



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
FITORREMEDIÇÃO 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 28286

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 REMISSIVO296

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

Data de aceite: 06/01/2020

Israel Nunes Henrique

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

Dayane de Andrade Lima

Instituto Federal do Pará,
Santarém – Pará – Brasil

Keiciane Alexandre de Sousa

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

Layza Sabrine Magalhães da Silva

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

Fernando Pires Martins

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

Clodoaldo de Sousa

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

Ana Queloene Imbiriba Correa

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

Camila Pimentel Maia

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

RESUMO: O lançamento de esgotos domésticos sem tratamento em corpos hídricos ocasiona sérios problemas à qualidade de vida, além de comprometer o abastecimento de água da população, em relação à qualidade e à disponibilidade de água. O uso de lagoas de polimento como pós-tratamento e também desinfecção de efluentes são amplamente reconhecidas pela sua alta capacidade na remoção de nutrientes, organismos patogênicos e poluentes orgânicos. Diante disso o presente estudo objetivou realizar a desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por um Reator UASB seguido de um Filtro Biológico Percolador, em Reator de Algas Dispersas (RAD). O sistema foi construído em escala de bancada, operando com volume útil de 12 litros com período de iluminação interna de 24 horas.

O Reator de Algas Dispersas obteve um bom desempenho no processo de remoção de constituintes orgânicos e inorgânicos, bem como, no processo de desinfecção. Apresentando resultados satisfatórios em relação à remoção de matéria orgânica, nutrientes como fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e redução de organismos patogênicos, produzindo efluente final com qualidade sanitária que atende aos padrões de lançamento recomendados pela resolução CONAMA 357/2005.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de polimento. Desinfecção. Nutrientes. Matéria orgânica. Coliformes termotolerantes.

FBP WASTEWATER DISINFECTION USING DISPERSE ALGAE REACTOR (RAD)

ABSTRACT: The release of untreated domestic sewage into water bodies causes serious problems to the quality of life, in addition to compromising the population's water supply in relation to water quality and availability. The use of polishing ponds as aftertreatment and also effluent disinfection are widely recognized for their high capacity in removing nutrients, pathogens and organic pollutants. Thus, the present study aimed to perform the disinfection of anaerobically pretreated effluent by a UASB Reactor followed by a Percolating Biological Filter in a Scattered Algae Reactor (RAD). The system was built in bench scale, operating with a useful volume of 12 liters with 24 hours internal illumination period. The Scattered Algae Reactor performed well in the removal process of organic and inorganic constituents as well as in the disinfection process. Presenting satisfactory results regarding the removal of organic matter, nutrients such as phosphorus, ammonia nitrogen, nitrite, nitrate and reduction of pathogenic organisms, producing sanitary quality final effluent that meets the discharge standards recommended by CONAMA resolution 357/2005.

KEYWORDS: Polishing ponds. Disinfection. Nutrients. Organic matter. Thermotolerant coliforms.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, existe grande preocupação em relação à qualidade e à disponibilidade de água no Brasil. A escassez de água, o controle da poluição e a necessidade de preservar esse recurso têm sido constantemente abordados nos meios de comunicação. Embora o uso racional da água ainda seja a melhor opção, o controle da poluição é uma medida importante na preservação dos mananciais (RODRIGUES, 2016).

Uma forma de remediar a poluição é a remoção eficiente dos constituintes indesejáveis da água, como matéria orgânica, patógenos, metais pesados, fósforo e nitrogênio, provenientes da má administração dos esgotos sanitários, que são despejados de maneira inadequada nos corpos hídricos, sem atender aos padrões de lançamento estipulados pela resolução 357/2005 e 430/2011 do Conselho

Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Esses lançamentos de efluente sem tratamento ocasionam sérios problemas à qualidade de vida, além de comprometer o abastecimento de água da população.

