



EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

DANIEL SANT'ANA
(ORGANIZADOR)



EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

DANIEL SANT'ANA
(ORGANIZADOR)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

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

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

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

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

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

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

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

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

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

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

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Daniel Sant'Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E93 Evolução do conhecimento científico na engenharia ambiental e sanitária / Organizador Daniel Sant'Ana. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-477-1
DOI 10.22533/at.ed.771202610

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Sant'Ana, Daniel (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

APRESENTAÇÃO

A coleção “*Evolução do Conhecimento Científico na Engenharia Ambiental e Sanitária*” tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

É de suma importância perceber que o constante crescimento populacional vem pressionando os recursos hídricos pela elevada demanda por água e poluição de corpos hídricos. Conseqüentemente, observa-se uma piora na qualidade da água e uma pressão nos sistemas de produção e distribuição de água potável.

Com isso em mente, os primeiros capítulos deste livro apresentam diferentes estudos que apresentam soluções capazes de otimizar os sistemas urbanos de abastecimento de água potável. Em seguida, os capítulos subsequentes abordam temas relacionados a modelagem e análise da qualidade de água de diferentes sistemas hídricos, indicando a necessidade de se investir em ações, projetos e políticas públicas voltadas a preservação ambiental e de recursos hídricos.

Políticas públicas e programas governamentais são instrumentos essenciais para preservação do meio ambiente, conservação de água e garantir saúde e bem-estar à sociedade. Como exemplo, os Planos de Preservação e Recuperação de Nascentes das Bacias Hidrográficas da Codevasf, apresentado no Capítulo 9.

Com o novo marco legal do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020), não há como não demonstrar preocupação com o novo modelo de operação do setor de saneamento básico através de empresas públicas de capital aberto e de prestação direta por empresas privadas (Capítulo 10).

Com isso, torna-se crucial neste momento, o estabelecimento de parâmetros e indicadores para fiscalização do cumprimento das metas da universalização do saneamento básico. O Capítulo 11 apresenta proposições de mudança do SNIS para aumentar a qualidade e a confiabilidade dos dados registrados no novo sistema, o SINISA, uma ferramenta que poderá auxiliar nesta nova gestão do saneamento básico no Brasil.

Realmente, ainda há muito trabalho pela frente no que se diz respeito a universalização do saneamento básico no Brasil (Capítulo 12). Mesmo assim, podemos observar nos últimos capítulos que diferentes soluções para o tratamento de esgoto e de manejo de resíduos sólidos e do solo vêm sendo estudadas com o intuito de preservar o meio ambiente.

Este volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes partes do país e da Espanha, trazendo, de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos à qualidade de água e preservação de recursos hídricos, abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e manejo de resíduos sólidos e do solo. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS EN BANCO DE ENSAYOS. APLICACIÓN EN SIMULACIÓN DE LLENADO-VACIADO DE CONDUCCIONES

Paloma Arrué Burillo

Antonio Manuel Romero Sedó

Jorge García-Serra García

Vicent B. Espert Alemany

Román Ponz Carcelén

DOI 10.22533/at.ed.7712026101

CAPÍTULO 2..... 15

DESARROLLO DE UN SOPORTE DIGITAL COMO BASE DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTELIGENTE DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

José Pérez-Padillo

Pilar Montesinos Barrios

Emilio Camacho Poyato

Juan Antonio Rodríguez Díaz

Jorge Pérez Lucena

Jorge García Morillo

DOI 10.22533/at.ed.7712026102

CAPÍTULO 3..... 28

COMPARAÇÃO ENTRE MIGHA E AG PARA A CALIBRAÇÃO DO FATOR DE ATRITO

Alessandro de Araújo Bezerra

Renata Shirley de Andrade Araújo

Marco Aurélio Holanda de Castro

DOI 10.22533/at.ed.7712026103

CAPÍTULO 4..... 37

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO PARA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS

Lucas de Bona Sartor

Taciana Furtado Ribeiro

Camila Caroline Branco

Mariáh de Souza

Lais Sartori

Bruna da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7712026104

CAPÍTULO 5..... 48

MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA (MQUAL) APLICADA NO ESTUDO DE SISTEMAS HÍDRICOS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Jesuéte Bezerra Pachêco

José Carlos Martins Brandão

Carlos Henke de Oliveira

Carlos Hiroo Saito

DOI 10.22533/at.ed.7712026105

CAPÍTULO 6..... 67

ANÁLISE LITOLÓGICA E HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA ITAQUI – BACANGA, SÃO LUÍS, MARANHÃO: EVIDÊNCIA DA INTRUSÃO MARINHA

Flávia Rebelo Mochel

Luís Alfredo Lopes Soares *in memoriam*

Paulo Roberto Saraiva Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.7712026106

