são mencionados ensaios físico-químicos e microbiológicos coletados em um rio e averiguados com base nos parâmetros das portarias e resoluções nacionais. No quesito potabilidade da água é exibido uma pesquisa com foco nas águas pluviais captadas e armazenadas em cisternas de placas.

Por último, salienta-se os estudos que substituem aparelhos hidrosanitários por modelos que reduzem a quantidade de água descartada, da mesma forma tem-se a substituição de válvulas redutoras de pressão por turbo geradores a fim de verificar a viabilidade financeira e energética em uma Companhia de Abastecimento metropolitano.

Portanto, os conhecimentos abordados e discutidos sem dúvidas servirão como inspiração para trabalhos futuros, replicação em outras regiões como também favorecerá para a minimização dos impactos ambientais provocados a longo prazo, além de ser modelos norteadores de consciência ecológica na sociedade.

Excelente leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ORTA ESCOLAR COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA E INTERDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NUMA ESCOLA ESTADUAL DE ARAPUTANGA-MT	
Leiliane Erminia da Silva Stefanello	
Victor Hugo de Oliveira Henrique	
Dhiogo Mendes de Andrade	
Renata Cristina Cordeiro	
Gilmara Matos Centeno	
Ana Paula Batista Silva de Lima	
José Antônio da Silva Andrade	
Juliana Alves de Jesus Quevedo	
Jeferson dos Santos Capelletti	
Maria das Dores Pereira de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1972024071	
CAPÍTULO 2	13
PROJETO ENGENHEIROS DO FUTURO: O LÚDICO COMO PRINCÍPIO DE APRENDIZAGEM DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Leonardo Di Paulo da Silva Chaves	
Luciana Andréa Tiberi Moreira	
Raphaela Tacine Pinto Modesto	
Gabriel Vinícius Fernandes Miranda	
Gleicy Karen Abdon Alves Paes	
DOI 10.22533/at.ed.1972024072	
CAPÍTULO 3	19
PROJETO AQUARELA: A ECOTÉCNICA DE PRODUÇÃO DE TINTAS DE SOLO COMO MÉTODO PARA REVITALIZAÇÃO DE AMBIENTES	
Jeane de Fátima Cunha Brandão	
Lívia Ferreira Coelho	
Kelly Mesquita Clemente	
Isac Jonatas Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.1972024073	
CAPÍTULO 4	27
CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E ALTERNATIVA DE RENDA PARA A COMUNIDADE RIBEIRINHA DO RIO JARUMÃ NA AMAZÔNIA TOCANTINA: UMA EXPERIÊNCIA EM CONSTRUÇÃO	
Josiel do Rego Vilhena	
DOI 10.22533/at.ed.1972024074	
CAPÍTULO 5	35
ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO: UMA ANÁLISE DAS SOBREPOSIÇÕES COM EMPREENDIMENTOS DE 1998 A 2016	
Marília Teresinha de Sousa Machado	
Francisca Deuzilene Nobre de Lima	
Camila Santana da Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.1972024075	

CAPÍTULO 6	47
ANÁLISE DO RISCO DE QUEIMADA COM USO DO MAPA DE KERNEL NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA	
Layla Bianca Almeida Dias	
Thiago dos Reis Lima	
Gleidson Marques Pereira	
Glauber Epifanio Loureiro	
Gleicy Karen Abdon Alves Paes	
Seidel Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.1972024076	
CAPÍTULO 7	56
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLOS APÓS INCORPORAÇÃO DE PALHA DE CAFÉ	
Daniel Lucas Prudêncio	
Aurélio Azevedo Barreto Neto	
Vinícius Pedro de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1972024077	
CAPÍTULO 8	64
TELHADO VERDE UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: UMA REVISÃO	
Janine Farias Menegaes	
Toshio Nishijima	
Rogério Antônio Bellé	
Fernanda Alice Antonello Londero Backes	
DOI 10.22533/at.ed.1972024078	
CAPÍTULO 9	78
SISTEMA PARA INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO SOLO E SUBSOLO DE CURITIBA EM VIAS URBANIZADAS	
Vinicios Hyczy do Nascimento	
Ernani Francisco da Rosa Filho	
Luiz Eduardo Mantovani	
Eduardo Chemas Hindi	
DOI 10.22533/at.ed.1972024079	
CAPÍTULO 10	90
NECESSIDADE DE ESTUDOS DE REDIMENSIONAMENTO DIANTE DE INUNDAÇÕES URBANAS: UM ESTUDO DE CASO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ/SP	
José Roberto Rasi	
Roberto Bernardo	
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo	
Valentim Cesar Bigeschi	
DOI 10.22533/at.ed.19720240710	
CAPÍTULO 11	104
SANEAMENTO BÁSICO E O SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES: ESTUDO DE CASO EM ARRAIAL DO CABO - RJ	
Aline Pires Veról	
Bruna Peres Battemarco	
Leonardo Henrique Silva dos Santos	
Victória de Araújo Rutigliani	
Camilla Fernandes da Silva	
Daniel Carvalho da Costa	
Marcelo Gomes Miguez	
Raquel Hemerly Tardin-Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.19720240711	

