

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

# 2

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

# 2

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**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 do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
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 do Paraná  
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 – Faculdade da Amazônia  
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
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. Lillian 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. Dr. 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  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
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



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Helenton Carlos da Silva

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

A945 Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários 2 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5706-328-6  
DOI 10.22533/at.ed.286202508

1. Ecologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Saneamento. I.Silva, Helenton Carlos da.

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em dois volumes com 34 capítulos, sendo 21 capítulos do primeiro volume e 13 capítulos no segundo volume, discussões de diversas abordagens acerca da importância da preocupação ambiental quanto a seus problemas ambientais e sanitários, considerando sempre sua avaliação, diagnóstico e solução destes problemas.

No campo do gerenciamento dos resíduos tem-se que é uma questão estratégica para as empresas, o que tem levado a busca de alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais, como cinzas provenientes da queima de matéria prima.

A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um crescimento na busca por energias alternativas, das quais, na maioria dos casos, a solar demonstra ser a mais promissora. Dentre os vários locais em que os sistemas de energia solar podem ser implementados, destacam-se as estações de tratamento de água de esgoto dado os diversos benefícios que podem ser obtidos, como a redução de impacto ambiental e a atenuação do alto custo operacional destas atividades.

A água, como recurso natural e limitado, é fundamental para o desenvolvimento humano e para viver no planeta. A utilização descontrolada levou esse recurso à exaustão, evidenciando a importância da consciência ambiental e o aumento da pesquisa no assunto. Uma das ações que ampliam a racionalidade do uso desse recurso é o recolhimento e armazenamento da chuva para uso posterior. Como ferramenta para detectar e analisar esses dados, destaca-se o monitoramento dos sistemas de armazenamento. Dessa forma, isso integra a tecnologia de ações preventivas, além de promover mudanças positivas para reduzir o desperdício desse recurso, obtendo também menor impacto ambiental.

As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente. A partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais.

Os ambientes costeiros são os mais diretamente afetados pelo descarte irregular de materiais, devido à grande concentração de pessoas nas cidades litorâneas, o que prejudica inúmeros ecossistemas e compromete a vida no planeta como um todo.

Diante da necessidade da busca de solução que visa à garantia de um abastecimento de qualidade e em quantidade suficiente à população, o crescimento populacional, a industrialização e o processo de urbanização têm cada vez mais contribuído com o aumento da escassez de água no Brasil e no mundo.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos que apresentam avaliações,

análises e desenvolvem diagnósticos, além de apresentarem soluções referentes aos problemas ambientais e sanitários. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE CITOTÓXICA E MUTAGÊNICA DE ÁGUAS MINERAIS UTILIZANDO O *Allium cepa* COMO BIOINDICADOR**

Isadora de Sousa Oliveira  
Luiz Eduardo Araujo Silva  
Deuzuita dos Santos Freitas Viana  
Vicente Galber Freitas Viana

**DOI 10.22533/at.ed.2862025081**

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### **ANÁLISE DA ABSORÇÃO DE ASTAXANTINA EM ARTÊMIAS (*Artemia salina*)**

Gustavo Ribeiro  
Samanta Cristina de Souza dos Santos  
Camila Eccel

**DOI 10.22533/at.ed.2862025082**

### **CAPÍTULO 3..... 16**

#### **ANÁLISE DE DESEMPENHO DE REATOR UASB PILOTO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE PROCESSAMENTO DE PESCADO**

Nilmara Santos da Silva  
Alessandra Cristina Silva Valentim  
Camila Leal Vieira  
Genildo Souza das Virgens  
Raul Oliveira Reis Lívio de Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.2862025083**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM TAQUARUÇU DO SUL-RS**

Silvana Isabel Schneider  
Keitiline Bauchspiess  
Vanessa Facó Tarone  
Kéli Hofstätter  
Cláudia Nogueira Gomes  
Gabriela Granoski  
Kananda Menegazzo  
Fernanda Volpatto  
Arci Dirceu Wastowski  
Jaqueline Ineu Golombieski

**DOI 10.22533/at.ed.2862025084**

### **CAPÍTULO 5..... 38**

#### **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BTEX EM CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO EM POSTO DE COMBUSTÍVEIS DO OESTE DO PARANÁ**

Lilian Patrícia de Ramos  
Roberta Cechetti

Nyamien Yahaut Sebastien

**DOI 10.22533/at.ed.2862025085**

**CAPÍTULO 6.....45**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DA CIDADE DE ARIQUEMES, RONDÔNIA BRASIL**

Angelita Chaparini Fabiano

Leônidas Pinho da Silva

Mariana Neves Garcia

Sheila Muniz da Silva

Liliane Coelho de Carvalho

Driano Rezende

**DOI 10.22533/at.ed.2862025086**

**CAPÍTULO 7.....52**

**DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA ÁGUA (RE)USAR SENSORIAMENTO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO**

Alencar Migliavacca

Camila Gasparin

Matheus Sachet

**DOI 10.22533/at.ed.2862025087**

**CAPÍTULO 8.....59**

**INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA FABRICAÇÃO DE ARGILA EXPANDIDA PARA FINS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Caroline Cristina Amaral Oliveira

Alexandre Saron

**DOI 10.22533/at.ed.2862025088**

**CAPÍTULO 9.....77**

**LICENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DOS CONDOMÍNIOS LOCALIZADOS NA ZONA CENTRO - SUL DA CIDADE DE MANAUS**

Juciely Leite Costa Cortez

Ana Lúcia Barros de Andrade

Marcos Vinícius Barros de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.2862025089**

**CAPÍTULO 10.....94**

**MODELAGEM DE REATOR TIPO UASB PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL**

Martina Tamires Lins Cezano

Eduardo Cleto Pires

Karina Querne de Carvalho

Sávia Gavazza

**DOI 10.22533/at.ed.28620250810**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>104</b>
<b>QUALIDADE DO AR NA AVENIDA VISCONDE DE SOUZA FRANCO E A FORMA COMO PODE AFETAR A SAÚDE DA POPULAÇÃO</b>	
Luiz Fernando Aguiar Junior	
Jaqueline Araújo da Silva	
Afonso Luís Segtowitz Sarmanho Beltrão	
Arthur Batista de Brito	
Francisco Marconi Ribeiro Filho	
Daniely Alves Almada	
Gabriela Marina Silva Trindade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.28620250811</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>111</b>
<b>TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS PARA O REUSO E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA</b>	
Mariana Veloso Nollys Braga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.28620250812</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>133</b>
<b>TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA FRIGORÍFICA ATRAVÉS DE REATORES BIOLÓGICOS DE LEITO MÓVEL COM BIOFILME</b>	
Lorran Marré Parlotte	
Henrique Silva de Oliveira	
Pedro Bizerra Moura	
Edimar Noiman Gonçalves Filho	
Nicoly Dal Santo Svierzoski	
Jheiny Oliveira da Silva	
Alberto Dresch Webler	
<b>DOI 10.22533/at.ed.28620250813</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>144</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>145</b>

## TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS PARA O REUSO E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA

*Data de aceite: 03/08/2020*

*Data de submissão: 01/06/2020*

**Mariana Veloso Nollys Braga**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/5183027586483642>

seja economicamente viável. Este trabalho tem como objetivo fomentar as técnicas e normas para a implantação dele, visando à minimização do consumo de água e à sustentabilidade dos recursos hídricos, através do uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e o seu reaproveitamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso de águas, águas cinza, água de chuva, sustentabilidade.

