

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-558-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.584210410>

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A preservação dos recursos naturais e a equidade social juntamente com o crescimento econômico constituem os pilares do desenvolvimento sustentável, que assegura o futuro do nosso planeta. Não há como pensar em desenvolvimento sem que haja um cuidado com o que vamos deixar para as futuras gerações. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve ser feita pelo Estado e também por todos os cidadãos.

Os impactos ambientais e sociais negativos decorrentes dos avanços que marcam o mundo contemporâneo são visíveis nos centros urbanos e também em áreas rurais e naturais. O aumento da desigualdade social, perda de biodiversidade, consumo inconsciente, poluição atmosférica, do solo e dos recursos hídricos são exemplos de impactos presentes em nosso dia a dia que precisam ser evitados e mitigados.

A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas.

Com o objetivo de reunir pesquisas nesta temática, a obra *“Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro”* traz resultados de trabalhos desenvolvidos no Brasil e em outros países nas áreas de Direito Ambiental, Ciências Ambientais, Ciências Agrárias e Educação.

Desejamos a todos uma ótima leitura dos capítulos, e que os assuntos abordados possam contribuir e orientar sobre a importância da sustentabilidade.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL

Ashley Natasha Alves dos Santos

Juliano Ralo Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104101>

CAPÍTULO 2..... 18

AS AÇÕES PARA OBTENÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO EM UM MUNICÍPIO PIAUIENSE: A TRAJETÓRIA DE PIRIPIRI


Marcos Antônio Cavalcante de Oliveira Júnior

Laíse do Nascimento Silva

Raul Luiz Sousa Silva

Linnik Israel Lima Teixeira

Elane dos Santos Silva Barroso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104102>

CAPÍTULO 3..... 37

UMA PROPOSTA DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA ARMAZÉM VERDE


Rodrigo Rodrigues de Freitas

Tassia Faria de Assis

Mariane Gonzalez da Costa

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida

Márcio de Almeida D'Agosto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104103>

CAPÍTULO 4..... 52

COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS NO FEDERALISMO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO

Viviane Kraieski de Assunção

Santos Pedroso Filho


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104104>

CAPÍTULO 5..... 69

O LIVRE EXERCÍCIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA NO CONTEXTO DE RESPEITO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Heverton Lopes Rezende

Daniel Barile da Silveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104105>

CAPÍTULO 6..... 84

PERCEÇÕES DOS RESIDENTES DA VILA DE RIBÁUÈ NA PROVÍNCIA DE NAMPULA (MOÇAMBIQUE) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO LOCAL ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

(PNDS) “*UM DISTRITO, UM BANCO*” (2016-2021)

Viegas Wirssone Nhenge


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104106>

CAPÍTULO 7..... 113

O USO DA BICICLETA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE POR ESTUDANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Ulises Osbaldo de la Cruz Guzmán

Brenda Alejandra Ibarra Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104107>


CAPÍTULO 8..... 129

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO INDICADOR DE ECOEFICIÊNCIA DO HOSPITAL ESCOLA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Andrea Colman Gerber

Jocelito Saccol de Sá

Marcos Vinícius Sias da Silveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104108>

CAPÍTULO 9..... 142

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO IFBA - CAMPUS SALVADOR: AVALIANDO A EFICIENCIA NO SISTEMA CARPORT

Armando Hirohumi Tanimoto

Breno Villas Boas de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104109>

CAPÍTULO 10..... 149

DESIGN URBANO: A INSERÇÃO DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Cristiane Silva

Romualdo Theophanes de França Júnior

Adelcio Machado dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041010>


CAPÍTULO 11..... 155

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES INDÍGENAS: PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA TERRA INDÍGENA APIAKÁ-KAYABI EM JUARA/MT

Rosalia de Aguiar Araújo

Saulo Augusto de Moraes

José Guilherme de Araújo Filho


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041011>

CAPÍTULO 12..... 164

APLICAÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TECNOLÓGICA NOS INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA FOCADOS EM QUIMICA E MEIO AMBIENTE DA FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO RIO DE

JANEIRO NO BRASIL


Carla Santos de Souza Giordano
Joana da Fonseca Rosa Ribeiro
Andressa Oliveira Costa de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041012>

CAPÍTULO 13..... 175

REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE


Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041013>

CAPÍTULO 14..... 184

SITUAÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ FAVELINHA: UMA ANÁLISE SOBRE DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO – PA


Patrícia de Cassia Moraes de Oliveira
Pedro Júlio Albuquerque Neto
Maria Joseane Marques de Lima
Iago Almeida Ribeiro
Lídia da Silva Amaral
Washington Duarte Silva da Silva
Edianel Moraes de Oliveira
Beatriz Caxias Pinheiro
Marcos Douglas de Sousa Silva
Maria Ciarly Moreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041014>

CAPÍTULO 15..... 197

EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PELO MÉTODO DE ASPERSÃO DE ALTA PRESSÃO DE ÁGUA – RESULTADOS PRELIMINARES

Lucas Alves Lamberti
Daniel Gustavo Allasia Piccilli
Tatiana Cureau Cervo
Bruna Minetto
Carla Fernanda Perius
Jonathan Rehbein dos Santos
João Pedro Paludo Bocchi
Jéssica Ribeiro Fontoura