CAPÍTULO 12	115
SISTEMA DE TRATAMENTO <i>COMMUNITY ON-SITE</i> DE EFLUENTES POR MEIO DE WETLANDS CONSTRUÍDAS: METODOLOGIA DE CÁLCULO E IMPLANTAÇÃO	
Mateus Francisquini Bruna Pereira da Silva Regiane Soares Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.19720240712	
CAPÍTULO 13	137
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO NO MODELO DE AUTODÉPURAÇÃO UTILIZANDO EFLUENTES DE LATICÍNIO	
Duwylho Moraes Guedes Francisco Javier Cuba Teran Priscila Gracielle dos Santos Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.19720240713	
CAPÍTULO 14	152
APLICABILIDADE DE BIODIGESTORES (REATORES ANAERÓBIOS) PARA O SANEAMENTO AMBIENTAL	
Ricardo Salles Hermanny Carin von Mühlen Carlos Eduardo de Souza Teodoro Rodrigo José Marassi	
DOI 10.22533/at.ed.19720240714	
CAPÍTULO 15	164
USO DE BIODIGESTOR EM COMUNIDADES RURAIS DA GUINÉ-BISSAU PARA GERAÇÃO DE ENERGIA, BIOFERTILIZANTE E SANEAMENTO	
Nino Júlio Nhanca Carlos Alberto Mendes Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.19720240715	
SOBRE A ORGANIZADORA	178
ÍNDICE REMISSIVO	179

TELHADO VERDE UMA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/07/2020

Janine Farias Menegaes

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6320581820328718>

Toshio Nishijima

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5427442140441172>

Rogério Antônio Bellé

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3423988900328678>

Fernanda Alice Antonello Londero Backes

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1501573193830736>

RESUMO: A água é um bem da humanidade, sendo imprescindível a manutenção da vida. Assim, seu uso deve ser consciente e sem desperdício. A utilização de telhados verdes está entre as alternativas sustentáveis do aproveitamento de águas pluviais, sendo uma bioengenharia que dentre várias finalidades, auxilia a sanar a necessidade de áreas verdes nos centros urbanos e rurais. O emprego

dos telhados verdes possibilita o cultivo de diferentes vegetações, ao mesmo tempo que capta água pluvial o irriga, assim propiciando vários benefícios relacionados ao conforto bioclimático das edificações, oferecendo baixo impacto ambiental. Existem vários tipos de telhados verdes referentes à sua estrutura física e carga sobre as edificações. Alguns países como a Alemanha já utilizam este sistema de cobertura verde a mais de 40 anos, todavia, no Brasil, a partir dos anos 2000, houve um maior interesse sobre esta forma de cobertura, em especial, quando se tem incentivos fiscais para sua implementação. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso de telhado verde como uma alternativa sustentabilidade hídrica para captação de água pluvial.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagismo, recursos hídricos, telhado vivo.

GREEN ROOF AN ALTERNATIVE WATER SUSTAINABILITY: A REVIEW

ABSTRACT: Water is a good of humanity, and the maintenance of life is essential. Thus, its use must be conscious and without waste. The use of green roofs is among the sustainable alternatives for the use of rainwater, being a

bioengineering that, among several purposes, helps to solve the need for green areas in urban and rural centers. The use of green roofs makes it possible to cultivate different vegetation, at the same time that it captures rainwater and irrigates it, thus providing several benefits related to the bioclimatic comfort of buildings, offering low environmental impact. There are several types of green roofs referring to their physical structure and load on buildings. Some countries like Germany have been using this green coverage system for over 40 years, however, in Brazil, since the 2000s, there has been a greater interest in this form of coverage, especially when there are tax incentives for its implementation. In this context, the present work aimed to carry out a literature review on the use of green roof as an alternative water sustainability for rainwater harvesting.

KEYWORDS: Landscaping, water resources, living roof.

1 | INTRODUÇÃO

A concentração de áreas construídas e o crescimento desordenado das áreas urbanas modificam a paisagem de um espaço (ambiente), esse crescimento está diretamente relacionado com o desenvolvimento político, cultural e econômico de uma sociedade. A intensa urbanização fez despertar o interesse da população em debater a necessidade de entender o verde urbano como um investimento e não como um custo (NIEMEYER, 2005; SANTOS et al., 2013; PETRY, 2014).

Na sociedade, o paisagismo atua como ciência e arte que mescla várias áreas do conhecimento como: história, antropologia, sociologia, botânica, fisiologia e biologia vegetal e animal, meteorologia, climatologia, geografia, ciências do solo, artes plásticas, pintura, escultura, arquitetura, filosofia, entre muitas outras, que culminam em um rebuscamento de apreciação e inspiração na natureza. Em sua amplitude multidisciplinar tem como finalidade integrar o homem a natureza, por meio de um espaço ajardinado. Sendo este espaço de caráter privativo ou público, didático ou colecionável, artístico ou empresarial, tudo depende de como e para que a ornamentação vegetal seja realizada (LIRA FILHO; NOGUEIRA, 2016; FARIA; ASSIS; COLOMBO, 2018).

As áreas verdes urbanas são consideradas como um refúgio da loucura do dia-a-dia, tendo como ferramenta o paisagismo bioclimático, que adota como recurso de ornamentação da paisagem, o verticalismo da vegetação com usos de pele, cortinas, fachadas e paredes vivas, bem como o uso de cobertura ou telhado verde. Este último tem como finalidade utilizar espaços para aumentar a área verde, ao mesmo tempo em que embeleza realiza a captação de águas pluviais.

