



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-947-9

DOI 10.22533/at.ed.479202101

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

APRESENTAÇÃO

A obra *“Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 28 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

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

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

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

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

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

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

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.4792021011	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA MIGRAR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA	
Leonardo Nascimento de Oliveira	
Luis Henrique Pereira da Silva	
Milton Tavares de Melo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.4792021012	
CAPÍTULO 3	23
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4792021013	
CAPÍTULO 4	41
APLICAÇÃO DA ULTRAFILTRAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO VISANDO O REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
Marcos André Capitulino de Barros Filho	
Larissa Caroline Saraiva Ferreira	
Moisés Andrade de Farias Queiróz	
Alex Pinheiro Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021014	
CAPÍTULO 5	51
APLICAÇÃO WEB PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Rafael Pereira Maciel	
Luís Henrique Magalhães Costa	
Nágila Veiga Adrião Monteiro	
Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.4792021015	
CAPÍTULO 6	64
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS APLICADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS APÓS REMOÇÃO DE LODO	
Yasmine Westphal Benedet	
Patrick Ikaru Ferraz Suzuki	
Nattália Tose Lopes	
Sara Cristina Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4792021016	

CAPÍTULO 7	75
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS VISANDO REÚSO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva Matheus Frazão Arruda Diniz Julyenne Kerolainy Leite Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4792021017	
CAPÍTULO 8	84
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Ingrid Moreno Mamedes Karytany Ulian Dalla Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021018	
CAPÍTULO 9	93
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ULTRAFILTRAÇÃO POR MEMBRANAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA ENGENHEIRO RODOLFO JOSÉ COSTA E SILVA	
Mara Yoshino de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.4792021019	
CAPÍTULO 10	110
BIOFILTRAÇÃO PARA TRATAMENTO DE SULFETO DE HIDROGÊNIO	
Monise Fernandes Melo Alexandre Prado Rocha Michele Lopes Cerqueira	
DOI 10.22533/at.ed.47920210110	
CAPÍTULO 11	115
IV-027 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CASCAÃO, SALVADOR-BA	
Maiza Moreira Campos de Oliveira Adriano Braga dos Santos Alessandra Argolo Espírito Santo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210111	
CAPÍTULO 12	125
CONTROLE DE OCORRÊNCIA DE MAUS ODORES EM ETE COM SISTEMA COMBINADO ANERÓBIO/AERÓBIO: REATOR UASB E LODOS ATIVADOS	
Lucas Martins Machado Cláudio Leite de Souza Bruna Coelho Lopes Roberto Meireles Glória Déborah de Freitas Melo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210112	

CAPÍTULO 13 138

DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210113

CAPÍTULO 14 148

DEFINIÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM INTERMITÊNCIAS ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO HIDRÁULICA – ESTUDO DE CASO - SÃO BENTO DO UNA - PE

Hudson Tiago dos S. Pedrosa
Marcos Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.47920210114

CAPÍTULO 15 158

DESINFECÇÃO DE EFLUENTE DE FBP UTILIZANDO REATOR DE ALGAS DISPERSAS (RAD)

Israel Nunes Henrique
Dayane de Andrade Lima
Keiciane Alexandre de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Júlia de Souza Carvalho
Ana Queloene Imbiriba Correa
Camila Pimentel Maia

DOI 10.22533/at.ed.47920210115

CAPÍTULO 16 167

ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE PROGRAMA DE RECEBIMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA A CIDADE DE JUIZ DE FORA

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210116

CAPÍTULO 17 177

ENSAIO DE TRATABILIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DA FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE EM PERNAMBUCO

Joana Eliza de Santana
Romero Correia Freire
Aldebarã Fausto Ferreira
Mayra Angelina Quaresma Freire
Maurício Alves da Motta Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.47920210117

CAPÍTULO 18	185
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E PERDAS DE METANO EM REATOR UASB DA ETE-UFLA POR MEIO DE DIFERENTES MODELOS MATEMÁTICOS	
Lucas Barreto Campos Mateus Pimentel de Matos Luciene Alves Batista Siniscalchi Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi Lucas Cardoso Lima	
DOI 10.22533/at.ed.47920210118	
CAPÍTULO 19	196
ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE	
Vanessa Farias Feio Neyson Martins Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.47920210119	
CAPÍTULO 20	205
ESTUDO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE TÊXTIL SUBMETIDO À PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO	
Rogério Ferreira da Silva Gilson Lima da Silva Victória Fernanda Alves Milanez Ricardo Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.47920210120	
CAPÍTULO 21	214
FITORREMEDIAÇÃO UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO	
Israel Nunes Henrique Lucieta Guerreiro Martorano Nathalia Costa Scherer José Reinaldo Pacheco Peleja Timóteo Silva Ferreira Julia de Souza Carvalho Patrícia Santos Silva Luciana Castro Carvalho de Azevedo Dayhane Mayara Santos Nogueira Jaelbe Lemos de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.47920210121	
CAPÍTULO 22	225
GASEIFICAÇÃO DOS LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOS TIPOS CONVENCIONAL E UASB	
Luis Henrique Pereira da Silva Sérgio Peres Ramos da Silva Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha Adalberto Freire do Nascimento Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.47920210122	

