

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)



# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)



# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

**Edição de Arte** Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Revisão** Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

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

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

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

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

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

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

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

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia

Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil

Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

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

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

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

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

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

Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária

Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná

Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina

Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro

Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College

Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social

Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay

Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA

Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis

Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará

Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás

Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe

Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná

Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental

2

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-219-7

DOI 10.22533/at.ed.197202407

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

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

  
Ano 2020

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Excelente leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

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

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

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

## SISTEMA PARA INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO SOLO E SUBSOLO DE CURITIBA EM VIAS URBANIZADAS

*Data de aceite: 01/07/2020*

### **Vinicios Hyczy do Nascimento**

Engenheiro Civil, Mestre em geologia pela UFPR;  
e-mail: vinnascimento@smop.curitiba.pr.gov.br

### **Ernani Francisco da Rosa Filho**

Prof. Dr. do departamento de Geologia da UFPR;  
e-mail: ernani@ufpr.br

### **Luiz Eduardo Mantovani**

Prof. Dr. do departamento de Geologia da UFPR;  
e-mail: lem@ufpr.br

### **Eduardo Chemas Hindi**

Prof. Dr do departamento de Geologia da UFPR;  
e-mail: hindi@ufpr.br

**RESUMO:** O avanço do crescimento das cidades, por mais ordenado que seja, cria alterações no meio ambiente. Onde antes haviam matas e campos, agora existem casas, edifícios, ruas asfaltadas, galerias de águas pluviais, etc. O processo de impermeabilização do terreno é um dos fatores que alteram significativamente o ciclo hidrológico, pois impede a infiltração das águas no solo e subsolo e incrementa o seu escoamento superficial com o agravante aumento das velocidades de fluxo, causando enchentes, erosões e assoreamentos a jusante. As águas

subterrâneas sofrem sensíveis alterações, pois não são recarregadas e, portanto, não alimentam os rios nas épocas de estiagem, havendo um decréscimo significativo da sua vazão de base. Neste contexto, vê-se a importância do estudo geológico da região em apreço, em especial a Formação Guabirota, a fim de implantar um sistema para infiltração das águas pluviais. O objetivo deste trabalho, portanto, é idealizar um sistema de controle do escoamento das águas pluviais em vias públicas, através da instalação de caixas de captação de águas pluviais dotadas de sistema de contenção e infiltração destas águas na camada não saturada do solo e subsolo da Bacia Sedimentar de Curitiba, de modo a atenuar as alterações provocadas pela impermeabilização do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impermeabilização, infiltração, Formação Guabirota.

**ABSTRACT:** The development of the cities, no matter how orderly it is, changes the environment. Where there used to be fields and forests, there are now buildings, paved streets, galleries of pluvial waters, etc. The covering of land with impermeable surfaces is one of the factors that changes the hydrological cycle, because it obstructs the water percolation to the underground and increases the runoff, which

causes floods, erosions and sedimentations. The underground water flow is substantially altered because it is not recharged, therefore, it does not feed the rivers at dry seasons anymore causing a decrease of the river flow. In this context, we see the importance of the geological study of Curitiba region, in order to implement a system which can infiltrate the pluvial waters. The objective of this study so, is to create a system of pluvial water flow control on public streets, through the installation of “gully pots” made up with a contention and infiltration system of these waters at two points with different litologic features, the Guabirota’s Formation and the Atuba Complex, in the insaturated layer of the soil and subsoil of Curitiba’s sedimentary basin.

**KEYWORDS:** Impermeable surfaces, infiltration, Curitiba's sedimentary basin.

## INTRODUÇÃO

O balanço hídrico em bacias urbanas altera-se, com o aumento do volume do escoamento superficial e a redução da recarga natural dos aquíferos e da evapotranspiração. A tendência da redução da recarga dos aquíferos produz o rebaixamento do nível freático e a diminuição das vazões fluviais durante as estiagens. Como existem ligações clandestinas na rede pluvial, a redução do fluxo natural é compensada pelo escoamento do esgoto, o que cria um ambiente de baixa qualidade de água, encontrado na maioria das cidades brasileiras. Em um eficiente sistema de rede de distribuição de água (s/ vazamentos), rede de esgoto e tratamento, sem ligações clandestinas, o sistema urbano teria seus riachos praticamente secos durante as estiagens. Esse processo pode ser revertido com a utilização maior de superfícies permeáveis e áreas de infiltração.