CAPÍTULO 7..... 86

ANÁLISE FITOPLANCTÔNICA DA BARRAGEM DO RIO MARANGUAPINHO E ANÁLISE HIDROLÓGICA DA BACIA METROPOLITANA DE FORTALEZA, CEARÁ

Paloma Paiva Santiago

Laiane Maria Costa Lima

Leticia Soares Sousa

Marina Andrade Costa

Leticia Penha de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.7712026107

CAPÍTULO 8..... 94

ANÁLISE DA QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA MIRIM E DO CANAL SÃO GONÇALO

Vitoria Rovel da Silveira

Gabriel Borges dos Santos

Marlon Heitor Kunst Valentini

Henrique Sanchez Franz

Victória Huch Duarte

Larissa Aldrighi da Silva

Denise dos Santos Vieira

Beatriz Muller Vieira

Diuliana Leandro

Willian Cezar Nadaleti

Bruno Müller Vieira

DOI 10.22533/at.ed.7712026108

CAPÍTULO 9..... 106

PLANOS NASCENTES: PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO, PARNAÍBA, ITAPECURU E MEARIM

Eduardo Jorge de Oliveira Motta

Camilo Cavalcante de Souza

Renan Loureiro Xavier Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.7712026109

CAPÍTULO 10..... 120

POLÍTICA DE SANEAMENTO BÁSICO NO CONTEXTO DO MARCO REGULATÓRIO EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO, BRASIL

Marcos Antônio Silva do Nascimento

Antonio José de Araújo Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.77120261010

CAPÍTULO 11..... 135

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: DO SNIS AO SINISA

Marise Teles Condurú

José Almir Rodrigues Pereira

João Diego Alvarez Nylander

Rafaela Carvalho da Natividade

DOI 10.22533/at.ed.77120261011

CAPÍTULO 12..... 146

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CARÊNCIA HABITACIONAL NA ZONA NORTE DE NATAL, METRÓPOLE BRASILEIRA

Ruan Henrique Barros Figueredo

Vinícius Navarro Varela Tinoco

Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

Brenno Dayano Azevedo da Silveira

Almir Mariano de Sousa Junior

DOI 10.22533/at.ed.77120261012

CAPÍTULO 13..... 155

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE EFLUENTES TRATADOS ATRAVÉS DE MODELO DE FOSSA SÉPTICA COM FILTRO BIOLÓGICO

José Vicente Duque dos Santos

Edson Barboza Pires

Yuri Sotero Bomfim Fraga

DOI 10.22533/at.ed.77120261013

CAPÍTULO 14..... 167

IMPACTO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA GESTÃO E NA CONCEPÇÃO, PROJETOS, CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk

Maria Eugenia Gimenez Boscov

DOI 10.22533/at.ed.77120261014

CAPÍTULO 15..... 178

MONITORAMENTO E PREVISÃO DE RECALQUES A LONGO PRAZO USANDO MODELOS DE COMPRESSIBILIDADE: ESTUDO DE CASO

Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk

Gabrielle Sthefanine Silva Azevedo

Leandro Rangel Corrêa

Elisabeth Ritter

DOI 10.22533/at.ed.77120261015

CAPÍTULO 16..... 189

UTILIZAÇÃO DE OZÔNIO COMBINADO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA O

TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

Jandira Leichtweis

Siara Silvestri

Nicolý Welter

Mariana Islongo Canabarro

Keila Fernanda Hedlund Ferrari

Elvis Carissimi

DOI 10.22533/at.ed.77120261016

CAPÍTULO 17..... 199

COEFICIENTE DE DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA* E *EUCALYPTUS CITRIODORA*

Winkler José Pinto

André Batista de Negreiros

DOI 10.22533/at.ed.77120261017

SOBRE O ORGANIZADOR..... 213

ÍNDICE REMISSIVO..... 214

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE EFLUENTES TRATADOS ATRAVÉS DE MODELO DE FOSSA SÉPTICA COM FILTRO BIOLÓGICO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 03/08/2020

José Vicente Duque dos Santos

Centro Universitário Euro-Americano,
Departamento de Engenharia Civil.
Brasília – DF.

Edson Barboza Pires

Centro Universitário Euro-Americano,
Departamento de Engenharia Civil.
Brasília – DF.

Yuri Sotero Bomfim Fraga

Centro Universitário Euro-Americano,
Departamento de Engenharia Civil.
Brasília – DF.