Telhado verde conhecido também como telhado vivo, telhado ecológico ou biocobertura é um sistema que consiste na impermeabilização da laje ou de telhados convencionais para construção e implantação de uma área verde, seja área com plantas, ou hortaliças, dependendo da condição climática (CORRENT; LEHAMANN, 2017). Este

tipo de telhado, ainda possibilita a captação e armazenamento da água pluvial, que pode ser utilizado posteriormente, nas regas do próprio telhado, jardins e outros fins.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso de telhado verde como uma alternativa sustentabilidade hídrica para captação de água pluvial.

2 | SUSTENTABILIDADE

A definição dos termos sobre o que é sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, ainda é muito complexo e está em construção, sem uma definição conceitual na literatura científica, no setor privado e nas políticas públicas (BARBOSA, 2008; LINDSEY, 2011; SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014; FEIL; SCHREIBER, 2017; CORRÊA; ASHLEY, 2018).

Entre os conceitos mais aceitos é o preconizado no relatório “Nosso futuro comum¹” certificado pela ONU (Organização das Nações Unidas), que considera “desenvolvimento sustentável como aquele que atende as necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Ou seja, a sustentabilidade tem sentido amplo e multidisciplinar o qual é amparado por “três pilares”: o ecológico, o econômico e o social (BARBOSA, 2008; CANOTILHO, 2010; SOUZA; GHILARDI, 2017).

As ações na Agenda 21 (1992)² que trata do ambiente e desenvolvimento, visou compartilhar princípios éticos e morais para a conservação do meio ambiente, por exemplo, a criação do Protocolo de Quioto (1997), preocupados com o combate do excesso de emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa. Também, foi considerado o combate à exploração de todos os tipos de florestas, a criação da Convenção sobre a Diversidade biológica, a criação da Convenção das Nações Unidas de luta contra a desertificação nos países onde há seca, principalmente na África (MATIDA, 2016; CORRÊA; ASHLEY, 2018).

No ano de 2015, durante a reunião mundial da ONU, em Nova York, EUA, estabeleceu o relatório intitulado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, contendo 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (Figura 1) divididos em 169 metas, que demonstram a escala e a ambição desta nova agenda universal, os quais devem ser implementados por todos os países do mundo durante os próximos 15 anos (ONU, 2015).

1 Nosso Futuro Comum, também chamado Relatório Brundtland é o documento final da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, promovido e organizado pela ONU (1987), na ocasião este relatório foi chefiado pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland.

2 Agenda 21, realizada na Rio 92, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.



Figura 1. Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável.

Fonte: Nações Unidas Brasil (2019).

Esses objetivos visam consolidar os direitos humanos, inserindo igualdade de gênero e o empoderamento feminino, sendo todos integrados e indivisíveis, ao desenvolvimento sustentável, econômico, social e ambiental com ajuda mútua da sociedade e dos poderes governamentais de diversas esferas locais, nacionais e planetárias. Tendo como preceito fundamentais valores, como de liberdade, igualdade, solidariedade, tolerância, respeito pela natureza e responsabilidade comum. Bem como, os princípios mundiais de dignidade humana, da igualdade e da equidade (ONU, 2015; GARCIA; GARCIA, 2016).

Entre os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, os objetivos 3; 6; 11; 12 e 15, mencionam a importância dos recursos hídricos para a manutenção da vida, incluindo a garantia de condições de sedentação humana e animal, produção de alimentos, higiene pessoal, saneamento básico e tratamento de qualidade da água, bem como produção de energia e conservação dos recursos hídricos naturais. De forma, a exploração destes recursos para contemplação dos objetivos supracitados devem ocorrer por meio de planos de gestão e estratégia no setor industrial, sanitário com aplicação regional, nacional e local exercendo medidas de controle de poluentes e/ou tratamento de resíduos antes de serem descartados nos rios, barragens, nascentes, lagoas, lagos, mares e oceano (ONU, 2015).

Pois, uma vez que a água é um bem da humanidade, seu uso inadequado vem ocasionado mudanças climáticas, afetando negativamente os regimes de pluviosidade resultando em extensos períodos de estiagens, até a indisponibilidade hídrica de acesso ou mesmo a sua escassez para a sobrevivência da vida e produção de alimentos. Já nos centros urbanos os principais impactos ambientais e socioeconômicos são decorrentes da redução da infiltração da água pluvial no solo em virtude das grandes

áreas impermeabilizadas (SANTOS et al., 2013; BÄR; TAVARES, 2017; NOSCHANG; SCHELEDER, 2018).

Deste modo, a preservação dos recursos hídricos torna-se necessária e imprescindível para a manutenção da vida tanto no campo como a urbana, neste sentido os objetivos 3 e 11 de desenvolvimento sustentável são contemplados com o uso de edificações bioclimáticas, como os telhados verdes. Este tipo de edificações tem como finalidade encontrar soluções ecológicas e sustentáveis para melhorar a qualidade de vida urbana e rural, utilizando a captação da água pluvial (WILLES; REICHARDT, 2014; TEIXEIRA et al., 2017).