De acordo com Giusti (1989), o Plano Diretor de Curitiba de 1966 desconsiderou completamente o suporte geológico. Foi criado um desequilíbrio sensível nos processos ecológicos do Município, principalmente quanto à proteção do solo e preservação dos mananciais e zonas de recargas dos aquíferos. Surgiram zonas com excessiva impermeabilização devido às edificações que são prejudiciais a aeração, insolação e infiltração das águas pluviais no solo.

Neste trabalho, estudaremos a implantação de um sistema de reservação e infiltração (SRI) das águas pluviais a fim de avaliar seu comportamento no solo da Formação Guabirota e também no solo do Complexo Atuba, dirimir alagamentos, erosões e assoreamentos, assim como permitir a recarga do lençol freático.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA

A Geologia do Município de Curitiba compreende duas situações fundamentais. A primeira, representada pelos terrenos pré-cambrianos, é constituída pelas rochas do Complexo Cristalino e do Grupo Açungui e, a segunda, é constituída pelas formações

cenozóicas do Neogeno, possivelmente datando das séries do Mioceno (23 Ma até 7,2 Ma), pela Formação Guabirotuba e durante as séries do Pleistoceno (1,8 Ma até o presente) pelos depósitos aluvionares. (Salamuni, E.; Ebert, H. D.; Hasui, Y., 2004; Riffel, S. B., 2005).

Segundo Giusti (1989), os depósitos de sedimentos da Formação Guabirotuba, atingem espessuras máximas de até 80 m, na porção central da Bacia de Curitiba. Esses depósitos compreendem seqüências litológicas nas quais predominam os argilitos e areias arcossianas, sendo que em quantidades reduzidas ocorrem sedimentos rudáceos.

A Formação Guabirotuba é caracterizada por rochas sedimentares depositadas durante o preenchimento da Bacia de Curitiba. São argilas de composições bentoníticas a montmoriloníticas, entremeadas por lentes de composição arcossiana a quartzosas, com espessuras variáveis. Os aquíferos da Formação Guabirotuba são exclusivamente ligados às lentes arcossianas ou quartzosas e sua potencialidade para águas subterrâneas é função direta dos menores teores de argilas e das maiores espessuras dessas lentes.

Bigarella e Salamuni (1962) designaram formalmente os sedimentos do Quaternário antigo (1,8 Ma à 10.000 anos atrás) de Formação Guabirotuba, a qual ocorre numa área de cerca de 3.000 km<sup>2</sup>. Os materiais constituintes destes sedimentos foram determinados como argilitos, seguindo-se os arcósios e depósitos rudáceos, além de pequenos horizontes de caliche, anteriormente interpretados como margas. Todas estas litologias foram descritas como materiais inconsolidados ou “quando muito, endurecidos por soluções de carbonato de cálcio”. Para estes autores, a sedimentação é típica de leques aluviais e depósitos fluviais, ou, ainda, possivelmente de *playa*, cujas espessuras não ultrapassam os 60m, apresentando coloração original cinza esverdeada.

Para Bigarella e Salamuni (*op. cit*), os depósitos recentes aluvionares, foram sedimentados por rios meandantes e por extensas inundações nas várzeas. Estes depósitos apresentam características granulométricas variadas, porém os horizontes que podem ser considerados rudáceos são poucos, sendo rara a presença de seixos.

Lopes (1966) salientou as vastas planícies aluvionares, principalmente ao longo das drenagens secundárias, afluentes do rio Iguaçu, tais como os rios, Verde, Passaúna, Barigui e Belém. Este autor descreveu estes sedimentos como essencialmente arenosos, havendo camadas de argilas, com elevado teor orgânico e apresentando em geral estratificação plana e, de forma localizada, estratificações cruzadas.

## OBJETIVO

Idealizar um sistema de controle do escoamento das águas pluviais em vias públicas, através da instalação de caixas de captação de águas pluviais dotadas de sistema de contenção e infiltração destas águas na camada não saturada do solo e subsolo

da Bacia Sedimentar de Curitiba, de modo a atenuar as alterações provocadas pela impermeabilização do solo.

## LOCALIZAÇÃO

O local “campo de provas” onde foi realizado o ensaio de permeabilidade e posterior implementação do protótipo do SRI para verificação da capacidade de infiltração das águas pluviais no solo da Formação Guabirotuba, está localizado no *campus III* da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (figura 1).