CAPÍTULO 23 234

INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA REGIÃO DOS LAGOS NO RIO DE
JANEIRO – 2010 A 2015

Fátima de Carvalho Madeira Reis
Gabriela Freitas da Cruz
Herleif Novaes Roberg
Maria Goreth Santos
Simone Cynamon Cohen

DOI 10.22533/at.ed.47920210123

CAPÍTULO 24 245

INFLUÊNCIA DAS NORMAS NBR 9649 E NBR 14486 NO DIMENSIONAMENTO DE
UMA REDE COLETORA DE ESGOTO DE MATERIAL PVC

Lívia Figueira de Albuquerque
Artemisa Fontinele Frota
Luís Henrique Magalhães Costa

DOI 10.22533/at.ed.47920210124

CAPÍTULO 25 255

POTENCIAL DO CARVÃO RESULTANTE DA PIRÓLISE DE LODO DE ESGOTO
DOMÉSTICO COMO ADSORVENTE EM TRATAMENTO DE EFLUENTES.

Murillo Barros de Carvalho
Glaucia Eliza Gama Vieira

DOI 10.22533/at.ed.47920210125

CAPÍTULO 26 265

RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

Renata Araújo Guimarães
Analine Silva de Souza Gomes
Mariana Marquesini
Mario Márcio Gonçalves de Paula

DOI 10.22533/at.ed.47920210126

CAPÍTULO 27 275

UTILIZAÇÃO DE REATOR UASB SEGUIDO DE FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR
NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Israel Nunes Henrique
José Tavares de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Keiciane Alexandre de Sousa
Rebecca da Silva Fraia
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Julia de Souza Carvalho
Alisson Leonardo Vieira dos Reis
Rita de Cássia Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.47920210127

CAPÍTULO 28	286
MONITORAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM ESCALA DE BANCADA, DO TIPO UCT MODIFICADO	
Israel Nunes Henrique	
Fernando Pires Martins	
Clodoaldo de Sousa	
Timóteo Silva Ferreira	
Rebecca da Silva Fraia	
Julia de Souza Carvalho	
Patrícia Santos Silva	
Ana Queloene Imbiriba Correa	
Yandra Cardoso Sobral	
DOI 10.22533/at.ed.47920210128	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	295
ÍNDICE REMISSIVO	296

FITORREMEDIAÇÃO UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO

Data de aceite: 06/01/2020

Israel Nunes Henrique

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Lucieta Guerreiro Martorano

Embrapa Amazônia Oriental,
Santarém – Pará – Brasil

Nathalia Costa Scherer

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

José Reinaldo Pacheco Peleja

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Timóteo Silva Ferreira

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Julia de Souza Carvalho

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Patrícia Santos Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Luciana Castro Carvalho de Azevedo

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Dayhane Mayara Santos Nogueira

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

Jaelbe Lemos de Castro

Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém,
Santarém – Pará – Brasil

RESUMO: As tecnologias para a remoção dos constituintes nutricionais do esgoto sanitário representam normalmente altos custos de implementação e operação, provocando a busca por alternativas que apresentem melhor custo-benefício, como a aplicação da fitorremediação utilizando macrófitas aquáticas, sendo esta investigação o objetivo do presente estudo. Para o desenvolvimento da pesquisa foram dispostas macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes*, em um sistema hidropônico contendo dois tipos de tratamento, sendo eles, efluente tratado de uma estação de tratamento de esgoto doméstico e água de abastecimento usada como prova branca, onde foram mensurados o crescimento da espécie no sistema, por testes estatísticos de Regressão e ANOVA além da influência das condições ambientais de temperatura do ar,

umidade relativa do ar e temperatura superficial foliar, termográficas. Assim como, as análises em laboratório das remoções dos seguintes nutrientes: fósforo total, fosfato, Nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e DQO, e suas respectivas eficiências de remoção. Os resultados obtidos no experimento de remoção de nutrientes em duas amostragens foram de: Fósforo Total 88 e 85%; Fosfato 81 e 86%, Nitrogênio amoniacal total 91 e 97%, houve aumento de Nitrato e Nitrito e DQO nas concentrações. A fitorremediação experimental com macrófitas aquáticas da Amazônia apresentou-se como uma eficiente alternativa para a implementação de unidades complementares em sistemas de tratamento de efluentes para as condições ambientais climáticas da região e alternativa de baixo custo na remoção de potenciais poluente de corpos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos; *Eichhornia crassipes*; Remoção de nutrientes.