### SUSTAINABLE TECHNIQUES FOR THE REUSE AND WATER REPRODUCTION

**ABSTRACT:** In view of the need to find a solution to ensure an enough supply of quality to the population, population growth, industrialization and the urbanization process have increasingly contributed to the increase in water scarcity in Brazil and in the world. Although Brazil has one of the largest water resources in the world, the reuse of gray water and rainwater harvesting emerges as an alternative in the construction of a shelter, which houses 20 children about Vila Isabel, located in the city of Rio de Janeiro. The sustainable construction seeks the interaction between the human being and the environment, causing considerable diminution in the degradation of both. Thus, the possibility of replacing part of the drinking water of a building with a lower quality for non-noble purposes reduces the demand on water sources. However, it is important to institutionalize, regulate and promote the reuse of water in Brazil, so that this practice develops according to adequate technical principles, as well as being economically viable. The objective of this work is to promote

**RESUMO:** Diante da necessidade da busca de solução que visa à garantia de um abastecimento de qualidade e em quantidade suficiente à população, o crescimento populacional, a industrialização e o processo de urbanização têm cada vez mais contribuído com o aumento da escassez de água no Brasil e no mundo. Embora o Brasil possua um dos maiores patrimônios hídricos do planeta, o reuso de águas cinzas e captação de água de chuvas desponta como alternativa na edificação de um abrigo, ao qual residem 20 crianças no bairro de Vila Isabel, localizado na cidade do Rio de Janeiro. A construção sustentável procura a interação entre o ser humano e o meio ambiente, provocando considerável diminuição na degradação de ambos. Assim, a possibilidade de substituição de parte da água potável de uma edificação por uma de qualidade inferior para fins não nobres, reduz a demanda sobre os mananciais de água. No entanto, cabe institucionalizar, regulamentar e promover o reuso de água no Brasil, fazendo com que essa prática se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados, como também

the techniques and standards for its implementation, aiming to minimize water consumption and the sustainability of water resources through the rational or efficient use of water, which also includes the control of losses and wastes, and its reuse.

**KEYWORDS:** Water reuse, grey waters, rainwater, sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com dados obtidos pela ANA (2018), o Brasil é um país rico em recursos naturais, contando com uma das maiores disponibilidades de água doce do mundo, que, porém, não está igualmente distribuída no território nacional. Enquanto 80% dos recursos hídricos se concentram na Amazônia, que ocupa 45% do território brasileiro, em outros 13% da área do País existem regiões semiáridas, com rios intermitentes, e sujeitas a longos períodos de secas.

Também é desigual a distribuição da população no País, havendo áreas intensamente antropizadas, em que a quantidade e a qualidade da água se mostram comprometidas, contrapondo-se a áreas com baixa densidade demográfica e farta disponibilidade hídrica. Esse cenário de desigualdades regionais se reflete no uso da água, exigindo ações específicas no território brasileiro para gestão da oferta e da demanda por recursos hídricos (ANA, 2018).

A água sempre foi um recurso valioso, mas sua relativa abundância no Brasil faz com que a sociedade nem sempre lhe atribua valor. As recentes crises de abastecimento no Brasil e no mundo, estão levando a sociedade a compreender que a gestão da água se tornou uma prioridade global chave. Estima-se que a captação de água aumente globalmente em 50% até 2050 (ONU, 2014). Questões relacionadas ao risco hídrico, gestão de perdas, reutilização de água e novas legislações estão surgindo e exigem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos.

Ademais, o conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, associado ao crescimento demográfico, vem exigindo atenção maior às necessidades de uso de água para as mais diversas finalidades. Uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema é o reuso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (PHILIPPI, 2007).

A aceitação pública é o mais crucial dos elementos na determinação do sucesso ou do insucesso de um programa de reuso de água. A experiência internacional tem mostrado que projetos dessa natureza podem ser tecnicamente viáveis. A água produzida comprovadamente segura, atestada pelos melhores procedimentos científicos disponíveis, podem ser aceitos pelas agências oficiais de meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não ser aceitos pelo público.

Segundo GHISI (2006), existe um interesse global apresentar melhoria no



desempenho dos edifícios, através da redução do uso de recursos escassos e dos custos de operação e manutenção, levando-se em consideração os hábitos culturais e climáticos e as exigências funcionais de cada edifício. Várias medidas de conservação de água têm sido adotadas visando minimizar o consumo deste insumo nas edificações.

A conservação e reuso de água em edifícios multifamiliares apresenta vários benefícios, dentre os quais se destacam, o aumento do número de usuários atendidos com a mesma oferta de água; preservação dos recursos hídricos disponíveis; redução do pico de demanda através da otimização de equipamentos e tubulações; diminuição do volume de águas residuárias. A reciclagem da água apresenta algumas vantagens, tais como, a diminuição do descarte no sistema de esgoto sanitário e a economia de água potável.

Desta forma, o presente trabalho apresentará um estudo de caso referente a um abrigo para crianças localizado no bairro de Vila Isabel, na cidade do Rio de Janeiro, ao qual foi implantando técnicas de reuso de água das máquinas de lavar roupa, com a finalidade de serem utilizadas para lavagem da calçada, pátio e irrigação do jardim, assim como também foi implantado a técnica de reaproveitamento de água de chuva com a mesma finalidade, com intuito de ser utilizada também nas bacias sanitárias.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

Em 1993, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) definiu a data de 22 de março como o Dia Mundial da Água, já eram esperados desafios relacionados à proteção desse bem finito e essencial à vida humana. Cerca de 75% do Planeta é formado por água, mas 97% de toda a água é salgada e apenas 3% pode ser utilizada para consumo. Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), desta parcela de água para consumo, pelo menos 69,9% estão em áreas de geleiras ou neve permanente, 29,9% está depositado em áreas subterrâneas, 0,9% em pântanos e geleiras flutuantes e apenas 0,3% em rios e lagos. E somente esse pequeno percentual é realmente acessível para o consumo humano, dividindo-se em: 67,2% para a irrigação, 9,5% para as indústrias, enquanto o abastecimento urbano representa 8,8%, o abastecimento animal 11,1% e o abastecimento rural 2,4%, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 – Diferentes Usos de Água no Brasil

Fonte: ANA, 2017

Para agravar a situação, observa-se que o consumo de água potável vem aumentando de forma desenfreada, sendo que o principal problema não é o aumento do consumo de água, mas sim o mau uso desse recurso natural. As pessoas ao utilizarem a água, muitas das vezes, acaba destruindo e desperdiçando-a.

A indústria, que consome 9,5% da água disponível, tem contribuído de forma negativa. Muitos processos industriais utilizam a água como matéria-prima, ou como recursos para o resfriamento e limpeza de maquinários. A situação se agrava quando ocorre lançamento de efluentes e resíduos industriais em rios sem tratamento adequado, trazendo impactos ambientais.

O consumo humano é composto por 1 bilhão de pessoas com acesso a água potável, sendo que 40% da população mundial não têm acesso ao saneamento básico. O problema não é ligado somente pelo aumento do consumo e crescimento da população, mas principalmente pelo uso inadequado, tornando este fator o maior contribuinte para a redução da água disponível (ANA, 2005).

Hoje, 250 milhões de pessoas em 26 países sofrem escassez crônica de água, e prevê-se que em 2025 serão 3,5 bilhões de pessoas em 52 países nessa situação, ou seja, conforme a escassez da água avança, passa a ser uma questão de segurança e de defesa da Nação. A responsabilidade é ainda maior para os países considerados fontes hídricas, como o Brasil, que detém 53% da água doce da América Latina e 12% do total mundial (ANA, 2017).

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade hídrica do mundo, sendo que a precipitação média anual é de 1.797mm e as vazões dos rios em território brasileiro correspondem a 12% de todos os recursos hídricos mundiais (ANA, 2007).

No entanto, a variação da disponibilidade de água no país é muito grande, com 80% dos recursos hídricos superficiais presentes na bacia Amazônica, onde habita apenas 8% da população brasileira. Em outras regiões, como o semiárido nordestino, há secas prolongadas, e a disponibilidade de água é considerada um recurso crítico. Na Figura 2, verifica-se a distribuição do território, da disponibilidade hídrica e da população nas regiões do Brasil (ANA, 2017).

