



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os 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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

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

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

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

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

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

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. 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. 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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
D371	<p> Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. </p> <p> Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-952-3 DOI 10.22533/at.ed.523202101 </p> <p> 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da. </p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 29 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma 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
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
DOI 10.22533/at.ed.5232021011	
CAPÍTULO 2	25
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.5232021012	
CAPÍTULO 3	38
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5232021013	
CAPÍTULO 4	52
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
DOI 10.22533/at.ed.5232021014	
CAPÍTULO 5	76
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5232021015	

CAPÍTULO 6 86

ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM REATOR ANAERÓBIO HORIZONTAL DE LEITO FIXO (RAHLF) PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE SINTÉTICO CONTENDO D-LIMONENO

Arnaldo Sarti
Bruna Sampaio de Mello
Brenda Clara Gomes Rodrigues
Maria Angélica Martins Costa
Samuel Conceição de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.5232021016

CAPÍTULO 7 98

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO CONTROLE DE PRESSÃO – MODELO HIDRÁULICO DO SISTEMA MORROS DA ZONA NORTE DO RECIFE-PE

Marcos Henrique Vieira de Mendonça
Hudson Tiago dos S. Pedroso

DOI 10.22533/at.ed.5232021017

CAPÍTULO 8 111

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERÂNEA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE ICOARACI (BELÉM-PA)

Ana Carla Leite Carvalho
Leonardo Augusto Lobato Bello
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
Marco Valério Albuquerque Vinagre

DOI 10.22533/at.ed.5232021018

CAPÍTULO 9 122

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROÇÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.5232021019

CAPÍTULO 10 136

FATORES DETERMINANTES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EFICAZ EM UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz
Tiago Pontual Waked
Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.52320210110

CAPÍTULO 11 145

FISCALIZAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL REMOTA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – DO PLANEJAMENTO A EXECUÇÃO

Flávia Oliveira Della Santina
Rodolfo Gustavo Ferreras

DOI 10.22533/at.ed.52320210111

CAPÍTULO 12	161
GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO	
Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo Simone Rosa da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.52320210112	
CAPÍTULO 13	180
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
DOI 10.22533/at.ed.52320210113	
CAPÍTULO 14	190
METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE PROJETO DE SANEAMENTO APLICADA AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKE UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	
Stefan Igreja Mühlhofer Carolina Silva de Oliveira Sá Teles	
DOI 10.22533/at.ed.52320210114	
CAPÍTULO 15	204
VISITAS DOMICILIARES JUNTO À POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DE OBRAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL EM CAICÓ – RN	
Julyenne Kerolainy Leite Lima Marília Adelino da Silva Lima Teonia Casado da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.52320210115	
CAPÍTULO 16	212
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M ³ , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210116	
CAPÍTULO 17	228
PERSPECTIVA DOS 20 ANOS DA LEI N°9.433/97: PERCEPÇÕES DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA E DOS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS ACERCA DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA	
Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
DOI 10.22533/at.ed.52320210117	

CAPÍTULO 18	238
PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS EFICIÊNCIAS ELETROMECÂNICAS E HIDROENERGÉTICAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DO CONSUMO ENERGÉTICO NORMALIZADO	
Luis Henrique Pereira da Silva Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz Leonardo Nascimento de Oliveira Milton Tavares de Melo Neto Hudson Tiago dos Santos Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210118	
CAPÍTULO 19	247
PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REUSO DE ÁGUA EM SISTEMAS RESFRIAMENTO	
Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa Lidia Yokoyama Sérgio Pagnin Andréa Azevedo Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.52320210119	
CAPÍTULO 20	260
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA LAGOA DA GAROPABA DO SUL/SC COM VISTAS A EFETIVA EXECUÇÃO DOS INVESTIMENTOS DO CONTRATO DE CONCESSÃO EM SANEAMENTO	
Ricardo Martins Anderson Sandrini Botega Eduardo Silvano Batista Gislaine Lonardi Katia Viviane Motta Martins	
DOI 10.22533/at.ed.52320210120	
CAPÍTULO 21	274
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
DOI 10.22533/at.ed.52320210121	
CAPÍTULO 22	293
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.52320210122	
CAPÍTULO 23	305
PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DA FILOSOFIA BIM	
Marcos André Capitulino de Barros Filho Pedro Henrique Matias Dantas	

Lucas Vieira Fernandes
Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior
DOI 10.22533/at.ed.52320210123

CAPÍTULO 24 318

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO JARDIM CABANO DA VILA DOS CABANOS, MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Claudio Farias de Almeida Junior
Ronaldo Pimentel Ribeiro
Mirian Favacho da Silva Ramos
Amanda Ingrid da Silva Therezo
Márcia de Almeida
Marcos Antônio Barros dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.52320210124

CAPÍTULO 25 327

RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz
Paulo César Nunes Pinho
José Antônio Charão Cunha
Luis Henrique Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52320210125

CAPÍTULO 26 338

RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AÇÕES QUE FIZERAM A DIFERENÇA NA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ/PORTO DE SANTARÉM – PARÁ – AMAZÔNIA

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade
Andrelle Soares Dantas Faria
Paula Danielly Belmont Coelho

DOI 10.22533/at.ed.52320210126

CAPÍTULO 27 349

SANEAMENTO DE QUALIDADE É CONSTRUÍDO COM FOCO EM GESTÃO: A EXPERIÊNCIA DA EMBASA – UNIDADE REGIONAL DE ITABERABA COM A IMPLANTAÇÃO DO MEG

Sebastiana Flávia Lima dos Santos
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.52320210127

CAPÍTULO 28 360

TOXICOLOGIA AGUDA DE *Rhamdia quelen* EXPOSTOS A XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM LAVOURAS ARROZEIRAS

Jaqueline Ineu Golombieski
Débora Seben
Joseânia Salbego
Elisia Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52320210128