3 | TELHADO VERDE

A utilização de telhados verdes proporciona serviços ecossistêmicos semelhantes à arborização urbana, tais como: o conforto térmico, a retenção das águas das chuvas, o sequestro de carbono e a atração da fauna urbana. A retenção das águas das pluviais, também ajuda na retenção de poluentes (gasosos, líquidos e sólidos), pois os telhados verdes auxiliam na redução do escoamento superficial, armazenando as águas pluviais durante os diferentes eventos e retornando a precipitação para a atmosfera através da evapotranspiração (METENS et al., 2005; CORRENT; LEHAMANN, 2017).

Um dos vários benefícios dos telhados verdes é o seu desempenho térmico, pois ao a vegetação possibilita a abrandar a temperatura, com o aumento do teor de umidade do ar. Estima-se que após a instalação de cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15° C (RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015). O uso da vegetação como uma infraestrutura complementar é uma das alternativas para que as construções convencionais (asfalto e concreto) tornem-se menos agressivas ao meio ambiente, proporcione serviços ecossistêmicos e aumente a resiliência das cidades. Dentre os benefícios gerados pela vegetação estão: os estéticos, de lazer, social, econômico e ambiental (ARAÚJO, 2007; SETTA, 2017).

Os telhados verdes não constituem uma inovação tecnológica, pois há muitos séculos já se fazia o uso desta técnica construtiva, de estimável valor para a manutenção do ciclo hidrológico. Tendo sua origem em 600 a.C. na antiga Mesopotâmia, atual Iraque, e ficou conhecido como “Jardins Suspensos da Babilônia”, que mandado construir pelo Rei Nabucodonosor para alegrar sua esposa que tinha origem Pérsica. Esse jardim foi construído em formato piramidal em patamares que se chamavam Zigurates que tinha 91 m de altura e uma base de 91 m x 91 m (ARAÚJO, 2007; CORRENT; LEHAMANN, 2017).

A construção de um jardim em patamares com cobertura verdes propicia um ótimo desempenho térmico, em função da camada entre o solo e as vegetações, que em ambientes de climas quentes, impedem a passagem de calor para dentro das edificações e em climas frios retêm por mais tempo o calor dentro das edificações (TASSI et al., 2014;

ALAMY FILHO et al., 2016).

O uso de telhados verdes na Alemanha tem origem desde 1970, com média hoje de 14% de seus telhados com cobertura verde. Em muitos países a adesão ao uso de telhados verdes ocorre paulatinamente, inicialmente a adesão se dá com incentivos fiscais de diversos fins, tanto para edificações domésticas como comerciais. No Quadro 1 elenca-se alguns países que apresentam políticas públicas específicas para uso de telhados verdes (KIST, 2015; RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015; MENDONÇA, 2015; SETTA, 2017).

No Brasil, o uso de telhados verdes se intensificou a partir dos anos 2000, em 1983 o arquiteto-paisagista Burle-Marx projetou o jardim vertical e cobertura verde do Edifício do Banco Safra, em São Paulo, SP. O intuito deste projeto foi trabalhar de forma sustentável com captação da água pluvial possibilitando economia de na irrigação e manutenção do jardim (RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015; MENDONÇA, 2015; MORELLI, 2016).

Outro caso de sucesso com uso de cobertura verde foi o Edifício Conde Matarazzo, em São Paulo, SP, com impacto no microclima na edificação devido à variação da temperatura e umidade do ar. No Quadro 1 elenca-se alguns estados brasileiros que apresentam políticas públicas específicas para uso de telhados verdes, principalmente, com desconto direto no IPTU (imposto predial e territorial urbano) (CATUZZO, 2013; KIST, 2015; RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015; MENDONÇA, 2015; MORELLI, 2016; CORRENT; LEHAMANN, 2017; SETTA, 2017).

País	Descrição da política
Alemanha	Foi o primeiro país a adotar a política de telhados verdes em padrões nacionais na década de 1970. Em 2001, a área de telhados verdes na Alemanha já chegava a 13,5 milhões de metros quadrados, chegando a cobrir 14% de todos os telhados do país.
Canadá	Apresenta como necessária a cobertura verde para novas construções acima de 200 m ² . Desde quando foi aprovada na Câmara Municipal, resultou mais de 1,2 milhões de metros quadrados verdes em diferentes tipos de construções, assim como na economia de energia de mais de 1,5 milhões de kWh por ano para os proprietários dessas edificações.
Dinamarca	Estabeleceu como meta para ser neutra em carbono até 2050 e vê os telhados verdes como uma ferramenta chave para atingir esta meta. Todos os novos telhados com menos de 30 graus de inclinação necessitam ter telhados verdes.
Estados Unidos	Uma medida prevê redução de US\$ 10 nas taxas de esgoto para cada metro quadrado de telhado verde. A Lei Estadual concede crédito fiscal de um ano de US\$ 4,50 m ² para quem tem telhado verde em pelo menos 50% da cobertura. Oferece até 50% do custo ou até US\$ 100.000 para o desenvolvimento de telhados verdes que cubram 50% ou mais do espaço na cobertura.
Holanda	As leis, benefícios e/ou incentivos fiscais são reguladas pelos próprios municípios. Na média, o subsídio fica entre €25 e €50 por m ² , sendo limitado, na maioria dos casos, a metade do custo total de sua implantação. O objetivo da cidade é ter um total de 800.000 m ² de telhados verdes até o ano de 2030.

