

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4



Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia civil 4 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-543-3 DOI 10.22533/at.ed.433192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DURABILIDADE E DEGRADAÇÃO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS UTILIZADOS EM SISTEMAS DE REFORÇO COM FRP DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	
Amanda Duarte Escobal Mazzú Mariana Corrêa Posterlli Gláucia Maria Dalfré	
DOI 10.22533/at.ed.4331920081	
CAPÍTULO 2	14
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE PRODUTO DE CURA QUÍMICA FORMADOR DE MEMBRANA NA PROFUNDIDADE CARBONATADA DO CONCRETO	
Alisson Rodrigues de Oliveira Dias Daniel Mendes Pinheiro Wilton Luís Leal Filho João Mateus Reis Melo	
DOI 10.22533/at.ed.4331920082	
CAPÍTULO 3	26
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS OBSERVADAS EM REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADA COM MANIFESTAÇÕES EM PINTURA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	
Amanda Fernandes Pereira da Silva Hildegard Elias Barbosa Barros Diego Silva Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.4331920083	
CAPÍTULO 4	39
ESTUDO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA PONTE DO BRAGUETO EM BRASÍLIA - DF	
Erick Costa Sousa Juliano Rodrigues da Silva Marcelle Eloi Rodrigues Maysa Batista Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.4331920084	
CAPÍTULO 5	54
AÇÕES MITIGADORAS DA REAÇÃO ÁLCALIS AGREGADO COM EMPRESAS ATUANTES NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO RECIFE	
Cristiane Santana da Silva Amâncio da Cruz Filgueira Filho Roberto de Castro Aguiar Klayne Kattiley dos Santos Silva Manueli Sueni da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920085	

CAPÍTULO 6	66
CORROSÃO: MECANISMOS E TÉCNICAS PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ariane da Silva Cardoso	
Thayse Dayse Delmiro	
Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani	
Eliana Cristina Barreto Monteiro	
Tiago Manoel da Silva Agra	
DOI 10.22533/at.ed.4331920086	
CAPÍTULO 7	87
ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL PÚBLICA EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DO RECIFE-PE	
Amâncio da Cruz Filgueira Filho	
Iago Santos Calábria	
Bruno de Sousa Teti	
Lucas Rodrigues Cavalcanti	
Amanda de Moraes Alves Figueira	
Walter de Moarais Calábria Junior	
DOI 10.22533/at.ed.4331920087	
CAPÍTULO 8	97
INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	
Romildo Alves Berenguer	
Yane Coutinho Lira	
Fernanda Cavalcanti Ferreira	
Thaís Marques da Silva	
Bráulio Silva Barros	
Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.4331920088	
CAPÍTULO 9	110
AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES TÉRREAS NA CIDADE DE TERESINA-PI	
Wendel Melo Prudêncio de Araújo	
Diego Silva Ferreira	
Hudson Chagas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920089	
CAPÍTULO 10	122
POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT	
Cristiane Rossatto Candido	
Renata Mansuelo Alves Domingos	
João Carlos Machado Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.43319200810	

CAPÍTULO 11 134

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO NUMA EDIFICAÇÃO EM SALGUEIRO-PE

Rafael Filgueira Amaral
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucíolo Victor Magalhães e Silva
Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200811

CAPÍTULO 12 147

IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Camila Fernanda da Silva Siqueira
Walter de Moarais Calábria Junior
Lucas Rodrigues Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.43319200812

CAPÍTULO 13 159

ERROS CONSTRUTIVOS COMO ORIGEM DE PATOLOGIAS NO CONCRETO ARMADO EM OBRAS NA CIDADE DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB

Kleber de Sousa Batista
Maria Aparecida Bezerra Oliveira
Rafael Wandson Rocha Sena

DOI 10.22533/at.ed.43319200813

CAPÍTULO 14 171

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DEVIDO A FALHAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200814

CAPÍTULO 15 185

INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA

Matheus Nunes Reis

DOI 10.22533/at.ed.43319200815

CAPÍTULO 16 199

INVESTIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM UM MURO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA CIDADE DO RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Amanda de Moraes Alves Figueira
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200816

CAPÍTULO 17 213

MÉTODOS E ENSAIOS UTILIZADOS PARA VALIDAÇÃO DE PATOLOGIA ESTRUTURAL EM PILARES DE CONCRETO ARMADO COM BAIXA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Robson Viera da Cunha
Itallo Mahatan Danôa Lima
Delio Leal e Silva
Flavio César Fernandes
Danilo Lima da Silva
José de França Filho

DOI 10.22533/at.ed.43319200817

CAPÍTULO 18 228

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200818

CAPÍTULO 19 241

PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ARLINDO FERREIRA DOS SANTOS

Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite
Edjanissa Kettilan Barbosa da Silva
Adri Duarte Lucena

DOI 10.22533/at.ed.43319200819

CAPÍTULO 20 257

REFORÇO ESTRUTURAL, MONOLITIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
José Carlos Juvenal da Silva
Thaís Marques da Silva
Felipe Figueirôa de Lima Câmara
Manueli Suêni da Costa Santos
Dandara Vitória Santana de Souza
Cristiane Santana da Silva
Esdras José Tenório Saturnino
Igor Albuquerque da Rosa Teixeira
Marília Gabriela Silva e Souza
Carlos Eduardo Gomes de Sá Filho
Eliana Cristina Barreto Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.43319200820

