



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

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS APLICADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS APÓS REMOÇÃO DE LODO

Data de aceite: 06/01/2020

Yasmine Westphal Benedet

Engenheira Sanitarista e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis - SC
Pós-graduação em Química Industrial -
Faculdades Integradas Espírito-Santenses
Vitória - ES

Patrick Ikaru Ferraz Suzuki

Técnico em Meio Ambiente - Centro Universo de Educação e Desenvolvimento
Vitória - ES
Engenheiro de Produção - Multivix
Vitória - ES

Nattália Tose Lopes

Engenheira Química - Faculdades Integradas de Aracruz
Aracruz - ES
Mestra em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável – Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória - ES

Sara Cristina Silva

Engenheira Química – Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória - ES
Mestra em Engenharia Química - Universidade Estadual de Campinas
Campinas - SP

RESUMO: Muitos sistemas de tratamento de esgotos domésticos do Brasil foram projetados e construídos para operar por meio de lagoas de estabilização, devido principalmente à baixa complexidade de operação e baixo custo de manutenção. Contudo, o desenvolvimento urbano e o crescimento populacional proporcionaram um aumento considerável de geração de efluentes e, conseqüentemente, de geração de lodo, comprometendo diretamente a eficiência do tratamento. Aliado à falta de manutenção dos sistemas e à deficiência de tecnologias desenvolvidas, o acúmulo de lodo em lagoas de estabilização tornou-se um problema, sendo realizado, na maioria das vezes, apenas quando a saturação resulta em carreamento de lodo, junto ao efluente tratado. Neste contexto, torna-se imprescindível a manutenção desses sistemas de tratamento, como forma de garantir a qualidade do efluente tratado. Desta maneira, este trabalho apresenta as metodologias utilizadas e os resultados alcançados antes e após a manutenção de uma estação de tratamento de esgotos domésticas, do tipo lagoas de estabilização. Os estudos realizados nessa estação resultaram em uma melhoria da qualidade do tratamento dos efluentes antes de seu lançamento no corpo receptor.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Efluente Doméstico, Lagoa de Estabilização, Lodo

EVALUATION OF EFFICIENCY OF PONDS APPLIED TO SANITARY EFFLUENTS TREATMENT AFTER SLUDGE REMOVAL

ABSTRACT: Many domestic sewage treatment systems in Brazil have been designed and built to operate through stabilization ponds. Mainly due to the low complexity of operation and low maintenance cost. However, urban development and population growth have led to a considerable increase in effluent flow. Consequently, sludge production, compromising treatment efficiency directly. Together with the lack of the systems maintenance and the deficiency of developed technologies, the accumulation of sludge in stabilization ponds has become a problem, being performed most of the time only when the sludge is carried out with the treated effluent. In this context, it is essential to maintain these treatment systems as a way to guarantee the quality of the treated effluent. This paper presents the methodologies used and the results achieved before and after the maintenance of two stabilization ponds. Studies conducted at this plant resulted in an improvement in effluent treatment quality before its discharge into the receiving water body.

KEYWORDS: Domestic Effluent Treatment, Stabilization Pond, Biological Sludge, Sludge Dredging.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda quantitativa por recursos hídricos para o abastecimento urbano e industrial é crescente. Como consequência da utilização da água, há a geração de efluentes caracterizados de acordo com as atividades desenvolvidas. O tratamento e destinação adequados desses efluentes constituem etapas fundamentais para o contínuo atendimento da população de forma sustentável. A qualidade do efluente lançado está diretamente relacionada com a qualidade da água captada, assim como a sobrevivência dos corpos hídricos e ecossistemas envolvidos (YAAKOB *et al.*, 2011).

Nesse sentido, as Estações de Tratamento de Efluente (ETE) são projetadas para promover a remoção das cargas poluentes presentes nos diversos tipos de efluentes por meio de processos físicos, químicos e/ou biológicos, atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos ambientais responsáveis e minimizando os impactos ambientais (ELLER, 2013).