Brasil	Paraíba	Lei Estadual, nº 10.047/2013, dispõe a obrigatoriedade aos projetos de condomínios edificados, residenciais ou não, com mais de 3 (três) unidades agrupadas verticalmente, a implantação de telhados verdes.
	Paraná	Projeto de Lei nº 005.00006/2013 prevê desconto de até 23% de IPTU com áreas com implantação de telhados verdes.
	Pernambuco	Foi aprovada a lei nº 18.112/2015, que exige aos projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400 m ² de área de cobertura, a implantação de “Telhado Verde” para sua aprovação.
	Rio de Janeiro	A Lei Estadual nº 6.349/2012 torna a obrigatoriedade de instalação de telhados verdes nos prédios públicos, autarquias e fundações do Estado do Rio de Janeiro, para prédios que fossem projetados a partir da promulgação da lei. Aprovado o projeto de Lei nº 090/2013 que dispõe sobre a instalação de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, e os respectivos incentivos fiscais e financeiros aos que adotarem o telhado verde.
	Santa Catarina	A Lei Estadual nº 14.243/2007 criou o Programa Estadual de Incentivo à Adoção de Telhados Verdes em espaços urbanos densamente povoados, que definiu em seu art. 2º que para fazer parte do programa, a implantação dos sistemas vegetados não poderia ser inferior a 40% da área total do imóvel, responsabilizando o Poder Executivo, no art. 3º, a criar parcerias, incentivos fiscais e financeiros aos municípios partícipes do Programa.
	São Paulo	Aprovado o projeto lei nº 115/2009, extensivo a todos os prédios com mais de três andares, porém, e até o presente momento, este não voltou a ser apreciado pelos parlamentares.

Quadro 1 – Políticas públicas de telhados verdes implantadas internacionalmente e no Brasil.

Fonte: Copilado e adaptado de Kist (2015); Rangel, Aranha e Silva (2015); Mendonça (2015); Paraíba (2013); Recife (2015); Corrent e Lehamann (2017); Setta (2017).

A construção do telhado verde requer uma boa estrutura das edificações onde serão implementados, sendo a escolha da vegetação a ser usada a mais importante. A vegetação escolhida deve ser de fácil manutenção, para manter o telhado sempre bem tratado, devem ser resistentes ao sol e ao vento comparado às condições climáticas do local onde está a construção (WILLES; REICHARDT, 2014; MORELLI, 2016; TEIXEIRA et al., 2017).

A carga do telhado verde deve ser considerada desde o momento do projeto arquitetônico, conforme o tipo de telhado ou cobertura verde aumenta a carga por metro quadrado. Geralmente, um telhado verde (Figura 2) apresenta a seguinte estrutura:

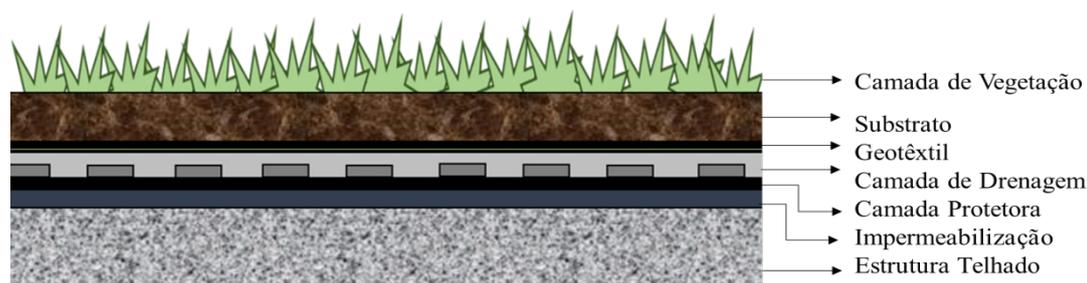


Figura 2 - Camadas que compõem o telhado verde.

Fonte: adaptado de Tassi et al. (2014) e Corrent e Lehamann (2017).

a. Camada de vegetação: a cobertura vegetal deve ser adequada às condições climáticas do local. A vegetação atua interceptando uma parcela da chuva, evitando que ela atinja o solo. É por meio do processo de evapotranspiração que a água é perdida para a atmosfera e o potencial de retenção de água no substrato é aumentado. Adicionalmente, a vegetação retarda o escoamento superficial, que passa a ocorrer quando o substrato atinge a saturação;

b. Substrato: é constituído pela camada de solo, servindo de suporte para a fixação da vegetação, fornece água e nutrientes necessários para a manutenção desta. Essa camada é igualmente importante para o armazenamento temporário da água durante os eventos chuvosos;

c. Geotêxtil: constitui uma camada filtrante que separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante. Ela evita a migração de partículas do substrato para o interior da camada drenante, reduzindo a funcionalidade do telhado verde;

d. Camada de drenagem: em telhados praticamente horizontais, como é o caso dos telhados verdes, é fundamental a existência da camada de drenagem, para evitar alagamentos indesejáveis e estresse da cultura. Além disso, a camada de drenagem atua retendo parte da água da chuva, necessária para a vegetação durante períodos de estiagem;

e. Camada protetora: destina-se à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo proteção física para a membrana de impermeabilização contra o crescimento das raízes da vegetação;

f. Impermeabilização: normalmente realizada com o emprego de hidrorrepelentes, de maneira a evitar o contato da água com a estrutura do telhado; e

g. Estrutura do telhado: deve suportar toda a carga do telhado verde. Para o sistema extensivo com substrato de 5 a 15 cm de espessura, estima-se que a carga sobre

o telhado possa aumentar de 70 a 170 kg m² aproximadamente. Para o sistema intensivo, com espessura de solo acima de 15 cm, o valor de carga adicional pode variar entre 290 e 970 kg m² (TASSI et al, 2014; CORRENT; LEHAMANN, 2017).