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041015>

CAPÍTULO 16..... 206

PROCESSOS DE GESTÃO SOCIAL E PARTICIPATIVA DO RISCO PARA MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM COMUNIDADES URBANAS

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

Jakcemara Caprario
Nívea Morena Gonçalves Miranda
Alexandra Rodrigues Finotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041016>

CAPÍTULO 17.....218

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA


Carla Fernanda Perius
Rutineia Tassi
Lucas Alves Lamberti
Bibiana Bulé
Cristiano Gabriel Persch
Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041017>

CAPÍTULO 18.....229

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO SUL DE ALAGOAS, BRASIL: AÇÕES PARA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL


Alexandre Oliveira
Maria Carolina Lima Farias
Beatriz Alves Ribeiro
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041018>

CAPÍTULO 19.....243

ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ALTERAÇÕES DA TURBIDEZ NO RIO ITABIRITO NO ÂMBITO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS


Jeam Marcel Pinto de Alcântara
Euclides Dayvid Alves Brandão
Roberto César de Almeida Monte-Mor

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041019>

CAPÍTULO 20.....252

O DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL NA EXPANSÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

Cícero dos Santos Leandro
Francisco Roberto de Azevedo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041020>

CAPÍTULO 21.....264

INFLUÊNCIA DE UM AMBIENTE SERRANO NA COMPOSIÇÃO DE ANUROS NO PANTANAL NORTE, CENTRO-OESTE DO BRASIL

Vancleber Divino Silva-Alves
Odair Diogo da Silva
Ana Paula Dalbem Barbosa
Thatiane Martins da Costa

Cleidiane Prado Alves da Silva
Eder Correa Fermiano
Mariany de Fatima Rocha Seba
Dionei José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041021>

CAPÍTULO 22.....268

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO EM MUNICÍPIOS NO SERTÃO DO PAJEÚ – PERNAMBUCO


Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041022>

CAPÍTULO 23.....278

NÚCLEO DE ESTUDOS EM AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO VALE DO ARAGUAIA: INTERAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO


Daisy Rickli Binde
João Luis Binde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041023>

CAPÍTULO 24.....300

IMPACTO DEL PRIMER CICLO DE CORTA DEL MANEJO FORESTAL EN FELIPE CARILLO PUERTO, MÉXICO


Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo
Jorge Antonio Torres Pérez
Martha Alicia Cazares Moran
Alicia Avitia Deras
Cecilia Loria Tzab

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041024>

CAPÍTULO 25.....309

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Milena Larissa Gonçalves Santana
Valeria Wanderley Teixeira
Carolina Arruda Guedes
Glaucilane dos Santos Cruz
Camila Santos Teixeira
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
José Wagner da Silva Melo
Solange Maria de França

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041025>

CAPÍTULO 26.....	319
PROCESSO DE SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO E FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO SUCESSO DO PARASITISMO DE <i>Trichogramma</i> spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)	
Camila Santos Teixeira	
Valeria Wanderley Teixeira	
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira	
Carolina Arruda Guedes	
Glaucilane dos Santos Cruz	
Catiane Oliveira Souza	
Milena Larissa Gonçalves Santana	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026	
CAPÍTULO 27.....	328
MICROBIOTA, OCRATOXINA E NÍVEIS DE TRANS-RESVERATROL EM UVAS ORGÂNICAS	
Josemara Alves Apolinário	
Christiane Ceriani Aparecido	
Andrea Dantas de Souza	
Joana D'arc Felício	
Roberto Carlos Felício	
Edlayne Gonçalves	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027	
CAPÍTULO 28.....	340
AVEIA PRETA (<i>Avena strigosa</i> , Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO	
Wanderley José de Melo	
Gabriel Maurício Peruca de Melo	
Liandra Maria Abaker Bertipaglia	
Paulo Henrique Moura Dian	
Käthery Brennecke	
Jackeline Silva de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028	
SOBRE OS ORGANIZADORES	350
ÍNDICE REMISSIVO.....	351

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 01/07/2021

Carla Fernanda Perius

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9893546200028727>

Rutineia Tassi

Universidade Federal de Santa Maria;
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7584743367186364>

Lucas Alves Lamberti

Universidade Federal de Santa Maria;
Coordenadoria Acadêmica, Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3949665856490989>

Bibiana Bulé

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4315728588764370>

Cristiano Gabriel Persch

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3427155717569020>

Daniel Gustavo Allasia Picilli

Universidade Federal de Santa Maria;
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3858010328968944>

RESUMO: O aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis tem ressurgido como uma prática de gestão sustentável, e vem sendo amplamente empregado em diversas edificações no Brasil. O dimensionamento dos volumes de armazenamento vem sendo definido especialmente com o emprego do método da simulação, recomendado na NBR-ABNT 15.527/2019. No entanto, verifica-se que dependendo do intervalo de tempo de simulação, a falta de recomendação técnica a respeito da regra de operação para realização do balanço entre captação e demanda pode produzir resultados divergentes. Nesse sentido, foram realizadas simulações considerando: i) ocorrer a Demanda Antes do Volume (DAV) captado entrar no reservatório; ii) o Volume captado entrar Antes no reservatório e a Demanda ocorrer posteriormente (VAD). Foram avaliadas diferentes escalas temporais de simulação (horária, diária e mensal) para três áreas de captação (100, 200 e 300 m²), cinco volumes de reservação (1000, 1500, 2000, 3000 e 5000 L) em cinco cidades brasileiras (Goiânia, João Pessoa, Manaus, Porto Alegre e São Paulo). Não foram verificadas variações consideráveis na eficiência dos reservatórios para simulações horárias, comparando os resultados do VAD e

DAV. Para a simulação diária, as diferenças nos resultados de eficiência aumentaram para as menores áreas de captação e menores volumes de armazenamento. As simulações mensais produziram diferenças consideráveis que, de qualquer forma, não descreveram corretamente o armazenamento de água da chuva.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água da chuva, critérios de simulação, ordem de captação-demanda.