Um sistema de tratamento de efluentes adequado deve ter baixo custo, simplicidade operacional, boa eficiência e garantir a sustentabilidade ambiental. Os reatores anaeróbios do tipo UASB podem ser considerados a opção mais utilizada como alternativa de tratamento de esgotos sanitários, principalmente por não exigir uma grande área para seu funcionamento. Todavia embora sejam sistemas bastante eficientes na remoção de matéria orgânica biodegradável e de sólidos suspensos totais, a qualidade do efluente dos reatores anaeróbios geralmente não atende às normas ambientais, tornando-se necessário aplicar um pós-tratamento (METCALF & EDDY, 2003).

Utilizar filtros biológicos aeróbios como pós-tratamento de efluentes anaeróbios apresentam-se como boa alternativa de polimento destes efluentes. As principais vantagens de seu uso são as dimensões reduzidas, o baixo custo de construção e operação além da elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e nutriente (JORDÃO; PESSOA, 2014). Todavia, ainda se faz necessário um processo de desinfecção dos efluentes advindos desses reatores para que sejam atendidos os padrões de lançamento exigido pelas normas ambientais.

Para este fim, o uso de lagoas de polimento são amplamente reconhecidas pela sua alta capacidade na remoção de nutrientes, organismos patogênicos e poluentes orgânicos, sendo uma alternativa muito empregada no polimento final de efluentes oriundos de filtros biológicos, pois as algas que crescem nessas lagoas exercem um importante papel no tratamento, ao aumentar a concentração de oxigênio dissolvido através da fotossíntese (PICOT et al., 2009).

Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho do processo de desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket) seguido de um Filtro Biológico percolador em um sistema contendo algas.

2 | OBJETIVO

Realizar a desinfecção de efluente de Filtro Biológico Percolador (FBP) em sistemas de Reator de Algas Dispersas (RAD), buscando remover coliformes termotolerantes.

3 | METODOLOGIA UTILIZADA

Os sistemas experimentais, construídos em escala de bancada, foram instalados

e monitorados no Laboratório de Tratamento de Águas Residuárias (LabTAR), pertencente ao curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, localizado em área próxima à unidade Tapajós, pertencente à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), no município de Santarém – Pará (PA).

O Reator com Algas em escala de bancada foi desenvolvido para promover a desinfecção do afluente produzido no Reator UASB seguido de um Filtro Biológico Percolador (FBP) (figura 1).

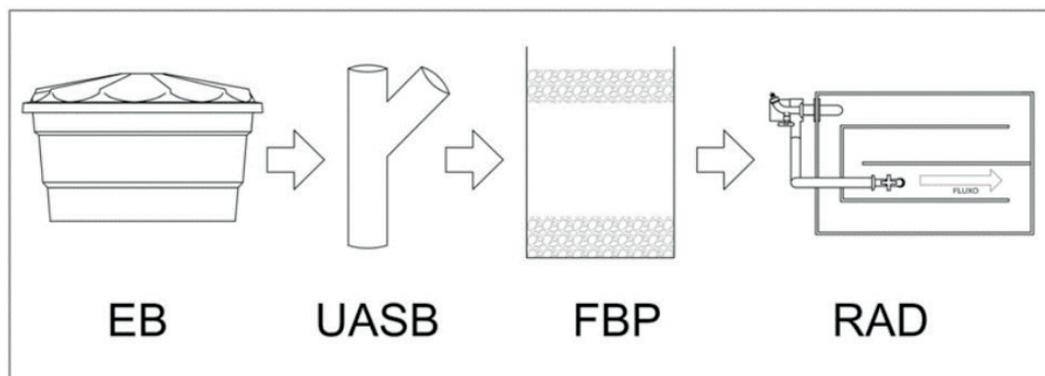


Figura 1 - Esquema do funcionamento do sistema: Esgoto Bruto (EB), UASB, FBP e RAD.

O RAD foi construído em material de vidro contendo 44 cm de comprimento, 29 cm de largura e 15 cm de altura, e possuía três chicanas de 34 cm cada.