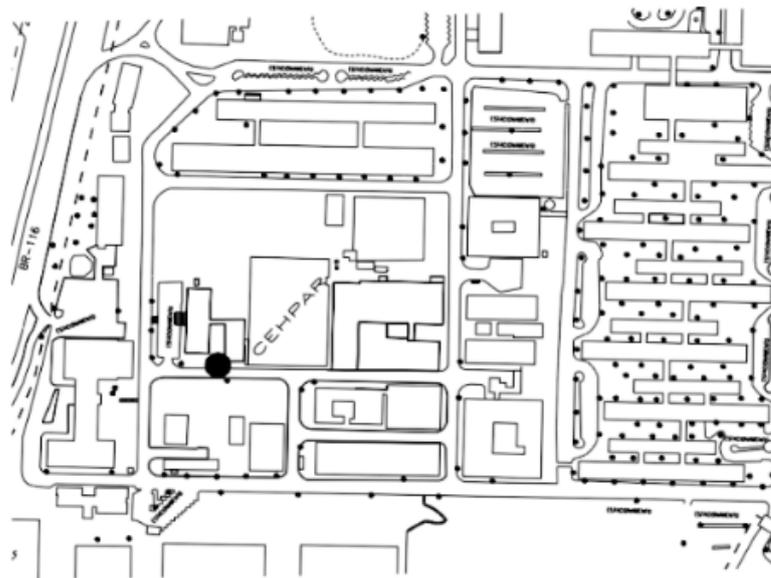


Figura 1 - Mapa de localização do experimento

Fonte: Prefeitura da Cidade Universitária

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Trabalhos de campo

Os primeiros trabalhos de campo foram realizados para a determinação da capacidade de absorção da água pelo solo na região de Curitiba. Para tal, foi utilizado o método do ensaio de infiltração citado na NBR 7229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Foram executadas três “covas cilíndricas” com diâmetro de 0,15m, com espaçamento de aproximadamente 5 m entre si, sendo extraídas de cada uma delas materiais em profundidades de 0,5 m, 1,0m e 1,5m (figura 2).



Figura 2 - Aspecto das covas cilíndricas utilizadas no experimento. Realizada em 05/2006

Cada uma das covas cilíndricas foi preenchida com água, tendo sido mantidas com igual nível durante 4 horas. Na Cova cilíndrica número 1, o nível da água baixava muito lentamente, enquanto nas covas cilíndricas de números 2 e 3, os níveis da água rebaixaram logo após o enchimento, sendo que a sua estabilização, de forma lenta, ocorreu nos últimos instantes das 4 horas de observações.

Na seqüência dos ensaios, as covas cilíndricas foram novamente preenchidas com água para uma observação com duração de 24 horas, sem que houvesse a ocorrência de chuvas. O nível da água na cova cilíndrica 1 teve, após este tempo, um pequeno rebaixo, indicando portanto, tratar-se de um solo de muito baixa permeabilidade. Com relação às covas cilíndricas 2 e 3, observou-se visualmente que houve um rebaixamento mais acentuado da água em seu interior.

Na seqüência, as covas cilíndricas 1, 2 e 3 foram novamente preenchidas com 76 cm de altura de água, medindo-se um tempo de 22 min, 5 min e 1 s e 2 min e 7 s para que ocorresse um rebaixamento de 5,1 cm, respectivamente.

Tendo em conta os tempos determinados e aplicando-os ao gráfico do método citado na NBR 7229, obtiveram-se os seguintes coeficientes de permeabilidade (K):

Cova cilíndrica 1 = 21 L/m<sup>2</sup>/dia ou  $2,43 \times 10^{-5}$  cm/s ;

Cova cilíndrica 2 = 64 L/m<sup>2</sup>/dia ou  $7,41 \times 10^{-5}$  cm/s;

Cova cilíndrica 3 = 89 L/m<sup>2</sup>/dia ou  $1,03 \times 10^{-4}$  cm/s.

Como a referida norma exige a adoção do menor valor para o coeficiente de permeabilidade (K), adotou-se o seguinte valor: 21 L/m<sup>2</sup>/dia ou  $2,43 \times 10^{-5}$  cm/s.

## TRABALHOS DE LABORATÓRIO

Os trabalhos de laboratório se restringiram a análises granulométricas por peneiramento e sedimentação (NBR-7181/84), as quais foram realizadas no LAME (Laboratório de Materiais e Estruturas) da UFPR. Os resultados são apresentados a seguir.