PHYTOMEDIATION USING AQUATIC MACROPHITES IN TREATMENT OF DOMESTIC WASTE EFFLUENTS

ABSTRACT: Technologies for the removal of nutritional components from sanitary sewage usually represent high costs of implementation and operation, leading to the search for more cost-effective alternatives, such as the application of phytoremediation using aquatic macrophytes, and the aim of this study is being investigated. For the development of the research, macrophytes of the species *Eichhornia crassipes* were arranged in a hydroponic system containing two types of treatment: effluent treated from a domestic sewage treatment plant and water supply as a white test, where the growth was measured. of the species in the system by regression and ANOVA statistical tests and the influence of environmental conditions of air temperature, relative humidity and leaf surface temperature, thermographic. As well as laboratory analysis of the removal of the following nutrients: total phosphorus, phosphate, ammonia nitrogen, nitrate, nitrite and COD, and their respective removal efficiencies. The results obtained in the nutrient removal experiment in two samples were: Total Phosphorus 88 and 85%; Phosphate 81 and 86%, total ammonia nitrogen 91 and 97%, there was an increase of nitrate and nitrite and COD in concentrations. Experimental phytoremediation with aquatic macrophytes from the Amazon was an efficient alternative for the implementation of complementary units in effluent treatment systems for the climatic environmental conditions of the region and a low cost alternative for the removal of potential pollutants from water bodies.

KEYWORDS: Water resources; *Eichhornia crassipes*; Nutrient Removal.

1 | INTRODUÇÃO

Os inconvenientes no lançamento de esgoto sanitário em corpos d'água estão relacionados a presença de vários tipos de poluentes orgânicos e inorgânicos. A presença de nitrogênio e fósforo em águas residuárias é mais comum, afetando a

disponibilidade e qualidade, com a poluição das águas superficiais e subterrâneas devido o lançamento de esgoto in natura ou tratados, que estejam fora dos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação ambiental vigente (NUVOLARI et al., 2011).

O nitrogênio e o fósforo, são macronutrientes normalmente encontrados em ecossistemas aquáticos, com tudo em excesso, podem provocar problemas ambientais. Entre esses a eutrofização antrópica, a redução de oxigênio dissolvido no meio e a mortandade da vida aquática, são os mais frequentes, todos ocasionados por fontes de poluição difusas e pontuais, sendo a última facilmente identificada pelo lançamento de águas residuárias em corpos hídricos (MOTA; VON SPERLING, 2009).

Na busca por solucionar tais potenciais impactos, as estações de tratamento de esgoto passaram a ser planejadas não apenas para a remoção de matéria orgânica, mas também para outros constituintes do esgoto sanitário. Assim melhorando a configuração das estações de tratamento de esgoto, aumentando a complexidade e número de processos físicos, químicos e biológicos, sendo estendida à remoção principalmente de formas nitrogenada e fosfatadas (ROCHA, 2009).

Atualmente, existem diversas tecnologias para melhor remoção de nutrientes em sistemas de tratamento de esgoto, no entanto, as técnicas normalmente aplicadas podem representar altos custos de implantação, operação e manutenção. Diante dessas restrições, destaca-se a necessidade da procura por alternativas que resultem na maior remoção de nutrientes e que apresentem maior custo-benefício em sua concepção. Pode-se destacar a fitorremediação que utiliza macrófitas aquáticas para a redução das cargas de potenciais poluentes inorgânicos, metais pesados, substâncias tóxicas, além de microrganismos patogênicos (ALMEIDA e ALMEIDA, 2005).

Dentre as plantas aquáticas com alto potencial na produção de biomassa e incorporação de nutrientes e agentes tóxicos, a mais utilizada e que apresenta maior desempenho no tratamento de efluentes é o Aguapé (*Eichhornia crassipes*). Entretanto, tais métodos de remoção de constituintes do esgoto sanitário são dependentes das condições ambientais para o seu desenvolvimento e conseqüentemente eficiência na aplicação, podendo apresentar diferentes comportamentos. Sendo necessário a avaliação de tais variáveis, como temperatura, umidade do ar e incidência solar, esses importantes fatores para a garantia das atividades metabólicas da planta (MEDEIROS ET AL., 1999; WEIRICH, 2009).

2 | OBJETIVO

Avaliar a capacidade e condições ambientais para a aplicação da fitorremediação

por macrófitas aquáticas (*Eichornia crassipes*) para a remoção de nutrientes em efluentes domésticos tratados na estação de tratamento de esgotos domésticos.

3 | METODOLOGIA UTILIZADA

O experimento foi conduzido durante os meses de março e abril de 2018, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), localizada na área urbana do Município de Santarém-PA, Bairro da Cohab, próximo à Rodovia Curuá-Una (PA-370).