INFLUENCE OF THE CAPTATION-DEMAND OPERATION ON THE EFFICIENCY OF RAINWATER HARVESTING

ABSTRACT: Rainwater harvesting has emerged as a sustainable management practice, widely applied in Brazilian buildings. The storage capacity has been defined especially by using the water balance simulation method, as recommended in NBR-ABNT 15.527/2019. However, due to the lack of recommendation related to the storage operation, a set of simulations was performed using either: i) a yield after spillage (YAS); ii) yield before spillage (YBS). Time-steps hourly, daily and monthly were considered for this purpose, combined with three catchment areas (100, 200 and 300 m²), five storage capacities (1000, 1500, 2000, 3000 and 5000 L) in five Brazilian cities (Goiânia, João Pessoa, Manaus, Porto Alegre and São Paulo). Differences between YAS and YBS' storage efficiency were practically absent when hourly time-step was considered. However, the daily time-step increased these differences as the catchment area and storage capacities decreased. Monthly time-step presented significant differences, although the behavior in the efficiency was highly different from that obtained from previous analyses.

KEYWORDS: Rainwater harvesting; simulation criteria; captation-demand order.

1 | INTRODUÇÃO

Apesar de parecer algo novo, a utilização da água da chuva pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano advém de mais de 2.000 anos (Tomaz, 2003). Porém, a captação e o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis têm ressurgido com alternativa para a gestão sustentável da água, permitindo a diminuir a utilização de água tratada (Hentges, 2013).

O aproveitamento de água da chuva destina-se, principalmente, para os usos não potáveis, como por exemplo, descarga de bacias sanitárias, lavagens de veículos e calçadas e irrigação de jardins, já que a qualidade da água da chuva dificulta o aproveitamento para fins potáveis. No entanto, isso não diminui a sua importância, visto que mais de 20% do consumo de água de uma residência poderia ser totalmente suprida pela água da chuva, reduzindo consideravelmente as despesas com água potável. (Campisano e Modica, 2012).

A captação e o posterior aproveitamento da água da chuva são influenciados por uma série de fatores socioeconômicos, ambientais e técnicos. Embora algumas orientações técnicas estejam disponíveis (Ward, *et al.*, 2010; Jones e Hunt, 2010), há poucos conselhos sobre os métodos adequados de dimensionamento do sistema a serem usados, deixando os técnicos relutantes em implementar sistemas de aproveitamento de água da chuva. No

âmbito nacional, não há nenhuma lei que discipline especificamente sobre o uso das águas pluviais. A fim de padronizar os procedimentos para captação e aproveitamento da água da chuva, em 2007 foi concluída a norma que rege a utilização desse tipo de sistema em áreas urbanas para fins não potáveis: NBR n°. 15.527/2019 (ABNT, 2019).

Esta norma surge como a primeira diretriz brasileira específica, que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis tais como descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de veículos e calçadas, limpezas de pátios, espelhos de água e usos industriais. No entanto, a norma brasileira permite várias possibilidades para a análise do desempenho de reservatórios de água da chuva, desde discretizações temporais de horários até mensais, sem uma definição clara sobre regras de operação.

No caso do emprego do método da simulação (balanço de volumes no reservatório), a regra de operação pode influenciar nos resultados de desempenho do sistema de aproveitamento de água da chuva, em razão da variabilidade de falhas no atendimento ser influenciada por tomadas de decisão. Por exemplo, se a regra de operação considerar que as demandas ocorrem antes da captação de água e direcionamento para o reservatório, e se esse estiver vazio, quando houver uma demanda a simulação indicará uma falha, mesmo que na sequência novos volumes ingressem no reservatório, inclusive com volume suficiente para o atendimento à demanda. Por outro lado, se a regra de operação indicasse que a captação ocorre antes da demanda, a falha não seria indicada.

Em razão da falta de critérios sobre esse regramento da operação dos reservatórios de aproveitamento de água da chuva (RAAC) durante o processo de dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água da chuva, nesse artigo são apresentados resultados de uma análise que considerou a influência de duas situações: i) ocorrer a Demanda Antes do Volume (DAV) captado entrar no reservatório; ii) o Volume captado entrar Antes no reservatório e a Demanda ocorrer posteriormente (VAD). A análise considerou diferentes escalas temporais de simulação, com intervalos horários, diários e mensais para três áreas de captação distintas (100 m², 200 m² e 300 m²), considerando cinco volumes de reservação (1000 L, 1500 L, 2000 L, 3000 L e 5000 L) em cinco cidades brasileiras (Goiânia, GO; João Pessoa, PB, Manaus, AM, Porto Alegre, RS e São Paulo, SP). O efeito das regras de operação foi avaliado na eficiência do sistema, com relação ao percentual de falhas que ocorreram.