CAPÍTULO 29	370
--------------------------	------------

TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA

Edilaine Regina Pereira
Maik Mauro Alves
Bruna Ricci Bicudo
Dandley Vizibelli
Fellipe Jhordã Ladeia Janz

DOI 10.22533/at.ed.52320210129

SOBRE O ORGANIZADOR.....	383
---------------------------------	------------

ÍNDICE REMISSIVO	384
-------------------------------	------------

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROÇÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

Data de aceite: 09/01/2020

José Roberto Rasi

Universidade Federal de São Carlos – Mestrado em Estruturas e Construção Civil – São Carlos – SP

Roberto Bernardo

Universidade Federal de São Carlos – Doutorando em Engenharia de Produção – São Carlos – SP

Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Coordenadora do curso de Administração – Doutorado em Ciências

RESUMO: Em muitas cidades brasileiras vem ocorrendo graves problemas relacionados à erosão hídrica que se inicia dentro do perímetro urbano, através de perda de solos, degradação de áreas urbanas ou em urbanização. No estado de São Paulo, a maior parte das cidades que estão instaladas em terrenos constituídos por solos de textura arenosa e relativamente profundos, apresenta erosão em suas áreas urbanas e de expansão urbana.

O presente trabalho pretende evidenciar os efeitos da erosão hídrica, a influência das características geomorfológicas, pedológicas e pluviométricas de um trecho do córrego Afonso XIII, que se inicia dentro do perímetro urbano, no município de Tupã, localizado na região oeste

do estado de São Paulo. O trecho analisado recebe grande parte da carga pluviométrica da porção sul e oeste da cidade e apresentam erosão hídrica nas margens do córrego.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão hídrica, erosão urbana, degradação dos solos.

ABSTRACT: In many Brazilian cities has been occurring serious problems related to water erosion that beginning in the city limits, the slant of loss of soil degradation in urban areas or urbanization. In São Paulo, most of the cities that are installed on land composed of sandy textured soils and relatively deep, shows erosion in its urban and urban expansion areas.

This paper aims to highlight the effects of water erosion, the influence of geomorphological characteristics, soil and rainfall a stream excerpt Afonso XIII, which begins within the city, the city of Tupã, located in the western region of São Paulo. The analyzed section receives much of the rainfall load and southern portion west of the city and feature water erosion on stream banks.

KEYWORDS: Water erosion, urban erosion, soil degradation.

1 | INTRODUÇÃO

A urbanização traz consigo uma gama de desafios ambientais, tanto para o meio

ambiente local, regional e mais amplo, como resultado direto das mudanças bioquímicas e físicas aos sistemas hidrológicos. A perda em superfícies permeáveis reduz a infiltração no solo, enquanto que a introdução de drenagem artificial substitui vias naturais de escoamento. Esta combinação geralmente produz considerável efeito sobre a resposta hidrológica de uma área em relação às chuvas, tais como: resposta mais rápida, maior magnitude do fluxo do canal de escoamento, maior recorrência de pequenas cheias e reduzida recarga das águas subterrâneas. (MILLER et al, 2014).

Desta forma, uma determinada bacia hidrográfica passa a ter um aumento expressivo do volume escoado e das vazões de pico e também pela redução do tempo de concentração, provocando inundações e tendo como principal consequência o desenvolvimento da erosão hídrica como ravinas, voçorocas e erosão marginal (MONTES; LEITE, 2009). Na Figura 1 é possível identificar, de forma esquematizada, os efeitos para o meio ambiente decorrentes da urbanização, e que consequências podem ser sofridas quando não há a preocupação com a manutenção da sustentabilidade do ciclo hidrológico.

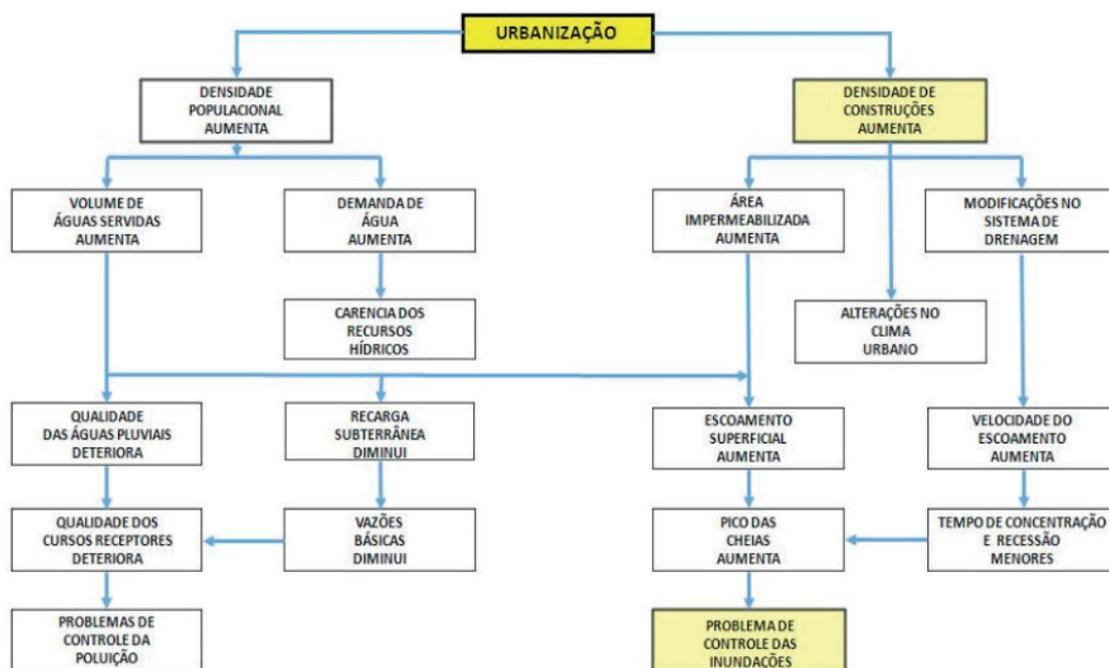


Figura 1 – Fluxograma de processos decorrentes da urbanização e impactos.