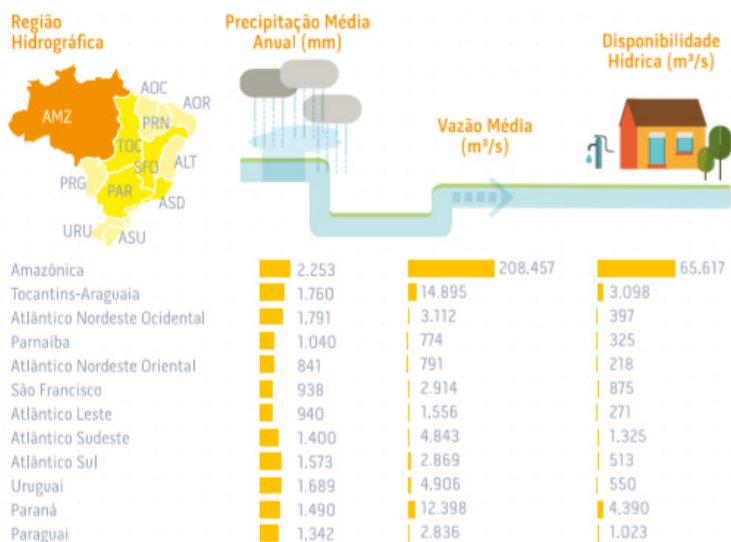


Figura 2 – Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas

Fonte: ANA, 2017

Os dados analisados de acordo com o crescimento populacional no Brasil foram comparados com dados de disponibilidade de água, obtendo-se que em 2100 as regiões Nordeste e Sudeste terão menos que 1000m<sup>3</sup> de água disponível per capita por ano, valor considerado catastróficamente baixo pela UNEP – *United Nation Environment Programme*. Na região Sul, a partir de 2075, o volume será menor que 5000m<sup>3</sup> de água disponível per capita por ano, que é considerado baixo. Estes dados mostram que mesmo o Brasil, que atualmente tem as maiores reservas de água doce do mundo, pode, em poucas décadas, enfrentar sérios problemas com a escassez de água (GHISI, 2006).

Entretanto, no mesmo estudo, pode-se concluir que a utilização em larga escala de água pluvial para fins não-potáveis no setor residencial aumentaria a disponibilidade hídrica ao longo dos anos. Nas regiões nordeste e sudeste, por exemplo, o valor anteriormente calculado de 1000m<sup>3</sup> per capita/ano passaria para 3000m<sup>3</sup> per capita/ano ao se utilizar água da chuva.

A necessidade de preservar os recursos hídricos e evitar desperdícios no uso da água pela população e pelas atividades econômicas se mostrou mais evidente durante a crise hídrica que incidiu severamente no país entre 2013 e 2016, quando 48 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens, principalmente na região Nordeste e também nas regiões Sudeste e Centro Oeste, que não eram comumente afetadas por escassez hídrica (ANA, 2018).

Desde 1997 o Ministério do Interior estabeleceu, para atendimento de forma

gradativa, normas e limites máximos de utilização de água para ser usado em bacias sanitárias, através do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H.

Em 1998 foi estabelecido o Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais vinculado ao PBQP-H que fixou os objetivos de qualidade evolutiva, referentes ao desempenho das louças sanitárias, para poder atender as normas e diretrizes para o uso racional de água. Assim, aos poucos, as bacias sanitárias foram sendo aperfeiçoadas e redesenhadas para se adequar as normas e que consumissem menos volumes de água sem deixar de ser eficiente. Para a contribuição da redução do consumo de água, foi realizado a troca das torneiras por torneiras com temporizador e arejador e as descargas com duplo acionamento.

Durante esse período, diante do risco de desabastecimento, a população passou a adotar procedimentos para evitar o desperdício de água em suas atividades cotidianas, e inúmeras cidades ficaram sujeitas a cortes e sistemas de rodízio de fornecimento de água.

As possíveis razões da melhoria da eficiência do uso da água no Brasil estariam associadas principalmente a ações de gestão das demandas hídricas, tais como a redução progressiva do uso da água para irrigação, promovida pela substituição de métodos ineficientes por tecnologias que minimizam os desperdícios, implantação de processos de reuso da água pelas indústrias e de tecnologias mais eficientes, implementação do instrumento de cobrança pelo uso da água em algumas regiões do País, escassez hídrica e a mudança de hábitos da população, além dos núcleos mais dinâmicos da economia, entre outras.

O desafio, no entanto, é encontrar soluções céleres e econômicas para superar as dificuldades em relação a este cenário, que preocupa a sociedade como um todo e influencia o desenvolvimento econômico do país.

A construção civil apresenta atualmente dados significativos de impactos socioambientais, sendo as edificações responsáveis por cerca de 21% do consumo de toda água tratada no Brasil, número alarmante se identificarmos como principais razões para o alto consumo a ineficiência as edificações do país que apresentam mau planejamento, erros de projetos, falta de manutenção, falta de capacitação em operação predial, falta de políticas de fomento e informação frente a inúmeras oportunidades com desdobramentos econômicos, sociais e ambientais (SODRÉ, 2015).

Através da mobilização de organizações e associações, que vem crescendo cada vez mais no país, a busca por incentivos a práticas sustentáveis tem sido medidas prioritárias que visam o uso racional da água bem como outras ações importantes para redução do impacto ambiental.

Dentre as principais medidas adotadas para que se atinja um resultado positivo na gestão e consumo de água, está a criação de ações inovadoras e utilização de materiais eficientes pelas organizações envolvidas neste setor.

Para SODRÉ (2015), a indústria brasileira evoluiu muito nos últimos anos em relação a infraestrutura e materiais eficientes disponíveis no mercado. Com relação aos metais, o mercado possui hoje produtos tão eficientes quanto os disponíveis nos países desenvolvidos como a Alemanha e os Estados Unidos, e as tecnologias estão cada vez mais acessíveis, tanto na parte de tratamento de água quanto na disponibilidade de produtos eficientes com preços bem menores se comparados há oito anos.

Com o foco em economizar água em pias, chuveiro, rega de jardins e entre outros, as descargas sanitárias passam por despercebido, e são elas que consomem uma grande porcentagem de água nas residências. Segundo HAMZO (2005) apud OLIVEIRA (1999) “as bacias sanitárias são responsáveis por aproximadamente 30% do volume diário consumido em um domicílio.”

Os modelos mais antigos de bacias sanitárias necessitam de grandes volumes de água, chegando a gastar de 12 a 15 litros de água por descarga. Devido a esse motivo é importante otimizar a utilização da água através de equipamentos mais modernos, o reuso de águas cinzas para as bacias sanitárias e/ou até mesmo o reaproveitamento da água de chuva.

Ao iniciar a concepção de um empreendimento, é importante verificar o regime de chuvas da região e a sua periodicidade. Deve-se levar em consideração se a região apresenta falta de água ou enchentes; problemas de erosão decorrentes das chuvas; e/ou carência de saneamento ou abastecimento na região.

Esses dados ajudarão a alinhar as estratégias de projeto – para implantação e operação – e definir a agenda do empreendimento, resultando na seleção de estratégias a serem utilizadas, contribuindo assim com sua sustentabilidade, alinhada à redução de custos em toda a vida útil do empreendimento.

Qualquer iniciativa no sentido de se fazer o uso eficiente da água reverte-se em benefícios para a edificação ao longo de sua vida útil, especialmente na fase de ocupação, na qual ocorre o maior consumo.

O uso racional consiste no desenvolvimento de sistemas hidráulicos com consumo eficiente de água durante toda a vida útil do empreendimento, isto é:

- redução da quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- redução do consumo e do desperdício de água;
- aumento da eficiência do uso de água;
- aumento da reciclagem e do reuso de água.

