

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0382-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.821222208>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 2. Água. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 2” é constituído por quatorze capítulos de livros que se distribuem em três eixos-temáticos: *i)* gerenciamento de resíduos sólidos e potencial de contaminação de recursos hídricos por combustíveis; *ii)* certificação e qualidade dos sistemas de tratamento de esgoto e; *iii)* implantação e análise físico-química e biológica de fontes de captação de água para fins potáveis.

Os capítulos de 1 a 3 apresentam estudos que procuraram avaliar: *i)* o gerenciamento de resíduos sólidos proveniente de um restaurante no município de Morros/MA; *ii)* avaliação de normas e medidas de prevenção de contaminação de recursos hídricos por substâncias e derivados de combustíveis comercializados nos postos de abastecimento em áreas urbanas e; *iii)* avaliação e levantamento de patologias presentes em canais de drenagem de águas residuárias na cidade de Aracajú/SE.

Do quarto ao sexto capítulo, os estudos investigaram: *iv)* requisitos para a obtenção de qualidade ambiental (ISO 14.001) na estação de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Petrolina/PE; *v)* aplicação de sistemas de gestão para melhoria da eficiência de ETE e; *vi)* avaliação financeira para implantação e uso de fossa séptica em escolas.

Os capítulos de 7 a 14 apresentam estudos que procuraram avaliar a implantação e análise de sistemas de abastecimento de água a partir de diferentes fontes de captação. Entre os quais, destaca-se: *vii)* a implantação e otimização de um sistema de abastecimento de água em setores da cidade de Guarapiranga/SP; *viii)* eficiência do processo de cloração na desinfecção de águas para fins potáveis no município de São Mateus e na área rural da cidade de Aracruz, ambas no estado do Espírito Santo; *ix)* estudo comparativo de espacialização no Rio Itacolomi/CE entre os anos de 1990 a 2020; *x)* avaliação de parâmetros físico-químicos da água do Rio Parnaíba destinada a atividade de piscicultura; *xi)* avaliação do sistema de abastecimento de água no município de Montes Claros/MG oferecido pela concessionária municipal (AMASBE) e estadual (COPASA); *xii)* condições de abastecimento de água em comunidade pesqueira no município de Paço do Lumiar/MA; *xiii)* avaliação e análise das condições de saneamento básico na comunidade Menino Jesus na cidade de Candeias/BA e; *xiv)* interligação da gestão de recursos hídricos e a disseminação do vírus Zika e a incidência de microcefalia na região nordeste brasileira.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE MORROS, MARANHÃO

Allison Pires dos Santos

Andréa Patrícia Castro Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222081>

CAPÍTULO 2..... 18

ESTUDO DAS NORMAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA APLICADA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS EM REGIÃO DA CIDADE DE MANAUS (AM)

Wendel Miguel Barbosa Alves

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto

Sávio Raider Marques Sarkis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222082>

CAPÍTULO 3..... 29

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS NO CANAL DE DRENAGEM DA AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, EM ARACAJU, SERGIPE

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Juliany Souza Palmeira

Carla Mirele Souza dos Santos

Carla Suellen Alves Santos

Rosilma Almeida da Silva

Alan Matheus dos Santos Mota

Laline Cristine Gomes de Araújo

Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222083>

CAPÍTULO 4..... 38

O ACOMPANHAMENTO DOS REQUISITOS LEGAIS ASSOCIADOS A CERTIFICAÇÃO ISO 14.001 NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO – PETROLINA

Marcella Vianna Cabral Paiva

Raquel da Silva Bonfim

Silvia Mariana da Silva Barbosa

Tatiana de Oliveira Calado

Elisabeth Laura Alves de Lima

Silvanete Severino da Silva

Taiane de Carvalho Amorim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222084>

CAPÍTULO 5..... 48

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Marcella Vianna Cabral Paiva

Taiane de Carvalho Amorim
Sílvia Mariana da Silva Barbosa
Tatiana de Oliveira Calado
Raquel da Silva Bonfim
Elisabeth Laura Alves de Lima
Silvanete Severino da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222085>

