

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-NãoDerivativos 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
Izaías 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

DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL

Data de aceite: 01/08/2022

Aloísio José Bueno Cotta

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/3298545143757892>

André Romero da Silva

IFES-Aracruz-ES

<http://lattes.cnpq.br/3079774974302460>

João Pedro Brunelli Souza

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/9162825268231261>

João Luca do Livramento

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/3213390100209131>

Bernardo Soares Pirola

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/7530737977790546>

Emanuelly Souza de Menezes

CEUNES/UFES

<http://lattes.cnpq.br/5025460402323338>

Igor Donizete Nunes Bravo

Sec. Edu. de São Mateus-ES

<http://lattes.cnpq.br/2475704410563097>

RESUMO: Devido ao desconhecimento das possibilidades de tratamento e a precariedade do sistema de abastecimento público no Bairro de Guriri, São Mateus-ES, e na região rural de Aracruz-ES (Bairro Barra do Riacho), este projeto propõe a integração da prática pedagógica com a promoção da desinfecção da água, via cloração. Os modelos de cloradores propostos

contemplam um duplo sistema de difusão para aplicação do cloro de modo uniforme e contínuo, ao mesmo tempo que minimiza a necessidade de manutenção. A eficiência dos cloradores, instalados nas residências dos participantes, após sua anuência e instrução, será avaliada com o monitoramento dos níveis de cloro ativo e presença de patógenos (bactérias termotolerantes e E. Coli) ao longo de 90 dias, após instalação no poço ou caixa d'água. Os dados serão obtidos e avaliados com a participação dos da Escola Estadual Wallace Castelo Dutra (EEWCD) em Guriri, e da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Caboclo Bernardo (EEEFMCB), em Barra do Riacho, para verificar a efetividade da desinfecção. Com a realização do projeto espera-se, não apenas, avançar no desenvolvimento dos novos modelos de clorador, mas sim consorciar esta atividade com a melhoria da qualidade da água utilizada pelas populações. Além, de sua conscientização sobre os riscos decorrentes do uso da água sem tratamento e sobre a poluição causada pela construção de fossas rudimentares, com vistas a adoção de um modelo de fossa séptica ambientalmente correto, bem como a popularização das possibilidades para a desinfecção da água captada de fontes alternativas.

PALAVRAS-CHAVE: Clorador, cloração, patógenos, fossa.

ABSTRACT: Due to unfamiliarity with the treatment techniques and the precariousness of the public water supply system in the Guriri, São Mateus-ES, and the rural region of Aracruz-ES, this project proposes the integration of pedagogical practices with the propagation of

disinfection via chlorination. The proposed chlorinator models include a double diffusion system for continuous chlorine application while minimizing the need for maintenance. After installation of chlorinator in well or water tank, the levels of active chlorine and the presence of pathogens (thermotolerant bacteria and *E. Coli*) will be monitored for 90 days to assess chlorinators effectiveness. The data will be obtained and evaluated with high students of Escola Estadual Wallace Castelo Dutra (EEWCD) in Guriri, and Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Caboclo Bernardo (EEEFMCB), in Barra do Riacho, to verify water disinfection. As a project outcome, we expect to advance in the development of the new chlorinators as a homemade solution for water treatment. In addition, we aim to promote the awareness about the risks of using untreated water and the pollution caused by the rudimentary septic tanks to promote de adoption of an environmentally correct septic tank model, as well as the popularization of possibilities for water disinfection.

KEYWORDS: Chlorinator, chlorination, pathogens, cesspool.

INTRODUÇÃO

A água

A água é um recurso de vital importância para o ser humano. Necessitamos de grandes quantidades de água nas diversas atividades do nosso dia a dia, que variam desde a água para beber, higiene pessoal, preparo de alimentos e limpeza. Também a empregamos como via de transporte, para saneamento (condução do esgoto), para produção de energia, entre outros fins.