Cova cilíndrica 1: 0,5 m de profundidade = Argila Arenosa

1,0 m de profundidade = Argila Siltosa

1,5 m de profundidade = Argila Arenosa

Cova cilíndrica 2: 0,5 m de profundidade = Argila Arenosa

1,0 m de profundidade = Argila Arenosa

1,5 m de profundidade = Argila Arenosa;

Cova cilíndrica 3: 0,5 m de profundidade = Argila Arenosa

1,0 m de profundidade = Argila Arenosa

1,5 m de profundidade = Silte Argiloso

Esses resultados tornam evidente que a capacidade de infiltração é maior na cova cilíndrica 3 em relação à cova cilíndrica 2, sendo que nesta, a capacidade de infiltração é maior do que na cova cilíndrica 1.

Para efeito de comparação com os resultados obtidos neste “campo de prova”, foram feitas coletas de mais dois tipos de solos, sendo nesses casos materiais de alteração das rochas pelíticas da Formação Guabirotuba. Nesse experimento, foi implantado um sistema de reservação com infiltração das águas pluviais, aqui denominados de A e B.

Solo A: 3,0 m de profundidade = Argila Siltosa;

Solo B: 3,0 m de profundidade = Areia Argilosa.

O solo A é solo da Formação Guabirotuba e é proveniente do mesmo local das covas cilíndricas 1, 2 e 3, sendo que o solo B foi retirado do fundo do sistema implantado na rua Presidente Wilson, no bairro do Uberaba em Curitiba; neste caso, trata-se de material extraído de um aterro pois contém pedaços de tijolos. A composição do material analisado é apresentada nas tabelas 2 e 3.

MATERIAL	DIAMETRO (mm)	% PASSA	%
ARGILA	0,002	38,2	38,2
SILTE	0,060	73,2	35,0
AREIA	2,000	82,1	8,9
PEDREGULHO	4,800	99,5	17,4
PEDRA	60,000	100,0	0,5

Tabela 2 - Composição do solo A (material argiloso e siltoso)

MATERIAL	DIAMETRO(mm)	% PASSA	%
ARGILA	0,002	22,4	22,4
SILTE	0,060	42,5	20,1
AREIA	2,000	92,0	49,5
PEDREGULHO	4,800	96,1	4,1
PEDRA	60,000	100,0	3,9

Tabela 3 - Composição do solo B (material areno-argiloso).

## DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO E INFILTRAÇÃO

Para o dimensionamento do sistema de reservação e infiltração (SRI) levou-se em consideração o fato de que ele vai compor um sistema de micro-drenagem e ele deve ser o menor possível para que se torne viável do ponto de vista econômico, e grande o suficiente para armazenar e infiltrar uma boa parcela de água. Após uma análise disto juntamente com os dados de chuvas da Tabela 1, chegou-se numa conclusão de que o SRI deveria ter uma capacidade de armazenamento para uma chuva de 20 mm, pois este é um valor que pode ser considerado como limite para um possível alagamento. Portanto numa chuva de 40 mm, a metade ficará retida no SRI e irá se infiltrar no solo e a outra metade escoará pela galeria de águas pluviais. A área de contribuição corresponde à área da rua que contribuirá para uma caixa de captação de águas pluviais.

A Prefeitura Municipal de Curitiba tem adotado uma caixa de captação para cada 30 m, uma em cada lado da rua, considerando 7 m de largura; esta contribuição é de  $30 \times 3,5 = 105 \text{ m}^2$ .

Para a chuva de 20 mm, o volume de contenção e infiltração será:

$$V = 105 \times 0,02 = 2,1 \text{ m}^3 \quad (1)$$

A implantação desse experimento foi feita através da instalação de duas tubulações de concreto com 1,2 m de diâmetro, com o fundo preenchido com 30 cm de brita para evitar a erosão, possibilitando o armazenamento de  $2,26 \text{ m}^3$  (ver figuras 3 e 4).