2 | METODOLOGIA

2.1 Critérios de simulação

Para a determinação da influência da regra de operação no resultado da simulação, foram considerados lotes hipotéticos com tamanho padrão comumente encontrados em áreas urbanas, com diferentes áreas de cobertura impermeável (100, 200 e 300 m²). Para

fins de simulação foram consideradas as séries de precipitação de cinco capitais de estados do Brasil, localizadas em diferentes regiões – Goiânia, GO; João Pessoa, PB, Manaus, AM, Porto Alegre, RS e São Paulo, SP, contemplando assim diferentes regimes pluviométricos brasileiros. Durante as simulações foram avaliadas as falhas para reservatórios com diferentes volumes comerciais: 1.000 L, 1.500 L, 2.000 L, 3.000 L e 5.000 L.

As simulações foram realizadas através de balanço de volumes de longo prazo, permitindo contabilizar as falhas no atendimento às demandas para as diferentes áreas de cobertura, volumes de reservação e série de precipitações, conforme Equações 1 e 2.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (1)$$

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad (2)$$

Sendo,

S(t): volume de água armazenado no reservatório no tempo 't';

S(t-1): Volume de água armazenado no reservatório no tempo 't-1';

D(t): Demanda de água para usos não potáveis ou consumo no tempo 't';

C: Coeficiente de escoamento superficial, fixo em 0,95;

P(t): é a precipitação observada no intervalo de tempo "t";

A: é a área de captação.

No método da simulação é inicialmente definido um volume de reservatório, a partir do qual, são contabilizados todas as entradas (precipitação) e saídas do reservatório (demandas ou vertimentos). O armazenamento máximo possível é o próprio volume útil do reservatório, e toda vez que o aporte de água superar a sua capacidade, os volumes excedentes são extravasados.

Conforme se verifica, pode-se considerar duas diferentes situações operacionais com relação ao emprego da Equação 1, não distinguidas na NBR 15.527/2019: i) na primeira o volume captado entra no reservatório antes da demanda ocorrer (VAD); ii) na segunda condição a demanda é retirada do reservatório antes da entrada do volume captado (DAV). Essas situações (i) e (ii) podem ser visualizadas por meio das Equações 4 e 5, respectivamente, modificadas a partir da Equação 1.

$$\text{Situação i: } S_{(t)} = Q_{(t)} + (S_{(t-1)} - D_{(t)}) \quad (4)$$

$$\text{Situação ii: } S_{(t)} = (Q_{(t)} + S_{(t-1)}) - D_{(t)} \quad (5)$$

Considerando os cenários de análise previamente definidos, foram realizadas 450 simulações. Inicialmente, foram comparadas as duas condições (VAD x DAV) considerando a série de precipitações com discretização horária. Posteriormente as séries de precipitação e demandas foram agrupadas de forma que as informações possuíssem discretização diária e mensal, com o objetivo de avaliar também as condições VAD e DAV para diferentes escalas temporais. Em todos os casos foram consideradas as três áreas de captação, os cinco volumes comerciais e as cinco cidades. Para as falhas existentes na série de

precipitações foi atribuído o valor de chuva zero, com base em recomendação de Perius (2016).

Para fins de simulação, considerou-se que, após a água ser captada pela superfície, a mesma é conduzida até o reservatório de aproveitamento de água da chuva, não sendo considerado nenhum volume perdido, como extravasamentos de calhas ou condutores verticais. Nas simulações, foi considerada apenas a água da chuva como fonte de abastecimento, não sendo contabilizadas entradas de água de abastecimento no RAAC, para o atendimento as falhas à demanda. Para a determinação das falhas, foi avaliada a relação entre o volume de falhas e o volume demandado durante o período de simulações, para diferentes volumes comerciais e áreas de captação testadas, conforme Equação (3).

$$\text{Falha} = \left(\frac{\sum \text{VolumeFalhado}}{\sum \text{VolumeDemandado}} \right) \times 100 \quad (3)$$

2.2 Séries de precipitação e demanda

As séries de precipitação utilizadas para a verificação do funcionamento dos RAAC foram obtidas pelo INMET – Instituto de Nacional de Meteorologia. Os dados de chuva possuem discretização temporal de 60 minutos, e o período da série analisada foi igual à extensão da série de dados disponível (Manaus – 15 anos; Goiânia – 14 anos; João Pessoa – 8 anos; Porto Alegre – 14 anos e São Paulo – 9 anos).

A série de demandas para usos não potáveis utilizadas na simulação foi formulada por Hentges (2013), considerando uma população média de 5 pessoas, sendo as características gerais da série apresentadas na Tabela 1.

Demanda	Volume Unitário	Frequência	Horários	Volume Total por Horário	Volume Total
Bacia Sanitária	6L/ descarga	4x/dia/pessoa	7:00/12:00/ 18:00/ 22:00	30 litros	120 litros
Lavagem de Veículos	220L/lavagem	Quinzenal	18:00	220 litros	220 litros
Limpeza de Calçadas	280L/limpeza	Quinzenal	09:00	280 litros	280 litros
Irrigação de Jardins	90L/irrigação	Dependente da temperatura e precipitação	19:00	90 litros	90 litros

Tabela 1. Características da série de demandas.