A adoção deste princípio leva aos benefícios que vão desde a redução dos impactos socioambientais e redução de custos na fase de uso e operação até a divulgação da ação com objetivos comerciais. Um exemplo de um esquema básico de um sistema de aproveitamento de água de chuva é apresentado na Figura 3 abaixo.

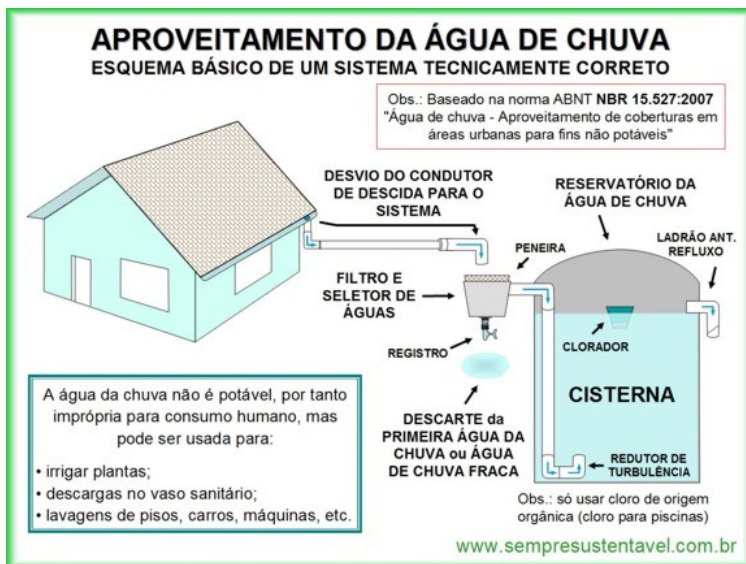


Figura 3 – Esquema de sistema de aproveitamento de água de chuva

Fonte: Sempre sustentável, 2018

## 2.1 Revisão de literatura

### 2.1.1 Aspectos Gerais da Lei das Águas 9.433/1997

A Lei de nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Secretaria de Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas, são fortes instrumentos e instituições de defesa dos Recursos Hídricos (SENRA, 2008), tendo como destaque a Lei de nº 9.433/97.

A Lei nº 9.433/97 conhecida como a Lei das Águas, institui a Política de Recursos Hídricos cujos fundamentos são: a água é um bem de domínio público de uso do povo; usos prioritários e múltiplos da água, tais como, consumo humano, dessedentação de animais, diluição de esgotos, transporte, lazer, paisagística, potencial hidrelétrico, e entre outros.

Sobre águas pluviais, o Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, em seu Capítulo V, artigo 103, estabelece que: “As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo ele dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário”.

Para o reuso da água é necessário observar a resolução do CONAMA nº 357/2005 em que o uso é dividido em classes com seus respectivos usos permitidos. No estudo em questão os usos permitidos se enquadram melhor na Classe 2, de acordo com o Quadro 1.

Classe	Usos Permitidos
<b>Especial</b>	Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; A preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; A preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
<b>1</b>	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; A proteção das comunidades aquáticas; A recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; A irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; A proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
<b>2</b>	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; A proteção das comunidades aquáticas; A recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; A irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; A aquicultura e atividade de pesca.
<b>3</b>	Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; A irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; A pesca amadora; A recreação de contato secundário; A dessedentação de animais
<b>4</b>	A navegação; A harmonia paisagística

Quadro 1 - Classificação das Águas Doces Segundo Seus Usos Preponderantes

Fonte: Adaptado Resolução CONAMA nº357/2005

### 2.1.2 Lei do Saneamento Básico 11.445/07

A Lei 11.445/07 – Lei Federal do Saneamento Básico aborda o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos.

Saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de Abastecimento de água potável; Esgotamento sanitário; Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; Drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

## 2.2 Programa nacional para o uso racional da água

O Programa Nacional para o Uso Racional da Água tem em vista a sustentabilidade na utilização da água, seja no modo qualitativo quanto no quantitativo, envolvendo o meio agrícola, urbano, industrial e manutenção da biodiversidade. Este plano foi elaborado de acordo com as diretrizes da Agenda 21 e as Metas de Desenvolvimento do Milênio, e sua estrutura está separada em componentes, programas e subprogramas. O uso racional da água está baseado no Componente de Articulação Inter setorial, Interinstitucional e

Interinstitucional da Gestão Integrada de Recursos Hídricos, especialmente Programa VI: Programa de Usos Múltiplos e Gestão Integrada de Recursos Hídricos.

Dentre os 6 subprogramas deste programa, apenas 3 são utilizados como base para o Programa Nacional de Usos Racional da Água, sendo estes:

- Subprograma VI.2 – Gestão da Oferta, Ampliação, Racionalização e Reuso das Disponibilidades Hídricas;
- Subprograma VI.3 – Gestão de Demandas Resolução de Conflitos, Uso Múltiplo e Integrado de Recursos Hídricos;
- Subprograma VI.4 – Intervenções Integradas de Saneamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos no Meio Urbano.

Este plano tem como objetivo promover uma oferta maior de água, sem a necessidade de novas captações em mananciais, racionalizar o uso da água, reduzir investimentos na captação de água que ficam distantes do centro urbanos, reduzir a utilização da água tratada para fins secundários, reduzir o consumo de energia nacional no fornecimento de água encanada, reduzir o volume de água a ser captada e tratada. Uma prova de que o aproveitamento de água da chuva é um fator positivo, é o fato de que minimiza o perigo de enchentes e contaminação de córregos.

### **2.3 Reuso da água**

O objetivo proposto é a gestão e conservação das águas dentro de uma edificação de 2 andares, com a finalidade de ser um abrigo para 20 crianças no bairro de Vila Isabel, no estado do Rio de Janeiro, ao qual são realizados a incorporação de dispositivos economizadores de água e reaproveitamento das águas pluviais e o reuso das águas cinza.

Analisando os despejos domésticos dentro da visão de proteção da água, há que se considerar a hipótese de reaproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas – aquelas oriundas de ralos, chuveiros, tanques e lavatórios. Nesse caso, ao invés da edificação contar com apenas um reservatório, ela passaria a contar com dois sendo um de água limpa e outro com as águas a serem reaproveitadas. Nessa hipótese, o abastecimento de água das bacias sanitárias passaria a ocorrer através do segundo reservatório superior. Há que se considerar, ainda, a hipótese de, por alguma falha no sistema, não existir água suficiente no reservatório para alimentar as bacias sanitárias. Nesse caso, seria necessária uma alimentação suplementar do reservatório de água limpa como medida de segurança.

De acordo com a avaliação, pode-se constar num país com altos índices pluviométricos como o Brasil, o reaproveitamento das águas pluviais para higiene e até consumo deveria ser considerado. Uma alternativa para a reutilização das águas cinza, o mais indicado seria a redução do consumo da água, adotando, por exemplo, a coleta e compostagem dos efluentes sanitários.



### 2.3.1 Riscos do Reuso

O contato humano com água de reuso pode ocorrer de diversas maneiras (BLUM, 2007):

- Contato por ingestão direta de água;
- Contato por ingestão de alimentos crus e verduras irrigadas e consumidas cruas;
- Contato por ingestão de alimentos processados (caso dos vegetais enlatados que foram irrigados com água de reuso);
- Contato por inalação de aerossóis formados, por exemplo, em sistemas de irrigação por aspersão ou em aeração superficial de lagoas;
- Contato por meio da visão e do olfato, como no caso das descargas sanitárias.

Segundo BLUM et. al (2007) há 05 critérios gerais de qualidade no planejamento de sistemas de reuso:

- O reuso não deve resultar em riscos sanitários à população;
- O reuso não deve causar nenhum tipo de objeção por parte dos usuários;
- O reuso não deve acarretar prejuízos ao meio ambiente;
- A fonte de água que será submetida a tratamento para posterior reuso deve ser quantitativa e qualitativamente segura;
- A qualidade da água deve atender às exigências relativas aos usos a que ela se destina.