Figura 3 - Protótipo implantado no Centro Politécnico. Realizada em 01/2007



Figura 4 - Protótipo implantado na rua Pres. Wilson. Realizada em 08/2006

## RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS

O protótipo implantado no Centro Politécnico da UFPR (figura 3) secciona um solo mais argiloso e, por esta razão, apresenta uma capacidade menor de infiltração da água, enquanto o protótipo instalado à Rua Presidente Wilson, no bairro Uberaba (figura 4), o solo apresenta característica mais arenosa e, portanto, com maior capacidade de infiltração da água. O comportamento dos rebaixamentos da água nos dois experimentos está demonstrado nas Tabelas 5 e 6. Os reservatórios foram cheios com água no dia anterior ao início do monitoramento (entende-se por N.A. máx, o nível máximo de reservação de água dentro do SRI a partir do qual, a água extravasa e escoar pela galeria de águas pluviais). O rebaixo do N.A. significa a ocorrência da infiltração da água no solo e a elevação do N.A., significa que ocorreram chuvas entre uma medição e a outra, por exemplo, houveram chuvas entre as medições do dia 15 e 16/3/2007, idem entre os dias

23 e 26/3/2007, entre os dias 30/3 e 02/4/2007 e entre os dias 03 e 04/4/2007, conf. Tabelas 5 e 6 ).

DATA	HORA	NÍVEL DA ÁGUA
13/3/2007	16:00	30 cm abaixo do N.A. máx.
14/3/2007	10:30	40 cm abaixo do N.A. máx.
15/3/2007	14:00	44 cm abaixo do N.A. máx.
16/3/2007	16:30	31 cm abaixo do N.A. máx.
17/3/2007	11:00	41 cm abaixo do N.A. máx.
19/3/2007	11:30	47 cm abaixo do N.A. máx.
20/3/2007	10:40	55 cm abaixo do N.A. máx.
21/3/2007	16:30	59 cm abaixo do N.A. máx.
22/3/2007	10:30	59 cm abaixo do N.A. máx.
23/3/2007	11:15	59 cm abaixo do N.A. máx.
26/3/2007	14:50	38 cm abaixo do N.A. máx.
27/3/2007	11:30	49 cm abaixo do N.A. máx.
28/3/2007	16:45	52 cm abaixo do N.A. máx.
29/3/2007	15:45	54 cm abaixo do N.A. máx.
30/3/2007	10:40	56 cm abaixo do N.A. máx.
02/4/2007	15:15	51 cm abaixo do N.A. máx.
03/4/2007	11:30	56 cm abaixo do N.A. máx.
04/4/2007	14:45	41 cm abaixo do N.A. máx.
05/4/2007	08:45	48 cm abaixo do N.A. máx.
09/4/2007	08:50	62 cm abaixo do N.A. máx.
10/4/2007	10:45	60 cm abaixo do N.A. máx.
11/4/2007	09:00	61 cm abaixo do N.A. máx.
12/4/2007	09:10	61 cm abaixo do N.A. máx.
13/4/2007	10:00	64cm abaixo do N.A. máx.

Tabela 5 - Solo A: Argila Siltosa da Formação Guabirota. Realizado em março/abril/2007

LOCAL: CENTRO POLITÉCNICO

DATA	HORA	NÍVEL DA ÁGUA
15/3/2007	14:50	Seco
16/3/2007	16:40	155 cm abaixo do N.A. máx.
17/3/2007	11:40	Seco
19/3/2007	11:20	Seco
20/3/2007	10:30	Seco
21/3/2007	16:20	Seco
22/3/2007	10:20	Seco
23/3/2007	11:00	Seco
26/3/2007	16:30	Seco
27/3/2007	11:15	Seco
28/3/2007	16:30	Seco
29/3/2007	15:30	Seco
30/3/2007	10:55	Seco
02/4/2007	15:30	Seco
03/4/2007	16:45	Seco
04/4/2007	16:10	Seco
05/4/2007	11:20	Seco
09/4/2007	09:05	Seco
10/4/2007	11:00	Seco
11/4/2007	09:15	Seco
12/4/2007	09:25	Seco
13/4/2007	10:15	Seco

Tabela 6 - Solo B: Areia Siltosa. Realizado em março/abril/2007

LOCAL: RUA PRES. WILSON

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com os dados pluviométricos obtidos junto ao SIMEPAR, referentes ao mês de janeiro (historicamente o mais chuvoso do ano em Curitiba), entre 1999 e 2006 foram registrados 12 eventos com pluviosidade acima de 20 mm/dia. Desses 12 eventos que ocorreram nos últimos sete anos, 5 deles podem ser considerados críticos por conta de um índice acima de 40 mm/dia, sendo que outros 7 eventos apresentam índices entre 20 e 40 mm/dia (tabela 1).