Fonte: BENINI, 2006, adaptado pelos autores.

Andreoli e Carneiro (2005) afirmam que:

Na medida em que os padrões de uso e ocupação do solo promovem a impermeabilização da área de drenagem pluvial, a parcela da água que antes infiltrava no solo passa a escoar superficialmente atingindo os condutos de drenagem, aumentando o escoamento superficial e reduzindo o tempo de concentração da bacia hidrográfica. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pela vegetação, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade das seções transversais dos cursos d'água.

Um hidrograma hipotético típico de uma bacia natural e aquele resultante da urbanização são apresentados na Figura 2.

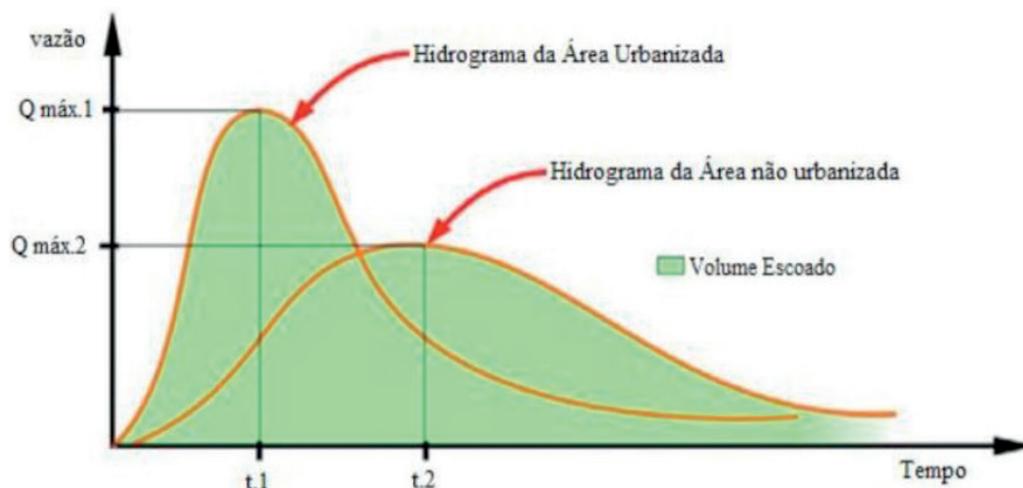


Figura 2 – Impacto da urbanização no hidrograma de cheias

Fonte: Andrade, 2006.

Nas últimas décadas, numerosos eventos de chuvas devastadores e sem proporções têm ocorrido em diversas regiões do planeta, tornando os sistemas existentes de drenagem urbana de controle de inundação insuficientes para as novas vazões requeridas, paralisando muitas cidades e resultando em enormes perdas econômicas, danos e mortes (ZHU et al, 2016).

A erosão acelerada do solo pode mesmo tornar-se mais grave em uma área urbana de alto crescimento populacional e intensidade elevada pluviosidade. O fenômeno assumiu dimensões destrutivas em muitas partes do mundo, especialmente no ambiente urbano (ADEDIJI; JEJE; IBITOYE, 2013).

Fundamentalmente, Marques (2013) afirma que:

O processo de erosão hídrica é condicionado por fatores como: chuva (quantidade, intensidade, duração, tamanho da gota e altura de queda), natureza do solo, cobertura vegetal e topografia do terreno (declividade da superfície) e as variações nas taxas de perda de solo.

Os desmoronamentos ou escorregamentos das margens de rios e canais é causado pela erosão fluvial. A erosão marginal, como um componente da erosão fluvial, é uma variável da dinâmica dos cursos d'água, definido como o recuo linear das margens, devido à remoção dos materiais do barranco (talude) pela ação fluvial (correntes, ondas) ou por forças de origem externa (precipitação).

Nesse sentido Almeida (2014) afirma que em ambiente úmido, de média à alta taxa de precipitação pluviométrica, os processos erosivos são mais intensos devido à potencialização da energia cinética do fluxo da água

A erosão marginal é aquela que destrói as margens de um rio, desempenhando importante papel no aumento da largura do canal, contribuindo para o incremento da carga no fundo, desvalorizando terrenos ribeirinhos e limitando seu uso

Os riscos de erosão no âmbito de muitas cidades brasileiras têm causado sérios problemas para a população, principalmente para quem habita nas áreas declivosas. No início, o processo tende a ser controlado por medidas que apenas adiam a gravidade do problema, tendo em vista que a erosão uma vez desencadeada, ao encontrar a condição que lhe favoreça, tende a aumentar consideravelmente (RAMALHO, 2010).

Lemos (2010) afirma que:

Dentre os diversos riscos a que a sociedade está exposta a riscos recorrentes distinguidos entre os naturais, tecnológicos e sociais, o risco ambiental (Figura 3) está relacionado aos fenômenos climáticos e a sua forma de ser enfrentado se refere a ações de projeto e planejamento urbano sobre a redução da vulnerabilidade dos sistemas aos impactos desses riscos.