CAPÍTULO 21	271
ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RCD COMO AGREGADO GRAÚDO	
Brenno Tércio da S. Miranda Cícero Jefferson R. dos Santos Danylo de Andrade Lima Edmilson Roque da Silva Júnior Larissa Santana Batista Marcelo Laédson M. Ferreira Marco Antônio Assis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200821	
CAPÍTULO 22	288
ESTUDO SOBRE INSERÇÃO DE RASPAS DE PNEUS NO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO NA REGIÃO DE TERESINA-PI	
Francisca das Chagas Oliveira Francisco Arlon de Oliveira Chaves Linardy de Moura Sousa Marcelo Henrique Dias Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.43319200822	
CAPÍTULO 23	297
PROJETO SEPTICA – EXPERIÊNCIAS EM EXTENSÃO PARA O SANEAMENTO RURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DO BRUMADO (MARIANA – MG)	
André de Oliveira Faria Aníbal da Fonseca Santiago Jefferson de Oliveira Barbosa Lívia de Andrade Ribeiro Thainá Suzanne Alves Souza Thaissa Jucá Jardim Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200823	
CAPÍTULO 24	310
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ARGAMASSAS	
Romildo Alves Berenguer Yane Coutinho Lira Fernanda Cavalcanti Ferreira Thais Marques da Silva Bráulio Silva Barros Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.43319200824	
CAPÍTULO 25	322
CAUSAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE	
Victor Nogueira Lima Gabriela Linhares Landim Larissa de Moraes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.43319200825	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	336
ÍNDICE REMISSIVO.....	337

PROJETO SEPTICA – EXPERIÊNCIAS EM EXTENSÃO PARA O SANEAMENTO RURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DO BRUMADO (MARIANA – MG)

André de Oliveira Faria

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

Aníbal da Fonseca Santiago

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

Jefferson de Oliveira Barbosa

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

Lívia de Andrade Ribeiro

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

Thainá Suzanne Alves Souza

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

Thaissa Jucá Jardim Oliveira

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto - Minas Gerais

RESUMO: O Projeto SEPTICA é uma iniciativa dos grupos PET de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto, que visa estudar as condições de saneamento na área rural da bacia hidrográfica da cachoeira do Brumado e desenvolver ações de educação ambiental junto à comunidade local, visando fortalecer as discussões sobre saneamento na região. Sua metodologia envolve o monitoramento da qualidade da água da bacia,

diagnóstico das condições de saneamento no local, educação ambiental voltada para o saneamento e o estudo e divulgação de tecnologias sociais para o tratamento de esgoto. Os resultados apontaram que os corpos d'água da bacia apresentam índice de qualidade da água (IQA) médio, com exceção de três pontos críticos, localizados no córrego Água Limpa, em Cafundão de Baixo e na Cachoeira do Brumado. Notou-se que 66% dos moradores não têm acesso a serviços públicos de abastecimento de água e que a maior parte da população despeja seus efluentes diretamente nos córregos da região. Quanto às ações de educação ambiental e às reuniões com a comunidade, estas foram de extrema importância para dar visibilidade aos problemas socioambientais da bacia e deram base para a mobilização social em prol da resolução desses problemas.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento rural; Tecnologias sociais; Educação ambiental.

SEPTIC PROJECT - EXPERIENCES IN EXTENSION FOR RURAL SANITATION IN THE BRUMADO WATERFALL BASIN (MARIANA - MG)

ABSTRACT: The SEPTICA Project is an initiative of the PET groups of Civil Engineering and Environmental Engineering of the Federal University of Ouro Preto, which aims to carry out

sanitation actions in the rural area of the Brumado waterfall basin and environmental development actions with the local community, strengthening as the discussions on sanitation in the region. Its methodology involves the monitoring of the water quality of the basin, diagnosis of non-local sanitation conditions, environmental education focused on sanitation, the study and dissemination of social programs for sewage treatment. The results indicated that the rainfall bodies had a mean water quality index (IQA), with the exception of three critical points, located in the Clean Water stream, the Lower Cafundão and the Brumado Waterfall. It was noted that 66% of the inhabitants do not have access to public services in their streams of the region. Actions of environmental and the meetings with a community have been fundamental to access the socio-environmental problem base.

KEYWORDS: Rural sanitation; Social Technologies; Environmental education.

1 | INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2010 a Organização das Nações Unidas – ONU (2010) reconheceu pela primeira vez o direito à água potável e ao saneamento como direito humano, ‘essencial para o pleno gozo da vida e de todos os demais direitos humanos’ (Resolução 64/292, 2010). Tal declaração elevou o nível da cobrança internacional em relação às políticas públicas de saneamento básico.

Segundo Zancul (2016), historicamente, os investimentos em saneamento básico no Brasil foram concentrados nos grandes centros urbanos, deixando grande parte da população nacional sem acesso a esses serviços – notadamente nas periferias das cidades, comunidades rurais e pequenos municípios. Como alternativa para contribuir para o empoderamento das populações do campo, a gestão comunitária do saneamento básico – inspirada nos princípios da autogestão – torna-se uma boa opção, ao mesmo tempo em que diminui a responsabilidade financeira do Estado nessas atividades (ATAIDE et al., 2012).