CAPÍTULO 6..... 60

ANÁLISE FINANCEIRA DE CONSTRUÇÃO E USO DE FOSSA SÉPTICA COM DIFERENTES VOLUMES EM ESCOLA

Zacarias Caetano Vieira
Carlos Gomes da Silva Júnior
Alan Matheus dos Santos Mota
Laline Cristine Gomes de Araújo
Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222086>

CAPÍTULO 7..... 66

IMPLANTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GRAJAU E MARILDA

Richard Welsch
Thiago Santim
Henrique dos Santos de Oliveira
Edilson Souza Santos
Alessandro Esmeraldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222087>

CAPÍTULO 8..... 77

DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL

Aloísio José Bueno Cotta
André Romero da Silva
João Pedro Brunelli Souza
João Luca do Livramento
Bernardo Soares Pirola
Emanuelly Souza de Menezes
Igor Donizete Nunes Bravo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222088>

CAPÍTULO 9..... 87

ANÁLISE COMPARATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO PARÂMETRO CN (*CURVE NUMBER*) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI, CEARÁ, ENTRE OS ANOS DE 1990, 2005 E 2020

Ulisses Costa de Oliveira
Edilson Holanda Costa Filho
Ana Maria Maia
Cleverton Caçula de Albuquerque

Priscila Soares Mendonça
Natália Pinheiro Xavier
Willian Richard de Souza Cidral
Wartyson Douglas Santos de Menezes
Izaias de Souza Silva
Carlos Alberto Mendes Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222089>

CAPÍTULO 10..... 95

VIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA NO USO DA PISCICULTURA

Denise Aguiar dos Santos
Eliaquim Alves dos Santos Melo
José Guilherme Pinho Oliveira Sales
Mony Daniel Barros Costa
Thalison Cleto Silva Ferreira
Marcelo Richelly Alves de Oliveira
Maxwell Lima Reis
Maria Dulce Pessoa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220810>

CAPÍTULO 11..... 108

ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS – MG

Luma Soares Costa
Lorena Maria Guimarães Alves
Guilherme Augusto Guimarães Oliveira
Camila Santos Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220811>

CAPÍTULO 12..... 117

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DA PRAIA OLHO DE PORCO, PAÇO DO LUMIAR, MA, BRASIL: UM DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

Jennipher Rafaelle Costa Bezerra Muniz
Juliana de Faria Lima Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220812>

CAPÍTULO 13..... 129

SANEAMENTO BÁSICO EM MENINO JESUS - CANDEIAS/BA: UMA ABORDAGEM CRÍTICA SOBRE O CENÁRIO ATUAL

Sergio Sacramento dos Santos
Ingrid de Oliveira Mario
Ailmara Karoline Correia Teófilo
Martilo Cirino Cardoso Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220813>

CAPÍTULO 14.....	143
GESTÃO DE ÁGUA, ZIKA E OS CASOS DE MICROCEFALIA NO NORDESTE DO BRASIL	
Estela Miridan Rosas	
Alessandra Moraes da Rocha	
Carlos José Sousa Passos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220814	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	155
ÍNDICE REMISSIVO.....	156

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS NO CANAL DE DRENAGEM DA AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, EM ARACAJU, SERGIPE

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 07/06/2022

Zacarias Caetano Vieira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/1122013336575751>

Carlos Gomes da Silva Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7860322544460441>

Juliany Souza Palmeira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/1971157224795727>

Carla Mirele Souza dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/9847055018421732>

Carla Suellen Alves Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/2501482536938725>

Rosilma Almeida da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/0763264737354344>

Alan Matheus dos Santos Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/9278303149374288>

Laline Cristine Gomes de Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5914844832310444>

Diego Fabrício Rodrigues Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/1930484178938904>

RESUMO: As estruturas de drenagem urbana caracterizam-se por apresentar um elevado custo de construção, e assim, com as demais estruturas sofrem deterioração com o passar do tempo, justificando-se assim, a necessidade de manutenções periódicas. Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar um levantamento das patologias em um canal de drenagem urbano da Avenida José Conrado de Almeida, na cidade de Aracaju/SE. Inicialmente fez-se um levantamento visual das patologias, e posteriormente, uma análise através das imagens e levantamento bibliográfico visando compreender as principais causas e consequências dos problemas encontrados. Foram encontrados problemas estruturais (ex: trincas e armaduras expostas) até descarte irregular de resíduos sólidos. Conclui-se que, não são feitas manutenções preventivas periódicas, alguns problemas encontrados demandam uma solução urgente, a correção das patologias em estágio inicial é a situação mais adequada, e por fim, a quantidade de resíduos depositados ao longo da margem do canal denotam um descaso de parcela da população.