O mesmo foi colocado dentro de uma caixa de isopor (sistema de cabine), que continha iluminação interna por duas unidades de lâmpadas de LED com 3000 lúmens, 13000K de emissão de luz branca (cada), com capacidade para quatro lâmpadas de 9W bivolt, e era mantida ligada 24 horas por dia (figura 2).



Figura 2 - Caixa de isopor contendo iluminação

O afluente coletado do UASB foi levado até o filtro, de forma manual, e posteriormente levada para o Reator de Algas Dispersas (RAD).

O sistema tinha um processo de recirculação feito através de sistema de bombeamento e com utilização de um sistema de exaustão de ar para promover o resfriamento e renovação do ar atmosférico dentro da cabine. O Sistema elétrico era controlado por temporizador, operado em regime intermitente, programado em intervalos de 15 em 15 minutos (Liga-Desliga).

O RAD possuía um volume total de 19,140 litros, sendo que, o volume de efluente adicionado ao tratamento correspondia a 12 litros, obtendo assim, uma lâmina d'água de 9,6 cm. A Recirculação do efluente em processo de tratamento foi de 828 ml por minuto, representando um total de 12,42 litros recirculados a cada 15 minutos de operação.

Conforme o processo operacional, determinou-se uma taxa de recirculação de 103,5% por batelada com Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 3 dias.

O Sistema foi alimentado manualmente, sendo retirados 4 litros diariamente e repostos o mesmo volume de afluente advindo do FBP, somado a este era adicionado o volume de evaporação, com a finalidade de manter os 12 Litros de volume no RAD.

A temperatura interna e externa, juntamente com a umidade do sistema foi monitorada por um termômetro digital da marca INCOTERM - Termo Higrômetro, fornecendo um valor de variação (mínima e máxima), sendo verificado em intervalos de 24 horas.

4 | PROCEDIMENTO ANALÍTICO

As amostras foram coletadas diretamente da saída de cada reator, em frascos de vidro estéreis de volume total de 100 ml, e depois levadas para o Laboratório de Biologia Aplicada da Universidade Federal do Oeste do Pará, no qual foram feitas as análises.

As determinações físicas, químicas e biológicas efetuadas durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 1.

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
DQO ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$)	Titulométrico Refluxação	5220 C. / APHA (2012)
	Fechada	
pH	Potenciométrico	4500 / APHA (2012)
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	-	2550 / APHA (2012)
Alcalinidade Total ($\text{mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$)	Kapp	BUCHAUER (1998)
AGV ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Kapp	BUCHAUER (1998)
Nitrato ($\text{mgN-NO}_3\cdot\text{L}^{-1}$)	Salicilato de Sódio	RODIER (1975)

Nitrito (mg N-NO ₂ ⁻ .L ⁻¹)	Colorimétrico Diazotização	4500-NO ₂ B. / APHA (2012)
Amônia (mgN-NH ₄ ⁺ .L ⁻¹)	Semi-Micro Kjeldahl	4500-NH ₃ / APHA (2012)
Fósforo e Frações (mg.L ⁻¹)	Ácido Ascórbico	4500-P E/ APHA (2012)
Coliformes Totais	Tubos Múltiplos	CETESB (2018)
Coliformes Termotolerantes	Tubos Múltiplos	CETESB (2018)
Carga Microbiana	Spread Plate	SILVA <i>et al.</i> (2010)

Tabela 1 - Parâmetros analisados no acompanhamento do desempenho dos reatores.

*DQO – Demanda Química de Oxigênio; N-NH₄⁺ – Nitrogênio Amoniacal; pH – Potencial Hidrogeniônico; SST – Sólidos Suspensos Totais; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos.

5 | RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos, os valores de pH encontrados (figura 3), refletem o comportamento do sistema anaeróbio de tratamento (UASB), Filtro Biológico Percolador (FBP) e efluente do Reator de Algas Dispersas (RAD), com valores médios de 7,39, 7,45 e 9,91, respectivamente.