<http://lattes.cnpq.br/5055016786232011>

RESUMO: Para amenizar a degradação do meio ambiente e minimizar os efeitos causados por doenças parasitárias, há necessidade de tratamento dos efluentes doméstico. Uma das alternativas é a utilização de fossa séptica com filtro biológico, que contribui para a deposição correta desse material. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo estudar as propriedades físico-químicas de efluentes tratados com um modelo reduzido desse tipo de sistema. Para isso, foi desenvolvido um sistema formado por três recipientes, sendo que o primeiro tem a função de coletar o efluente, o segundo de realizar a filtração do efluente com brita e o terceiro de realizar um novo processo de filtração do efluente com argila expandida. Foi avaliado o efeito dos

fluxos ascendente e descendente do efluente no terceiro recipiente quanto ao pH, turbidez, sólidos dissolvidos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) dos efluentes. Os resultados mostraram que o sistema com filtro de fluxo ascendente foi o mais eficiente para redução de sólidos totais, porém sem efeito significativo para DBO e DQO. Dessa forma, é possível concluir que o sistema com filtro de argila de fluxo ascendente é o mais adequado para o tratamento de efluentes com elevada carga orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes, Filtro Biológico, Fossa Séptica, Tratamento.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF EFFLUENTS TREATED THROUGH THE SEPTIC TANK MODEL WITH BIOLOGICAL FILTER

ABSTRACT: To alleviate the degradation of the environment and reduce the effects caused by parasitic diseases, there is a need to treat domestic effluents. One of the alternatives is the use of a septic tank with a biological filter, which contributes to the correct deposition of this material. Thus, this research aims to study the physicochemical properties of effluents treated with a reduced model of this type of system. For this, a system formed by three containers was developed, the first of which has the function of collecting the effluent, the second of carrying out the filtering of the effluent with gravel and the third of carrying out a new process of filtering the effluent with expanded clay. The effect of the upward and downward flows of the effluent in the third container on pH, turbidity, dissolved solids,

bio-chemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD) of the effluents was evaluated. The results showed that the upward flow filter system was the most efficient for reducing total solids, but without significant effect for BOD and COD. Thus, it is possible to conclude that the system with upward flow filter is the most suitable for the treatment of effluents with a high organic load.

KEYWORDS: Effluents, Biological Filter, Septic tank, Treatment.

1 | INTRODUÇÃO

A saúde deve ser entendida como um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não se limita a prevalência de doenças ou aos problemas sanitários. Atualmente, além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde.

De acordo com Ribeiro e Rooke (2010), as ações que são desenvolvidas em função do saneamento básico contribuem para amenizar os problemas de saúde pública de modo a atuar como ações de seguimento preventivo, diminuindo assim a procura por atendimento em postos e hospitais. Dessa forma, os setores da sociedade que são providos de saneamento adequado podem contribuir com a qualidade de vida e posteriormente com a redução da mortalidade, além de reduzir custos.

As doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) são as que podem estar associadas ao abastecimento de água deficiente, ao esgotamento sanitário inadequado, à contaminação por resíduos sólidos ou às condições precárias de moradia. A taxa de internações por DRSAI vem caindo no Brasil, o que pode ser explicado pela melhoria nos serviços de saneamento e pela ampliação do acesso ao mesmo (IBGE, 2011).

Estudos evidenciam que as políticas de saneamento exercem uma relação intrínseca sobre a situação vivida pelas pessoas que residem em ambientes precários, principalmente no que diz respeito a doenças infecto parasitárias, tendo estas sido classificadas pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) em meados dos anos 2000 como DRSAI, doenças infecto parasitárias de importância epidemiológica inerente ao saneamento (FONSECA; VASCONCELOS, 2011) this study analyzed the spatial dependence of DRIES between the municipalities of Brazil. For this, it was calculated Moran's index (global and local).

A análise espacial das doenças apresenta desigualdades em diferentes regiões, apesar de ter retratado uma diminuição expressiva no número de leitos ocupados. Os resultados denotam a necessidade de avaliação do indivíduo em sua convivência social e seu ambiente físico e biológico (FONSECA; VASCONCELOS, 2011) this study analyzed the spatial dependence of DRIES between the municipalities of Brazil. For this, it was calculated Moran's index (global and local. Desta forma, é possível evidenciar um problema público relacionado à falta de tratamento do esgoto sanitário, acarretando na contaminação do solo e dos corpos hídricos, devido ao lançamento de esgoto doméstico de forma irregular.

Essa contaminação acontece, pois não são todos os locais que dispõem de estações de tratamento de esgoto (ETE). Nesse caso, os efluentes costumam ser descartados de maneira errônea em uma fossa negra, dispositivo este que não promove nenhum tipo de tratamento dos resíduos ali contidos e acabam sendo um grande problema na conservação do meio ambiente, uma vez que, esses dejetos contaminam o solo e conseqüentemente o lençol freático, rios e lagos. Desta forma, é necessário criar sistemas alternativos que proporcionem um tratamento adequado dos efluentes.

Nesse contexto, torna-se importante o investimento de ações que contribuam para melhoria dos serviços de saneamento ambiental e conseqüentemente das condições de vida da população. O estudo de sistemas de tratamento de efluentes que possam mitigar o problema da contaminação do solo e do meio ambiente devido ao lançamento de esgoto doméstico é essencial para promover uma melhor interação entre o ser humano e a natureza. Com isso, é possível garantir melhores condições de vida para as pessoas que dependem desse sistema de tratamento de esgoto.

Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo estudar as propriedades físico-químicas de efluentes tratados com um modelo reduzido de um sistema composto por fossa séptica com filtro biológico. O modelo desenvolvido visa verificar o efeito de um elemento filtrante composto por argila expandida, no qual foi investigado o efeito dos fluxos ascendente e descendente do efluente tratado quanto a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), pH, sólidos totais e turbidez.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas de Tratamento de Efluentes

A NBR 9648 (ABNT, 1986) define esgoto sanitário como um despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água que infiltra no solo e contribui para a veiculação pluvial de agentes parasitários. A mesma ainda traz requisitos necessários para a elaboração de projetos de sistemas de esgoto sanitário, atentando sempre para a legislação específica de cada entidade incumbida de licenciar o sistema.

A NBR 7229 (ABNT, 1993) descreve os tanques sépticos como sendo de forma prismática retangular ou cilíndrica, tendo como tratamento complementar filtros aeróbios, anaeróbios e de areia, valas de infiltração, escoamento superficial e desinfecção.

Os filtros anaeróbios para tratamento de esgoto são utilizados no Brasil desde a década de 1950. A norma brasileira sobre construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais, NBR 7229 (ABNT, 1993), apresenta diretrizes básicas para projeto e construção de filtros anaeróbios utilizados como pós-tratamento de efluentes de tanques sépticos.

Enfatiza-se a importância da utilização dos sistemas de filtragem, especialmente no que diz respeito às pequenas comunidades rurais, ainda que, as técnicas utilizadas não

sejam equiparadas às das zonas urbanas. Nessa vertente pode-se citar duas variantes de filtros, sendo uma de fluxo descendente e outra de fluxo ascendente. A filtração ascendente segue os mesmos princípios da filtração descendente. O material passa pelo meio filtrante em baixa taxa e sai melhorado pela ação de mecanismos físicos e biológicos de filtração. Nesse sistema acredita-se que a camada suporte tenha um papel importante na filtração, reduzindo significativamente a turbidez (MURTHA; HÉLLER, 2003).

Segundo Murtha e Heller (2003), um histórico sobre a filtração ascendente foi descrito por Hamann e McKinney (1967) e é um dos poucos registros que se tem a respeito da filtração lenta ascendente. Os autores descreveram que a filtração ascendente em areia foi documentada primeiramente em 1685 quando Porzio, um físico italiano publicou uma descrição de um esquema de múltiplos filtros.

Um sistema de tratamento de efluentes objetiva adequar um determinado resíduo líquido a legislação vigente, para que esse resíduo produza o mínimo impacto possível no corpo receptor, seja o efluente doméstico, industrial ou pluvial. Esses sistemas devem ser projetados de maneira a propiciar fácil operação e não demandar equipamentos muito sofisticados, devido ao alto custo ocasionado por eles.

2.2 Lançamento de Efluentes

Após o tratamento, para os efluentes serem lançados deve-se atender alguns parâmetros. A resolução CONAMA nº 430 (2011) que trata das condições e padrões para efluentes, traz na seção III artigo 21 que para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgoto sanitários deverão ser obedecidos alguns parâmetros específicos.

O pH refere-se ao potencial hidrogeniônico e representa um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da solução. Pode variar de 0 a 14 e não tem unidade. O levantamento desse parâmetro é importante para o controle dos processos de tratamento de esgoto. O potencial de hidrogênio representa a concentração de íons H⁺ em uma amostra mensurando o quanto está se encontra ácida ou básica (RAMOS, 2014). Apesar dos esgotos domésticos possuírem pH entre 6,5 e 7,5, esses parâmetros se tornam instáveis e tendem a cair para 6,0 a medida que as unidades de tratamento forem envelhecendo (RATIS, 2009).

Os sólidos sedimentáveis são fragmentos sólidos em suspensão que se sedimentam sob a ação da gravidade. A demanda bioquímica de Oxigênio (DBO), mede a quantidade de oxigênio utilizada por bactérias para a metabolização do conteúdo orgânico.

A matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é a principal causadora da contaminação, uma vez que, para a estabilização desse material pelos micro-organismos existe uma demanda de consumo de oxigênio para que ocorra a decomposição biológica desse material. A matéria orgânica dos efluentes pode ser composta por proteínas, carboidratos, gorduras, óleos, dentre outras estruturas. A matéria orgânica pode ser mensurada pelas demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e

DQO, respectivamente) (SPERLING, 2005).

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Geralmente estas substâncias são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Os materiais flutuantes são óleos, graxas, espumas ou gorduras que tendem a subir para superfícies dos efluentes.