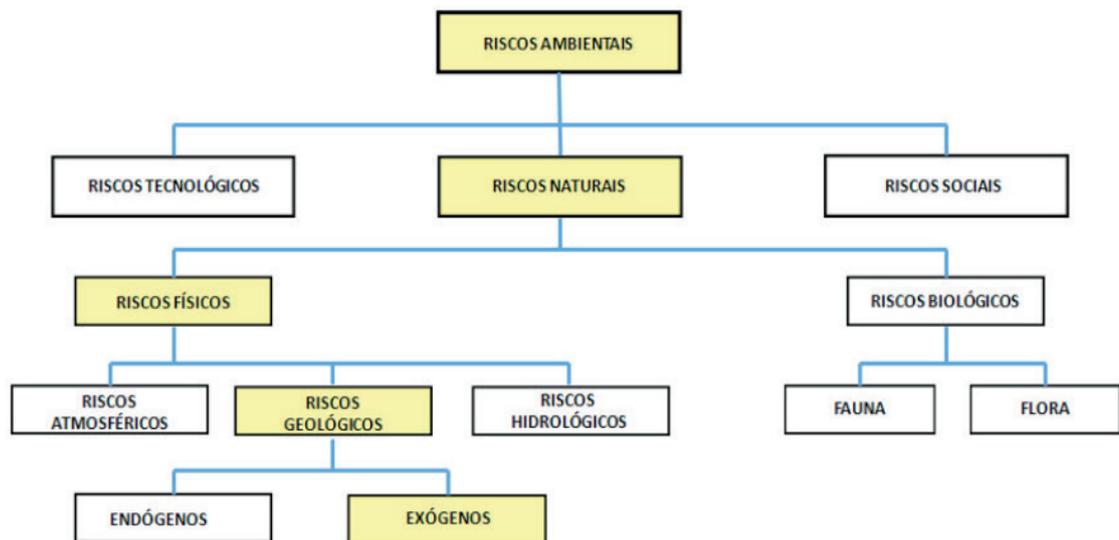


Figura 3 – Sistematização dos tipos de riscos segundo o Processo Causador

Fonte: Cerri, 1993, adaptado pelos autores.

As medidas de correção e/ou prevenção que visam a minimizar os danos das inundações são classificadas, de acordo com a sua natureza, em medidas estruturais e medidas não estruturais (CANHOLI, 2005). As medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial evitando os prejuízos decorrentes das enchentes, enquanto que as medidas não estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes (BRUBAHER, 2016) e as medidas não estruturais caracterizam-se geralmente por ações que abrangem a bacia como um todo, e são destinadas à redução dos efeitos das inundações ou à adaptação dos habitantes das áreas atingidas para uma melhor convivência com a ocorrência periódica desses fenômenos. Essas medidas têm caráter predominantemente preventivo e dispensam a alocação de grandes quantias

de recursos financeiros para a execução das ações estruturais (OLIVEIRA, 2011). Na Figura 4 são apresentadas as diversas medidas de controle de enchentes.

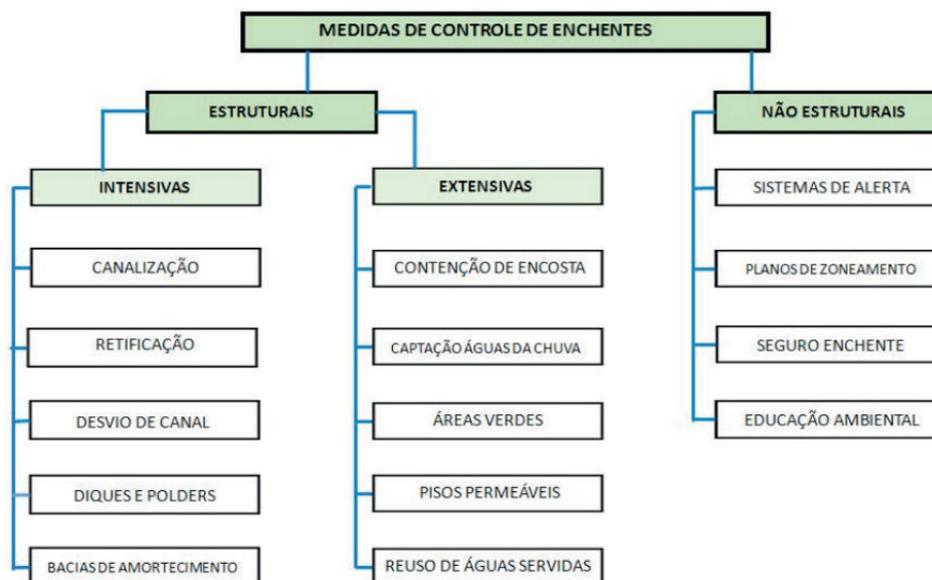


Figura 4 – Principais medidas estruturais e não estruturais no controle de enchentes

Fonte: Botelho, 2011, adaptado pelos autores.

2 | OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é avaliar os impactos ocasionados pela erosão fluvial no trecho entre a Rua Manoel Ferreira Damião e Rua Francisco Turra, do braço esquerdo do Córrego Afonso XIII, no município de Tupã / SP e analisar a recente medida estrutural utilizada para a mitigação desse problema.

3 | METODOLOGIA DE PESQUISA E DE ANÁLISE

Para preencher os objetivos deste trabalho, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos.

- a) Primeiramente, é feita uma revisão bibliográfica sobre os efeitos da urbanização sobre uma bacia hidrográfica e seus impactos, riscos ambientais, erosão hídrica, erosão marginal e medidas de controle de enchentes;
- b) Posteriormente, foram feitos dois levantamentos de campo, com visitas no local, no intuito de fazer análise da situação antes das medidas de controle de enchentes e depois das medidas estruturais de controle de enchentes, utilizando equipamentos fotográficos, aparelho GPS de campo, para identificação e análises dos efeitos da erosão hídrica nas margens do canal de escoamento e as intervenções das medidas estruturais adotadas para sanar o problema. Foram verificados os registros de obra e projetos de macrodrenagem do local, no Departamento de Obras da Prefeitura da Estancia Turística de Tupã;

- c) Finalmente, foi apresentado um estudo de caso, abrangendo os problemas existentes no trecho em estudo e as soluções estruturais adotados para mitigar os problemas de erosão marginal e assoreamento.