Figura 1: Mapa de localização do ponto de coleta das macrófitas aquáticas

A coleta das macrófitas foi realizada no dia 12 de março, no Lago do Maicá, localizado no perímetro urbano da cidade de Santarém, Estado do Pará, as proximidades do bairro Jaderlândia, as margens da Rodovia Curuá-Una (PA-370), Km 07 (Figura 1). O mesmo abrange uma área aquática de 161Km² e está inserido em uma região de várzea, composta por áreas periodicamente inundáveis, optou-se por esse ambiente por apresentar menor influência de poluição antrópica no local da coleta e abundância da espécie.

Durante o procedimento de coleta foram selecionadas as plantas mais jovens no ambiente, devido sua maior capacidade de absorção de nutrientes e contaminantes, bem como, o desenvolvimento da planta no experimento. O efluente utilizado foi da estação de tratamento de esgoto doméstico, da Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Santarém, Unidade Rondon, localizada Município de Santarém-PA.

4 | SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O pré-tratamento é constituído por uma caixa com gradeamento, tipo manual, com barras de seção retangular, barras de 6,0mm x 40,00 mm, com inclinação de 45° a 60° com a horizontal. Empregado para remoção de partículas sólidas, restos de embalagens e material considerado grosseiro proveniente de bacias sanitárias.

O tratamento primário consiste na passagem do efluente por uma unidade de sedimentação para remover os sólidos sedimentáveis, digestão anaeróbia e remoção de óleos e graxas.

O tratamento secundário aplicado é o filtro aerado tipo lodos ativados. Trata-se da remoção de matéria orgânica biodegradável contida nos sólidos dissolvidos, ou finamente particulados e, eventualmente, de nutrientes (nitrogênio e fósforo), através de processos biológicos aeróbios.

5 | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi constituído em blocos, com três repetições distribuídos em dois tratamentos casualizados com duas repetições por bloco, sorteadas ao acaso quanto a localização em cada bloco, totalizando 6 repetições por tratamento, sendo estes, efluente e água de abastecimento, como prova branca, dispostos em um sistema hidropônico em 4 unidades de tubos de PVC de 75 mm de diâmetro, 1,20 m de comprimento e capacidade de aproximadamente 5 L cada, com 10 perfurações para alocação das macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes*.

ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DOS EFLUENTES

Para o desenvolvimento do experimento foram realizadas análises físico-químicas de: pH, temperatura, DQO (Demanda Química de Oxigênio), fósforo total, fosfato, amônia, nitrito e nitrato em duas amostragens com período de detenção hidráulica de sete dias. Os parâmetros foram analisados antes e após o processo de fitorremediação, de acordo com a metodologia do Standard Methods (ALPHA, 2005), (Tabela 1).

PARÂMETROS	UNIDADE	MÉTODO/CÓDIGO	Equipamento
		STANDARD METHODS (2012)	

pH	-	in situ potenciometria (Cód.: 4500-H B)	pHmetro digital
Temperatura	°C	-	Termômetro digital
DQO	mg.L ⁻¹	Oxidação (Cód. 5220 D)	Espectrofotômetro
Fosforo total	mg.L ⁻¹	Redução com Ácido Ascórbico (Cód. 4500 – P A)	Espectrofotômetro
Fosfato	mg.L ⁻¹	Ácido Vanadomolibdofosfórico (Cód. 4500 – P C)	Espectrofotômetro
Amônia	mg.L ⁻¹	N- (1- naftyl) etilenodiâmina (Cód.: 4500 NO ₃ ⁻)	Espectrofotômetro
Nitrato	mg.L ⁻¹	N- (1- naftyl) etilenodiâmina (Cód.: 4500 NO ₃ ⁻)	Espectrofotômetro
Nitrito	mg.L ⁻¹	N- (1-naftyl) etilenodiâmina (Cód.: 4500 NO ₃ ⁻)	Espectrofotômetro

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos avaliados durante o experimento.

As amostragens dos tratamentos foram realizadas semanalmente após a instalação do experimento, sendo coletadas durante duas semanas, uma amostra composta de efluente por bloco, totalizando 3 amostras semanais para análises em laboratório. Também foram coletadas amostras do efluente da estação de tratamento de esgoto da UFOPA para a análise do afluente do sistema constituído por macrófitas.

O procedimento usado na coleta das amostras compostas foi realizado, com o auxílio de uma seringa de 100 mL com adaptação de uma mangueira no bico, em cinco pontos diferentes ao longo de cada tubo e após armazenadas em garrafas plásticas para o transporte até o laboratório.

6 | RESULTADOS

Na figura 2 estão apresentados os resultados obtidos do pH da água e do

efluente durante as duas amostragens de monitoramento do experimento.