PALAVRAS-CHAVE: Patologias construtivas, macrodrenagem, reparos.

SURVEY OF PATHOLOGIES IN THE DRAINAGE CHANNEL OF AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, IN ARACAJU, SERGIPE

ABSTRACT: Urban drainage structures are characterized by having a high construction cost, and thus, with the other structures, they suffer deterioration over time, thus justifying the need for periodic maintenance. In view of the above, this article aims to carry out a survey of the pathologies in an urban drainage channel on Avenida José Conrado de Almeida, in the city of Aracaju/SE. Initially, a visual survey of the pathologies was made, and later, an analysis through the images and bibliographic survey in order to understand the main causes and consequences of the problems encountered. Structural problems were found (eg cracks and exposed reinforcement) to irregular disposal of solid waste. It is concluded that periodic preventive maintenance is not carried out, some problems encountered require an urgent solution, the correction of pathologies in the initial stage is the most appropriate situation, and finally, the amount of waste deposited along the channel margin denotes a neglect of part of the population.

KEYWORDS: Constructive pathologies, macrodrainage, repairs.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Tucci e Bertoni (2003) a drenagem urbana envolve a rede de coleta de água devido a precipitação sobre as superfícies urbanas, o seu tratamento e o retorno aos rios; sendo composto pela microdrenagem (sistema de condutos pluviais ou canais a nível de loteamento ou de rede primária urbana) e macrodrenagem (os sistemas coletores de diferentes sistemas).

O sistema de drenagem pluvial urbana caracteriza-se por apresentar um alto custo de construção e tendem a se deteriorar naturalmente com a passagem do tempo e com o surgimento de patologias que podem chegar a causar o colapso da estrutura, sendo indicado sua inspeção e manutenção constantes (STRAUSS, 2016). Dentre as estruturas que compõem a macrodrenagem, uma das mais utilizadas são os canais.

Diante do exposto este artigo tem como objetivo realizar um levantamento das patologias encontradas no trecho descoberto do canal de drenagem urbano da Avenida José Conrado de Almeida, na cidade de Aracaju/SE.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Canal da Av. José Conrado de Araújo, Bairro Industrial, na cidade de Aracaju/SE (Figura 1), que possui seção retangular com placas de concreto. O trecho analisado inicia-se no cruzamento com a Rua Dr. Thales Ferraz e termina no cruzamento com a Rua Altamira, totalizando aproximadamente 914,75 m. Foi analisada a parte descoberta com

713,25 m (77,97% do canal).

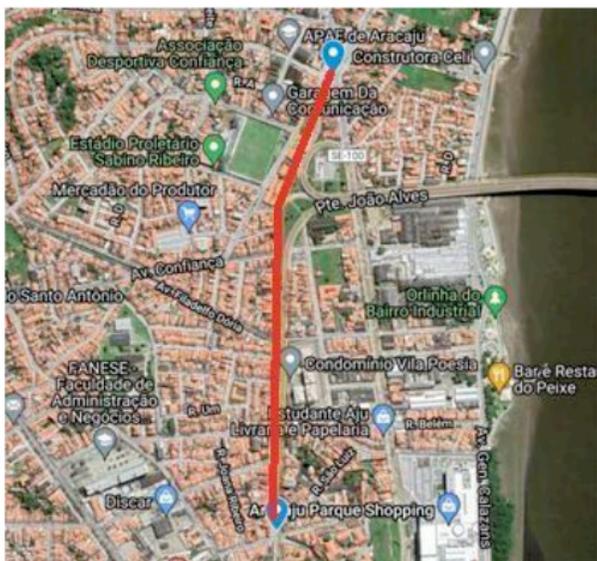


Figura 1 – Canal da Av. José Conrado de Almeida, Aracaju/SE

Fonte: Google Maps.