Dentre as inúmeras tecnologias aplicadas ao tratamento de esgoto sanitário, tradicionalmente utilizadas, encontram-se os filtros biológicos, lagoas de estabilização, lagoas de alta taxa, sistemas de lodos ativados, entre outros (GIACOBBO, 2011). Na escolha destas tecnologias elege-se como critério de seleção fatores como: área disponível, custos de implantação, eficiência necessária, utilização de equipamentos

eletromecânicos, consumo de energia, sofisticação de implantação e operação e necessidade de mão de obra especializada.

As lagoas de estabilização constituem uma das alternativas mais usuais, com satisfatório custo-benefício, baixa complexidade de operação e baixo custo de manutenção, quando comparadas às outras tecnologias. Ainda que essa opção exija considerável área disponível, de forma geral, é bastante indicada para as condições climáticas brasileiras (PIMPÃO, 2011). O tratamento de efluentes por lagoas de estabilização ocorre por meio de processos naturais, envolvendo principalmente bactérias e algas, podendo ocorrer através de três zonas denominadas: anaeróbia, aeróbia e facultativa (FRANÇA, 2010). Estes sistemas permitem diferentes níveis de simplicidade operacional e diversas variantes, como requisito de área, por exemplo. A Figura 1 mostra o esquema do funcionamento do sistema integrado entre bactérias e algas em lagoas de estabilização.

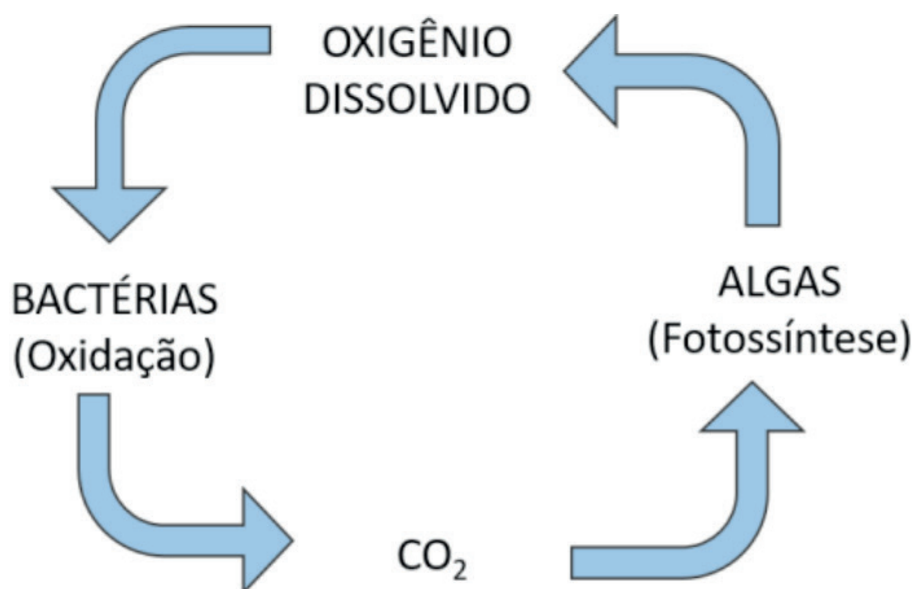


Figura 1 – Funcionamento do sistema integrado entre bactérias e algas.

O avanço demográfico no Brasil e no mundo e o desenvolvimento urbano acarretam um aumento considerável de geração de efluentes e, conseqüentemente, de geração de lodo, que, caso acumulado, compromete diretamente a eficiência de tratamento das lagoas facultativas (FRANÇA, 2010), devido a diminuição do volume útil necessário para o tratamento do esgoto, e também do tempo de retenção do efluente da lagoa. A falta de manutenção dos sistemas e a deficiência de tecnologias específicas desenvolvidas para este fim, intensificam o problema, que passa a receber prioridade quando a saturação resulta em carreamento de lodo junto do efluente tratado. Torna-se necessária, portanto, a manutenção desses sistemas de tratamento, como forma de minimizar os impactos que afetam diretamente a operação, garantindo uma boa funcionalidade do processo de tratamento. A Tabela 1 apresenta a frequência recomendada de remoção de lodo para as principais variantes

do sistema de lagoas de estabilização para tratamento de esgoto, de acordo com Von Sperling (2005).