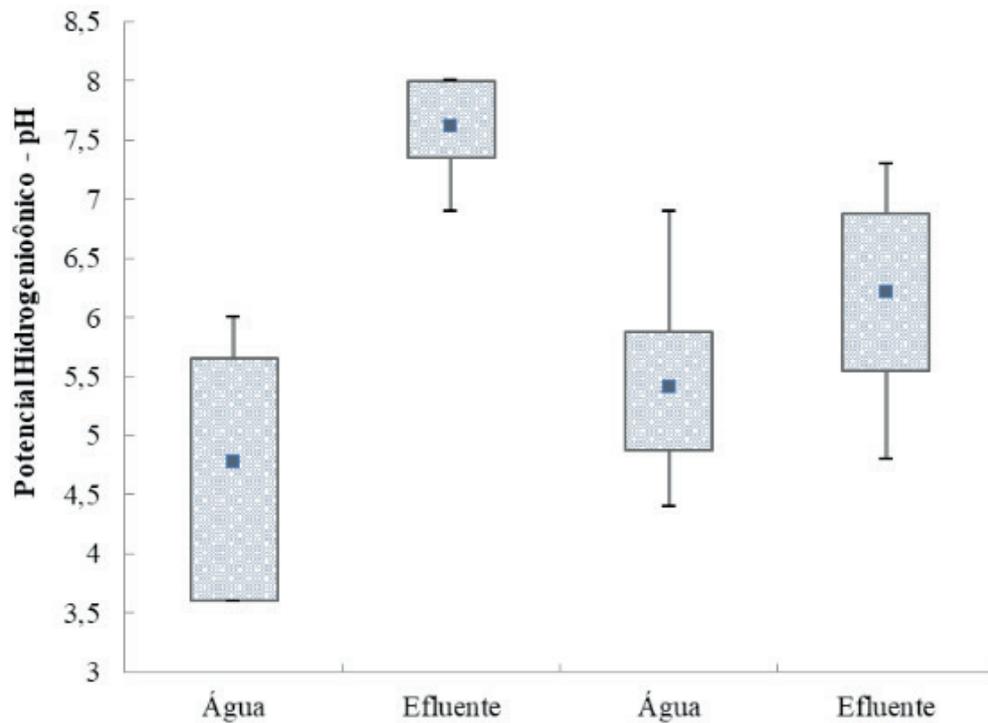


Figura 2: Comportamento do pH da água e do efluente no sistema nas duas semanas de amostragem

Observa-se que os valores da água de abastecimento disposto no sistema, durante a primeira amostragem, variam 3,6 a 6 unidade de pH, a qual é considerada inicialmente ácida. Já as concentrações no efluente variaram de 8 a 6,9 apresentando-se numa faixa de pH mais próxima do básico. Na segunda semana de amostragem os valores na água variaram de 4,4 a 6,9 unidades de pH, apresentando menor dispersão se comparado com a primeira semana de amostragem. Os valores de efluente variaram entre 8 e 6,9 e na segunda semana 7,3 e 4,8 unidades de pH. O blox plot apresentado indica assimetria negativa prevalecendo a concentração dos pH ácido no primeiro quartil (Q1), por outro lado na segunda semana de amostragem com maior tempo de permanência das macrófitas no sistema experimental tal parâmetro apresentou distribuição semelhante tanto no Q1 e Q2 nas análises para a água.

Para DQO no efluente inicial de entrada no sistema, não foi possível a detecção da concentração pelo equipamento utilizado nas análises de laboratório, assim como nos blocos de repetição 2 e 3, apresentando apenas um leve aumento no bloco 1 da primeira amostragem, já na segunda amostragem em todos os blocos houve aumento (Tabela 2).

Parâmetro	Inicial (Efluente Bruto)	1ª amostragem			2ª amostragem		
		Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
DQO (mg.L ⁻¹)	≤ 0*	2,6	≤ 0*	≤ 0*	1,34	3,85	5,1

Tabela 2: Concentrações de DQO durante o experimento

Esse aumento de acordo com Souza et al., (2004), se deve a concentração de matéria orgânica no efluente. Na segunda semana de amostragem percebeu-se que devido ao crescimento acelerado da *E. crassipes*, por brotamento lateral de estolões, a mesma se desenvolveu na parte interna do tubo de PVC onde estava disposto o efluente, devido à ausência de incidência solar no interior do tubo, provavelmente essas estruturas não conseguiram realizar as atividades fotossintetizantes como as que estavam expostas as variáveis ambientais, provocando assim a decomposição do tecido vegetal e por vez aumentando a concentração de matéria orgânica no sistema e conseqüentemente a DQO.

A eficiência média de remoção do Fósforo Total (PT) e fosfato do efluente nos três blocos casualizados, das duas amostragens durante o período do experimento no sistema constituído por macrófitas (Figura 3).