2.2 Metodologia

A pesquisa consistiu primeiramente, em uma visita *in loco* realizada no dia 29/01/2022, com o registro fotográfico das patologias encontradas ao longo do trecho percorrido, e em seguida, no período de 30/01 a 22/02/2022 foi realizado uma análise e discussão sobre essas patologias e suas possíveis causas. Vale salientar que, a quantidade de patologias encontrada, bem como a limitação de páginas do trabalho, restringiu uma análise mais aprofundada de cada uma, sendo essa uma sugestões para trabalhos futuros.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Trincas na parte superior. Um dos problemas observados na visita foram alguns trechos do canal com a parte superior quebrada, conforme figura 2. Os trechos com esse problema são de alvenaria, indicando que em algum momento, precisou-se aumentar a altura do canal, provavelmente, em decorrência da alteração da área ao longo do tempo. Uma possível causa seria o empuxo de terra intensificado pelo tráfego de veículos



Figura 2 - Trecho do canal com parte superior quebrada

Fonte: Os autores (2022)

Armadura exposta. Diversos trechos do canal apresentaram problema de armadura exposta, conforme figura 3. Dentre as causas dessa patologia, Nelli (2012) cita corrosão das armaduras, ninhos de concretagem, deformação causada por sobrecarga, cobertura inadequado/incompatível, destacamento ou desgaste superficial.



Figura 3 – Armadura exposta Fonte: Os autores (2022)

Fonte: Os autores (2022)

Bocas coletoras depreciadas. A maioria das bocas coletoras que margeiam o canal encontram-se depreciadas, e muitas, em avançado estado de depreciação (sem tampa, com tampa e paredes quebradas, laterais erodidas, etc), conforme figura 4. Algumas estão obstruídas por resíduos sólidos.



Figura 4 – Bocas coletoras depreciadas

Fonte: Os autores (2022)

Galerias pluviais quebradas e/ou entupidas. Algumas galerias ligadas ao canal estão degradadas (desgaste por cavitação ou abrasão), outras estão totalmente quebradas e/ou entupidas (com terra ou resíduos sólidos), conforme figura 5. Uma explicação para quebra é a profundidade inadequada, e/ou o avanço do desgaste que reduz a espessura da tubulação. As galerias que estão com a seção parcial ou totalmente ocupadas por solo indicam que a mesma quebrou e o solo que a envolve desmoronou. Pontos onde as tubulações quebraram e o solo desmoronou, este pode ser carregado para dentro do canal durante um evento de precipitação, gerando o risco de afundamento do pavimento da avenida.



Figura 5 – Galerias pluviais quebradas e/ou entupidas.

Fonte: Os autores (2022)

Desgaste por abrasão. Em quase toda a extensão do canal, percebe-se na parte inferior das paredes laterais a ocorrência do desgaste por abrasão, ainda em estágio inicial, ou seja, com pequena redução da espessura do elemento, conforme Figura 6. Com o passar do tempo e a continuação do desgaste, essa patologia pode contribuir para a degradação da estrutura. Percebe-se, também, o desgaste por abrasão nas galerias que chegam ao canal, conforme foi mostrado anteriormente (Figura 6).



Figura 6 Desgaste por abrasão nas paredes laterais do canal

Fonte: Os autores (2022)

Juntas sem preenchimento. Diversas juntas (espaços entre as placas) não apresentam nenhum tipo de preenchimento, deixando o solo desprotegido (Figura 7). Durante a chuva, a água escoar por esse espaço e vai carregando solo para dentro do canal,

gerando dois problemas: o aumento dos sólidos na água (aumenta o desgaste por abrasão) e o afundamento da calçada que margeia o canal.



Figura 7 – Juntas sem preenchimento

Fonte: Os autores (2022)

Calçadas afundadas. Muitos trechos apresentam, com diferentes magnitudes, um afundamento da calçada que margeia o canal, conforme figura 8. Esse fenômeno ocorre, conforme explicado anteriormente, em decorrência do arraste de solo pela água nos espaços (juntas) sem proteção entre as placas. Percebe-se que, todos os pontos de afundamento, coincidem com esses espaços.



Figura 8 – Calçadas afundadas.

Fonte: Os autores (2022).