Os tipos de cobertura verde são: sistema extensivo, intensivo e semi-intensivo. Este sistema é conhecido pelos benefícios que traz à edificação e sua área envolvente como isolamento térmico e acústico, contribuindo na redução da sensação de calor, como purificador de ar e filtragem da água de chuva (DUNNETT, KINGSBURY, 2008; CORRENT; LEHAMANN, 2017), são:

- a. O sistema de cobertura verde extensiva é uma cobertura com variação da espessura de substrato entre 6 e 20 cm, a vegetação necessita de cuidados somente no período de seca para rega e pode ser composta por forração como grama ou espécie rasteira.
- b. O sistema intensivo é um jardim elaborado com espécies que variam da forração ao grande porte e a cobertura do solo entre 10 cm e 1,20 m.
- c. O sistema semi-intensivo é a cobertura intermediária na qual a espessura do solo varia de 12 a 25 cm, possibilitando a utilização de forração e arbustos.

Observa-se que o telhado verde em seu processo de construção e após sua implantação apresenta algumas vantagens, com opção inovadora e sustentável, a reutilização de águas pluviais, ou seja, água provinda das chuvas, auxiliando na retenção e fluxo de águas pluviais (BALDESSAR, 2012). As águas pluviais são filtradas pelas camadas do telhado verde e encaminhadas para as calhas com destino aos reservatórios (Figura 3), em que o sistema permite a utilização de reservatórios de água, no solo ou subsolo.

Em regiões de chuva intensa, as áreas naturais podem reter de 15% a 70% do volume das águas pluviais, prevenindo a ocorrência de enchentes. Estudos demonstram que para uma cobertura verde leve de 100 m², cerca de 1.400 L de água pluvial deixam de ser enviados para a rede pública, conforme a forma de captação destas águas. Além de que um telhado coberto de vegetação, as baixas e as altas temperaturas demoram mais para chegar, o que proporciona um ambiente muito mais fresco, melhorando em 30% as condições térmicas no interior da edificação, o que torna desnecessário o uso de sistemas artificiais de climatização (TASSI et al, 2014; ALAMY FILHO et al., 2016; CORRENT; LEHAMANN, 2017).

A captação das águas pluviais em telhados verdes são exemplos de técnicas utilizadas em projetos de drenagem que estão atreladas a uma concepção sustentável. No que se refere ao controle do escoamento superficial, verifica-se que há uma parcela do volume de chuva que precipita nas cidades pode ser retida pelas camadas componentes das coberturas verdes, nas quais ocorrem a retenção superficial nas folhas da vegetação, a evapotranspiração do sistema planta-substrato, e o armazenamento de água nas camadas de substrato e drenagem (Tabela 1). Deste modo, os telhados verdes promovem

a retenção de parcela da água pluvial, reduzindo o escoamento superficial, atrasando a vazão de pico, associada a um evento de chuva, nas galerias de drenagem (TASSI *et al.*, 2014; RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015; GARRIDO NETO, 2016; BÄR; TAVARES, 2017).

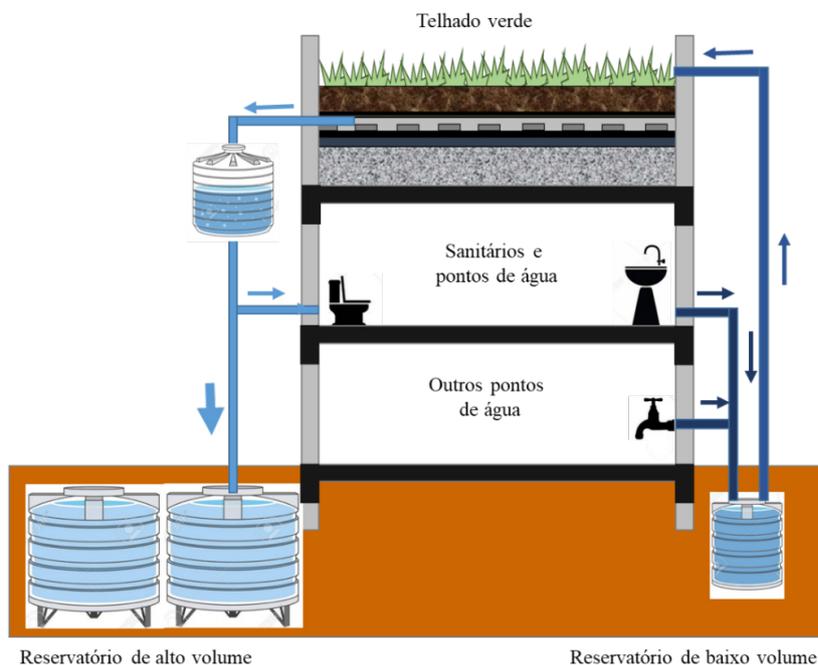


Figura 3 - Esquema da reutilização de águas pluviais.

Fonte: Adaptado de Ecotelhado (2010) e Tassi et al. (2014).