Para observar a estabilidade dos sistemas, foi monitorada a concentração de alcalinidade total (figura 4). O efluente do reator UASB apresentou valor médio de 208,58 ppmCaCO₃, o FBP obteve 170,11 ppmCaCO₃ e RAD 102,30 ppmCaCO₃.

O reator UASB atendeu as expectativas embasadas nas literaturas, obtendo eficiência de remoção de 66,55% de DQO_t comparada ao esgoto bruto, estando dentro da faixa de eficiência esperada 65-75% de acordo com Van Haandel e Lettinga (1994).

O filtro biológico percolador obteve uma remoção de 33% de DQO_t comparada ao reator UASB. A remoção de matéria orgânica nesta etapa está diretamente relacionada ao processo de oxidação da matéria orgânica no processo aeróbio dentro do FBP.

No RAD houve um aumento de 17,74% de DQO_t comparado ao FBP. Essas concentrações relativamente altas de DQO_t no efluente final do RAD são atribuídas em grande parte ao crescimento de algas. Este aumento pode ser explicado devido à elevada taxa de multiplicação celular, (CO₂ + H₂O -> Novas células + O₂). Mostrando assim que a produção de oxigênio, necessariamente é acompanhada pela produção de novas células de algas (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1994).

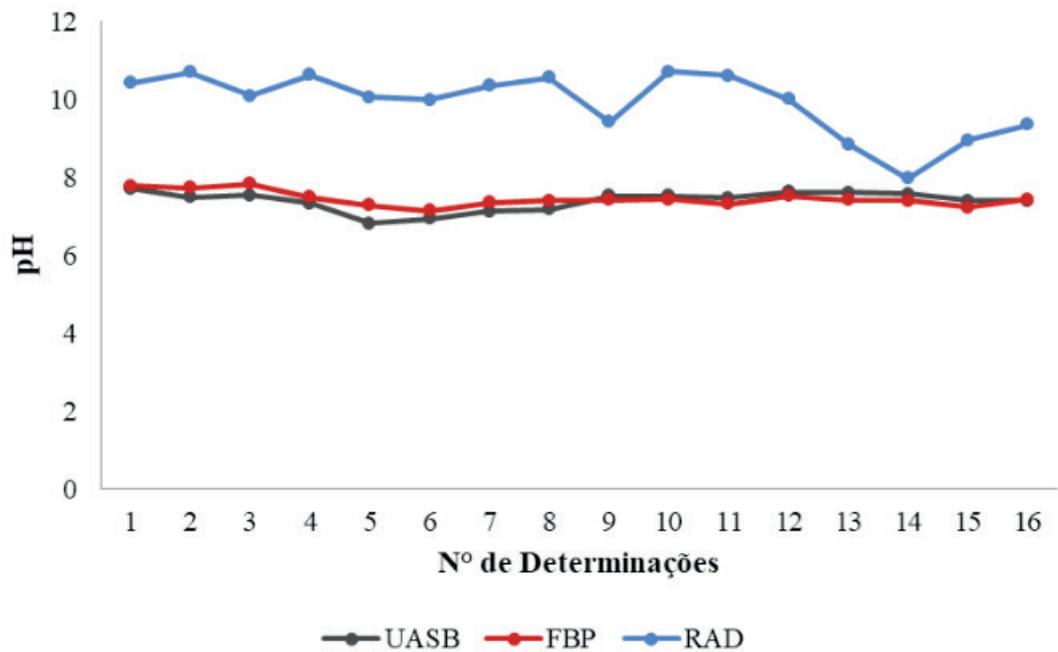


Figura 3 - Comportamento do pH verificado nos efluentes do UASB, FBP e RAD

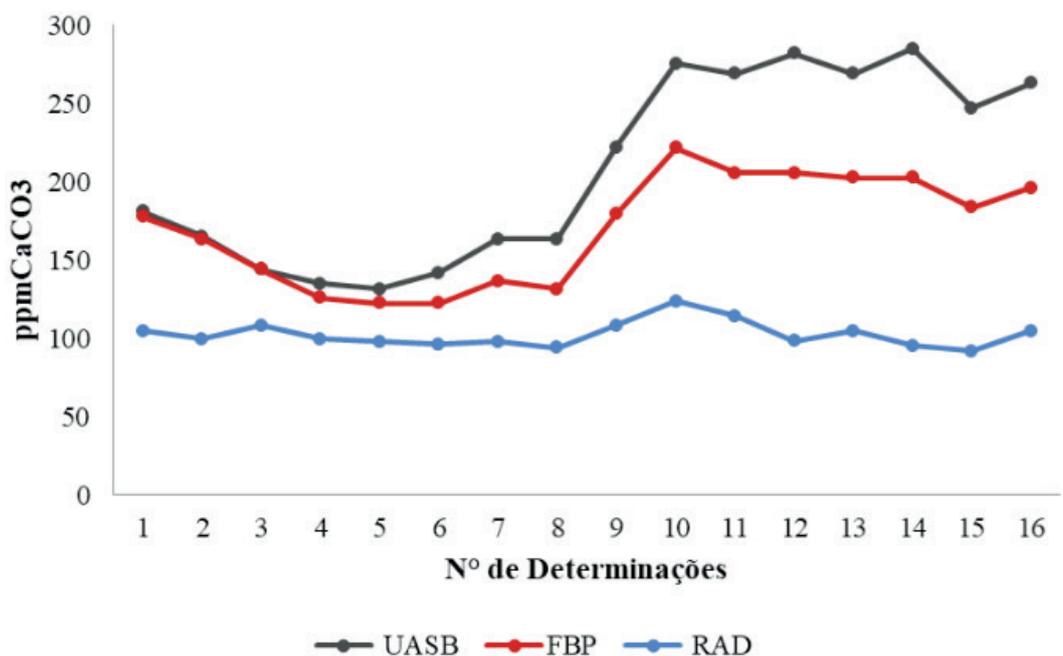


Figura 4 - Comportamento da alcalinidade total verificada nos efluentes do reator UASB, FBP e RAD

A desinfecção de efluente visa à remoção de organismos patogênicos. Diante disso as análises de CT (Coliformes Totais) e CTT (Coliformes Totais Termotolerantes) ao longo do estudo foi utilizada como indicador da qualidade microbiológica, indicando se houve redução dos organismos patogênicos nos efluentes pesquisados, e suas possíveis eficiências. A Figura 5 representa os resultados em números mais prováveis por 100 mililitros dos efluentes analisados.