Segundo NARDOCCI (2007) os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, associado ao reuso de água, preocupam a sociedade por dois motivos principais: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento de água que, apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, não removem completamente todas as substâncias indesejadas da água. Assim sendo, é necessário equilibrar as relações risco/benefício e custo/eficácia das tecnologias de tratamento, tendo em vista que quanto mais nobre o uso pretendido, mais alto o custo dos investimentos necessários.

O gerenciamento dos riscos é o conjunto de procedimentos, normas e regras, tendo como objetivo controlar e minimizar riscos, sendo abrangente de todas as atividades técnicas, legais, decisórias, de escolhas sociais, políticas e culturais que se encontrem associadas, diretamente ou indiretamente, com as questões de risco em nossa sociedade (NARDOCCI, 2007).

### 2.3.2 *Vantagens do Reuso*

A captação de água da chuva é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, onde novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo benefício. A utilização de água de chuva traz várias vantagens (AQUASTOCK, 2005):

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento dela;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, entre outros;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é sempre positivo;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios.
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

### 2.3.3 *Sistema de Tratamento*

As medidas de segurança necessárias para implementação de um programa de reuso incluem (BLUM, 2002):

- Aplicação de tratamento compatível com a qualidade dos efluentes brutos;
- Garantia de que o sistema de tratamento produzirá água com qualidade e quantidade exigidas;
- Adequabilidade do projeto, instalação e operação do sistema de distribuição.

Portanto, para se implantar um sistema de tratamento de água de reuso deve-se identificar a qualidade mínima exigida para os tipos de usos pretendidos.

Cabe ressaltar que no Brasil ainda não existem diretrizes ou normas para caracterização de águas cinzas. Porém, a Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997) que institui a política nacional de recursos hídricos, cita em seus objetivos a garantia de disponibilizar água para à atual e às futuras gerações, em padrões adequados aos respectivos usos.

A Resolução nº 54 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005) estabelece modalidade, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional. A referida resolução adota algumas definições importantes como:

- Produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;
- Distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;
- Usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

A referida resolução cita também a utilização de reuso de água em edificações, porém não estabelece as diretrizes, os critérios e os parâmetros específicos.

Além disso, também ficou estabelecido que a atividade de reuso de água seja informada ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins cadastrais, devendo conter:

- Identificação do produtor, distribuidor ou usuário;
- Localização geográfica da origem e destinação da água de reuso;
- Especificação da finalidade da produção e do reuso de água; e,
- Vazão e volume diário de água de reuso produzida, distribuída ou utilizada.

A NBR 13.969 (ABNT,1997) aborda a utilização de efluentes tratados com qualidade não potável em atividades como irrigação dos jardins, lavagens de pisos e de veículos, descarga de bacias sanitárias, entre outros. Além disso, a norma cita que o sistema de reuso deve ser planejado definindo-se os usos previstos do esgoto tratado, o volume a ser reutilizado, o grau de tratamento necessário, o sistema de preservação e distribuição, bem como, o manual de operação e treinamento dos responsáveis.

A água cinza é potencialmente perigosa, por isso, deve-se ter bastante cuidado quando o sistema estiver instalado. Um dos maiores perigos é a possibilidade de a água cinza ser utilizada para fins inadequados ou ser realizada uma ligação inadvertidamente com o sistema de água potável.

## 2.4 Estudo de caso

É sabido que vivemos uma situação de crise hídrica no país, agravada pelo mau uso e desperdício recorrentes. Projetos que resultem em uma otimização do aproveitamento da água pela sociedade, portanto, surgem como ferramentas essenciais para contornar este cenário. O objetivo do projeto realizado no ano de 2015, foi a implementação da captação de água de chuva no abrigo AMAR, localizado no bairro de Vila Isabel, na cidade do Rio de Janeiro, que abriga cerca de 20 crianças. A água coletada foi reutilizada para a irrigação de plantas, lavagem de calçadas e em descargas das bacias sanitárias. O intuito do projeto é proporcionar benefícios diretos de caráter social e econômico às crianças residentes no abrigo. O Brasil hoje sofre os efeitos resultantes das anomalias climáticas que vêm ocorrendo no planeta; portanto, o projeto tem o objetivo de promover a conscientização da importância da água e capacitar voluntários para que possam construir um sistema de

captação de água de chuva de baixo custo.

A chuva é uma fonte de água muito importante e sua captação pode ser essencial, principalmente porque é uma fonte finita. O aproveitamento das águas pluviais está vinculado ao reuso da água, e por não ter sido utilizada anteriormente, esta possui uma boa qualidade.

Esta prática de reaproveitamento de águas pluviais não é de hoje, de acordo com TOMAZ (2003) há reservatórios escavados há 3.000 A.C., em média. A mais antiga instalação de captação dessas águas, no Brasil, foi feita em 1943, na Ilha de Fernando de Noronha (AZEVEDO NETTO, 1991 apud CARLON, 2005).

Este reaproveitamento traz grandes benefícios tanto para a sociedade como para o meio ambiente, como:

- acréscimo da segurança hídrica;
- redução dos investimentos na captação da água de rios distantes das cidades;
- redução do volume de água que seria captada e tratada;
- redução dos riscos de enchentes e erosão de margens de rios;
- redução de custos ocasionados por inundações; etc.

Um problema desse sistema é que haverá diminuição do volume coletado em períodos de estiagem, sendo necessário unir captação e grandes reservatórios para suprir nessas épocas em que não haverá chuva.

Segundo o art. 102 do Código das Águas, “consideram-se águas pluviais as que procedem imediatamente de chuvas”, sendo que estas águas conforme art. 103, “pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo ele dispor delas à vontade, salvo existindo direito contrário”. Continuando o art. 103, são encontradas algumas limitações de uso, inseridas nos incisos I e II do parágrafo único, onde é visto que não é permitido desperdiçar essas águas em prejuízo de outros que poderias aproveitá-las, sofrendo pena de indenização, e também, não é permitido desviar essas águas do curso natural tornando-as para outro, sem consentimento dos donos que poderiam recebê-las. De acordo com o art. 104, é constatado que após transpor o nível do terreno, a água é sujeita ao regime das águas públicas. O art. 105 dispõe de que as águas que caem do beiral, não podem atingir o imóvel do vizinho. Pelo que está descrito nos artigos 107 e 108, as águas que caírem em terrenos público de uso comum, fica livre a captação, porém não é permitido construir reservatório nesses lugares, a não ser por licença da Administração Pública.

O modelo de cisterna que serve como base para a implementação do projeto é o modelo proposto pelo “Movimento Cisterna Já”, iniciativa independente que possui como objetivo passar para interessados meios simples e eficientes de melhor aproveitamento dos recursos hídricos, sendo um deles a captação de água da chuva.

A minicisterna, desenvolvida por Edison Urbano, idealizador deste movimento, é de baixo custo e fácil reprodução. Todos os elementos necessários para a construção desta cisterna podem ser encontrados em qualquer loja de construção. Apresentado na Figura 4, podemos entender melhor o esquema do projeto da tecnologia básica da minicisterna.