Tendo em vista a situação econômica brasileira, torna-se imprescindível o investimento no desenvolvimento de tecnologias alternativas, de baixo custo e de alta eficiência, para o tratamento de águas residuárias. Nesse sentido, algumas tecnologias locais de tratamento de esgoto vêm sendo elaboradas e aplicadas no campo por instituições como Embrapa, Emater, Funasa e outras organizações governamentais e não governamentais atuantes nestas áreas.

A partir dos princípios baseados na sustentabilidade e no aproveitamento integral da energia e dos nutrientes presentes no efluente, essas tecnologias têm se mostrado alternativas para o tratamento de esgoto na área rural. Dentre elas, podemos citar: o tanque de evapotranspiração; a fossa séptica biodigestora; os jardins filtrantes; o círculo de bananeiras; os biodigestores pré-fabricados, a fossa séptica evapotranspiradora; e a fossa séptica econômica.

A gestão comunitária no âmbito do saneamento rural significa, portanto, uma nova

forma de resolver problemas, a partir da valorização dos conhecimentos, habilidades e verdadeiras necessidades da população. De acordo com a Fundação Nacional de Saneamento (FUNASA, 2011), a diversidade ambiental e cultural existente neste meio exige formas particulares de intervenção em saneamento básico, tanto no que diz respeito às questões ambientais, tecnológicas e educativas, como de gestão e sustentabilidade das ações.

Assim como muitas comunidades brasileiras de pequeno porte, Cachoeira do Brumado, distrito do município de Mariana - MG, é mais uma comunidade com condições precárias de saneamento básico. Neste local localiza-se um dos principais pontos de ecoturismo do município: a Cachoeira do Brumado, que serve como atrativo para turistas e lazer para os moradores locais. Assim, é notório que a população apresente uma relação muito próxima com seus corpos hídricos e sujeita a sérios riscos de contrair doenças de veiculação hídrica.

Considerando a importância do saneamento básico para dignidade da pessoa humana e a preservação dos corpos hídricos da bacia da Cachoeira do Brumado como uma questão estratégica dentro do município, verifica-se a necessidade de estudos e projetos que contribuam para uma solução sustentável desta problemática a médio e longo prazo.

2 | METODOLOGIA

A metodologia do trabalho envolveu o monitoramento da qualidade da água da bacia, o diagnóstico das condições de saneamento no local, educação ambiental voltada para o saneamento e o estudo e divulgação de tecnologias sociais para o tratamento de esgoto.

A Bacia Hidrográfica da Cachoeira do Brumado é uma sub-bacia do Rio Gualaxo do Sul, que por sua vez faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo. Sua área é de 7228,37 hectares e está localizada entre os distritos de Cachoeira do Brumado e Padre Viegas, no município de Mariana – MG (Figura 1). Seus principais rios são o Ribeirão do Brumado e o córrego Água Limpa.

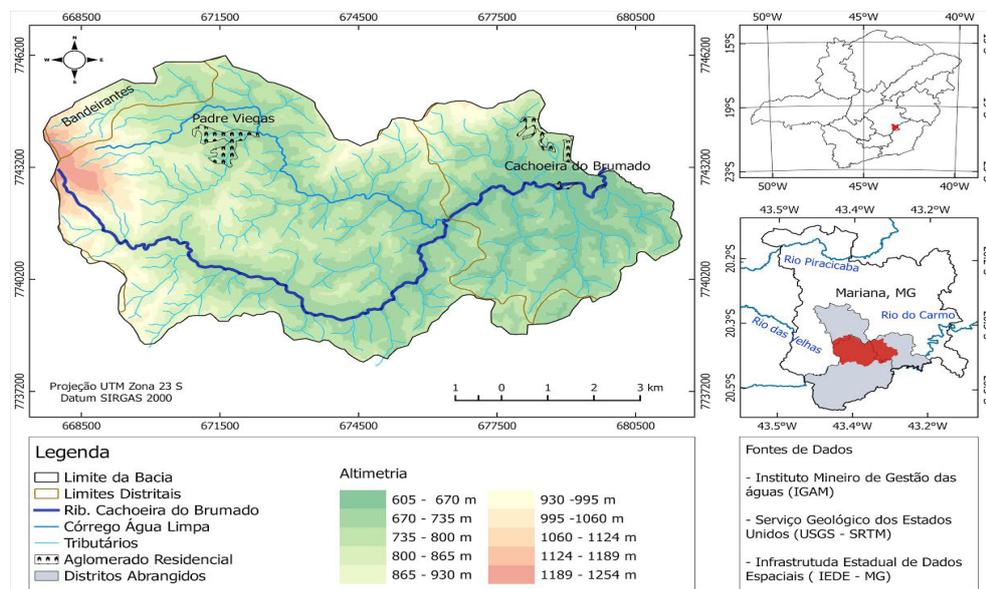


Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A Cachoeira do Brumado está situada na latitude $20^{\circ}24'08.40''S$ e longitude $43^{\circ}16'40.67''O$, com uma altitude de 605m. Como a maior parte da população rural desta bacia hidrográfica se identifica como pertencente ao distrito de Cachoeira do Brumado, a caracterização da área de estudo foi focada nesta localidade.