As características da área de estudos são detalhadas a seguir.

Localizada a oeste do Estado de São Paulo, a Estância Turística Tupã faz divisa com os Municípios de Arco-Íris, Herculândia, Quintana, Quatá, Bastos, João Ramalho e Iacri. Está “localizado na latitude 21° 56’ 05” Sul “e longitude 50° 30’ 49” Oeste, no espigão formado por afluentes do Rio do Peixe e do Aguapeí (Rio Feio), pertencente as Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHs 20 e 21 (Figura 5).

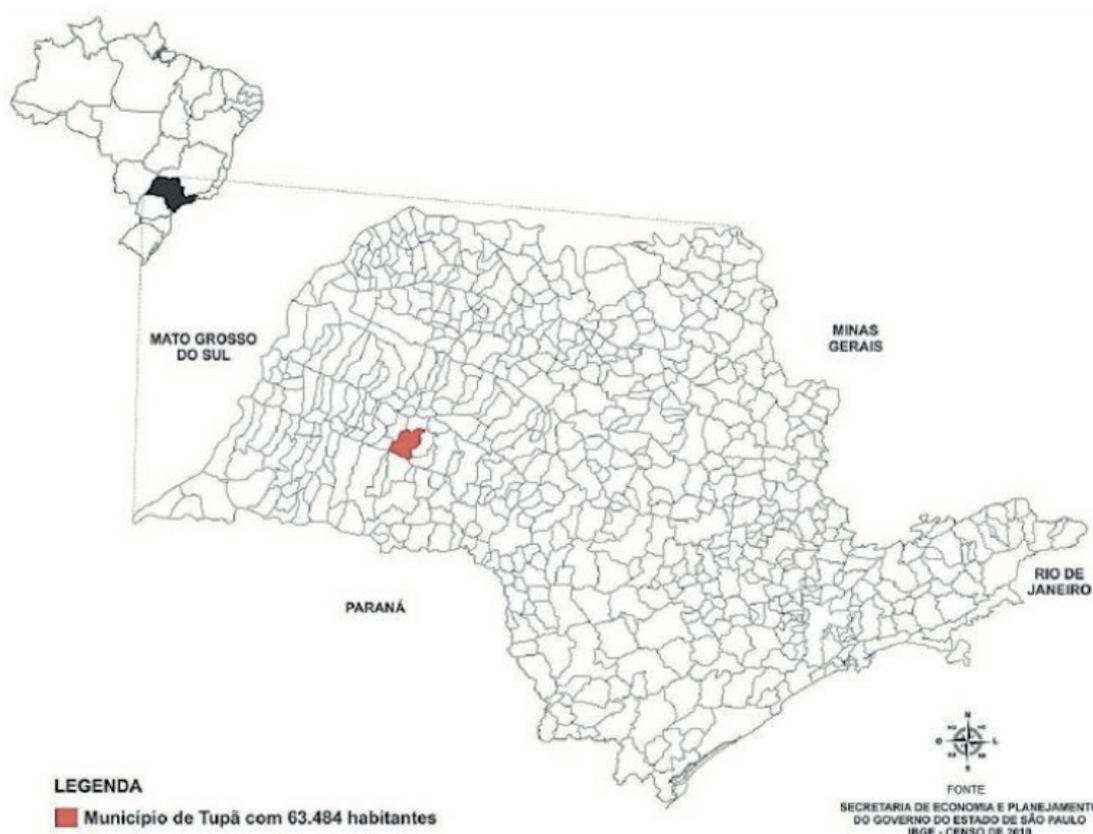


Figura 5 – Localização do município de Tupã / SP

Fonte: Benini, 2015.

A extensão territorial do Município de Tupã perfaz uma área de 627,986 km² (IBGE, 2015), que abrange os Distritos de Varpa, Distrito de Universo, Distrito de Parnaso e a cidade de Tupã. Como a maioria das cidades do Estado de São Paulo, o traçado urbano original foi orientado por uma morfologia, a qual pode ser identificada por quadrícula ou modelo nominado por tabuleiro de xadrez, conformando seu arranjo espacial (BENINI, 2015).

O ribeirão Afonso XIII, cujas nascentes estão situadas na região central do município de Tupã, é formado pelos braços esquerdo e direito. Apresenta extensão total de aproximadamente 17,5 km. O braço esquerdo (Figura 6) e o direito nascem

4 | RESULTADOS

A visita inicial no trecho de estudo no braço esquerdo do córrego Afonso XIII foi realizada no dia 07 de julho de 2015, no período entre as 9:00h e 11:00h, iniciando na ponte da Rua Manoel Ferreira Damião em direção à Rua Seraphina Etelvina Pagliuso (Figura 8), onde localizam-se os principais efeitos da erosão hídrica das paredes do canal existente e assoreamento, seguindo posteriormente até a Rua Francisco Turra.