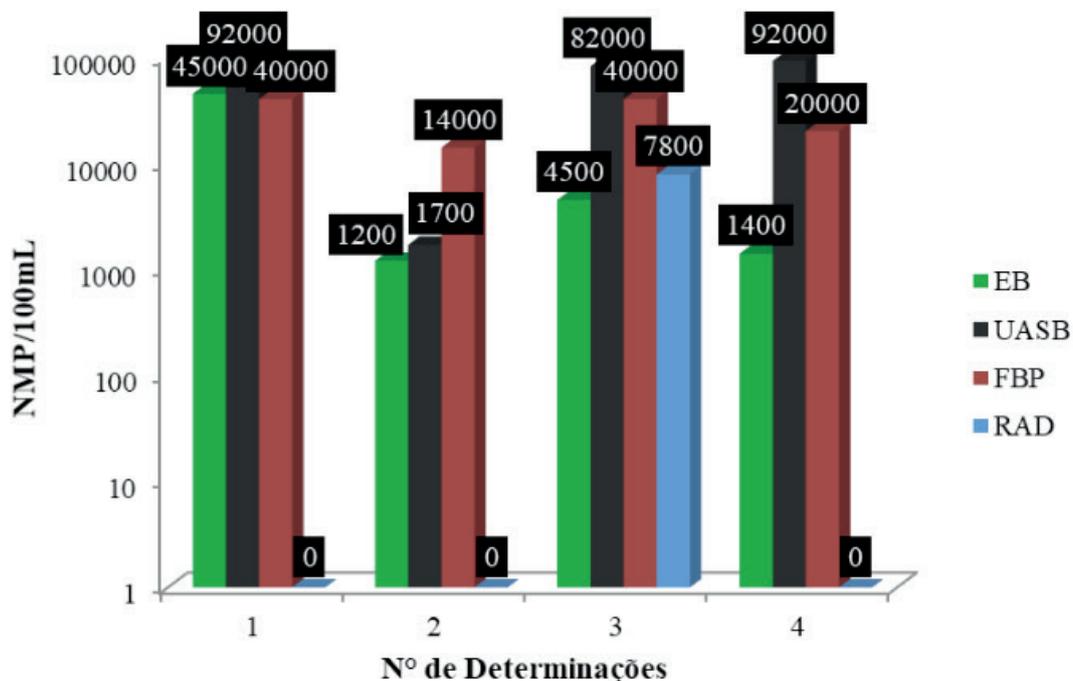


Figura 5 - Comportamento dos efluentes dos sistemas em relação aos Coliformes Totais-CT.

É importante destacar que não houve a presença de coliformes termotolerantes no efluente do sistema RAD, conseqüentemente, não ocorreu a presença de *Escherichia Coli*, mostrando assim boa eficiência do sistema.

Sousa (2015) ao realizar um trabalho com pós-tratamento de efluente anaeróbio em lagoa de polimento também obteve resultados significativos, o qual apresentou concentrações médias de coliformes termotolerantes de $7,88 \times 10^2$ UFC.100mL⁻¹, o que caracterizou uma eficiência de 98,89% na redução desses organismos.

6 | CONCLUSÕES

O Reator de Algas Dispersas obteve um bom desempenho no processo de desinfecção, produzindo efluente final com boa qualidade sanitária, atendendo aos padrões de lançamento recomendados pela resolução 357/2005 do CONAMA.

No processo de identificação das algas observou-se a predominância de *Chlorophyceae* e *Euglenophyceae* desde o início do processo, que de acordo com a literatura são grupos frequentemente encontrados em lagoas de polimento, sendo muito importantes no processo de desinfecção.

Por fim, o RAD mostrou ser uma alternativa promissora para o processo de desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por Reator UASB seguido de FBP, pois atingiu os objetivos esperados no presente estudo.

REFERÊNCIAS

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

BUCHAUER, K. A. A comparison of two simple titration procedures to determine volatile fatty acids in effluents to waste – water and sludge treatment processes. *Water S. A.* v. 1, n. 24, 1998, p. 49 – 56.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica L1.009.: Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas. São Paulo, 1986. p. 128.

_____. Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 5º ed. São Paulo, 2018, p. 29.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. p. 9.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 7ª ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2014.

METCALF E EDDY. *Wastewater Engineering: Treatment and reuse*. 4. ed. New York: McGraw-Hill International edition, 2003.

PICOT, B.; ANDRIANARISON, T.; OLIJNYK, D. P.; WANG, X.; QIU, J. P. E. BRISAUD, F. Nitrogen removal in wastewater stabilisation ponds, *Desalination and Water Treatment*. v. 4. 2009. p. 103-110.

RODRIGUES, V. A. J. Influência do sedimento no processo de remoção de nitrogênio por nitrificação/desnitrificação em lagoas de polimento. 2016. Tese. (Escola de Engenharia da UFMG). Belo Horizonte, 2016.

RODIER, J. *L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduelles, eaux de mer*. Volume 1, 5. ed. Dunod (Ed.) Paris. 1975. p 692.

VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgoto em regiões de clima quente. Campina Grande: EpGraf, 2 ed., v.1, 1994, 255p.

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