2.1 Monitoramento da qualidade de água

O monitoramento da qualidade da água foi feito por meio de três coletas (julho/2016; outubro/2016 e março/2017), realizadas em nove pontos de amostragem distribuídos ao longo da bacia (Figura 2). A situação dos corpos hídricos foi avaliada através do cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) em cada um dos pontos analisados. De acordo com o IGAM (2014), este índice incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

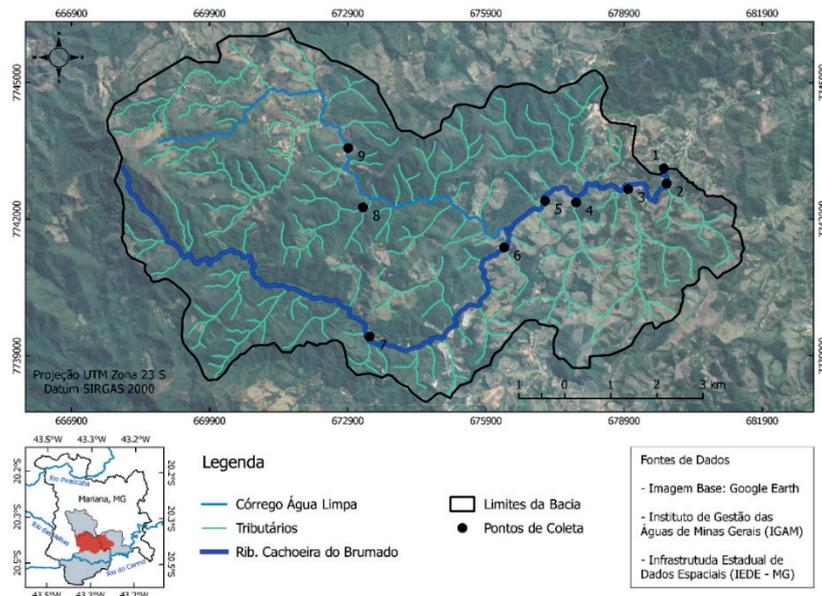


Figura 2: Pontos de Monitoramento da Qualidade de Água na bacia.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

As variáveis incorporadas são: E. coli, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido. Assim, O IQA é calculado pelo produto ponderado das variáveis que integram o índice, de forma a se obter um valor que varia de zero a cem. As classificações da qualidade da água para abastecimento público de acordo com o IQA do IGAM estão dispostas no Quadro 1.

Categoria	Ponderação
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Quadro 1: Classificação do IQA.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

2.2 Diagnóstico das condições de saneamento

O diagnóstico das condições de saneamento área de estudo foi realizado através do monitoramento da qualidade de água em pontos estratégicos da bacia, da aplicação de questionários higiênico-sanitários e da realização de um Diagnóstico Participativo do Saneamento Rural.

2.3 Educação ambiental voltada para o saneamento

As ações do projeto foram baseadas na metodologia da pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011) e, portanto, numa estreita relação entre a pesquisa e a resolução de um problema coletivo.

Assim, foi criado um ambiente de constante diálogo entre pesquisadores,

representantes locais do poder público, líderes comunitários e, principalmente, moradores dos povoados de Cachoeira do Brumado. Este ambiente de troca foi possível por meio das visitas aos povoados (seja para aplicação de questionários, monitoramento de qualidade da água ou das tecnologias de tratamento de esgoto implantadas) e de reuniões com a comunidade.

Nestas ocasiões, além de identificar as demandas da população local em relação ao saneamento básico, os moradores foram sensibilizados para a causa ambiental e para os problemas de saúde pública ligados à gestão inadequada das águas, esgotos e resíduos sólidos no meio rural. Também foi trabalhado junto à comunidade os princípios da gestão comunitária e a necessidade de organização popular para a superação dos problemas socioeconômicos e ambientais vivenciadas pela população.

A interação entre os pesquisadores e a comunidade foi realizada por meio das seguintes atividades em ordem cronológica: Visita às casas dos produtores e entrega de convites para as reuniões iniciais do projeto; Reuniões de apresentação do projeto para a comunidade e discussões acerca de seus objetivos e metodologias; Aplicação de questionários (visita às casas e observação do cotidiano da população no campo); Mini-cursos de implantação das tecnologias para tratamento de esgoto, realizados por meio de mutirões; Oficina para a elaboração do Diagnóstico Participativo do Saneamento Rural; Reuniões para a avaliação dos sistemas de tratamento de esgoto implantados entre as famílias responsáveis por estes sistemas; Oficina para a elaboração do Plano Participativo de Saneamento Rural.

2.4 Tecnologias sociais para o tratamento de esgoto

Foram escolhidas seis tecnologias para o estudo e futura implantação em cada unidade experimental (UE) da região de Cachoeira do Brumado. Sendo elas o Tanque de Evapotranspiração, Círculo de Bananeiras, Fossa Séptica Evapotranspiradora, Fossa Séptica Biodigestora, Jardim filtrante e Biodigestor Modificado.