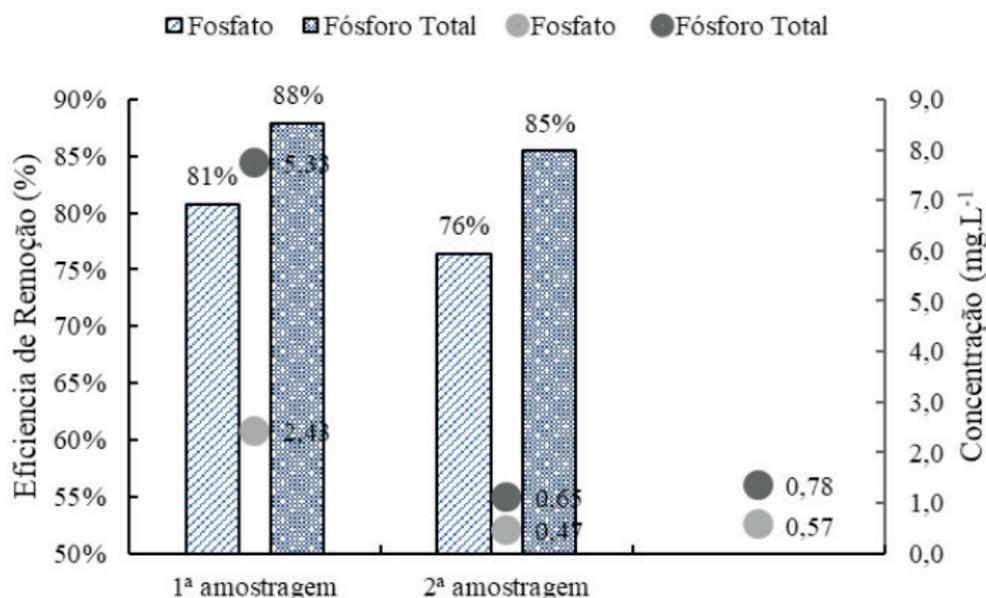


Figura 3: Eficiência média na remoção de fósforo total e fosfato

A concentração inicial do nitrogênio amoniacal total foi de 44 mg.L⁻¹ que encontrava-se fora do padrão de qualidade para lançamento de efluente segundo a Resolução CONAMA nº 430/11 que estabelece 20 mg.L⁻¹. No entanto, o uso de macrófitas na remoção apresentou eficiência na remoção significativa nas duas

amostragens durante o experimento (Figura 4).

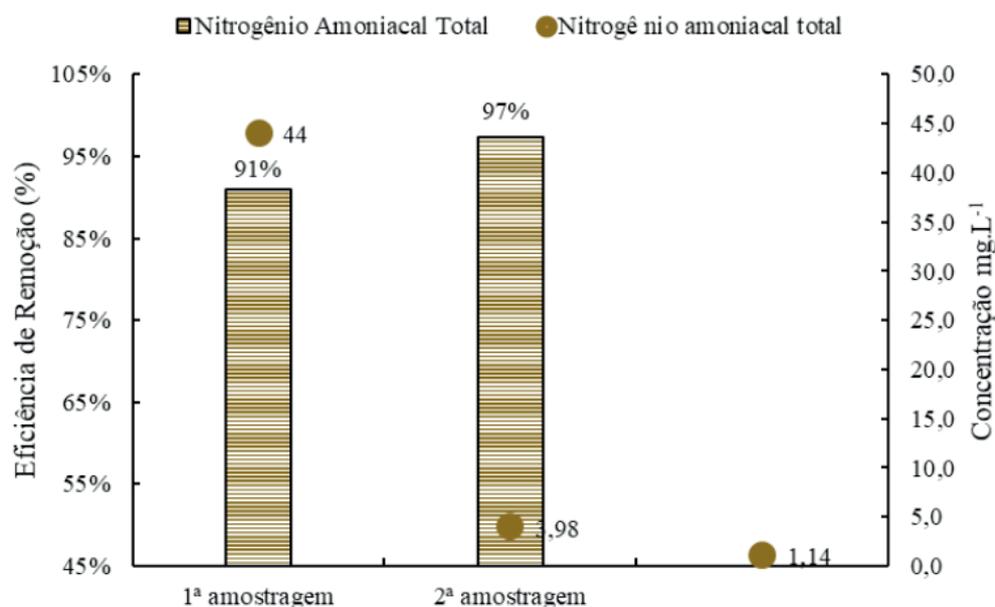


Figura 4: Eficiência média da remoção de nitrogênio amoniacal total

Ao analisar os resultados obtidos nos experimentos com a *E. crassipes*, observou-se uma alta eficiência na remoção de Nitrogênio Amoniacal Total, nos efluentes provenientes da ETE UFOPA. Segundo Henry-Silva e Camargo (2008), ao analisar efluentes de carciniculturas, a *Eichhornia crassipes* havia também apresentado excelentes resultados tratamentos deste efluentes. Corroborando com Mees et al., (2009) que analisaram seu uso em sistema de tratamento de abatedouro e frigorífico, obtendo dentro deste sistema uma eficiência máxima de remoção de até 47,5% e Greco (2010) que obteve a remoção de nitrogênio amoniacal total de 87% ao fazer o uso desta como fitorremediadora, em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto.