Tipo	Forma de vegetação	Espessura da camada (cm)	Estocagem (%)
Extensivo	Predomínio de musgos e sedums	2 - 4	40
	Predomínio de musgos e sedums	> 4 - 6	45
	Sedums e gramíneas	> 6 - 10	50
	Sedums, gramíneas e herbáceas	> 10 - 15	55
Intensivo	Herbáceas e gramíneas	> 15 - 20	60
	Gramíneas, plantas perenes e pequenos arbustos	> 15 - 20	60
	Gramíneas, plantas perenes e arbustos	> 25 - 50	70
	Gramíneas, plantas perenes, arbustos e árvores	> 50	> 90

Tabela 1 - Estocagem média do volume de água captada anualmente

Fonte: Adaptado do Favier e Johnson (2007).

Tassi et al. (2014) verificaram em seus experimentos com monitoramento das águas pluviais 75% da redução dos volumes escoados, sendo este volume de água armazenado em caixas para uso posterior. Os mesmos autores, também observaram a capacidade de armazenamento média de água no telhado verde implantado corresponde a cerca

de 12 mm m⁻². Mendiondo e Cunha (2004) conseguiram observar a capacidade de armazenamento média de 14 mm m⁻² em um telhado com substrato de 15 cm, instalado e monitorado durante um mês na cidade de São Carlos, SP, no qual o maior volume de chuva observado foi de aproximadamente 35 mm.

Por fim, observou-se que o uso do telhado verde é eficiente no controle do escoamento superficial e sendo uma forma sustentável de captação de água para diversos usos na utilização em centros urbanos, considerando esta coleta de água de baixo impacto ambiental que visa contribuir para a redução do volume das águas pluviais direcionadas para as redes de drenagem (CASTRO; GOLDENFUM, 2010; RANGEL, ARANHA; SILVA, 2015; GARRIDO NETO, 2016).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de telhado verde apresenta-se como uma alternativa sustentabilidade hídrica e captação de água pluvial, em que o destino desta água pode se reutilizada nas mais diversas formas. No Brasil ainda é incipiente o uso de telhados verdes nas edificações, contudo, os incentivos fiscais, principalmente, descontos de IPTU, poderá ser uma atrativo para uso desta técnica, assim aumentando as áreas verdes dos centros urbanos.

Por haver várias possibilidades de telhados verdes, seu planejamento deve ser realizado juntamente ao projeto civil e arquitetônico, prevendo a carga conforme o tipo de cobertura verde a ser utilizada, bem como o projeto de captação de reuso da água pluvial. A captação das águas pluviais é uma forma de economia financeira em médio prazo, e hídrico a curto e longo prazo, pois economizar água é um gesto cidadania e sustentável.

REFERÊNCIAS

ALAMY FILHO, J. E.; MANNA, I. B. B.; MELO, N. A.; CAIXETA, A. C. M. Eficiência hidrológica de telhados verdes para a escala de loteamentos residenciais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 257-272, 2016. DOI: 10.1590/1982-451320160206

ARAÚJO, S. R. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. 2007. 28f. Monografia (Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2007.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão de água pluvial escoada**. 2012. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – UFPR, Curitiba, 2012.

BÄR, B. V.; TAVARES, S. F. Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no Brasil: uma revisão sistemática. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 8, n. 4, p. 257-271, 2017. DOI: 10.20396/parc.v8i4.8650106.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, Bela Vista Macaé, v. 1, n. 4, p. 1-11, 2008.

CANOTILHO, J. J. G. O Princípio da sustentabilidade como Princípio estruturante do Direito Constitucional. **Revista de Estudos Politécnicos**, Barcelos, v. 3, n. 13, p 007-018, 2010.

CASTRO, A. S.; GOLDENFUM, J. A. Uso de telhados verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano. **Revista Atitude**, Ipatinga, Ano IV, n. 7, p. 5-81, 2010.

CATUZZO, H. **Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar o caso da cidade de São Paulo**. 2013. 206f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2013.

CORRÊA, M. M.; ASHLEY, P. A. Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Educação Ambiental e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Reflexões para ensino de graduação. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 35, n. 1, p. 92-111, 2018.

CORRENT, L.; LEHMANN, P. Telhado verde: da babilônia aos dias atuais. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 107, n. 1, p. 1-20, 2017.

DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. **Planting green roofs and living walls**. In: Timber Press, Inc. p. 254. Portland, Oregon, USA. 2008.

FARIA, R. T.; ASSIS, A. M.; COLOMBO, R. C. **Paisagismo: Harmonia, Ciência e Arte**. Londrina: Mecenaz, 2018. 141p.

FAVIER, C.; JOHNSON, A. **Guide Pratique pour la Construction et La**. Val de Marina: Renovation Durables de Petits Bâtiments, 2007. 53p.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 668-681, 2017DOI: 10.1590/1679-395157473

GARCIA, D. S. S.; GARCIA, H. S. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e as novas perspectivas do desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, Porto Alegre, n. 35, v. esp., p. 192-206, 2016.

GARRIDO NETO, P. S. **Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro: estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do Rio Joana a partir do uso de modelagem matemática**. 2016, 344f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Engenharia Civil, COPPE, 2016.

KIST, T. **Direito urbanístico e políticas públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto à implantação de telhados verdes**. Monografia apresentada ao curso de graduação em Direito, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, 2015. 78p.