Sistemas de Tratamento	Frequência de Remoção de Lodo
Tratamento Primário	Variável (a)
Lagoa Facultativa	>20 Anos
Lagoa Anaeróbia – Lagoa Facultativa	<20 Anos
Lagoa Aerada Facultativa	<10 Anos
Lagoa Aerada Mistura Completa – Lagoa Decantação	< 5 Anos

Tabela 1: Frequência recomendada de remoção do lodo (Von Sperling, 2005).

Dentre as técnicas de remoção de lodo em lagoas de estabilização, destaca-se a dragagem, que consiste em uma técnica mecanizada, possibilitando a remoção quase completa do lodo em um tempo menor de operação, além de retirar o lodo com elevada concentração de sólidos (GONÇALVES, 1999). Uma vez que, sem a utilização de equipamentos específicos, as atividades de dragagem podem se tornar complexas, lentas e onerosas, além do baixo rendimento alcançado, é imprescindível a escolha adequada do equipamento e dos procedimentos com o intuito de obter maior eficiência e rendimento na manutenção dos sistemas de lagoas de estabilização.

Neste contexto, o presente estudo de caso teve como principal objetivo avaliar o aumento da eficiência do tratamento de efluente sanitário em lagoas de estabilização, por meio do monitoramento dos parâmetros DBO_5 , turbidez e sólidos suspensos totais (SST), após a realização da atividade de dragagem de lodo utilizando tecnologia de alta eficiência.

2 | METODOLOGIA

2.1 Estação de Tratamento de Esgoto

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) onde o estudo foi realizado está localizada no estado do Espírito Santo, sendo responsável pelo tratamento de uma vazão média de 64,4 m³/h. A ETE é composta por dois Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente – RAFA (UASB) operando em paralelo e duas lagoas facultativas em série. Antecedendo aos reatores, estão implantadas unidades de tratamento preliminar, que possuem gradeamento e caixa de areia (Figura 2). Desde o início de sua operação, no ano de 1984, não havia sido realizada manutenção para remoção do lodo acumulado nas lagoas, resultando em uma saturação do sistema de tratamento.