Deslocamento do concreto. Diversas placas apresentam, em diferentes magnitudes, deslocamento do concreto, conforme figura 9. A ocorrência nas quinas dos elementos e em locais onde atuam fortes tensões expansivas caracterizam essa patologia (NELLI, 2012). Dentre as possíveis causas para essa patologia cita-se, corrosão das armaduras, falta de aderência entre concreto e aço, sobrecargas ou tensões acima do previsto e desforma rápida (AGUIAR, 2000; MEDEIROS; 2005).



Figura 9 – Deslocamento do concreto.

Fonte: Os autores (2022)

Descarte irregular de resíduos sólidos. Em diversos pontos, observou-se o descarte de resíduos (doméstico /construção e demolição) margeando o canal, podendo vir a cair na sua calha, conforme figura 10. Também foi observado uma quantidade significativa de resíduos no interior do canal. Dentre os problemas, tem-se: deterioração do revestimento das estruturas (abrasão) e a diminuição da capacidade da vazão transportada (acúmulo de resíduos). Também podemos citar o risco de deterioração ambiental das águas e a proliferação de doenças.



Figura 10 – Descarte irregular de resíduos ao longo do canal.

Fonte: Os autores (2022)

Passarelas deterioradas. Observou-se que algumas passarelas se encontram em péssimo estado de conservação, levando riscos para os populares que utilizam essas estruturas, conforme figura 11. Nas de madeira, muitas peças estão deterioradas, e nas de concreto, observa-se na parte inferior das vigas, armadura exposta em processo de oxidação.

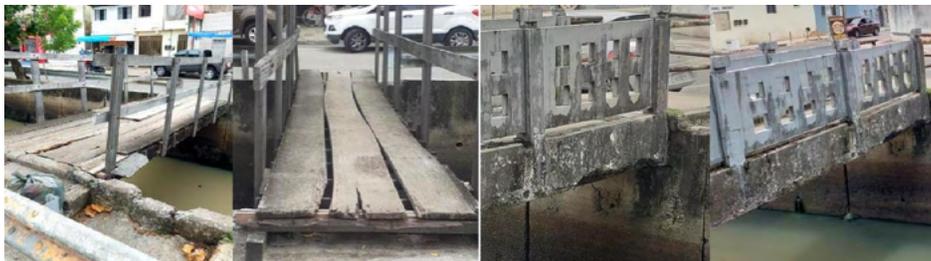


Figura 11 - Estado de conservação das passarelas.

Fonte: Os autores (2022)

Presença de vegetação. Em partes do canal, verificou-se a presença de vegetação, variando de porte chegando até espécies maiores (Figura 12). A presença de vegetação no canal atua diminuindo a área da seção e interfere na vida útil uma vez que as raízes podem degradar o concreto (JACINTO et al, 2020). Conforme Melo, Santos e Silva (2009), a vegetação pode danificar partes internas, além de criar tensões que propiciam a abertura de fissuras existentes.



Figura 12 – Presença de vegetação. Fonte: Os autores (2022)

Fonte: Os autores (2022)

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que:

- a) O avançado estágio de algumas patologias, indica que não são feitas manutenções preventivas no canal, ou a frequência dessas ações não é adequada;
- b) A correção das patologias, no estágio inicial, é mais adequada, pois implica em menores custos, e evita-se seu crescimento e problemas posteriores, como o colapso da estrutura;
- c) Há um certo descaso da população, comprovado pelo grande volume de resíduos depositados ao longo das margens do canal;
- d) Alguns problemas demandam ações urgentes, pois podem provocar transtornos maiores, como o afundamento de pontos da avenida e onde se verifica intenso fluxo de veículos;

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. E.(2000) *“Patologias que comprometem a durabilidade do concreto em galerias de água pluviais”* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 42. 2000. Fortaleza. Anais do 42º IBRACON (CD-ROM). Fortaleza: IBRACON.

JACINTO, M. de A. S.; COELHO FILHO, M. H. C.; COSTA, A. S.; PRAZERES, M. de S.; SILVA, B. da C.(2020). *“Análise da problemática em macrodrenagem: estudo de caso do Canal Cohab- Cohatrac na Ilha de São Luiz – MA”* Enciclopédia Biosfera, Jandaia, v. 17, n. 33, p. 29-42.