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água e apenas 0,1% constitui-se da matéria sólida orgânica e inorgânica que se encontram suspensas e dissolvidas (RAMOS, 2014). Toda a carga contaminante existente no efluente, com exceção dos gases dissolvidos, contribui para a quantidade de sólidos que podem ser classificados devido as suas propriedades químicas, físicas e biológicas (PERES; HUSSAR; BELI, 2010)

A turbidez é uma característica física que deve ser analisada, uma vez que é causada por diversos tipos de materiais sólidos que se encontram em suspensão (PERES; HUSSAR; BELI, 2010). De acordo com Stein (2012), quando partículas que estão suspensas obstruem a penetração da luz, têm-se a turbidez e isso produz uma coloração turva na água e que sólidos suspensos, contagem de partículas e turbidez possuem características iguais com significados semelhantes em se tratando de qualidade de água.

3 | METODOLOGIA

3.1 Desenvolvimento do Protótipo

O estudo foi realizado por meio de avaliação experimental em um sistema constituído pelos filtros de brita, argila expandida de fluxo descendente e argila expandida de fluxo ascendente. Esse estudo foi realizado por meio de três recipientes. O primeiro tem a função de coletar o efluente bruto, o segundo de realizar a filtragem com brita e o terceiro que foi analisado em dois momentos. No primeiro momento foi colocado no recipiente um filtro de argila expandida atuando no fluxo descendente, já no segundo momento foi avaliada a eficiência do filtro também composto por argila expandida, porém atuando no fluxo ascendente.

No primeiro estágio ocorre o processo de anaerobiose, ou seja, as bactérias biológicas que ali são depositadas irão transformar a matéria orgânica em um efluente menos denso e logo após entrar em processo de decantação. Dessa forma, o material mais leve é conduzido para a parte superior do recipiente e o material mais pesado no fundo do mesmo, a parte líquida é conduzida para o segundo estágio.

O segundo recipiente é atuante na retenção da matéria sólida presente no efluente, que em seguida é levada para o terceiro estágio, que é o principal objeto de estudo deste trabalho. Ele é equipado com um filtro de argila expandida considerando dois sentidos de fluxo: ascendente e descendente. Dessa forma, o experimento é constituído por duas etapas de filtragem, como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1: Vista superior da fossa séptica.

O filtro 1 é composto por uma camada de $h=19$ cm e $\phi=29$ cm de brita nº1. Durante a filtragem do primeiro filtro o efluente passa por camada de brita, com o objetivo de fazer a retenção de sólidos com maiores dimensões em suspensão no efluente, ficando retido na superfície da brita. O filtro 2 é composto por uma camada de $h=19$ cm e $\phi=29$ cm de argila expandida. Durante a filtragem do segundo filtro a água passa pela camada de argila expandida com o objetivo de reter partículas sólidas que não foram filtradas no filtro 1 devido à porosidade mais refinada da argila expandida. Na Figura 2 são mostrados os materiais contidos nos filtros 1 e 2.



Figura 2: Materiais utilizados no (a) filtro 1; (b) filtro 2.

Os principais componentes em foco são os filtros do terceiro recipiente (filtro 2), os quais são testados em momentos distintos. Na primeira fase, é testado o sistema composto com o filtro com argila expandida considerando fluxo descendente, conforme mostrado na Figura 3 (a) e na segunda fase esse mesmo sistema é avaliado considerando o fluxo ascendente, como mostrado na Figura 3 (b).

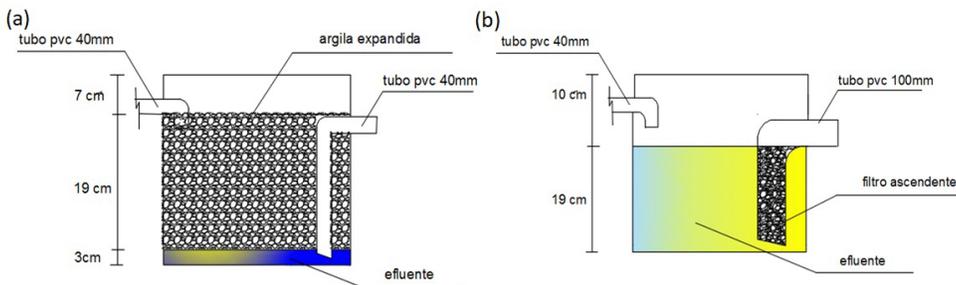


Figura 3: Detalhamento do filtro com fluxo (a) descendente; (b) ascendente.

3.2 Materiais

O efluente utilizado nos ensaios foi uma mistura de água e esterco com a proporção de 10 litros de água para 500 gramas de esterco bovino, sendo realizada a homogeneização da mesma e repetindo o processo 4 vezes, fazendo a passagem dessa mistura no protótipo para a coleta das amostras. O quantitativo de materiais utilizados para construção do sistema é mostrado na Tabela 1.