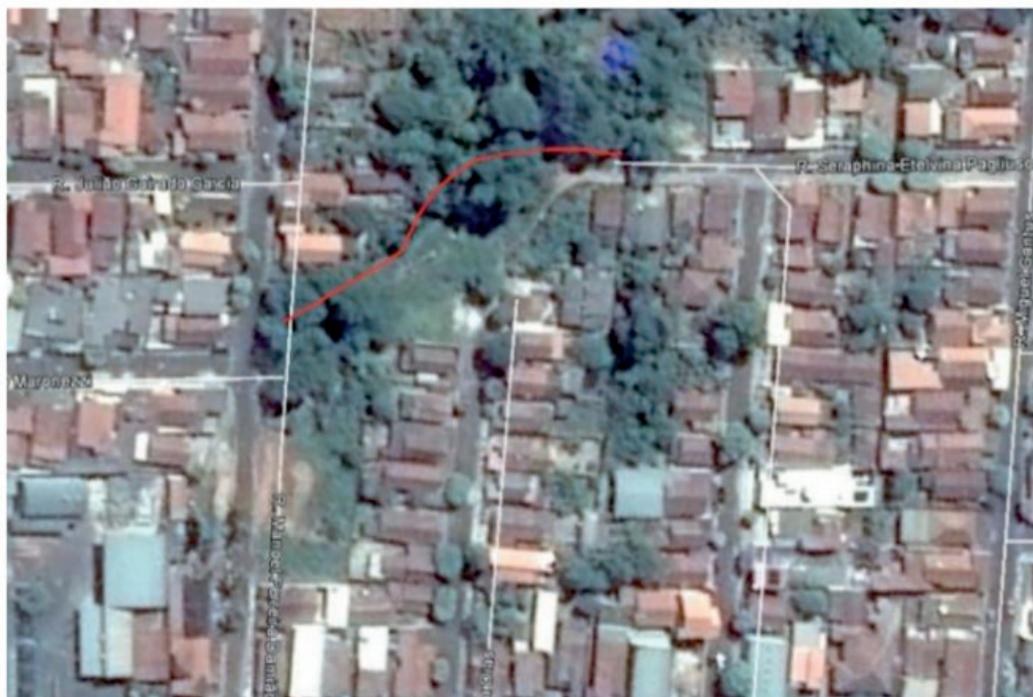


Figura 8 – Detalhe da área de estudo

Fonte: Google Earth (2016) – Adaptado pelos autores.

Os principais aspectos levantados *in loco* são citados nos itens 4.1 a 4.2.

4.1 Assoreamento

Foram localizadas algumas áreas de assoreamento ao longo do trecho percorrido. A principal área de assoreamento situa-se, aproximadamente a 35 m da Rua Manoel Ferreira Damião (Figura 9), composto predominantemente por entulhos provenientes de construção civil, demolições e desagregação de pavimentos urbanos.

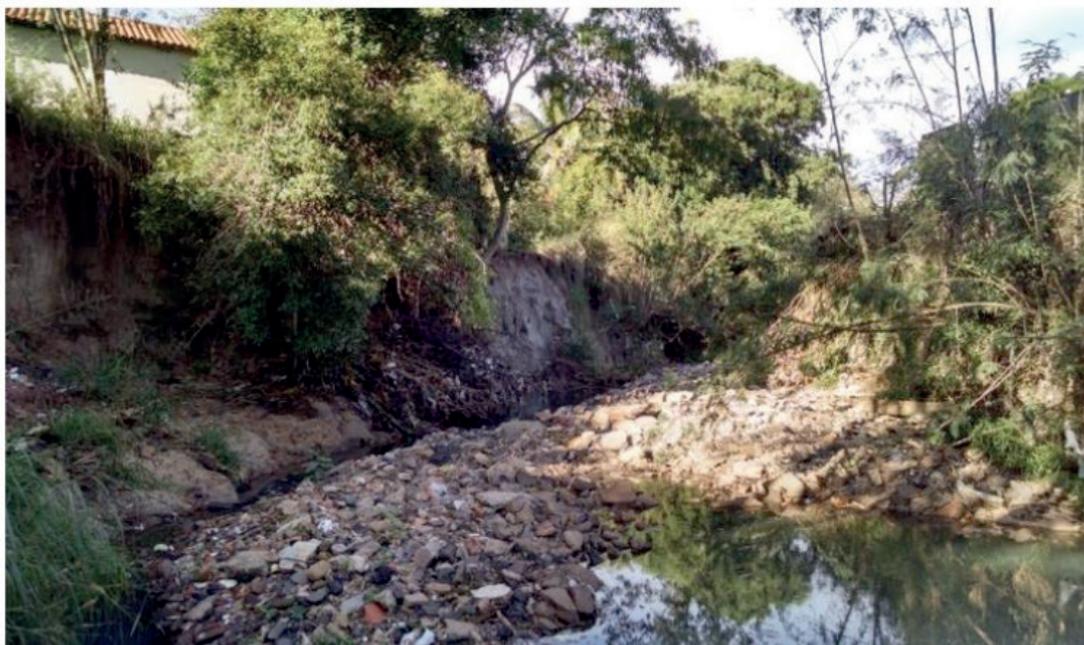


Figura 9 – Assoreamento no córrego Afonso XIII – braço esquerdo

Fonte: Os próprios autores, 2015.

4.2 Erosão

Pode-se constatar erosão nas margens do córrego. A Figura 10 mostra o avanço da erosão na margem esquerda, atingindo as fundações de uma residência situada a Rua Manoel Ferreira Damião nº 787.



Figura 10 – Erosão na margem esquerda.

Fonte: Os próprios autores, 2015.

A figura 11 mostra a erosão na margem direita do córrego, na saída da ponte da Rua Manoel Ferreira Damião.



Figura 11 – Erosão na margem direita

Fonte: Os próprios autores, 2015.

Na segunda visita, realizada no dia 04 de julho de 2016, verificou-se que a municipalidade solucionou os problemas referentes à erosão da área estudada, com adoção de medidas de controle tipo estrutural, através de canalização e retificação do canal, utilizando de aduelas abertas de concreto pré-moldado, conforme mostram as figuras 12 e 13. Os aterros laterais, taludes de acabamento externos e plantio de grama, não estavam implantados.



Figura 12 – Canalização vista da Rua Manoel F. Damião.

Fonte: Os próprios autores, 2016.



Figura 13 – Canalização vista da Rua Ana Dias.

Fonte: Os próprios autores, 2016.

A Figura 14 mostra o trecho canalizado do trecho em análise, durante chuva de média intensidade e duração, em 04/12/2015. Podemos observar que não foram executados os aterros laterais.



Figura 14 – Canalização vista da Rua Manoel F. Damião.