O Tanque de Evapotranspiração (TEvap) é um sistema de tratamento para águas negras criado pelo permacultor americano Tom Watson e adaptado por vários permacultores brasileiros ao longo do tempo (Figura 3). É um sistema fechado onde não há saída de água, seja para filtros ou para sumidouros. Nele ocorre a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização, absorção dos nutrientes e da água pelas raízes dos vegetais. Os nutrientes deixam o sistema incorporando-se à biomassa das plantas e a água é eliminada por evapotranspiração. Em suas condições normais de operação não há deflúvio e, portanto, não há risco de contaminação nem do solo nem dos corpos hídricos (GALBIATI, 2009).

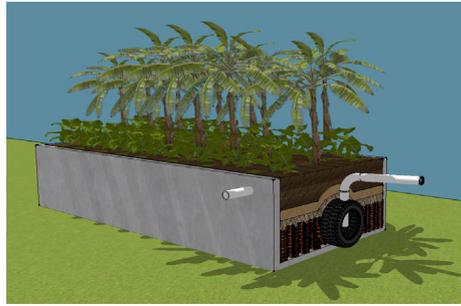


Figura 3 - Tanque de Evapotranspiração

Fonte: Autores (2017)

O Círculo de Bananeiras é um sistema de tratamento de águas cinzas provenientes da permacultura, que utiliza apenas materiais biodegradáveis e trabalha reinserindo o esgoto no ciclo natural da água (Figura 4). O princípio de funcionamento do círculo de bananeiras é a absorção de parte da água cinza e de seus nutrientes pelos vegetais e da infiltração de sua outra parte no solo, purificando o efluente e permitindo a recarga do lençol freático. Segundo Kievel et al. (2016) a eficiência do sistema é condicionada a não utilização de produtos químicos na lavagem de roupas e louças e nos banhos.

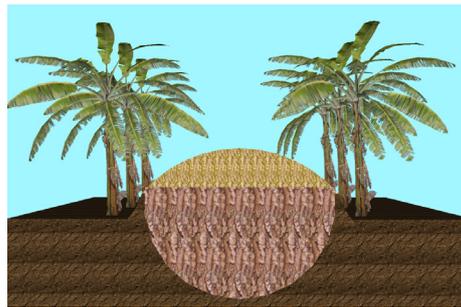


Figura 4 - Círculo de Bananeiras

Fonte: Autores (2017)

A Fossa Séptica Evapotranspiradora consiste na integração de uma fossa séptica convencional com um tanque de evapotranspiração, afim de tratar conjuntamente águas cinzas e negras (Figuras 5). A primeira etapa do tratamento consiste na passagem por duas fossas sépticas em série, onde o material sólido do esgoto será sedimentado e digerido. Esta etapa será responsável por uma redução significativa sólidos e pela estabilização dos gases, permitindo com que o efluente passe para o tanque de evapotranspiração com maior segurança. Assim como o TEvap, em condições normais, este sistema também não produz efluentes. (CARDOSO et al., 2016)

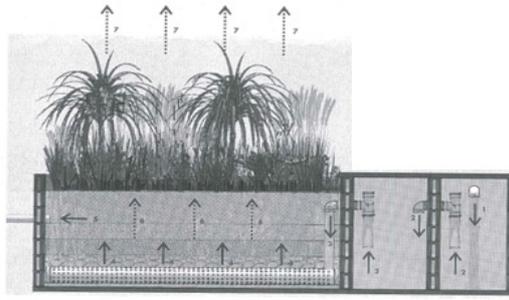


Figura 5 - Fossa Séptica Evapotranspiradora. Corte longitudinal vertical

Fonte: Cardoso et al. (2016)

A Fossa Séptica Biodigestora é um sistema de tratamento desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com base nos biodigestores utilizados na área rural da China (Figura 6). Esta tecnologia é utilizada para tratar águas negras, devolvendo ao ambiente um efluente com reduzida carga de patógenos e alta concentração de nutrientes, que pode ser utilizado para adubar árvores, milho, capim dentre outras culturas (GALINDO et al., 2010).

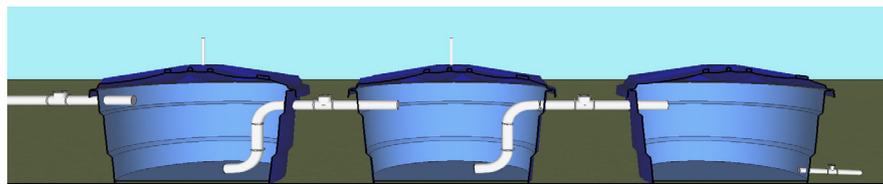


Figura 6 - Fossa Séptica Biodigestora

Fonte: Autores (2017)

O Jardim filtrante é um modelo de wetland horizontal de fluxo subsuperficial usado para dar destino às águas cinzas produzidas em uma residência. O sistema, adaptado pela Embrapa (2015) para atuar de forma conjunta com a fossa séptica biodigestora, baseia-se em um pequeno lago preenchido com brita areia e plantas, onde o esgoto é tratado por meio da filtração e da ação dos vegetais. Sua manutenção é muito simples e consiste apenas no cuidado com os vegetais plantados sobre o tanque. Além disso, o sistema funciona como elemento paisagístico e se integra perfeitamente ao ambiente rural (Figura 7).