MATERIAIS				
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	MATERIAL
1	Balde 19,1L	3	Unidades	PEAD
2	Tubo Ø 40 mm	1,2	m	PVC
3	Joelho - 90° Ø 40 mm	5	m	PVC
4	Agregado 1	0,063585	m ³	Brita N°1
5	Agregado 2	0,063585	m ³	Argila Expandida
6	Silicone	25	g	-

Tabela 1: Materiais utilizados para construção do sistema.

3.3 Caracterização do Efluente

Foram coletadas três amostras para avaliar a eficiência do sistema. A primeira amostra foi coletada após passar no primeiro filtro, composto apenas com brita. A segunda amostra foi coletada após a passagem no segundo filtro composto por argila expandida considerando fluxo descendente e a terceira amostra foi coletada também após o tratamento com o segundo filtro, porém de fluxo ascendente.

As três amostras coletadas e avaliadas quanto aos parâmetros de DBO, DQO,

pH, sólidos totais e turbidez. O volume de cada amostra coletada foi de 1.000 ml e os recipientes foram identificados e datados com etiqueta no dia da coleta. Após a coleta, as amostras foram colocadas na geladeira até a entrega no laboratório para análise conforme os parâmetros da Resolução ADASA nº 350/2006.

A demanda química de oxigênio (DQO) indica a quantidade de oxigênio que seria consumida através de reações químicas de oxidação por diversos compostos orgânicos presentes, indicando de maneira indireta a quantidade de matéria orgânica existente na amostra. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) refere-se à quantidade de oxigênio molecular necessária para a estabilização da matéria orgânica carbonada decomposta por micro-organismos aeróbicos. Para a realização do ensaio de DQO foi utilizado o equipamento Spectroquant pharo 100 e para o ensaio de DBO foi utilizado o equipamento Thermostatic Cabinets.

Segundo Sperling (2005), um pH distante de zero diminui a proliferação de micro-organismos e desestabiliza a formação química ali existente, no entanto quando elevado favorece a precipitação de metais. Para a realização do ensaio de pH, foi utilizado o Phmetro Micronal B474. A turbidez se tem com a medição da resistência da água à passagem de luz. É provocada pela presença de partículas flutuando na água.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Demanda Bioquímica De Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio em todos os filtros ficou abaixo dos 3,0mg/L, sendo assim os resultados de DBO dos efluentes ficaram todos abaixo do mínimo de leitura do equipamento, conforme mostrado na tabela 2.

Fazendo relação com o exigido pela resolução Conama nº 430, os valores de DBO obtidos na amostra ficam abaixo do limite máximo estipulado pela resolução de 120mg/L, atendendo assim esse requisito. Como não foi realizado uma análise da amostra bruta não foi possível realizar um comparativo da eficiência de remoção da matéria orgânica antes do tratamento.

Filtros	Resultados	unidades	LQ (limite de quantificação)
Filtro de Brita	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L
Filtro de Argila Expandida com Fluxo Descendente	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L
Filtro de Argila Expandida Com Fluxo Ascendente	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L

Tabela 2: DBO dos efluentes após os diferentes tratamentos.

4.2 Demanda Química De Oxigênio (DQO)

De acordo com a tabela 3, a demanda química de oxigênio em todos os filtros ficou abaixo dos 3,0mg/L. Dessa forma, os resultados de DQO dos efluentes ficaram todos abaixo do mínimo de leitura do equipamento.

A resolução Conama n° 430 não traz valores de referência quanto ao DQO. Como não foi realizado uma análise da amostra bruta não foi possível realizar um comparativo da eficiência de remoção da matéria orgânica antes do tratamento dos efluentes.

Filtros	Resultados	unidades	LQ (limite de quantificação)
Filtro de Brita	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L
Filtro de Argila Expandida com Fluxo Descendente	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L
Filtro de Argila Expandida Com Fluxo Ascendente	< 3,0	mg/L	3,0 mg/L

Tabela 3: DQO dos efluentes após os diferentes tratamentos.

4.3 pH

O valor do pH dos efluentes tratados no estudo resultaram em uma pequena variação, como pode ser observado na tabela 4. Fazendo relação com o exigido pela resolução Conama n° 430, os valores de pH obtidos nas amostras ficam dentro do limite estabelecido que é entre 5 e 9, atendendo assim esse requisito. Observa-se através da tabela 4 que não houve diferença significativa entre as amostras.

Filtros	Resultados	LQ (limite de quantificação)
Filtro de Brita	5,3	0 a 14
Filtro de Argila Expandida com Fluxo Descendente	5,4	0 a 14
Filtro de Argila Expandida Com Fluxo Ascendente	5,3	0 a 14

Tabela 4: pH dos efluentes após os diferentes tratamentos.