Fonte: Tupã Notícias, 2016 – Disponível em: <http://www.tupanoticias.com.br/site/noticias/ver/noticia/6088/temporal-que-durou-cerca-de-meia-hora-provoca-alagamentos-em-ruas-de-tupa> Acesso em 15/07/2016.

Os estudos hidrológicos do trecho urbano do córrego Afonso XIII foram realizados pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH (2008). A Figura 15 mostra o corte típico dos canais em aduelas de concreto pré-moldado projetado para as obras de macrodrenagem urbana de Tupã. O quadro 1 mostra as dimensões,

projetados, vazões e características dos canais projetados (parcial).

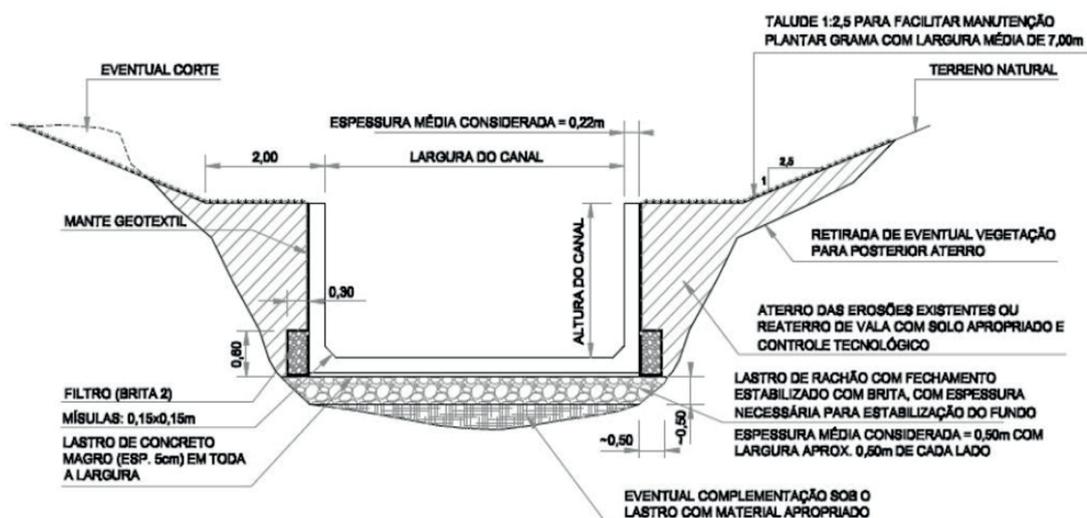


Figura 15 – Corte típico dos canais em aduelas de concreto pré-moldado.

Fonte: Prefeitura da Estância Turística de Tupã, 2016.

Trecho	Nó Inicial	Nó Final	Qmáx Inicial (m³/s)	Qmáx Final (m³/s)	Cap. de Desc. (m³/s)	Extensão (m)	Seção Tipo	Declividade (m/m)	Tipo de Canal e Revestimento
	Rua Miguel Guentus	N3		20,96	28,69	212,42		0,0147	Concreto Aduela aberta pré-moldada
ABE-1	Rua Brasil	N3 Saída Res. BE3	13,41	21,29	23,19	163,56		0,0111	Concreto Aduela aberta pré-moldada
	RESERV. BE3 Saída Res. BE3	N3 Saída Res. BE3	42,27	29,59	29,50	22,00		0,0040 * manter esta declividade	Concreto Aduela fechada pré-moldada
ABE-2	N3 Saída Res. BE3	N4 Estr.02 Rua Caiganga	44,54	32,81	36,11	249,82		0,0088	Concreto Aduela aberta pré-moldada
ABE-3	N4 Estr.02 Rua Caiganga	N4 Trav.02 - Rua Manoel Ferreira Damilão	32,81	32,83	41,71	18,50		0,0121	Concreto Aduela fechada pré-moldada
ABE-4	N4 Trav.02 - Rua Manoel Ferreira Damilão	N5 - Trav.03 Rua Francisco Turra	32,89	33,84	39,17	181,14		0,0023	Concreto Aduela aberta pré-moldada
ABE-5.1	N5 - Trav.03 Rua Francisco Turra	Trav.04 Rua Munhoz	33,84	33,90	75,29	42,88		0,0287	Concreto Aduela aberta pré-moldada

Quadro 1 – Canais projetados – intervenções.

Fonte: Prefeitura da Estância Turística de Tupã, 2016, modificado pelos autores.

5 | CONCLUSÕES

A metodologia adotada foi satisfatória para obtenção do objetivo proposto. Devido ao aumento de impermeabilização do solo, tanto pela pavimentação das vias trafegáveis como pela cimentação/vedação dos quintais das edificações situados dentro da bacia de contribuição hidráulica, contribuiu de modo significativo para o aumento da vazão das águas de chuvas escoadas através do trecho do córrego Afonso XIII, provocando incrementos de velocidade da água no canal, erodindo as margens, assoreando o fundo e aumentando a largura, provocando danos as propriedades ribeirinhas.

Nota-se que devido à grande urbanização existente e com poucas áreas verdes disponíveis, que a adoção de medidas não estruturais não seria efetiva. A adoção de medidas de controle estrutural, com a canalização do braço esquerdo do córrego Afonso XIII, para o controle das enchentes e eliminação de riscos de desabamentos de taludes, foi o indicado, a curto prazo, para a estabilização das margens do canal deste trecho do córrego.

Para mitigar a grande vazão de águas pluviais, sugere-se que a Prefeitura da Estancia Turística de Tupã incentivasse a população utilizar cisternas de captação de águas pluviais, para reuso, através da criação de legislação específica e campanhas de conscientização específica.