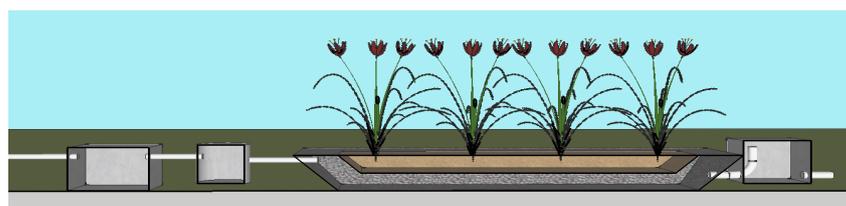


Figura 7 - Jardins filtrantes

Fonte: Autores (2017)

O Biodigestor Modificado é uma miniestação de tratamento de águas negras, fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD), com um sistema de extração do lodo que permite o manuseio e aproveitamento deste resíduo diretamente pelo usuário (ACQUALIMP, 2017).

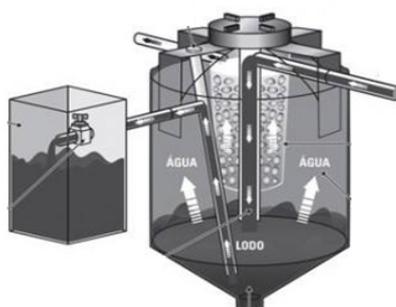


Figura 8 - Esquema de funcionamento do Biodigestor Rotoplas

Fonte: Acqualimp (2017)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Qualidade da água

De maneira geral, a bacia hidrográfica da cachoeira do Brumado apresentou um IQA médio, com três pontos mais problemáticos.

O córrego Água Limpa, que recebe grande parte do efluente produzido no distrito de Padre Viegas, representado pelo Ponto 09, apresentou os piores IQAs em todas as campanhas (Figura 9). No Ribeirão do Brumado, o Ponto 03 (anterior à cachoeira) e o Ponto 01 (localizado na própria cachoeira do Brumado) também apresentaram valores mais baixos de IQA. Apesar de não ter sido enquadrado como “ruim”, o ponto da Cachoeira do Brumado apresentou o segundo pior valor de IQA tanto na primeira (70) quanto na terceira coleta (57,4). Já o Ponto 03, localizado em Cafundão de Baixo, chamou atenção na 2ª coleta, realizada no período chuvoso, quando atingiu um índice de 44,7.

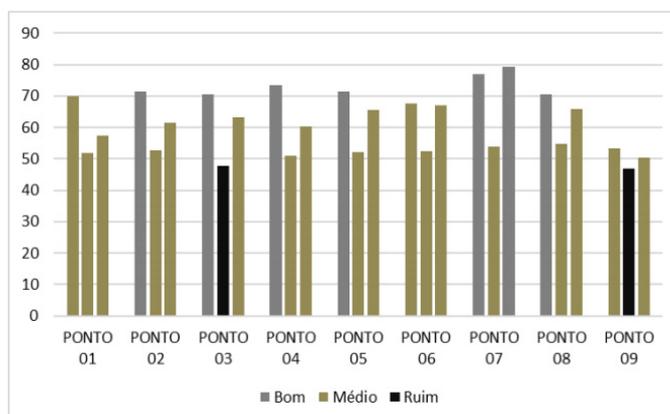


Figura 9: Valores de IQA referentes às três coletas para cada ponto da bacia

Fonte: Autores (2017).

O aumento das chuvas ocasionou uma piora significativa na qualidade da água de toda a bacia no período da 2ª coleta, sendo que os Pontos 03 e 09 apresentaram IQAs ruins. Cruzando os dados do IQA com as concentrações de *E. coli* (Figura 10), percebeu-se que tal quadro foi ocasionado principalmente pelo carreamento de material fecal para os corpos hídricos da bacia, já que, neste período, todos os pontos apresentaram concentrações de *E. coli* superiores àquelas preconizadas pelo CONAMA 274.

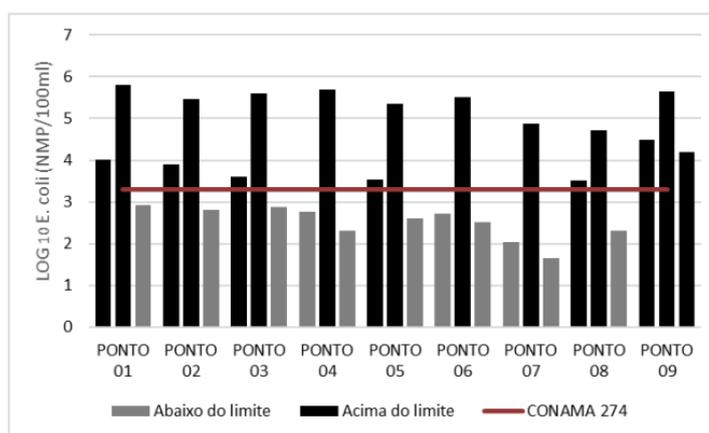


Figura 10: Concentração de *E. coli* na bacia hidrográfica da Cachoeira do Brumado e condição de balneabilidade dos pontos

Fonte: Autores (2017).