Dada sua importância para as tarefas cotidianas, o homem busca continuamente pelo acesso e controle das reservas de água. Porém, a sociedade nem sempre está consciente dos impactos que causa sobre os recursos hídricos. As atividades humanas afetam o ciclo natural das águas (p. ex. com a construção de barragens), e também causam a poluição das águas quando metais, pesticidas, fertilizantes, resíduos, fármacos, e esgoto, contendo diversos organismos patogênicos (p. ex.: bactérias termotolerantes, *Escherichia coli* (*E. Coli*)), são indevidamente despejados.

Diferentes usos surgiram ao longo do tempo, à medida que a população crescia e avanços tecnológicos surgiam. Desta forma, mais água era demandada para atender as necessidades das sociedades em expansão. Contudo, o consumo crescente não foi seguido de ações para proteção dos recursos hídricos. Esse descaso, faz com que, atualmente enfrentemos grande dificuldade para abastecer toda a população das cidades e para suprir a demanda do campo com água de qualidade. Isto decorre principalmente por causa da degradação das fontes de água e da poluição dos recursos ainda restantes.

Caracterização do problema

A falta de infraestrutura para saneamento básico, tratamento e distribuição de água é um problema comum nas cidades brasileiras, tanto em capitais, como em municípios

menores. Especialmente em novos loteamentos e zonas rurais, os problemas são maiores, devido ao distanciamento das estações de tratamento de água (ETA), sendo notória também a falta de infraestrutura para coleta e tratamentos de esgoto (IBGE, 2013). Tal situação, obriga a população a realizar a captação de água de fontes alternativas, geralmente impróprias para consumo humano, e ao lançamento de seus dejetos em fossas rudimentares, diretamente no solo ou nos cursos d'água.

O cenário descrito acima, reflete a realidade do município de São Mateus-ES, o qual não dispõe de estações de tratamento de esgoto (ETE) suficientes para os efluentes dos mais de 110 mil habitantes. Assim, cerca de 95% do esgoto é diretamente lançado no rio São Mateus e no seu afluente, o rio Abissínia, comprometendo a qualidade de suas águas, conforme demonstrado no estudo de Cotta et al. (2017).

A situação dos residentes do Bairro de Guriri, São Mateus-ES é ainda mais preocupante, pois a análise de amostras de 35 poços rasos, utilizados como solução individual para complementar o abastecimento nas casas com ligação à rede pública, ou como única fonte nas residências ainda sem ligação, revelou a contaminação de mais de 50% com bactérias termotolerantes (Figura 1), e a presença de *E. Coli* em 20%. Tal contaminação decorre da falta de rede de coleta de esgoto e consequente destinação dos efluentes domésticos em fossas negras, o que terminam por contaminar a água subterrânea. A falta de conhecimento das técnicas de tratamento da água deixa a população à mercê de doenças de vinculação hídrica, como diarreia por *E. Coli*, amebíase que é causada por um protozoário, além de cólera, leptospirose, disenteria, e esquistossomose, entre outras doenças.

Diferentemente do balneário de Guriri, para o qual já existe um diagnóstico da contaminação da água subterrânea explorada pelos moradores (Cotta et al. 2020), para a zona rural de Aracruz-ES não existe uma base de estudos sobre a qualidade da água subterrânea. Soma-se a isso, a constatação da contaminação do rio Araraquara (Distrito de Guaraná, Aracruz) por uma série de protozoários (Grazziotti et al. 2018). O que reforça, ainda mais, a necessidade da atuação deste projeto para a popularização da técnica de desinfecção.

A preocupação se justifica ao considerar que mais de 11 mil habitantes de Aracruz (ou 11,5% da população) ainda não são atendidos pela rede de abastecimento com água tratada e que o esgoto de mais de 21 mil pessoas (21% da população) não é coletado, além disso, apenas 31% recebe tratamento (Água e Saneamento, Aracruz-ES, 2022). Segundo dados do DATASUS (2019), mais de R\$ 36.700 reais foram gastos com despesas decorrentes de internações por doenças de veiculação hídrica em Aracruz-ES em 2018. Em São Mateus-ES os índices são ainda piores, pois 18,1% e 45,3%, respectivamente não tem acesso à água tratada e nem ligação à rede coletora, apenas 5% do esgoto recebe tratamento e os gastos com internações ultrapassaram R\$ 82.300, correspondendo a 17% do total de hospitalizações (DATASUS, São Mateus, 2019), com uma alta de 219% nas

interações entre 2014 e 2019 (DATASUS, São Mateus, 2020).