4.4 Sólidos Totais

Diferentemente dos parâmetros anteriores, o valor dos sólidos totais encontrado nos efluentes em estudo obteve uma variação maior, conforme mostrado na tabela 5.

Entre todos parâmetros avaliados, a quantidade de sólidos totais foi a que resultou em maior variação entre os efluentes tratados a partir dos diferentes filtros. Observa-se que o filtro de argila de fluxo ascendente apresentou uma menor quantidade de sólidos na amostra, apontando uma maior eficiência no processo de filtragem.

Observou-se que o sistema com o filtro de argila expandida de fluxo descendente

resultou um pequeno aumento em maior quantidade de sólidos totais do que o sistema com filtro com brita, o que não era esperado. Como o efluente que passou pelo filtro com a argila expandida de fluxo descendente havia passado anteriormente pelo filtro com brita, esperava-se maior remoção do teor de sólidos devido à porosidade da argila expandida, que teoricamente deveria remover maior teor de sólidos.

Filtros	Resultados	unidades	LQ (limite de quantificação)
Filtro de Brita	0,46	mg/L	0,001 mg/L
Filtro de Argila Expandida com Fluxo Descendente	0,50	mg/L	0,001 mg/L
Filtro de Argila Expandida Com Fluxo Ascendente	0,34	mg/L	0,001 mg/L

Tabela 5: Sólidos totais dos efluentes após os diferentes tratamentos.

4.5 Turbidez

Os valores de turbidez encontrado nos efluentes em estudo são mostrados na tabela 6.

Filtros	Resultados	unidades	LQ (limite de quantificação)
Filtro de Brita	26,3	UNT	0,5 UNT
Filtro de Argila Expandida com Fluxo Descendente	25,3	UNT	0,5 UNT
Filtro de Argila Expandida Com Fluxo Ascendente	25,0	UNT	0,5 UNT

Tabela 6: Turbidez dos efluentes após os diferentes tratamentos.

Observa-se que o filtro de argila expandida diminuiu a turbidez dos efluentes em comparação com o tratamento apenas com o filtro de brita, sendo que o de fluxo ascendente resultou na maior eficiência desse parâmetro. Esses valores tendem a confirmar os parâmetros apresentados para sólidos totais mostrados na tabela 5, tendo em vista que quanto menor a quantidade de sólidos da amostra, menor será menor a turbidez.

Esses resultados estão de acordo com a pesquisa de Bernardo e Matsumoto (1989). Esses autores concluíram que a filtração ascendente é mais eficiente do que a descendente por ser capaz de remover parte da matéria orgânica em suspensão presente na água bruta.

Além disso, a pesquisa desses autores destacou que a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) realizou estudos que corroboraram com os resultados experimentais obtidos. Dessa forma, sob certas condições a filtragem de efluente bruta ou coagulado espera-se maior eficiência do sistema de fluxo ascendente em pedregulho ou em areia em comparação com a filtragem de fluxo descendente.

5 | CONCLUSÕES

Diante das análises foi possível observar que não houve alteração nos resultados de DBO e DQO dos efluentes tratados com os diferentes sistemas. Foram obtidos resultados menores que 3 mg/L devido a limitação do equipamento, contudo, se enquadram no que estabelece a legislação (valores menores que 120 mg/L). O pH também não teve grande variação nos resultados obtidos, mostrando que se tem um pH ácido dentro dos parâmetros exigidos.

Para sólidos totais vale ressaltar que o filtro com argila de fluxo descendente resultou em um pequeno aumento em relação ao filtro com brita, o que não era esperado, pois o efluente do filtro com argila expandida foi tratado previamente através do filtro com brita. O filtro com argila expandida de fluxo ascendente resultou no menor teor de sólidos totais, mostrando-se o sistema mais eficiente nesse parâmetro. A turbidez dos efluentes tratados resultou em uma variação de resultados determinada pela turvação do efluente, mostrando que o filtro de argila expandida ascendente teve maior eficiência nesse ensaio.

Com base na metodologia adotada, nos parâmetros analisados e nos resultados obtidos, conclui-se que o sistema de fluxo ascendente é mais eficiente do que o de fluxo descendente. Dessa forma, recomenda-se a utilização desse sistema proposto. Apesar disso, observa-se a necessidade de realizar estudos complementares. Dessa forma, são recomendados os seguintes trabalhos futuros:

- Verificar a eficiência do sistema incluindo o efluente sem nenhum tratamento prévio.
- Analisar a adição de areia como material filtrante como parte integrante do sistema.
- Investigar a eficiência do sistema proposto através de ensaios complementares: temperatura, óleos e graxas, materiais sedimentáveis e coloração.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques séptico**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1986.