Após a implantação do sistema de reservação e infiltração (SRI) das águas pluviais, apenas 2 eventos continuariam sendo críticos (acima de 40 mm/dia) e 3 eventos com possibilidades de ocorrência de alagamentos (entre 20 e 40 mm/dia). Os demais eventos apresentam valores menores do que 20 mm/dia, considerados neste trabalho como pouco significativos a ponto de causar enchentes na cidade.

Data	Horário da ocorrência	Precipitação (mm)	Total da precipitação diária (mm)	SRI (*) (reserv. e infiltração) (mm)	Segue pela Galeria pluvial (mm)
<b>1999</b>					
01/jan	16:00	27,4	27,4	20,0	7,4
16/jan	19:00	29,8			
16/jan	20:00	23,6			
16/jan	21:00	7,4	60,8	20,0	40,8
26/jan	17:00	6,8			
26/jan	18:00	29,8	36,6	20,0	16,6
<b>2000</b>					
18/jan	17:00	6,4			
18/jan	18:00	24,8	31,2	20,0	11,2
31/jan	09:00	9,6			
31/jan	12:00	5,4			
31/jan	14:00	11,0			
31/jan	15:00	30,2			
31/jan	16:00	7,8	64,0	20,0	44,0
<b>2001</b>					
23/jan	18:00	35,2			
23/jan	19:00	16,4	51,6	20,0	31,6
<b>2002</b>					
12/jan	15:00	8,8			
12/jan	17:00	6,4			
12/jan	18:00	15,0			
12/jan	19:00	11,0	41,2	20,0	21,2
30/jan	17:00	44,2	44,2	20,0	24,2
<b>2004</b>					
24/jan	15:00	7,0			
24/jan	16:00	10,6			
24/jan	18:00	5,4	23	20,0	3,0
29/jan	20:00	24,2	24,2	20,0	4,2
<b>2005</b>					
10/jan	18:00	27,8	27,8	20,0	7,8
<b>2006</b>					

19/jan	16:00	5,0			
19/jan	22:00	16,4	21,4	20,0	1,4

Tabela 1 - Índice diário de chuvas >20mm no mês de janeiro (1999-2006) na cidade de Curitiba-PR

Os cálculos sobre o tempo de infiltração do SRI nos solos cujos coeficientes de permeabilidade são da ordem de 21 L/m<sup>2</sup>/dia ( 2,43x10<sup>-5</sup> cm/s), demonstram que a infiltração ocorre num tempo de 12 dias. Portanto, este sistema, da maneira como está projetado, com duas tubulações com 1,20 m de diâmetro, preenchidas no fundo com brita, se implantado em solo com baixa permeabilidade, pode não ser suficiente para evitar enchentes, pois para isso é necessário que haja a infiltração da água reservada no SRI em aproximadamente 24 horas, assim o sistema estaria vazio e preparado para a próxima chuva. Para acelerar este processo de infiltração, seguimos o exemplo da lavadeira que estende a roupa no varal para secar, aumentando sua área de contato com o ar. Podemos fazer isto entre o SRI e o solo, aumentando sua área de contato e acelerando o processo de infiltração. Uma alternativa é o sistema ser constituído como uma vala de infiltração. (Tabela 7).

SRI	Diâm. (m)	Extensão (m)	Nº de linhas	A <sub>total</sub> (m <sup>2</sup> )	K (L/m <sup>2</sup> .dia)	V <sub>total</sub> (m <sup>3</sup> )	T (dias)
1	1,20	2	1	8,670	21	2,26	12,4
2	1,20	2	1	8,670	64	2,26	4,07
3	sem tubos	24	1	48,00	21	3	3,0
4	sem tubos	24	1	48,00	64	3	1,0

Tabela 7 - Tempo de infiltração

O tempo de infiltração:

$$T = V_{total} / (k / 1000 \times A_{total}) \quad (2)$$

Onde:

T = tempo de infiltração em dias;

V<sub>total</sub> = volume total que pode ser armazenado no sistema em m<sup>3</sup>;

K = coeficiente de infiltração ou de permeabilidade em L/m<sup>2</sup>.dia;

A<sub>total</sub> = área total do sistema em contato com o solo em m<sup>2</sup>.