O consumo e mesmo o contato direto e indireto (em banhos, ao enxaguar a boca após escovar os dentes e lavagem de alimentos ou utensílios domésticos) com água contaminada com patógenos é perigoso, pois estes podem causar desde dor abdominal, febre, até a diarreia intensa e com sangue, e infecções com sérias consequências (Furtado et al. 2017). Nos locais sem sistemas de tratamento e distribuição, uma das alternativas mais recorrentes é a captação de água subterrânea em cacimbas (poços rasos de grande diâmetro) ou poços tubulares rasos, como ocorre no Bairro de Guriri, São Mateus-ES (Figura 1). Nestes casos, dada a alta incidência de contaminação com patógenos, a desinfecção domiciliar da água é necessária. Mas, infelizmente pouco adotada, como revelou os estudos de Fachetti et al. (2017a, b). O tratamento por cloração é um dos mais indicados, principalmente devido ao seu efeito residual. Alguns trabalhos sugerem o uso de cloradores simplificados (Figura 2), como proposta de baixo custo para atender a população sem acesso à água tratada (Ferreira et al. 2016).



FIGURA 1 - Indicação de poços com infrações (presença) para coliformes termotolerantes em Guriri (Fachetti e Cotta 2017)

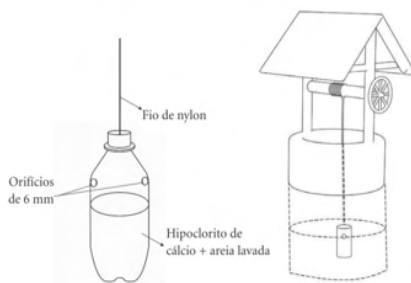


FIGURA 2 - Clorador simplificado por difusão e posicionamento no poço cacimba (Ferreira et al. 2016).

Ferreira et al (2016) empregou o clorador (Figura 2), com 340 g de hipoclorito de cálcio e 85 g de areia média lavada, para tratar a água de 20 cacimbas compartilhados por 39 famílias de um assentamento rural. Segundo o manual da FUNASA (2006) esta mistura é suficiente para a desinfecção de 2 mil litros de água, sendo o cloro liberado durante trinta dias. Porém, constatou-se que com apenas 15 dias após a instalação, metade dos poços já voltou a apresentar coliformes e *E. Coli*, piorando para 75% de contaminação após 30 dias. As determinações revelaram que o nível de cloro ativo se manteve abaixo do mínimo desejado (0,2 mg/L) após 15 dias da instalação dos cloradores (Portaria GM/MS N° 888, 2021). Um, dentre os 20 poços, não apresentou descontaminação. Os autores concluíram, que o atual modelo de clorador não garantia a descontaminação completa da água, mas que mesmo assim seu uso é importante, apesar de necessitar de aprimoramento. Além disso, o projeto teve uma grande aceitação pela população local que se responsabilizou pela manutenção dos cloradores, revelando a importância social deste tipo de projeto.

A Portaria 2914/2011, do Ministério da Saúde (MS), estabelece que os produtos destinados a cloração da água para consumo humano devem atender a norma técnica da ABNT 15784/2017, a qual lista as substâncias orgânicas e inorgânicas liberadoras de cloro ativo. Diversos produtos (p. ex.: Clor-In, Aquatrat Genco, AgroAzul e Clim90) possuem registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária, sendo comercializados na forma de pastilhas de 20 g, com 50 a 90% (m/m) de cloro ativo, o que é suficiente para tratar cerca de 10 mil litros de água. Seus princípios ativos são tricloro, ou dicloro-S-triazina triona, que apresentam eficiência comprovada contra diversos microrganismos causadores de doenças: *E. Coli*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella sp.*

Estes produtos geralmente orientam para aplicação direta na caixa d'água, uma operação de risco, pois geralmente está em um local alto e de difícil acesso. Além disso, a aplicação direta da pastilha (seja no poço ou caixa d'água) não permite o controle sobre a intensidade da cloração, nem a efetiva manutenção dos níveis preconizados de cloro ativo (entre 0,2 e 2 mg/L). Soma-se ainda a necessidade de frequente reposição das pastilhas, de acordo com o consumo. Por isso, neste projeto, novos modelos de cloradores, com um mecanismo simples de controle da dissolução da pastilha, serão utilizados para minimizar o consumo e a necessidade de reposição das pastilhas. O uso dos cloradores objetiva uniformizar a aplicação do cloro, promovendo um tratamento mais efetivo e duradouro com menor frequência de manutenção e riscos operacionais.