As relações entre nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito são específicas, e sob condições aeróbias, o nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrito e a nitrato pela ação de decompositores aeróbios (MIRANDA-SANTOS et. al., 2009), portanto, observa-se a redução das concentrações de N-NH₃ e o aumento do nitrato e nitrito (Figura 5).

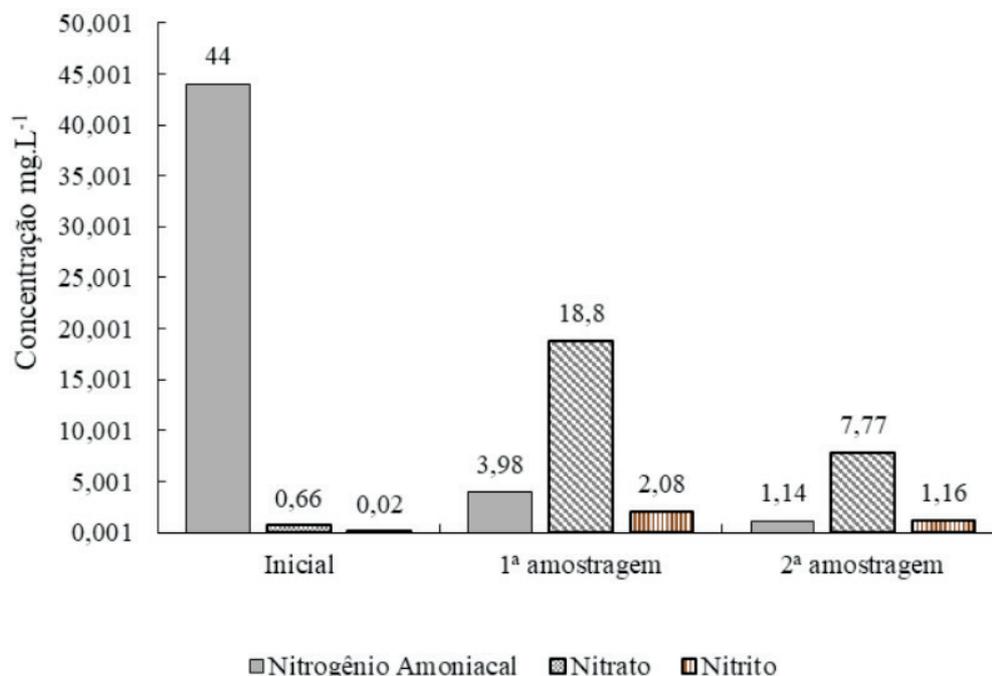


Figura 5: Concentração de nutrientes nitrogenados durante o experimento

Pode-se observar no gráfico que conforme a redução do nitrogênio amoniaco total, houve aumento de nitrito e principalmente nitrato, corroborando como o abordado por Miranda-Santos (2012), que tal sistema, constituído por macrófitas, está proporcionando a nitrificação da matéria nitrogenada e sugere o efluente adequado para utilização em fertirrigação.

7 | CONCLUSÕES

A macrófita aquática da espécie *Eichhornia crassipes* é eficiente na fitorremediação de nutrientes constituintes em efluente doméstico;

A maior eficiência de remoção está para compostos nitrogenados e fosfatados;

As condições ambientais na unidade experimental foram favoráveis na expressão do potencial de fitorremediação do Aguapé.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. de A.; ALMEIDA, N. A. M. Remoção de coliformes do esgoto por meio de espécies vegetais. Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 07, n. 03, p. 308 - 318, 2005.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th. Washington: Public Health Association, 2012.

MEDEIROS, R. M. L.; SABAA SRUR, A. U. O.; ROQUETTE PINTO, Carmen. L. Estudo da biomassa de aguapé, para a produção do seu concentrado proteico. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 19, n. 2, p. 226-230, 1999.

MOTA, F. S. B. VON SPERLING, M. (Coordenadores) et. al. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização

e remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 428 p.

NUVOLARI, A. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2ª ed. rev. Atual. e ampl. São Paulo: Blucher, 2011. 565 p.

ROCHA, F. A. Reuso de águas residuárias na agricultura: a experiência israelense e brasileira. Enciclopédia Biosfera, v. 6, p 1-9, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 4, 5, 6, 14, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 36, 38, 53, 148, 149, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 234, 235, 236, 237, 238

Águas residuárias 63, 136, 161, 188, 193, 194, 197, 215, 216, 224, 262, 275, 277, 279, 285, 288, 289, 290, 294, 295

Aplicabilidade 23, 26, 30, 33, 37, 41, 265

B

Balanço de massa 185, 187, 190, 191, 194

Biofiltro 110, 111, 112, 113

Biomassa 16, 111, 130, 131, 133, 134, 135, 171, 189, 216, 223, 226, 227, 231, 232, 233, 256, 257, 258, 289, 290, 294, 295