Além das fezes de animais, a ação das chuvas favorece o deslocamento dos dejetos acumulados nos leitos de pequenos córregos, onde normalmente são despejados os esgotos das propriedades rurais.

Em um primeiro momento, o aumento do aporte de esgoto, denunciado pelas altas concentrações de *E. coli*, contrastou com a baixa concentração de matéria orgânica identificada ao longo da bacia. Porém, tanto os valores de OD (que variam de 5,87 a 9,44 mg/L) quanto de DBO (que variam de 0,27 a 2 mg/L) foram resultados do relevo acidentado da região, que propicia uma alta taxa de aeração de seus corpos hídricos e, conseqüentemente, de decomposição da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

Conforme dito anteriormente, o Ponto 09, localizado no início do córrego Água Limpa, apresentou valores preocupantes no que diz respeito às concentrações de *E. coli* e, conseqüentemente, no seu Índice de Qualidade de Água. Porém, os resultados deste trabalho indicam que a carga de esgoto doméstico proveniente do distrito de Padre Viegas não configura ameaça à qualidade da água da cachoeira do Brumado, na medida em que este córrego passa por uma espécie de rocha porosa (que funciona como um atenuador ambiental) antes de voltar ao seu curso e encontrar o ribeirão do Brumado. Assim, os pontos localizados no ribeirão do Brumado, após o seu encontro com o córrego Água Limpa, apresentam IQAs satisfatórios (médios ou bom), voltando a piorar apenas na área após o povoado de Cafundão de Baixo, situado próximo da

cachoeira.

Em relação à cachoeira do Brumado, Ponto 01, os valores de E. coli das duas primeiras coletas classificaram este local como impróprio para banho. Apesar de não apresentar os piores resultados em relação ao IQA, este é um ponto preocupante da bacia, devido ser um local muito utilizado para banho, tanto pelos moradores de Cachoeira do Brumado quanto por turistas.

3.2 Diagnóstico das condições de saneamento básico

O diagnóstico realizado apontou que as comunidades localizadas ao longo desta bacia hidrográfica apresentam problemas de saneamento típicos das comunidades rurais da América Latina, nas quais a insuficiência dos serviços administrados pelo Estado direciona os moradores a desenvolver estruturas independentes de coleta de água e esgoto.

Em relação ao abastecimento de água, apenas 31% da população declarou ter acesso a sistemas públicos e 66% não tem acesso a este serviço. Destes 66%, uma parcela obtém água por meio de sistemas de distribuição coletivos e outra parte costuma captar água diretamente de nascentes próximas de suas propriedades.

Apesar de muitas famílias utilizarem os rios da região como forma de lazer, 64% dos entrevistados acreditam que as águas do ribeirão do Brumado e de seus tributários não são adequadas para banho e 66% da população já ouviu falar sobre o risco de contrair doenças na Cachoeira do Brumado. Sobre a possibilidade de interdição da cachoeira, devido ao alto nível de contaminação fecal identificado, a maioria absoluta dos entrevistados declarou não estar de acordo, já que esta estratégia seria prejudicial ao comércio/turismo local.

3.3 Ações de educação ambiental

O curso de formação de agentes ambientais foi dividido em quatro módulos, ao longo dos quais os estudantes puderam entrar em contato com a complexidade das questões relacionadas ao saneamento básico e desenvolver conhecimentos técnicos acerca dos processos de tratamento de água e esgoto, da legislação referente ao tema e das responsabilidades de cada esfera da sociedade. O curso ocorreu em parceria com a Escola Estadual D. Reparata, que cedeu espaço para as aulas e realizou as ações de mobilização. Todas as aulas contavam com dinâmicas de grupo e espaços de discussão, em que os alunos expunham suas opiniões e questionamentos sobre o assunto.

4 | CONCLUSÃO

Através dos estudos conduzidos na região e das vivências junto à comunidade de Cachoeira do Brumado, constatou-se que a bacia em questão possui diversos

problemas relacionados ao saneamento básico, decorrentes principalmente da ausência do Estado no cumprimento deste serviço.

O trabalho, que originalmente tinha como foco a recuperação de um espaço de lazer e ponto turístico do distrito, desvelou uma situação ainda mais grave: a violação constante dos direitos humanos ligados ao acesso à água potável e ao saneamento básico na região; a contaminação de diversos pontos da bacia; e a escassez de políticas públicas de saneamento básico que contemplem os distritos e comunidades rurais do município de Mariana.

Por outro lado, o projeto também identificou potencialidades, ligadas tanto à capacidade de organização social da população local (responsável pela gestão dos serviços de abastecimento de água em alguns povoados), quanto ao interesse desta por tecnologias sociais e pelos princípios do saneamento ecológico.

Apesar de todas as dificuldades de se executar um projeto de extensão voltado para uma questão de tamanha complexidade, entende-se que o principal resultado do Projeto SÉPTICA foi justamente sua contribuição para a inserção do tema “saneamento básico” nas discussões da população local. Além, é claro, da realização de um diagnóstico das condições atuais de saneamento e da qualidade da água, essencial para a proposição de estratégias adequadas à solução dos problemas relatados.

REFERÊNCIAS

ACQUALIMP. **Biodigestor. Manual de instalação.** 2017. Disponível em: <http://www.acqualimp.com/wp-content/uploads/2016/01/manual-de-instalacao-biodigestor-acqualimp-1.pdf>. Acesso em: 20/01/2017.