Com relação à irrigação, foram propostos diferentes padrões, conforme a ocorrência de períodos de estiagem e de temperaturas mais elevadas. Considerando as temperaturas médias compensadas apresentadas nas Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010 (INMET, 2019), para cada uma das cinco cidades analisadas, definiu-se que para os meses

em que a temperatura média ambiente é superior a 20°C a irrigação seria realizada a cada dois dias, caso no período anterior a dois dias não ocorresse nenhum evento de precipitação. Nos meses em que a temperatura é menor do que 20°C, a irrigação de jardins foi considerada a cada sete dias, caso no período antecedente de sete dias não ocorresse nenhum evento de precipitação. A Figura 1 apresenta as temperaturas e precipitações médias compensadas do período de 1981-2010 (INMET, 2019).

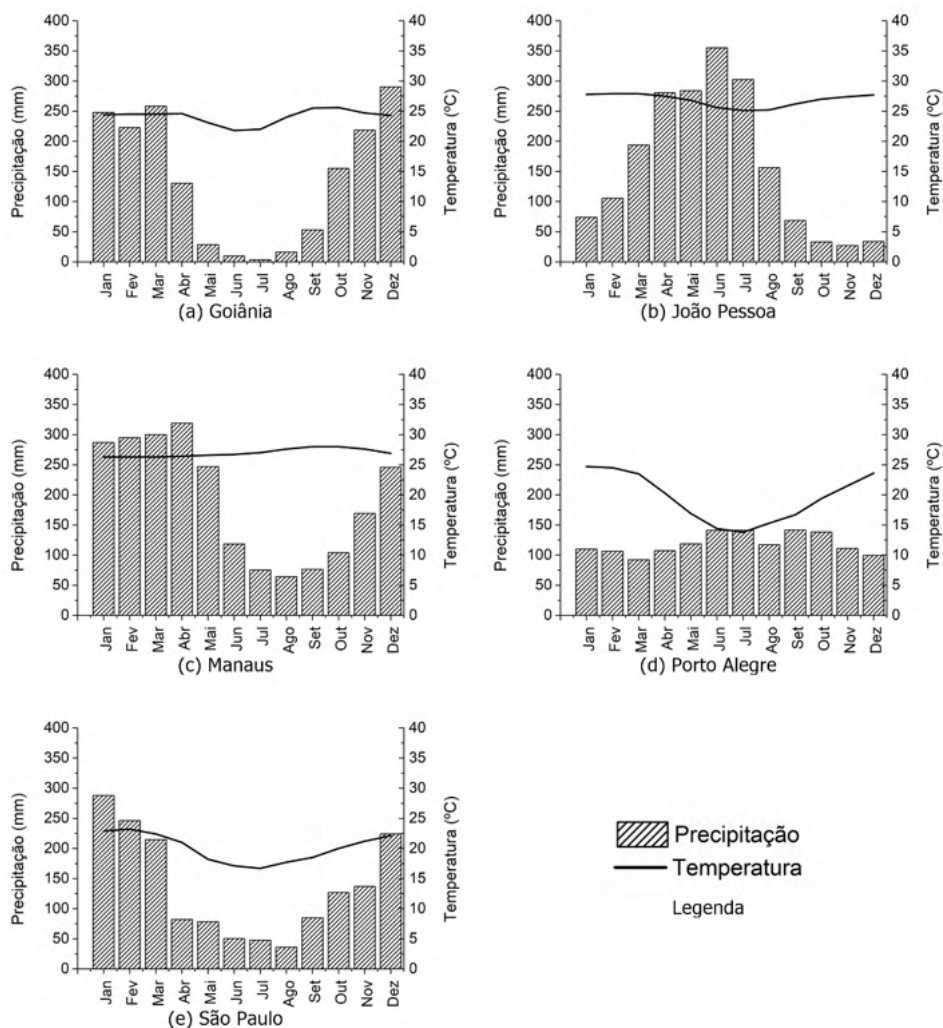


Figura 1 – Características de precipitação e temperatura das cidades analisadas.

Quanto à precipitação, percebe-se que apenas a cidade de Porto Alegre possui uma boa distribuição dos volumes de chuva ao longo do ano, com baixa influência sazonal, com

médias mensais variando de 100 mm até 150 mm. As demais cidades apresentam forte componente sazonal nos volumes mensais de chuva.

A temperatura, utilizada para determinar as demandas de irrigação, conforme previamente descrito mantém-se sempre acima dos 20° C nas cidades de Goiânia, João Pessoa e Manaus. Portanto, nessas cidades a irrigação foi realizada durante todo o ano, a cada dois dias, caso não ocorresse volumes precipitados nos dois dias antecedentes. No caso de Porto Alegre e São Paulo, tem-se a temperatura abaixo dos 20° C entre os meses de abril a outubro. Assim, para essas cidades foi adotado dois regimes de irrigação de jardins: de abril a outubro irrigou-se a cada sete dias e nos demais meses a irrigação foi realizada a cada dois dias, sendo que, em ambos os casos, a irrigação só era realizada caso não tivesse nenhum volume precipitado nos dias antecedentes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a falha ao atendimento a demanda, considerando VAD e DAV, em uma área de captação de 200 m², com discretização temporal horária, diária e mensal, para as cinco cidades consideradas. As áreas de 100 m² e 300 m² apresentaram o mesmo comportamento que para 200 m², apenas com diferenças percentuais nas falhas de atendimento à demanda. De maneira geral, percebe-se que para a simulação realizada considerando o intervalo de tempo horário, não foram identificadas diferenças nos resultados obtidos para as situações VAD e DAV. Na escala diária, já são perceptíveis pequenas variações, principalmente para volumes de reservação menores. Na escala mensal, pode-se observar a grande diferença nos resultados entre VAD e DAV, e a mudança no comportamento das falhas que tendem a um decaimento linear para maiores volumes de reservação. Ainda, observa-se que nenhuma das situações (VAD e DAV) nas simulações mensais descreve corretamente o comportamento das falhas observado da simulação horária e diária.