MEDEIROS, B. L.(2000). *“Estruturas subterrâneas de concreto: levantamento de manifestações patológicas na Região Metropolitana de Curitiba e análise de sistema de reparo”* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MELO, V. S.; SANTOS, H. de A. e; SILVA, A. de P. (2009). *“Patologias em estruturas hidráulicas de macrodrenagem revestidas em concreto”* Revista Construindo, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.32-37. Disponível em: <http://revista.fumec.br/> Acesso em: 21 maio 2021.

NELLI, R. T. (2012). *“Patologias das estruturas de concreto em obra de arte: metodologia de gestão de inspeção em galerias de águas pluviais e canais”* 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

STRAUSS, G. H. (2016). *“Gestão patrimonial de redes de drenagem urbana”*. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (org.). (2003). *“Inundações Urbanas na América do Sul”* Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 140, 144

Agência Nacional do Petróleo (ANP) 22, 27

Água potável 76, 96, 108, 109, 110, 118, 130, 131, 133, 137, 146, 151

Aquífero 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 122

Arboviroses 140, 143, 144, 153

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 132, 141

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 3, 17, 40, 47, 65, 85

B

Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) 87, 88, 89

Bactérias termotolerantes 77, 78, 79

Barragem 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Biocombustíveis 22, 27

C

Caixa d'água 77, 81, 82, 123

Captação de água 79, 80, 108, 109, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122

Cloração 77, 80, 81, 82, 83

Cloradores 77, 80, 81, 84, 85

Combustíveis 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 122

Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) 109, 110

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 14, 23, 28, 50, 58

Contaminantes 22, 38, 155

D

Desenvolvimento sustentável 130, 132, 141, 142

Desinfecção 50, 77, 79, 80, 122

Deterioração ambiental 35

Drenagem urbana 29, 30, 37, 124, 129, 130, 133

E

Ecossistema 126, 131

Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) 135

Escassez hídrica 108, 109, 115

Escoamento superficial 87, 88, 90, 92, 93

Esgotamento sanitário 49, 50, 57, 59, 117, 118, 120, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 143, 145, 147, 149

Estação de Tratamento de Água (ETA) 136

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 38, 40, 41, 42, 46, 52, 58

Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) 48, 50

F

Filtros anaeróbios 61

Fossa séptica 60, 61, 62, 65, 77, 139

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) 65, 122, 127

Fundo das Nações Unidas para criança (UNICEF) 118

G

Gasolina 19, 21, 22

Gestão ambiental 1, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 48

H

Hidrogeologia 20

I

Impactos ambientais 17, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 130, 132, 139

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 59, 110, 115, 127, 130, 145

L

Lagos 109, 150

Legislação ambiental 1, 2, 4, 43, 101

Lençol freático 21, 22

Lodo 41, 42, 51, 52, 57, 61, 62

M

Macrodrenagem 30, 37

Mananciais 108, 109, 124, 125

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 22, 23, 27, 28, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 50, 58, 59, 67, 87, 107, 108, 117, 118, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 134, 142

Microdrenagem 30

Modelagem hidráulica 66, 68, 71, 74, 76

O

Organização das Nações Unidas (ONU) 131, 142

P

Patógenos 38, 77, 80, 85

Piscicultura 95, 96, 99, 100, 102, 106, 107

Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB) 133

Poços 19, 24, 27, 79, 80, 85, 109, 111, 114, 117, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 138, 152

Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) 4

Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) 2, 5

Poluentes atmosféricos 40

R

Reciclagem 2, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 126, 132

Recursos hídricos 19, 37, 43, 44, 59, 78, 108, 139, 142, 153

Represas 109, 150

Reservas hidrográficas 19

Resíduos sólidos 2, 3, 4, 5, 6, 17, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 51, 117, 118, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 140, 141

Reutilização 5, 16, 155

Rios 30, 96, 97, 106, 109, 139

S

Saneamento básico 3, 15, 17, 38, 39, 47, 48, 58, 59, 66, 67, 78, 108, 110, 117, 118, 120, 121, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 152, 153, 154

Saúde pública 3, 4, 12, 118, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 139, 140, 141, 143, 144, 146, 152, 153

Saxitoxinas 146

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) 38, 39, 40, 45, 46, 47

Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) 130

Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) 4

Sustentabilidade ambiental 5

V

Vírus Zika 143, 153

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br