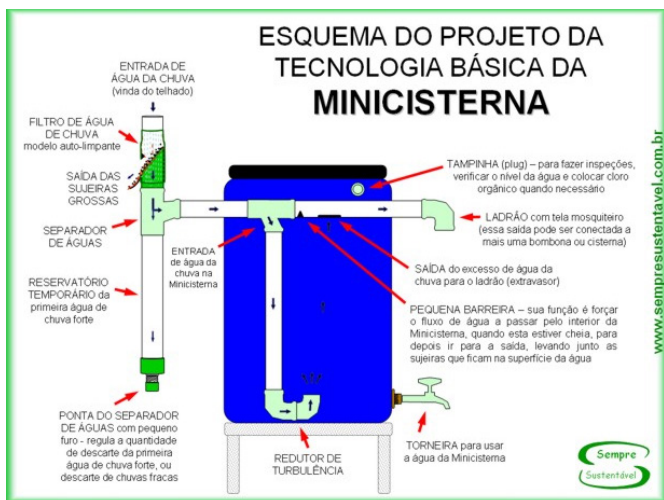


Figura 4 - Modelo de Minicisterna

Fonte: [www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br)

O Quadro 2 apresenta a lista dos elementos (materiais) necessários para a construção de uma minicisterna e seus respectivos preços atualizados no mercado.

Material	Quantidade necessária	Preço médio (valor unitário)	Preço médio (valor total)
Tubo de 75 mm (3 m)	04	R\$ 35,90	R\$143,60
Cap de 75 mm	01	R\$ 6,99	R\$ 6,99
Cap de 40 mm	01	R\$ 4,59	R\$ 4,59
Joelho de 90° p/ esgoto de 75 mm	03	R\$ 7,90	R\$ 23,70
Tê de 75 mm	01	R\$ 17,90	R\$ 17,90
Joelho de 45° p/ esgoto de 75 mm	01	R\$ 5,59	R\$ 5,99
Anel de borracha de 75 mm	03	R\$ 3,99	R\$ 11,97
Tela Mosquiteiro	01	R\$ 34,90	R\$ 34,90
Torneira para tanque 3/4"	01	R\$ 49,00	R\$ 49,00
Bombona de 200L (medida 90 cm altura x 60 cm. diâmetro)	03	R\$ 160,00	R\$ 480,00

Quadro 2 – Lista de elementos para construção do projeto

Fonte: Autora

Diante do exposto acima, o custo final do projeto foi de aproximadamente R\$778,64. Os materiais mencionados acima são utilizados para construir os três componentes principais do modelo de minicisterna:

- Filtro de Água de Chuva
- Separador de Águas
- Minicisterna

#### *2.4.1 Funcionamento do Equipamento de Captação*

- Telhado – Funciona como captador de água de chuva;
- Calha ou coletor – Um modelo de coletor ou calha deve existir ou ser instalado para reunir a água que vem do telhado;
- Filtro grosseiro – Um filtro de tela para reter galhos, folhas, e outras impurezas grosseiras;
- Separador de Primeiras Águas – O início de uma chuva lava o telhado e a atmosfera, arrastando impurezas finas que precisam ser separadas e descartadas;
- Reservatório – Para acumular a água de chuva é necessário um reservatório. A determinação correta desse volume é da máxima importância, e depende da área do telhado, do consumo, da existência ou não de outras fontes supridoras de água de qualidade confiável, a quantos meses de seca está sujeito, entre outros. O reservatório deve ser fechado para evitar entrada de sujeiras e da luz solar, para evitar propagação de algas;
- Sistema de Recalque – Bombas e sistema de segurança e automação para envio da água estocada para caixas de alimentação;
- Caixas de alimentação Secundárias – Reservatórios intermediários;
- Rede de reuso – rede exclusiva e independente de água para reaproveitamento da água reservada. Não pode se misturar com água potável.

#### *2.4.2 Filtro de Água da Chuva*

O filtro tem como função separar os sedimentos maiores, como folhas e gravetos, de modo que estes não entrem na cisterna. A montagem é feita com dois pedaços de tubo de PVC, um encaixado no outro, com uma tela (tela mosquiteiro) entre os dois.

Esse filtro de água de chuva auto limpante e de baixo custo foi desenvolvido para ser instalado na tubulação de descida de água da calha do telhado. Ele é feito com tubo de 75mm e serve para telhados de até 50m<sup>2</sup>. Para projetos maiores é utilizado um filtro para

cada 50m<sup>2</sup> de telhado, ou seja, para cada 50m<sup>2</sup> de telhado faça uma descida com tubo de 75mm e instalar um filtro.

$$QF = 37 \text{ m}^2 / 50 \text{ m}^2$$

$$QF = 0,74$$

### 2.4.3 Separador de Águas

Este componente é responsável por separar as primeiras águas da chuva, carregadas com o excesso de poluição presente na atmosfera, assim como a sujeira presente nos telhados das residências. Após o descarte inicial, as águas (mais limpas) são encaminhadas para a cisterna, representado na Figura 5.

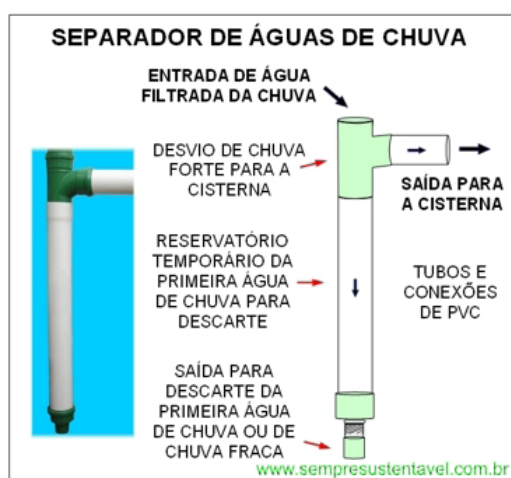


Figura 5 - Separador das primeiras águas

Fonte: [www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br)

A princípio, a cisterna irá captar a água proveniente do teto da construção principal, onde se encontram a cozinha e os dormitórios. O levantamento do potencial de captação nesta área do abrigo nos indicou que um conjunto de 3 a 4 bombonas seria o ideal, resultando em uma quantidade total de água acumulada de 740 L, de acordo com os cálculos.

$$V = (A \cdot h) \cdot 1000 \text{ (litros)}$$

**V = Volume em litros**

**A = área em m<sup>2</sup>**

**h = altura de chuva em metros**

$$QB = V/C$$

**C = Volume da bombona**

Considerar chuva de altura  $h = 20\text{mm}$  em um telhado de  $37\text{m}^2$  e a capacidade de volume armazenado de cada bombona a ser utilizada de 200 litros.

$$V = 37\text{m}^2 * 0,020\text{m} * 1000$$

$$V = 740 \text{ litros}$$

$$QB = 740/200$$

$$QB = 3,7 \approx 4 \text{ Bombonas}$$

#### 2.4.4 Aproveitamento da Água de Máquinas de Lavar

As máquinas de lavar com 8 kg de roupas sujas consomem uma média de 120L para realizar todo o seu ciclo de lavagem. Levando em consideração a quantidade de crianças e roupas sujas produzidas constantemente, faz-se necessária a implementação de um sistema que possa reutilizar toda essa quantidade de água atualmente desperdiçada.

Existem inúmeros projetos para reutilização dessa água. Porém, é necessário levar em consideração que a água resultante do 1º ciclo de lavagem é bastante suja, chegando a apresentar um índice elevado de sais e coliformes. A partir do 2º ciclo, a água se torna própria para lavagem de pisos e irrigação de plantas.

Assim sendo, o projeto ideal para reutilização dessas águas seria capaz de captar em recipientes separados as águas do 1º e 2º ciclo. A primeira água poderia ser utilizada em descargas de vasos sanitários, enquanto as águas dos outros ciclos apresentariam um uso mais diversificado e menos restritivo.