LINDSEY, T. Sustainable principles: common values for achieving sustainability. **Journal Cleaner Production**, London, v. 19, n. 5, p. 561-65, 2011.

LIRA FILHO, J. A.; NOGUEIRA, H. **Paisagismo – princípios básicos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 166p.

MATIDA, A. Por uma agenda global pós-Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1939-1945, 2016. DOI: 10.1590/1413-81232015216.08092016

MEDIONDO, E. M.; CUNHA, A. P. S R. S. **Experimento Hidrológico Para Aproveitamento de Águas de Chuva Usando Coberturas Verdes Leves**. São Carlos, 2004. USP/SHS – Processo FAPESP 03/06580-7

MENDONÇA, T. N. M. **Telhado verde extensivo em pré-moldado de concreto EVA (acetato etil vanila)**. 2015. 234f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba,

João Pessoa, 2015.

MORELLI, D. D. O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016, 161f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2016.

NIEMEYER, C. A. C. **Paisagismo no planejamento arquitetônico**. Uberlândia: EDUFU, 2005. 171p.

NOSCHANG, P. G.; SCHELEDER, A. F. P. (In)sustentabilidade Hídrica Global e o Direito Humano à Água. **Sequência**, Florianópolis, v.39, n.79, p.119-138, 2018. DOI: 10.5007/2177-7055.2018v39n79p119

ONU – Organização das Nações Unidas. **Relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Nova York: ONU, 2015. 76p.

PARAÍBA. **Lei n.º 10.047, de 09 de julho de 2013**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do “Telhado Verde” nos locais que especifica, e dá outras providências. Disponível em: <http://201.65.213.154:8080/sapl/sapl_documentos/norma_juridica/10763_texto_integral>.

PETRY, C. **Paisagens e paisagismo: do apreciar ao fazer e usufruir**. Passo Fundo: UPF, 2014. 125p.

RANGEL, A. C. L. C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Porto Alegre, v.35, p.397-409, 2015. DOI: 10.5380/dma.v35i0.39177

RECIFE. **Lei n.º 18.112/2015**. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Lei-telhado-verde-Recife-2015.pdf>.

SANTOS, P. T. S. et al. Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-174, 2013.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 27, n. 1, p.1-22, 2014.

SETTA, B. R. S. Telhados verdes como políticas públicas ambientais para o município de Volta Redonda – RJ. **Revista LABVERDE**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 14-35, 2017.

SOUZA, M. C. S. A.; GHILARDI, H. T. Recursos hídricos, agropecuária e sustentabilidade: desafios para uma visão ecológica do planeta. **Revista Jurídica Curitiba**, Curitiba, v. 2, n. 47, p. 78-98, 2017. DOI: 10.6084/m9.figshare.5183980

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, 2014.

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q.; BEZERRA, S. M. C.; GHISI, E. Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, 2017. DOI: 10.1590/s1678-86212017000200150

WILLES, J. A.; REICHARDT, K. Tecnologias em telhados verdes extensivos: substratos comerciais regionais mais apropriados ao sistema. **Revista Internacional de Ciências**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 2-12, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agropecuária 153, 157, 164

Água Residuária 104, 107, 125

Águas Pluviais 8, 64, 65, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 92, 94, 98

Alimentação Saudável 1, 9, 11

Ambiente Escolar 3, 10

Artesanato 21, 27, 29, 30, 33

Assoreamentos 78, 79, 89

B

Bacia Sedimentar 78, 81, 89

BDQueimadas 47, 48, 50, 51

Biodegradação Anaeróbia 142

Bioengenharia 64

C

Chorume 160

Conservação da Biodiversidade 35, 37, 38, 39, 45, 46

Controle de Inundação 91

Cores da Terra 21, 26

Cultura Alimentar 3

Curso Técnico em Meio Ambiente 33

D

Déficit de Energia e Gás 153

Déficit de Saneamento 104, 109

Descarte Correto de Resíduos 13

Drenagem Urbana 76, 91, 102

E

Efluente Industrial 126, 137

Erosão de Solo 56

Escoamento das Águas Pluviais 77, 78, 80

Estações de Tratamento de Esgoto 120, 122, 148

Estudo Geológico 78

Estudo Hidrológico 92, 93, 95, 97, 99

F

Futuras Gerações 14

G

Gases do Efeito Estufa 141

Geoprocessamento 35, 41, 54, 55

I

Impactos Socioambientais 27, 29

Impermeabilização 65, 72, 78, 79, 81, 89, 90, 91, 92, 93, 100, 102

Incêndios Florestais 47, 48, 51, 54

J

Jardins Suspensos da Babilônia 68

L

Levantamento Topográfico 94

M

Matéria Orgânica 59, 105, 109, 118, 128, 133, 137, 139, 140, 141, 143, 144, 161, 163

Modelo de Streeter-Phelps 128, 134

N

Nutrientes 8, 23, 48, 57, 58, 72, 105, 106, 109, 131, 148

O

Oficinas de Empreendedorismo 27, 30

Oxigênio Dissolvido 126, 128, 130, 133, 134, 138, 139

P

Parâmetros Físicos 56, 62

Percepção Ambiental 13, 15

Política Pública 31, 35, 36, 37, 42, 43

Público Infantil 13

Q

Qualidade de Vida 5, 15, 25, 43, 68, 141

Questões Culturais 159

R

Recuperação Sustentável 56, 58

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 