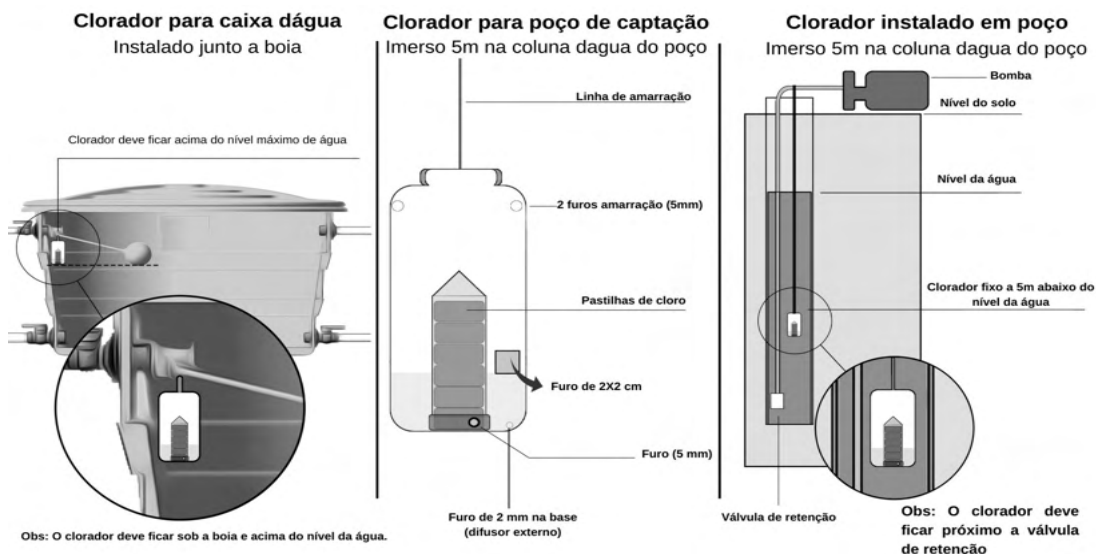


FIGURA 3 – Esquema do clorador e sua instalação na caixa d'água ou no poço.

A construção dos cloradores para uso na caixa d'água e no poço são detalhados nas tabelas abaixo.

Construção do Clorador para Caixa D'Água

Ilustrações

1º) Escolher dois frascos de modo que o menor caiba dentro do maior (até 8 cm altura). O menor deve ter boca larga, com 3 cm de abertura.

2º) Fazer um furo (1 a 2 cm de largura) a 1 cm da base do frasco maior (frasco/difusor externo).

3º) Fazer dois furos (2 mm de largura) na base do frasco maior.

4º) Fazer dois furos de 5 mm na base do frasco menor (frasco/difusor interno).

5º) Preencher o frasco menor com pastilhas de cloro e tampar. O frasco menor é colocado dentro do maior, com a furação para baixo.

6º) Fixar o clorador sob a boia (ou cano de entrada de água) na sua amarração sob a boia ou cano de entrada de água. Amarrar o frasco maior, sem tampa, com linha de pesca grossa.

7º) Fixar o clorador sob a boia (ou cano de entrada de água) de modo que a água entre pelo frasco maior.

8º) Ajustar o flutuador da boia para que o nível máximo da água na caixa não alcance o furo de saída de água do frasco maior.

9º) No dia seguinte, testar a presença de cloro na água. Para isso adicione 2 gotas de toluidina (fornecida pelo projeto ou adquirida em casas de material para piscina) à meio copo de água de uma das torneiras de sua casa. Se a solução ficar levemente amarelada está confirmada a presença de cloro na água e o bom funcionamento do clorador.