#### 2.4.5 Estimativa de Economia Proporcionada

Através dos dados meteorológicos disponibilizados desde o ano 2000 pela Agência Nacional de Águas (ANA) para a região do abrigo no Rio de Janeiro, foi possível fazer uma estimativa da precipitação mensal na região do abrigo, representado no Quadro 3.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2000	-	215,5	150,6	29,6	9,4	0	35,7	47,8	106,9	34,8	156,7	237,2
2001	116	162,4	182,9	18,5	44,5	0	19,8	39,1	24,7	106,3	201	263,4
2002	218,5	200,5	73,9	40,1	81,4	4	26,4	38,9	101,6	120,7	191,1	245,4
2003	498,9	59,6	201,1	59,4	35,4	2,9	21	31,4	45,3	200,7	167	132,5
2004	161,9	366,3	103,7	194,5	66,7	63	49,8	19,2	6,8	135,2	177,3	257,7
2005	278	112,9	208,3	151,3	69,8	14,1	35,5	3,2	49	61,6	136,8	136,5
2006	214,5	325,1	76	24,2	44,3	3,4	25,5	31,5	38,5	133,4	198,4	-
2007	215,4	129,5	62,6	36,6	55,3	5,6	37,7	2,1	11	81,0	174	-
2008	232,9	288,3	-	27,7	-	10,2	2,8	60,6	44,4	125,1	229,9	364
2009	449,2	330,6	123,4	51,5	76,6	30,4	47,6	33,9	104	186,6	245	382,9
2010	328,5	123	248,1	64,3	30,5	10,4	52,8	1	60,1	87,8	150,2	257,7
2011	184,1	82,2	142,8	62,7	17,6	27,9	2,2	5,3	0,9	31,8	33,7	202,4



2012	549,7	82,5	105	79,9	80	65,7	17	20,6	49,5	43,4	107,8	161,1
2013	397,9	241,2	106,5	75	62,1	35,3	127,3	17,3	53,9	119,9	181,3	192,1
2014	113,5	30,7	212,8	55,3	45,5	36,2	18,5	14,2	33,2	55,1	142,6	244,5
2015	136,3	187	267,6	124	26,5	31,3	2,8	22,9	106,6	29,4	245	193,4
2016	260,4	140,8	254,5	12,1	5,3	95,7	0,3	16,7	71,1	70,9	282,7	188,3
2017	420,6	52,7	159,7	92,1	16,1	15,9	0	-	10,3	120,3	-	188,3
2018	331,3	153,7	171,2	62,1	42,8	5,5	14,3	54,2	-	-	-	100,3

Quadro 3 - Precipitação Média Mensal na região do abrigo (mm/mês)

Fonte: Autora

Através destes dados, foi traçar o Gráfico 1 no qual foi possível verificar que o período de chuvas na região se concentra de janeiro a abril e de setembro a dezembro, enquanto o período de seca é de maio a agosto. Este gráfico reforça que esta região apresenta historicamente um extenso período de chuvas ao longo, sendo, portanto, um ótimo local para instalação de captação de água de chuvas.

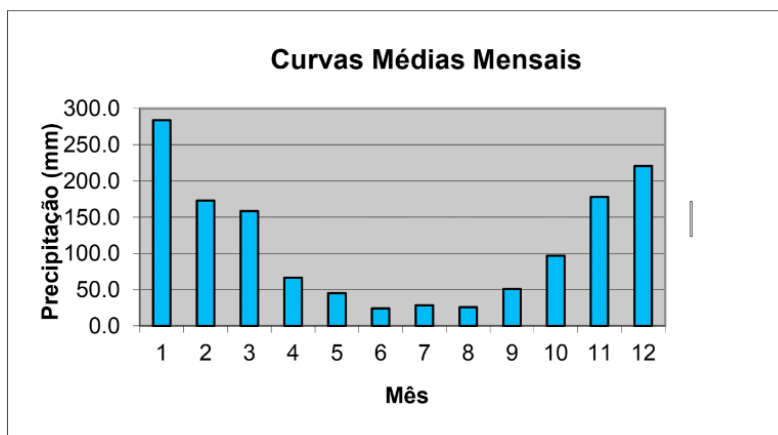


Gráfico 1 – Curvas Médias Mensais no Rio de Janeiro

Fonte: Autora

Ademais, neste Gráfico 2, é possível observar que o índice pluviométrico nesta região é bem alto, apresentando uma média de 1300mm de chuva por ano, média superior à média nacional de 800mm. Desta forma, a pluviosidade anual reforça a viabilidade de instalação de sistema de captação de água de chuva no local de estudo.

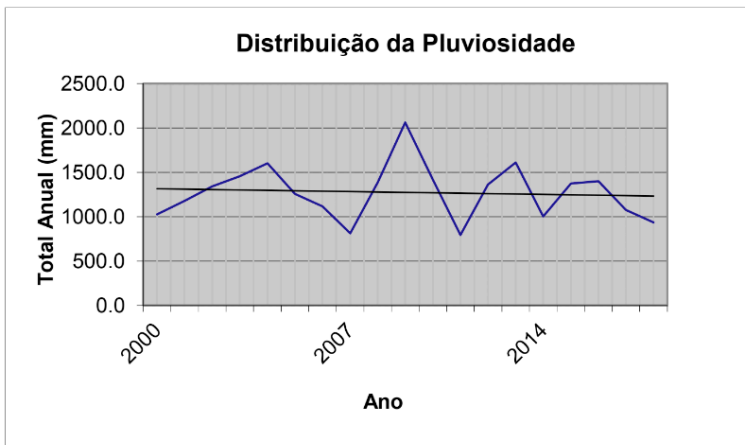


Gráfico 2 – Distribuição da Pluviosidade no Rio de Janeiro

Fonte: Autora

Como a área do sistema de coleta é de aproximadamente 37 m<sup>2</sup>, a estimativa é de que o sistema colete em média 51 m<sup>3</sup> por ano. De acordo com os cálculos, pode-se obter uma redução do consumo de água equivalente a 4.250L/mês e uma redução R\$18,09/mês na conta de água, totalizando em uma economia de R\$217,08/ano, conforme pode-se verificar nos cálculos.

$$51.000\text{L/ano} \div 12 \text{ (meses)} = 4.250\text{L/mês}$$

$$4.250\text{L/mês} \div 1000 = 4,25\text{m}^3$$

$$\text{R\$ } 3,791 \text{ (tarifa da concessionária em m}^3\text{)} * 4,25\text{m}^3 = \text{R\$16,11/mês}$$

$$\text{R\$16,11} + \text{R\$1,42 (rec. hídricos)} + \text{R\$0,56 (tx. regularização)} = \text{R\$ } 18,09\text{/mês}$$

$$\text{R\$18,09} * 12 \text{ (meses)} = \text{R\$217,08}$$

$$\text{Total} = \text{R\$217,08/ano}$$

Além disso, o uso médio da máquina de lavar é de cerca de 120L diários, resultando em uma quantidade anual de 44 m<sup>3</sup>. Conforme os cálculos, pode-se obter uma redução do consumo e água equivalente a 3.667L/mês e uma redução de R\$15,89/mês na conta de água totalizando em uma economia de R\$190,68/ano.

$$44.000\text{L/ano} \div 12 \text{ (meses)} = 3.667 \text{ L/mês}$$

$$3667\text{L/mês} \div 1000 = 3,67\text{m}^3$$

$$\text{R\$ } 3,791 \text{ (tarifa da concessionária em m}^3\text{)} * 3,67\text{m}^3 = \text{R\$13,91/mês}$$

$$\text{R\$13,91} + \text{R\$1,42 (rec. hídricos)} + \text{R\$0,56 (tx. regularização)} = \text{R\$15,89}$$

$$\text{R\$15,89} * 12 \text{ (meses)} = \text{R\$190,68}$$

$$\text{Total} = \text{R\$190,68/ano}$$

Por fim, levando em consideração que o custo cobrado pela distribuidora é de R\$3,79/m<sup>3</sup> mais a taxa de recursos hídricos e taxa de regularização, o sistema de captação

gera uma economia anual de aproximadamente R\$407,76 somando os dois projetos de reaproveitamento e reuso de água. Sendo assim, o retorno do sistema de captação, referente ao custo inicial de implementação, se daria logo no 2º ano.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recente crise hídrica se destaca como um alerta para todos, fazendo-nos lembrar do quão suscetíveis somos às consequências da mudança climática, que infelizmente ocorrerão de forma cada vez mais frequente. O sistema de captação proposto tem como objetivo não somente o impacto econômico referente à coleta direta desta substância preciosa, mas acima de tudo fomentar a responsabilidade socioambiental e o potencial que cada um de nós tem para engrandecer a nossa sociedade.