ATAIDE, G. V.; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. **Autogestão em Saneamento Básico no Brasil: experiências e aprendizado.** XVI Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. p. 1–13. 2012.

CARDOSO, F.; BRITO, B.; MACAHDO, D.; PIRES, F. **Fossa séptica Evapotranspiradora. Orientações técnicas para a construção e manutenção.** Belo Horizonte. 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agricultura Inteligente e Saneamento Básico Rural. Jardim Filtrante.** Embrapa Instrumentação. 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138166/1/Saneamento-Basico.pdf>. Acesso em: 05/02/2017.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Boletim Informativo: Saneamento Rural.** Publicação da Fundação Nacional de Saúde. Ed. nº10. 2011. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_san_rural.pdf. Acesso em: 20/12/2016

GALINDO, N.; da SILVA, W.; NOVAES, AN.; SOARES, M. GALVANI, F. **Perguntas e Respostas: Fossa Séptica Biodigestora.** Documento 49. São Carlos: Embrapa Instrumentação. 2010.

GALBIATI, A. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2009.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS. **Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013: resumo executivo.** 2014.

KIEVEL, M. G.; PRIEBE, N. C.; FOFONKA, L. **Alternativas Sustentáveis Para O Tratamento Adequado Do Esgoto Doméstico No Município De Arroio Do Padre / Rs.** Educação Ambiental em Ação. n. 57. p. 1–17, 2016.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Assembleia Geral da ONU reconhece direito ao saneamento, que ainda não chega a 2,5 bilhões de pessoas. 2015.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-direitoao-saneamento-que-ainda-nao-chega-a-25-bilhoes-de-pessoas/>. Acesso em: 20 jun. 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-Ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** UFMG, 2005.

ZANCUL, J. **Contextualização da Política de Saneamento Rural no Brasil. Seminário Nacional Saúde, Ambiente e Comunidades Tradicionais.** Fundação Nacional de Saúde. 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alvenaria Estrutural 87, 332

Análise Estrutural 185

B

Bragueto 6, 39, 40, 44, 49, 51, 52

C

Carbonatação 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 66, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 85, 86, 99, 104, 107, 108

Cidade limpa 122

Comportamento a longo prazo 1

Concreto 14, 24, 38, 40, 53, 54, 59, 60, 64, 65, 66, 74, 84, 85, 86, 108, 109, 146, 155, 157, 158, 169, 184, 185, 198, 211, 212, 213, 227, 240, 245, 261, 268, 270, 274, 280, 286, 287, 321

Concreto Armado 84, 86, 108, 109, 169, 185, 198, 212, 227, 245

Construção 19, 38, 40, 109, 113, 122, 147, 184, 211, 240, 241, 273, 287, 321, 322

Corrosão 45, 50, 66, 68, 84, 85, 86, 102, 109, 110, 115, 117, 167, 212, 270

Cura química 14, 15, 17, 18, 23, 25, 176

D

Degradação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 26, 27, 28, 77, 84, 86, 100, 106, 107, 111, 112, 134, 135, 138, 142, 146, 159, 166, 167, 169, 200, 289

Diagnóstico de Manifestações Patológicas 97

Durabilidade 1, 52, 84, 96, 109, 157, 212

E

Edificações 87, 88, 96, 110, 113, 212, 241, 255, 256

Edifício 26, 65, 258

Ensaio e pilares 213

Estrutura 6, 32, 39, 43, 85, 87, 159, 199, 255, 321

F

Fachada 26, 32, 33, 128, 187, 194

Fiscalização 87, 96

Fissura 47, 110, 116, 250, 252

Fundações 54, 64, 65

G

GDE/UNB 39, 40, 41, 42, 49, 52

I

Inspeção 42, 52, 85, 97, 99, 100, 106, 109, 115, 116, 117, 118, 185, 211, 212
Inspeção de Estruturas 97

M

Manifestações patológicas 27, 32, 34, 66, 67, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 108, 110, 111, 114, 115, 116, 119, 120, 134, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 171, 172, 173, 174, 183, 184, 186, 188, 189, 197, 201, 211, 214, 228, 229, 231, 241, 242, 243, 244, 245, 252, 255, 257, 259, 324, 329
Monitoramento 185, 192, 193, 300, 301

P

Patologia 34, 35, 38, 87, 109, 110, 113, 121, 146, 147, 158, 199, 201, 212, 227, 236, 241, 243, 252, 255, 256, 334
Poluição visual 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 132
Ponte 6, 39, 40, 49, 51, 52, 55, 56, 97, 212
Pré-fabricado 171, 173
Prevenção 65, 146, 147, 199

Q

Qualidade visual 7, 122, 123, 124, 126, 127, 131, 132, 133

R

Reação Álcali-Agregado 54, 64
Recuperação 54, 66, 146, 147, 158, 199, 212, 227, 262, 274
Reforço com FRP 1
Resinas epoxídicas 1
Revestimento 26, 38, 141, 187, 188, 321, 332

T

Terapia 135, 137, 202, 258, 330

U

Umidade 50, 77, 110, 118, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-543-3



9 788572 475433