10º) Caso perceba um forte cheiro ou gosto na água, verifique se clorador foi corretamente instalado. Geralmente, uma superdosagem de cloro ocorre quando o nível da água na caixa d'água se eleva ao ponto de entrar pelo furo de saída. Neste caso, você deve suspender o clorador e dobrar o arrame do flutuador da boia para evitar que a caixa se encha ao ponto de alcançar a base do clorador.

11º) Caso perceba gosto e cheiro fortes na água, remova o clorador e entre em contato com a equipe do projeto (projetcloradorceunes@gmail.com) para outras instruções.

FIGURA 3 – Passo a passo da construção. Instalar de modo que o clorador fique acima do nível máximo da água na caixa d'água.

Marcação das furações

Difusor externo



Frasco boca larga



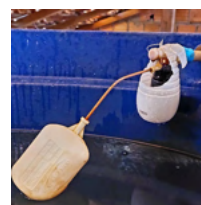
Opções de pastilhas de cloro



Teste da cloração da água da torneira



Instalação na caixa d'água



Construção do Clorador para Poço

Ilustrações

- 1º) Escolher dois frascos estreitos de modo que o maior caiba dentro do cano do poço.
 - 2º) Fazer dois furos (de 1 a 2 cm de largura) perto da base do frasco maior (difusor externo).
 - 3º) Fazer um corte lateral na parte superior do frasco maior.
 - 4º) Fazer dois furos de 5 mm na base do frasco menor (difusor interno), com aprox. 200 mL de capacidade.
 - 5º) Preencher o frasco menor com pastilhas de cloro e tampar. O frasco menor é colocado dentro do maior, passando pelo corte lateral, com sua furação para baixo.
 - 6º) Retirar a tampa do frasco maior, amarrando-o em uma das pontas de uma linha de pesca grossa (0100) com aprox. 7 m de comprimento.
 - 6º) Descer o clorador (frasco externo, contendo o frasco interno com as pastilhas) pelo cano do poço até perto da válvula de retenção (geralmente a 6 m de profundidade).
 - 7º) Se o poço tiver tampa, passar a outra ponta da linha pelo furo da tampa e prender a linha na bomba ou na tubulação próxima à bomba.
 - 8º) Dois dias após a instalação, testar a presença de cloro adicionando 2 gotas de toluidina (fornecida pelo projeto ou adquirida em casas de material para piscina) à meio copo de água de uma das torneiras de sua casa. Se a solução ficar levemente amarelada está confirmada a presença de cloro na água e o bom funcionamento do clorador.
 - 9º) A linha de amarração permite puxar o clorador quando for o momento de recarregar o sistema com mais pastilhas de cloro. Isto é percebido quando a amostra testada como toluidina não ficar amarelada.
 - 10º) Se perceber um forte cheiro ou gosto na água, após a instalação do clorador, subir o clorado. Isto é, encurtar em aproximadamente 1 m da linha de amarração, assim o clorador ficará mais distante da válvula de retenção e liberará uma menor dose de cloro. Se o problema persistir entre em contato com a equipe do projeto (projetclocloradorceunes@gmail.com) para outras instruções.
- FIGURA 4 – Passo a passo da construção do clorador. Instalar de modo que o clorador fique perto da válvula de retenção do poço. Usar linha de pesca grossa (0100) para amarração.

Difusor externo Frasco boca larga



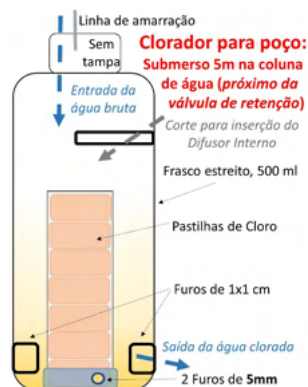
Opções de pastilhas de cloro



Teste da cloração da água da torneira



Esquema do clorador



CONCLUSÕES

A aplicação dos novos modelos de clorador, para o tratamento da água, apresenta-

se como uma proposta integradora de vertentes educacionais e tecnológicas junto a alunos de ensino médio e da população em geral, para despertar sua responsabilidade socioambiental. Os participantes diretos do projeto são os alunos cadastrados e os responsáveis legais de suas residências, conforme as diretrizes do Comitê de Ética do CEUNES (registro CAEE: 49914521.4.0000.5063).