No caso de Goiânia, considerando a simulação diária, tem-se que a situação DAV é 2% maior que a VAD, para o volume de 1000 L, reduzindo para uma diferença de 0,5% para o volume de 5000 L. Para a simulação mensal, a diferença entre VAD e DAV para os menores volumes é de 55%, aproximadamente, reduzindo para 22% nos volumes maiores. Goiânia foi a cidade que apresentou a menor diferença na simulação mensal, isso porque sua falha ao atendimento a demanda já é elevada (60%), mesmo em simulações horárias e diárias, em virtude dos meses de inverno, que são caracterizados por estiagens prolongadas.

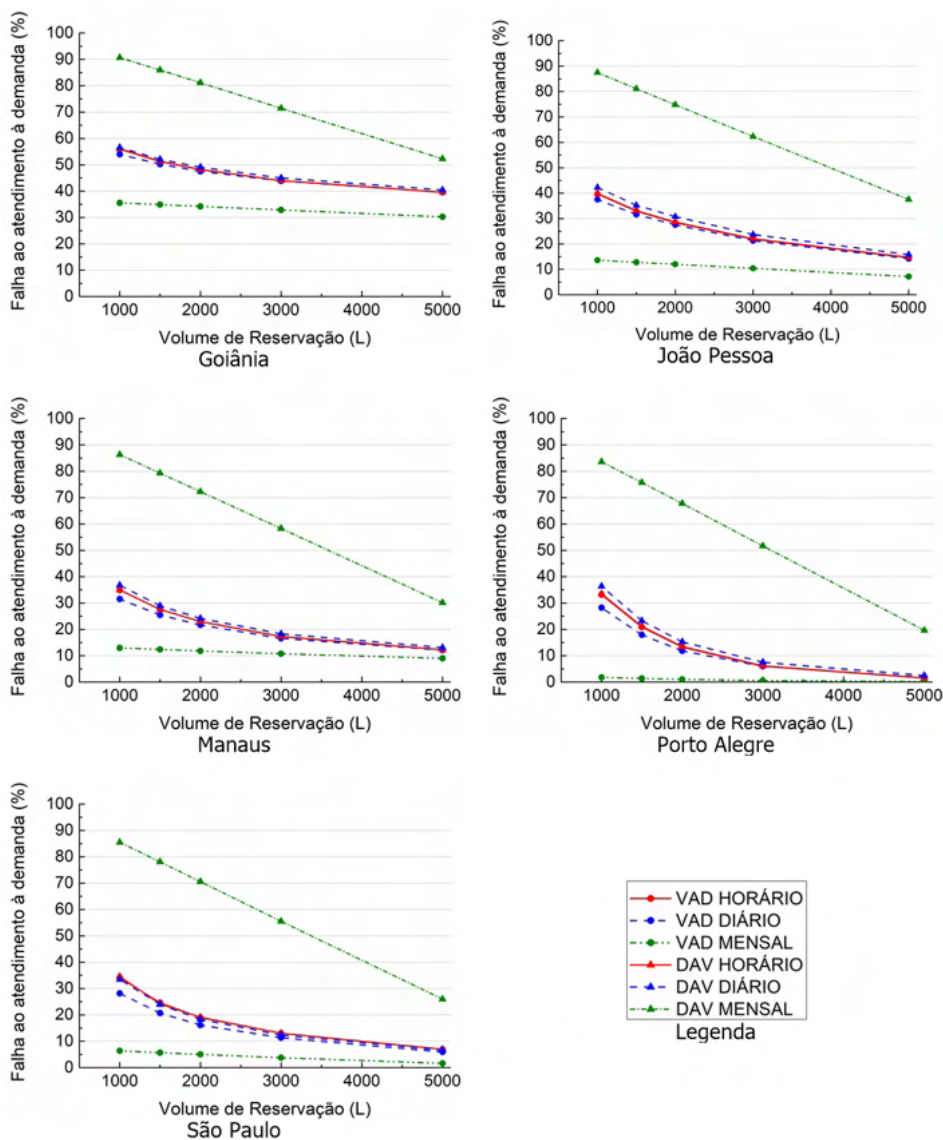


Figura 2 – Falha ao atendimento à demanda para a área de 200 m².

Para as simulações horárias, nas demais cidades os valores de falha ao atendimento à demanda considerando a situação DAV em relação a VAD, foram maiores em 5% para João Pessoa, Manaus e São Paulo e em 8% para Porto Alegre, considerando os menores volumes. Quando considerado o volume de 5000 L, para todas as cidades a diferença foi menor que 1%.

Considerando as simulações mensais, as diferenças entre VAD e DAV foram consideravelmente maiores, ficando em torno de 77% para os menores volumes reservados

em todas as cidades, reduzindo-se para cerca de 25% quando considerados os maiores volumes de reservatório.