BERNARDO, L. D.; MATSUMOTO, T. **Estudos comparativos entre filtros de fluxo ascendente e descendente com meio filtrante de areia utilizando água decantada como afluente**. DAE, v. 49, n. 157, p. 188-193, 1989.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430: condições e padrões de lançamento de efluentes**. Brasília, DF, 16 de maio de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> . Acesso em: 14 de maio de 2020.

FONSECA, F. R.; VASCONCELOS, C. H. **Análise espacial das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil**. Cadernos Saúde Coletiva, v. 19, n. 4, p. 448–453, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional De Saneamento Básico**, 2011.

MURTHA, N. A.; HELLER, L. **Avaliação da influência de parâmetros de projeto e das características da água bruta no comportamneto de filtro lento de areia**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 8, p. 257-267, 2013.

PERES, L. J. S.; HUSSAR, G. J.; BELI, E. **Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora**. Engenharia Ambiental, v. 7, n. 1, p. 20–36, 2010.

RAMOS, L. L. C. **Diagnóstico e avaliação de coleta e disposição de lodo de fossa e de tanque séptico em Cuiabá - MT**. Dissertação - Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

RATIS, A. N. F. A. **Caracterização Dos Resíduos Esgotados De Sistemas De Tratamento Individual De Esgotos Domésticos De Natal**. Dissertação - Mestrado em Engenharia Sanitária. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

RIBEIRO; ROOKE. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde publica**. Trabalho de Conclusão de Curso - Especialização em Análise Ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2010.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

STEIN, R. T. **Caracterização e avaliação do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia, visando o reuso**. Trabalho de conclusão de curso II - Graduação em Engenharia Ambiental. Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de Água 29, 36, 68, 69, 83, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 131, 132, 136, 138, 139, 142, 146, 147, 149, 151, 153, 156

Água Subterrânea 67, 70, 83

Algoritmo Genético 30, 36

Amazônia 48, 52, 54, 56, 59, 61, 63, 64, 65, 66

Aplicaciones para Dispositivos Móviles 15

Área de Recarga Hídrica 106, 115

Aterros Sanitários 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 189, 190

B

Barragem 68, 69, 71, 86, 88, 89

C

Compressibilidade 173, 178, 179, 181, 185, 186, 188

CONAMA 68, 95, 96, 98, 100, 101, 102, 103, 158, 162, 163, 166, 169, 194, 197

Conservação de Recursos Hídricos 106

Contenção de Processos Erosivos 106

E

Efluentes 95, 98, 101, 102, 103, 112, 155, 157, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 194, 197

F

Fator de Atrito 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Filtro Biológico 155, 157

Fitoplâncton 86, 88, 89, 90, 91

Fossa Séptica 149, 155, 157, 160, 166

G

Gestão da Informação 135, 136, 137, 140, 145

H

Hidroquímica 67, 78, 85, 103

I

Intrusão Marinha 67, 77, 83

L

Litologia 67, 71, 77

Lixiviado de Aterro Sanitário 189

M

Manejo e Uso Adequado do Solo 106

Marco Regulatório 120, 121, 122, 126, 128, 130, 131, 132

Método Iterativo do Gradiente Hidráulico Alternativo 28, 30, 35

Modelación Hidráulica 15

Modelagem de Qualidade da Água 48

Modelo Hidrológico 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46

Modelos de Previsão 173, 178, 179, 185, 186

P

Planejamento Urbano e Regional 146, 149, 154

Política de Saneamento 120, 121, 127, 141

Política Nacional de Resíduos Sólidos 167, 168, 175, 176

Poluente Recalcitrante 189

Poluição 49, 50, 83, 84, 94, 95, 96, 102, 125

Preservação de Nascentes e de Áreas Permanentes 106

Processos de Oxidação Avançada 189, 190

Processos Ecosistêmicos 199

Q

Qualidade 29, 42, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 63, 64, 66, 68, 69, 75, 83, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 122, 124, 127, 135, 136, 137, 139, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 159, 166, 171, 190, 199, 200, 201, 204, 206, 207, 210

R

Recalque 173, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 186

Recursos Hídricos 16, 28, 36, 37, 40, 45, 46, 66, 85, 87, 88, 94, 95, 96, 103, 106, 108, 109, 117, 118, 142, 181

Resíduos Sólidos Urbanos 122, 139, 167, 168, 171, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 187, 188, 190, 198

S

Saneamento Básico 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 154, 156, 166, 169

Sedimentos 48, 51, 52, 54, 55, 57, 59, 61, 63, 64, 70, 75, 76, 86, 89, 90, 91, 112, 113, 115, 116

Sistemas de Informação Geográfica 15, 16

T

Tratamento 38, 94, 95, 98, 102, 105, 121, 125, 129, 130, 133, 139, 147, 153, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 171, 174, 189, 190, 191, 193, 196, 198

V

Válvula 1, 3, 6, 7, 8, 12, 17

Ventosa y Modelo de Simulación 1

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