REFERÊNCIAS

ADEDIJI, Aderemi; JEJE, L. K; IBITOYE, M. O. Urban development and informal drainage patterns: gully dynamics in Southwestern Nigeria. *Applied Geography*, v.40, p. 90-102. Elsevier, 2013.

ALMEIDA, Thiara Messias. Análise geossistêmica aplicada ao estudo da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio São João de Tiba, Bahia. Tese de doutorado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

ANDRADE, Juliana Pontes Machado de. Previsão hidrometeorológica visando sistema de alerta antecipado de cheias. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

ANDREOLI, Cleverson Vitório; Carneiro, Charles. Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. 1ª Ed. Sanepar Finep. Curitiba, 2005.

BANDEIRA, Arilmara Abade. Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão, 2005.

BENINI, Rubens Mirando. Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico da bacia do córrego do Mineirinho. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

BENINI, Sandra Medina. Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: Estudo de caso da cidade de Tupã/SP. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2015.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Solos Urbanos. In: GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). *Geomorfologia Urbana*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2011.

BRUBACHER, João Paulo. Inundações e enxurradas, município de Esteio - RS. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem urbana e controle de enchentes. 1ª Ed. Editora Oficina de Textos. São Paulo, 2005.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1993.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRAULICA. Estudos de Macrodrenagem Urbana da Estância Turística de Tupã. São Paulo, 2008.

MILLER, James Douglas *et al.* Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in previous cover. *Journal of Hydrology*, v.515, p. 59-70. Elsevier, 2014.

MARQUES, Valter dos Santos. Erosão hídrica em microbacias utilizando geotecnologias. Tese de doutorado. Universidade federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

MONTES, Rafael Menegazzo; LEITE, Juliana Ferreira. A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da bacia do córrego Vaca-Brava Goiânia-GO. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2009.

OLIVEIRA, Bruno Eduardo Nóbrega. Mapeamento, Identificação e Análise dos fatores relacionados aos processos erosivos no Distrito Federal (DF) – Ênfase nas voçorocas. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE TUPÃ. **Relatório de obras**. Secretária de Obras. Tupã, 2016.

RAMALHO, Maria Francisca de Jesus Lírio. Considerações sobre riscos de erosão na área urbana da Grande Natal / RN – Brasil. In: Riscos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2010.

ZHU, Zhihua *et al.* Approach for evaluating inundation risks in urban drainage systems. *Science of the Total Environment*, v.553, p. 1-12. Elsevier, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água potável 27, 35, 189, 264, 293, 302, 303, 325, 336, 350

Águas subterrâneas 25, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 54, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 174, 179, 318, 319, 322, 323, 324, 326, 336, 361

Água subterrânea 25, 35, 36, 112, 117, 118, 119, 120, 161, 175, 318, 319, 324, 325, 377

Análises 25, 27, 28, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 49, 50, 56, 91, 126, 140, 141, 158, 164, 267, 271, 301, 302, 320, 321, 322, 324, 360, 370, 373, 376, 379

B

Biogás 38, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 90

Busca exaustiva 1, 3, 4, 7, 20, 22, 23

C

Conservação 159, 161, 162, 163, 164, 171, 178, 179, 259, 264, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 284, 287, 292, 303, 338, 342

D

Degradação dos solos 122

Desenvolvimento web 76, 78

Desperdício de água 293, 303

Destilador 293, 295, 296, 298, 301, 302

Digestor anaeróbio 38, 40, 43, 49

E

Educação ambiental 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 290, 291, 292, 304, 338, 340, 342, 344, 345, 347, 348

Eficiência hídrica 293, 294

Erosão hídrica 122, 123, 124, 126, 129, 135

Erosão urbana 122

F

Fiscalização 140, 145, 146, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 261, 263, 264, 383

Fiscalização direta 145

Fiscalização indireta 145

G

Gestão da manutenção 136, 137, 138, 139, 143, 144

God 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

H

Hidráulica de canais 76, 77, 78, 79, 85

I

Indicadores 100, 140, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 176, 181, 241, 246, 292, 358
Inibição da atividade microbiana 38

L

Lodo físico-químico 38, 41, 42, 43, 47, 48

M

Manutenção evolutiva 136

Manutenção preventiva 136, 330, 335

Medidores estáticos 180, 181, 184, 189

Meio ambiente 75, 111, 116, 122, 123, 228, 229, 233, 235, 236, 237, 263, 264, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 284, 285, 289, 290, 291, 292, 293, 296, 303, 304, 326, 338, 339, 342, 344, 345, 347, 362, 382, 383

O

Otimização 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 38, 40, 147, 161, 162, 163, 212, 213, 239, 240, 247, 249, 256, 259

P

Planejamento 111, 125, 137, 139, 140, 143, 145, 146, 147, 155, 162, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 246, 289, 305, 306, 308, 310, 315, 317, 326, 349, 351, 355, 356, 383

Poço artesiano 25, 27, 28, 29, 30, 31, 35

Q

Qualidade da água 25, 27, 30, 35, 36, 37, 74, 197, 296, 301, 302, 303, 318, 319, 325, 326, 364, 372

R

Redes de distribuição de água 1, 2, 4

Reuso de água 178, 247, 293

S

Submedição 100, 180, 181, 185, 187

Sulfato de alumínio 38, 41, 46, 47, 49, 50, 380

Sustentabilidade 111, 123, 162, 163, 179, 205, 206, 211, 235, 236, 274, 275, 277, 280, 285, 292, 296, 303, 304, 338, 351, 383

T

Tecnologia 22, 35, 37, 51, 52, 74, 76, 96, 98, 109, 168, 179, 180, 182, 188, 189, 212, 227, 238, 247, 259, 274, 299, 305, 308, 313, 316, 326, 360

V

Viabilidade 8, 161, 180, 181, 186, 187, 188, 189, 235, 261, 296

Vulnerabilidade 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 181

 **Atena**
Editora

2 0 2 0