C

Controle 18, 22, 37, 38, 44, 70, 71, 75, 79, 100, 107, 109, 111, 114, 125, 128, 130, 131, 133, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 149, 157, 159, 168, 169, 173, 175, 176, 186, 197, 208, 209, 210, 236, 258, 289

D

Desinfecção 47, 75, 79, 82, 86, 90, 91, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 196, 198, 199, 204

Diagnóstico 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 49, 52, 63, 72, 130, 131, 136

Dragagem de lodo 65, 67, 68, 69, 72

E

Eficiência energética 13, 14, 22, 225

Efluentes não domésticos 138, 139, 140, 145, 146, 147, 167, 168, 169, 170, 173, 175, 176

Efluente têxtil 205, 209, 211, 212

Efluente tratado 64, 66, 69, 70, 71, 196, 199, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 214, 274

Esgotamento sanitário 2, 4, 5, 9, 14, 24, 26, 27, 31, 32, 34, 36, 38, 51, 84, 139, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 235, 236, 237, 238, 243, 246, 247, 266, 267

Estações de tratamento de esgotos 41, 44, 49, 51, 52, 54, 62, 83, 84, 92, 138, 139, 169, 186, 197, 257

F

Filtro biológico percolador 55, 59, 158, 160, 161, 163, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Flotação 177, 178, 179, 180, 183, 184

I

Indicadores 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 47, 73, 80, 81, 86, 87, 92, 115, 116, 123, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 243, 244, 245, 274

Indústria de calçados 75, 77, 78, 81, 82

L

Lagoa de estabilização 64
Lagoas de polimento 158, 159, 160, 165, 166
Lodo biológico 64, 73, 133, 257, 266, 268, 271
Lodo de esgoto 226, 227, 232, 256, 258, 259, 262, 264, 265
Lodos ativados 62, 65, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 176, 198, 218, 276, 279, 287, 289, 295

M

Máquina anfíbia 266, 267, 270, 271, 272, 273
Material orgânico 203, 276, 277, 278, 294
Maus odores 125, 126, 127, 128, 130, 131, 133, 134, 135
Membranas ultrafiltrantes 93, 95, 97, 99, 101, 105, 106
Mercado livre de energia 13, 19, 21, 22
Metano dissolvido 185, 189, 190, 191, 192
Modelagem hidráulica 149, 157
Monitoramento 4, 29, 38, 47, 67, 79, 80, 81, 96, 99, 106, 111, 116, 117, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 167, 168, 171, 173, 174, 175, 176, 196, 199, 203, 204, 220, 236, 267, 282, 287, 289, 290, 291, 292

N

Nutrientes 90, 122, 123, 158, 159, 160, 185, 186, 215, 216, 217, 218, 223, 276, 278, 279, 287, 288, 289, 295

P

Plano municipal de saneamento básico 23, 24, 25, 37, 38, 140, 168, 169
Poluentes 52, 65, 93, 95, 106, 140, 158, 160, 169, 197, 206, 215, 216, 258, 262, 287, 288, 289
Poluição industrial 139, 171
Pré-dimensionamento 51, 52, 53, 57, 61, 62, 63
Problemas ambientais 216, 227, 287, 288

Q

Qualidade da água 44, 47, 63, 65, 80, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 106, 107, 115, 123, 138, 140, 197, 204, 244, 270, 289

R

Reator UASB 55, 59, 70, 79, 83, 112, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 163, 164, 185, 187, 188, 190, 191, 194, 228, 259, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285
Recursos hídricos 34, 41, 42, 43, 49, 62, 65, 76, 116, 141, 147, 148, 149, 176, 185, 188, 197, 215, 278
Rede coletora de esgoto 32, 242, 246, 249
Redução de custos 13, 14
Remoção de lodo 64, 66, 67, 71, 72, 73, 266, 267, 268, 270, 272
Remoção de nutrientes 158, 160, 215, 216, 217

Reúso não potável 42, 48, 49, 75, 77, 83
Reúso urbano 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 81

S

Saneamento ambiental 12, 22, 63, 266, 267, 286
Saneamento básico 1, 4, 9, 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 51, 53, 61, 62, 63, 108, 110, 116, 140, 147, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 238, 239, 244, 245, 275
Sistema de gestão ambiental 84, 85, 91
Sustentabilidade 1, 2, 8, 11, 35, 36, 37, 39, 111, 160, 169, 226, 263, 296

T

Taxa de recirculação 162, 177, 180, 181, 182, 183
Toxicidade 174, 184, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212
Tratamento de água 10, 15, 57, 62, 93, 94, 95, 96, 105, 107, 108, 177, 178, 179, 183, 264
Tratamento de efluente doméstico 64
Tratamento de lodo 266

U

Ultrafiltração 41, 42, 44, 49, 93, 94, 95, 96, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108
Universalização 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 27, 38, 51, 53, 62

 **Atena**
Editora

2 0 2 0