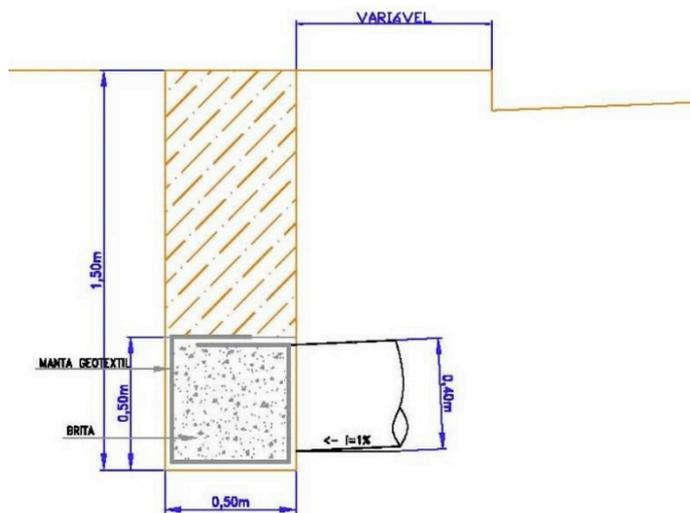


Figura 5 – Detalhe do SRI – tipo vala de infiltração (em Corte)

## CONCLUSÕES

A implantação deste tipo de sistema em locais estratégicos da cidade pode proporcionar a recarga do sistema freático, sob o ponto de vista pontual, compensando a impermeabilização causada pelo pavimento. Uma das respostas seria proporcionar o restabelecimento da descarga de base dos rios nas épocas de estiagem, bem como reduzir os alagamentos, os processos erosivos que entre outras conseqüências ocasionam os assoreamentos a jusante, tão freqüentes nas bacias hidrográficas urbanizadas.

## REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J. J. E SALAMUNI, R. (1962) “*Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba*”. Boletim da UFPR – Geologia nº 7, p. 1-159.
- GIUSTI, D.A. (1989) – *A capital ecológica está com o lençol freático contaminado*. JORNAL DO ESTADO, Curitiba, 12/07/1989. Palavras-chave: Geologia de Curitiba; Geologia Urbana; Geologia Ambiental; Hidrogeologia.
- LOPES, J. A.U. - (1966) – *Nota explicativa da folha geológica de Curitiba*. Boletim UFPR, Geologia. Curitiba, n.20.
- NBR 7181/84 - *Ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- NBR 7229/93 – *Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- RIFFEL, S. B. - *Curva hipsométrica no mapeamento de paleosuperfícies: abordagem quantitativa*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, dissertação de mestrado, 2005, 76p.
- SALAMUNI, E.; EBERT, H. D.; HASUL, Y. *Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba*. Revista Brasileira de Geociências, Volume 34, 2004, p.469-478.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agropecuária 153, 157, 164

Água Residuária 104, 107, 125

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

Alimentação Saudável 1, 9, 11

Ambiente Escolar 3, 10

Artesanato 21, 27, 29, 30, 33

Assoreamentos 78, 79, 89

### B

Bacia Sedimentar 78, 81, 89

BDQueimadas 47, 48, 50, 51

Biodegradação Anaeróbia 142

Bioengenharia 64

### C

Chorume 160

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

Controle de Inundação 91

Cores da Terra 21, 26

Cultura Alimentar 3

Curso Técnico em Meio Ambiente 33

### D

Déficit de Energia e Gás 153

Déficit de Saneamento 104, 109

Descarte Correto de Resíduos 13

Drenagem Urbana 76, 91, 102

### E

Efluente Industrial 126, 137

Erosão de Solo 56

Escoamento das Águas Pluviais 77, 78, 80

Estações de Tratamento de Esgoto 120, 122, 148

Estudo Geológico 78

Estudo Hidrológico 92, 93, 95, 97, 99

## F

Futuras Gerações 14

## G

Gases do Efeito Estufa 141

Geoprocessamento 35, 41, 54, 55

## I

Impactos Socioambientais 27, 29

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

Incêndios Florestais 47, 48, 51, 54

## J

Jardins Suspensos da Babilônia 68

## L

Levantamento Topográfico 94

## M

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

Modelo de Streeter-Phelps 128, 134

## N

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

## O

Oficinas de Empreendedorismo 27, 30

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

## P

Parâmetros Físicos 56, 62

Percepção Ambiental 13, 15

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

Público Infantil 13

## Q

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

Questões Culturais 159

## R

Recuperação Sustentável 56, 58

# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

[www.atenaeditora.com.br](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) 

# Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2

[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) 