Outros interessados podem construir e instalar seus próprios cloradores seguindo as instruções e vídeos disponíveis no site e no Instagram do projeto, acessíveis através dos QR Codes abaixo. Se ainda assim, persistirem dúvidas, entre em contato (projetocloradorceunes@gmail.com) ou pelo WhatsApp. Fique a vontade para fazer contato com nossa equipe seja por e-mail ou pelo whatsapp.



TCLE (responsável pela residência)



TCLE (aluno maior de 18 anos)



TALE (aluno menor de 18 anos)



Em caso de dúvidas, entre em contato (projetocloradorceunes@gmail.com) e peça o TCLE e/ou TALE. Se for postar uma foto de seu clorador marque o projeto (projeto_clorador/).

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto (SIPAC-IFES nº 23147.000832/2021-46) agradece aos colaboradores: RECEPAC (Rede de Cooperação em Estudos, Extensão e Pesquisas sobre Ambientes Costeiros e Marinhos Capixabas), ao EJA (Estaleiro Jurong Aracruz), ao IFES

(Instituto Federal do Espírito Santo) e a FACTO.



REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15784: Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano: Efeitos à saúde: Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 3º ed, 2017.

COTTA, A.J.B.; DUBOC, L.; JESUS, H.C. Impacts of urban wastewater and hydrogeochemistry of the São Mateus River, Espírito Santo, Brazil. *Environmental Earth Science*, 76:334-342, 2017. disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-017-6658-x>

COTTA, A.J.B.; FACHETTI, P.S.; ANDRADE, R. P. A. Characteristics and impacts on the groundwater of the Guriri beach resort, São Mateus, ES, Brazil. *Environ Dev Sustain*, 23, 10601–10622, 2020. DOI: 10.1007/s10668-020-01074-5

DATASUS Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, 2020. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>

FACHETTI, P.S.; COTTA, A.J.B. Avaliação do pH, condutividade e presença de patógenos nas águas de poços rasos do bairro de Guriri, São Mateus - ES, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, 47p. CEUNES, 2017. Disponível em: https://quimica.saomateus.ufes.br/sites/quimica.saomateus.ufes.br/files/field/anexo-avaliacao_do_ph_condutividade_e_presenca_de_patogenos_nas_aguas_de_pocos_rasos_do_bairro_de_guriri_sao_mateus_-_es_brasil_priscilafachetti.pdf

FACHETTI, P.S.; FAVERO, D.; COTTA, A.J.B. Qualidade da água subterrânea do bairro Guriri, São Mateus-ES. VI Encontro Capixaba de Química-SBQ/ES, Vitória-ES, 2017a. Disponível em : https://www.academia.edu/35358509/Qualidade_da_%C3%A1gua_subterr%C3%A2nea_do_bairro_Guriri_S%C3%A3o_Mateus_ES

FACHETTI, P.S.; PAULA, E.S.; COTTA, A.J.B. Análise microbiológica em amostras coletadas de poços artesanais no bairro Guriri na cidade de São Mateus-ES. XXXV Encontro Nacional dos Estudantes de Química, São Paulo, 2017b. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316842496_Analise_microbiologica_em_amostras_coletadas_de_pocos_artesianos_no_bairro_guriri_na_cidade_de_sao_mateus-es

FERREIRA, D.C.; LUZ, S.L.B.; BUSS, D.F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21, 767-776, 2016. Disponível: <https://www.scielo.br/j/csc/a/ZTJg75P3MCFkzqnqsdBVcFC/?lang=pt>

FURTADO, R.N.; CUNHA, H.; SILVA, G.C.X; CUNHA, A.C. Avaliação da conformidade físico-química e microbiológica da água tratada e distribuída no município de Santana/AP. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 101-110, 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica-/article/view/SPC2179-6858.2017.004.0009>

Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021. Ministério da Saúde, 85 °ed., 127 p. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>

Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde, 10 p. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html

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