As diferenças percentuais de DAV em relação à VAD, considerando falhas ao atendimento à demanda, para as áreas de 100 m² e 300 m² estão apresentadas na Tabela 2.

			Volumes de Reservação (L)				
			1000	1500	2000	3000	5000
Área de Captação de 100 m ²	Diária	Goiânia	2,9	2,1	1,8	1,4	1,0
		João Pessoa	5,2	4,0	3,6	3,0	2,2
		Manaus	6,0	4,1	3,1	2,3	1,5
		Porto Alegre	9,6	7,0	5,1	3,2	1,8
		São Paulo	6,2	4,2	3,1	1,9	1,1
	Mensal	Goiânia	48,6	45,3	41,9	34,8	20,1
		João Pessoa	63,6	59,8	55,7	47,4	29,8
		Manaus	68,9	63,5	58,0	47,0	23,8
		Porto Alegre	79,2	73,3	67,2	53,9	25,9
		São Paulo	76,7	71,1	65,3	53,8	29,9
Área de Captação de 300 m ²	Diária	Goiânia	2,5	1,8	1,5	1,1	0,8
		João Pessoa	4,5	3,2	2,8	2,2	1,2
		Manaus	5,0	3,1	2,2	1,4	0,7
		Porto Alegre	7,4	4,6	2,8	1,2	0,1
		São Paulo	5,0	3,0	1,9	1,0	0,6
	Mensal	Goiânia	57,3	52,9	48,4	39,7	22,0
		João Pessoa	75,8	69,6	63,3	50,3	24,2
		Manaus	75,1	68,5	61,8	48,0	19,8
		Porto Alegre	82,5	74,4	66,2	49,5	16,8
		São Paulo	79,5	72,6	65,6	51,5	23,2

Tabela 2 – Diferenças percentuais de DAV em relação à VAD, para áreas de 100 m² e 300 m².

Pode-se observar que o comportamento das áreas de 100 m² e 300 m³ segue o mesmo padrão da área de 200 m². Como já era esperado, conforme se reduz a área de captação, maiores são as diferenças percentuais, tanto para a simulação diária como para a simulação mensal. Pode-se observar que, na simulação diária, o pior caso é para Porto Alegre, na área de captação de 100 m² e volume de reservatório de 1000 L. Conforme o volume de reservação aumenta, reduz-se a diferença entre VAD e DAV, chegando a 1% para a área de captação de 100 m², na cidade de Goiânia e para 0,1% na cidade de Porto Alegre, para a área de 300 m².

Quando analisada a simulação mensal, percebe-se que, mesmo para as maiores

áreas e volumes de reservação a diferença percentual é muito grande, em torno de 15 a 30 %. Portanto, para a situação analisada, não se aconselha o uso de simulação mensal, mesmo que permitido pela norma vigente.

4 | CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da regra de operação captação-demanda no desempenho de reservatórios de aproveitamento de água de chuva durante simulações, para cinco cidades no Brasil. Para isso foram consideradas diferentes áreas de captação, volumes de armazenamento e regimes pluviométricos.

Considerando simulação horária, não houve variações consideráveis entre as regras de operação que consideram a condição do volume ingressando no reservatório antes da demanda (VAD) demanda ocorrendo antes do volume (DAV). Todas as variações percentuais foram da ordem da segunda casa decimal.

Quanto à simulação com passo de tempo diário, observou-se que as maiores diferenças percentuais foram encontradas para as menores áreas de captação combinadas com menores volumes de armazenamento. Portanto, deve-se priorizar a utilização de dados com discretização temporal horária. Em situações com escassez de dados horários, simulações diárias podem ser realizadas, atentando as variações que a situação DAV pode representar no armazenamento de água da chuva.

Para as simulações mensais, percebeu-se que nem regra de operação DAV, nem a situação VAD descrevem corretamente o armazenamento de água da chuva. A primeira situação majora consideravelmente as falhas ao atendimento à demanda, enquanto a situação VAD minora as falhas, comparativamente aos valores gerados na simulação horária. A partir desses resultados, corrobora-se que não é adequado utilizar a simulação mensal em pequenos reservatórios de aproveitamento de água da chuva.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 15.527/2019: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.

CAMPISANO, A.; MODICA, C. Regional scale analysis for the design of storage tanks for domestic rainwater harvesting systems. *Water Science and Technology*. London, v. 66, n. 1, p. 1–8, 2012.

HENTGES, S. C. **Efeito de Reservatório de Aproveitamento de Água de Chuva sobre Redes de Drenagem Pluvial**. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

JONES, M. P.; HUNT, W. F. Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.10, August 2010, p. 623–629. 2010.

PERIUS, C.F. **Variáveis de projeto e sua influência no desempenho e dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água da chuva.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

WARD, S.; MEMON, F. A. e BUTLER, D. Rainwater harvesting: model-based design evaluation, **Water Science & Technology**, v.61, n.1, p. 85–96. 2010.