Contudo é preciso se atentar algumas limitações referentes à instalação deste sistema de captação, uma vez que é necessário dispor de uma área considerável, como por exemplo neste caso uma área de 37m<sup>2</sup> desde que passou a comportar este sistema, passou a ser inutilizada para outros fins.

Adicionalmente, é importante verificar se a estrutura desta área comporta o peso do sistema, principalmente os tambores de água de 200 litros. Desta forma, é essencial que seja conduzido um estudo estrutural, para analisar se a estrutura suporta o peso que o sistema agrega na área.

### REFERÊNCIAS

ANA – **Agência Nacional de Águas** – Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6>> Acesso em: mar.2019 às 03:12

AQUASTOCK – **Água da Chuva. Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva.** Disponível em: <<http://www.engeplasonline.com.br>> Acesso em: mar.2019 às 2:55

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Tanques Sépticos – Acquasana Tratamento de Efluentes: NBR-13.969.** Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.

BLUM, J. R. C. **Critérios e padrões de qualidade da água.** NARDOCCI, A. C; FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; HESPANHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. Reuso de Água. São Paulo. Ed. Manole: 2007. P. 125-173.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, mar. 2005.

**Conjuntura de Recursos Hídricos Brasil, 2017** – Disponível em: < <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>> Acesso em: mar.2019 às 03:00

EDISSON URBANO. **Sempre Sustentável**. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/>. Acesso em: jun. 2019 às 03:20

**Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba**. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/heitorv.pdf>. Acesso em: mai. 2019 às 23:34.

**Gestão das águas pluviais no meio urbano**. Disponível em: [http://www.cbcs.org.br/sushi/images/sura\\_pdf/sem%20agua%2012-08-2010%20-%20Rodolfo%20Scarati.pdf](http://www.cbcs.org.br/sushi/images/sura_pdf/sem%20agua%2012-08-2010%20-%20Rodolfo%20Scarati.pdf). Acesso em: mai 2019 às 1:50.

GHISI, E. **Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil**. *Building and Environment*, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

HAMZO, Samir Tanios. **Avaliação da Economia de água obtida pelo uso de dispositivo seletivo de descarga em bacias sanitárias com caixa acoplada**. 2005. Dissertação (Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

NARDOCCI, A. C. **Avaliação de riscos em reuso de água**. FINK, D. R.; GRULL, D.; SANTOS, G. J.; PADULA, H.F.; BLUM, J. R. C.; EIGER, S.; PAGANINI, W.S.; HESPANHOL, I.; PHILIPPI, A. J.; BREGA, D. F.; MANCUSO. P. C. S. *Reuso de Água*. São Paulo. Ed. Manole: 2007. p.403-430

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the group on the environment**. Paris: OECD, 1993. ONU – ORGANIZAÇÃO

OLIVEIRA, Carla Montefusco de. **Desenvolvimento sustentável: uma discussão ambiental e social**. 2007. Dissertação (Pós-graduação em Políticas Públicas) – III Jornada Internacional de Políticas Públicas, Universidade Federal do Maranhão, Maranhão.

PHILIPPI A. J. Introdução. NARDOCCI, A. C.; FINK, D. R.; GRULL, D.; SANTOS, G. J.; PADULA, H.F.; BLUM, J. R. C.; EIGER, S.; PAGANINI, W.S.; HESPANHOL, I.; PHILIPPI, J.; BREGA, D. F.; MANCUSO. P. C. S. **Reuso de Água**. São Paulo. Ed. Manole: 2007. p. 13-17.

**Programa Nacional para Uso Racional da Água**. Disponível em: [http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=1350](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1350). Acesso em: mai. 2019 às 12:45.

SENRA, J. B. **Cuidando das águas por um Brasil melhor**. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: mar. 2019 às 16:36

SODRÉ, Virginia. **Água: preservar para conservar**. Revista Green Building Council, ano 1, n. 1, p. 30–35, ago. 2014

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 72, 75, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 90, 91, 93, 95, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 140

Água de chuva 111, 113, 117, 118, 122, 123, 124, 126, 129

Água mineral 1, 3, 6

Águas cinza 111, 120

*Allium cepa* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Ambiente 1, 2, 8, 18, 28, 32, 37, 39, 45, 60, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 92, 109, 111, 112, 121, 122, 124, 131, 136, 141, 144

Amostragem 11, 37, 42, 45, 47, 104, 107

Amostras 4, 7, 19, 21, 23, 25, 29, 31, 32, 36, 40, 41, 48, 49, 61, 62, 68, 75, 92, 135, 136, 137

Antioxidante 9

Argila expandida 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75

### B

Baixo custo 11, 52, 53, 58, 124, 125, 126

### C

Carotenoide 9, 10, 11, 12, 14

Citotoxicidade 1, 5, 7

Condicionamento físico 105, 109

Condomínios 77, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 91

Construção civil 59, 60, 61, 75, 116, 144

Consumo humano 2, 7, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 46, 49, 50, 113, 114, 118, 119

### D

Degradação da matéria orgânica 94, 96

Desnitrificação 133, 140, 141

Digestão anaeróbia 16, 20, 94, 95, 96

### E

Economia 113, 116, 128, 130, 131, 132

Efluentes 16, 18, 21, 22, 26, 27, 28, 31, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 77, 84, 87, 90, 91, 92, 94, 95, 103, 114, 120, 122, 123, 131, 134, 135, 138, 141, 142

Efluentes industriais 16, 95

Efluente têxtil 94, 95, 96, 99, 101, 102, 103

## **F**

Frigorífico 28, 133, 134, 135

Frigoríficos de pescado 16

## **I**

Instituições educacionais 52

## **L**

Legislação ambiental 38, 77, 86

Licenciamento ambiental 77, 83, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 92

Lodo 16, 18, 19, 27, 28, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 70, 71, 73, 75, 76, 94, 95, 97, 99, 135

## **M**

Matéria orgânica 18, 19, 24, 26, 27, 94, 95, 96, 98, 102, 133, 135, 142

Meio ambiente 2, 18, 28, 39, 45, 60, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 92, 109, 111, 112, 121, 122, 124, 131, 141, 144

Modelagem matemática 94, 95

Mutagenicidade 1, 3, 5, 6, 7

## **N**

Nitrificação 103, 133, 139, 140, 141

Nutrição 9

## **P**

Pigmentação 9, 11, 12, 13, 14

Poluição atmosférica 104, 105, 106, 109

Potabilidade 7, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 40, 49

Propriedades rurais 29, 30, 31, 35, 36, 37

## **Q**

Qualidade ambiental 82, 90

Qualidade da água 1, 2, 7, 16, 18, 31, 33, 36, 37, 45, 46, 48, 79, 93, 112, 121, 131

Qualidade do efluente 39, 42

## **R**

Reator tipo uasb 94

Reciclagem 113, 117

Recursos hídricos 30, 37, 77, 79, 91, 92, 93, 95, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 130

Reuso 58, 111, 112, 113, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 131, 132

Reuso de águas 111, 117

Reutilização 53, 112, 120, 128

## **S**

Sensoriamento 52, 53, 54

Sustentabilidade 77, 83, 111, 117, 119, 144

Sustentável 8, 111, 118, 132, 144

## **U**

Urbanização 105, 106, 109, 111

Uso racional 52, 92, 111, 116, 117, 119, 132

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

# 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

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



# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

# 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

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