AGRADECIMENTOS - O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações ambientais 18, 31, 32

Agricultura 20, 61, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 108, 111, 161, 183, 277, 278, 280, 281, 282, 285, 289, 298, 304, 308, 319, 320, 328, 348

Agroecologia 175, 278, 280, 281, 282, 297, 298, 299, 338

Água 21, 24, 27, 30, 33, 38, 41, 46, 47, 57, 97, 98, 114, 130, 131, 140, 146, 152, 158, 159, 161, 170, 183, 185, 186, 191, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 211, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 230, 238, 245, 246, 247, 250, 251, 253, 256, 257, 287, 330, 331, 332, 333, 335, 343, 344

Águas pluviais 190, 206, 209, 210, 215, 219, 220

Anfíbios 265, 267

Aproveitamento 40, 46, 218, 219, 220, 222, 227, 228

Armazém verde 37, 38, 39, 42, 45

B

Bicicleta 113, 114, 115, 116, 117, 119, 122, 125, 126, 127, 128

Bosque tropical 300

C

Captação 41, 46, 177, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227

Carport 142, 143, 144, 147, 148

Chuva 41, 46, 146, 213, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 227, 228, 248, 250, 251, 257

Cidades 35, 39, 77, 114, 115, 117, 143, 149, 150, 152, 153, 154, 160, 186, 195, 207, 216, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 255, 280

Competências ambientais 52, 54, 55, 56, 57, 58, 65, 66

Comunidades urbanas 206, 211

Conservação 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 34, 58, 74, 77, 153, 156, 177, 185, 187, 194, 205, 229, 230, 235, 239, 242, 243, 255, 263, 265, 267, 270, 278, 281, 283, 297

Conservación 300, 301, 302, 305, 306, 307, 308

Controle biológico 310, 311, 313, 315, 316, 320, 324, 325, 327

D

Dano ambiental 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 56, 59

Degradação 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 27, 69, 76, 77, 78, 80, 114, 153, 155, 186, 191, 198, 230, 231, 245, 254, 255

Dengue 27, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263

Desastres 2, 36, 206, 212, 215, 216, 217, 230, 262

Desenvolvimento 7, 8, 16, 20, 21, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 42, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 165, 166, 167, 170, 173, 175, 177, 186, 209, 210, 216, 217, 229, 246, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 268, 269, 270, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 297, 298, 299, 314, 315, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 328, 334, 336, 341, 347

Desenvolvimento económico 84, 86, 87, 89, 92, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 112

Desenvolvimento sustentável 21, 23, 29, 35, 36, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 96, 98, 99, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 149, 150, 151, 152, 217, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 263, 278, 297

Desigualdade social 153

Direito ambiental 6, 7, 16, 17, 35, 52, 55, 67, 68, 82

E

Educação ambiental 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 63, 155, 157, 159, 160, 162, 163, 184, 185, 186, 187, 194, 195, 196, 229, 230, 231, 232, 237, 240, 241, 242, 261, 263, 278, 280, 282, 291, 292, 295, 350

Eficiência energética 129, 138, 140, 141, 152

Elementos-traço 341, 342, 345, 346

Energia solar fotovoltaica 142, 143, 144, 148

F

Federalismo 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 65

Formação docente 155

G

Gestão hospitalar 129

H

Heterogeneidade ambiental 265

I

ICMS ecológico 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36

Indicadores ambientais 37, 39, 40, 41, 43, 45, 47

L

Livre iniciativa 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82

M

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 114, 115, 116, 130, 131, 140, 154, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 184, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 207, 209, 229, 230, 231, 241, 242, 251, 252, 254, 255, 256, 260, 262, 288, 319, 320, 329, 336

Micotoxinas 328, 334

Monitoramento 37, 42, 48, 124, 243, 246, 247, 248, 250, 251, 260

Municipalismo 52

O

Orgânico 177, 198, 270, 287, 291, 328, 330, 335, 336, 337, 340, 342, 343, 344, 345

P

Parasitismo 310, 313, 315, 316, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325

Pavimento permeável 197, 198, 199

Planejamento 29, 30, 34, 35, 72, 74, 111, 112, 118, 131, 149, 150, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 169, 173, 175, 176, 183, 195, 207, 210, 213, 216, 269, 283

Política 5, 19, 21, 24, 28, 29, 31, 34, 35, 54, 63, 66, 78, 81, 82, 85, 88, 99, 100, 104, 105, 110, 116, 162, 209, 230, 231, 278, 280, 299, 301

Poluição 7, 8, 9, 12, 20, 21, 24, 29, 30, 57, 58, 62, 114, 115, 120, 123, 124, 126, 153, 162, 184, 185, 191, 194, 211, 229, 230, 231, 342

Precipitação pluviométrica 176, 269

Problemas ambientais 29, 52, 59, 113, 114, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 229, 230, 231

Q

Química verde 165, 170, 171, 173

R

Recuperação 9, 10, 21, 24, 29, 33, 76, 78, 185, 186, 197, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 213, 281, 283, 289, 290, 291, 293, 298, 334

Responsabilidade civil 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 17

S

Semiárido 175, 176, 177, 183, 268, 269, 270, 273, 276, 277

Solo 24, 28, 33, 58, 114, 152, 153, 161, 191, 195, 211, 215, 230, 245, 246, 251, 253, 256, 289, 290, 293, 298, 328, 330, 331, 333, 335, 338, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349

Sustentabilidade 4, 34, 35, 42, 43, 47, 48, 50, 75, 77, 82, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 129, 131, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 195, 208, 255, 262, 263, 278, 281, 283, 285, 292, 299

T

Tendências tecnológicas 164, 166

Terra indígena 155, 157, 158, 159, 161, 163, 282





Turbidez 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**
Editora
Ano 2021