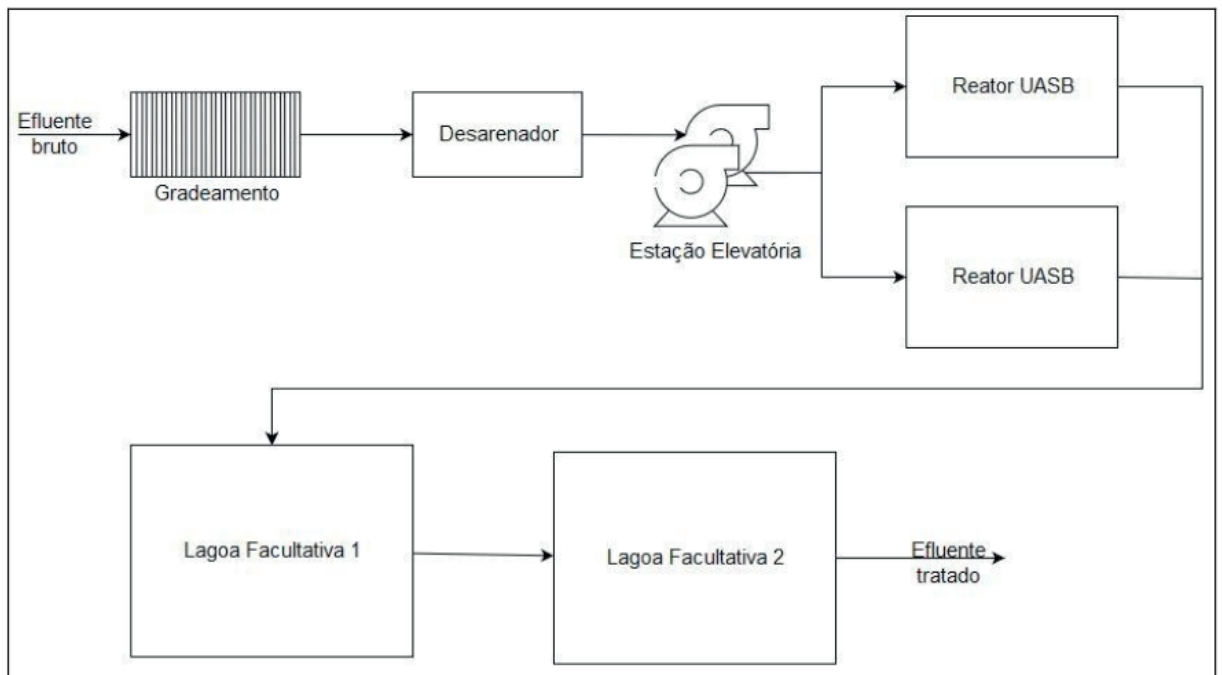


Figura 2 – Esquema representativo da ETE.

A Tabela 2 apresenta a área superficial e profundidade de cada lagoa facultativa.

Parâmetro	Valor	Unidade
Área Superficial	28.353	m ²
Profundidade	2,5	m

Tabela 2: Características das lagoas facultativas.

3 | OPERAÇÃO

A operação de dragagem de lodo se iniciou em dezembro de 2017 e foi concluída em janeiro de 2018 (Figura 3). Para a realização da atividade em ambas as lagoas facultativas, foi utilizado o equipamento especializado Truxor DM-5045 (Dorotea Mekaniska AB). Foram removidas 5.008 toneladas de lodo em um período de 15 dias. O lodo removido, com uma média de teor de sólidos de 10%, foi transportado até uma empresa de rejeitos especializada na região, desaguado e realizada a disposição final.



Figura 3 - Operação de dragagem de lodo na ETE.

4 | EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO

Após a realização da dragagem de lodo das lagoas facultativas, foram comparados os resultados antes e após a operação, com o intuito de avaliar a melhoria da eficiência de tratamento. Os parâmetros analisados nas amostras coletadas foram demanda bioquímica de oxigênio - DBO_5 , turbidez e sólidos suspensos totais - SST, de acordo com as metodologias descritas na Tabela 3.

Parâmetros	Unidade	Metodologia*	Referência
DBO_5	mg/L de O_2	SM5210A	APHA, 2017
Turbidez	UNT	SM2130B	APHA, 2017
SST	mg/L	SM2540D	APHA, 2017

Tabela 3 – Metodologias de análise.

* *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater.*

A Tabela 4 apresenta os pontos de amostragem realizados.

Pontos de Amostragem	Matriz	Local de coleta
Ponto 1	Efluente bruto	Antes do tratamento preliminar
Ponto 2	Efluente tratado	Após as lagoas facultativas

Tabela 4 – Pontos de amostragem.

5 | RESULTADOS

Os resultados da avaliação da eficiência do sistema de tratamento estudado para os parâmetros de controle antes da atividade de dragagem, período de amostragem de 14 de março a 21 de novembro de 2017, estão apresentados na Tabela 5.

	Data	Parâmetros	DBO ₅ (mg/L)	Turbidez (mg/L)	SST (mg/L)
Efluente Bruto (Ponto 1)	14/mar		313,85	140,00	158,0
	30/mar		175,22	96,80	158,6
	25/abr		165,03	99,80	107,0
	23/mai		185,76	101,00	128,0
	22/ago		272,48	49,00	149,0
	07/nov		142,70	120,00	96,0
	21/nov		107,20	133,00	158,0
		Média		194,60	105,65
Efluente Tratado (Ponto 2)	14/mar		88,25	192,00	114,0
	30/mar		78,47	103,00	105,0
	25/abr		80,03	156,00	186,0
	23/mai		84,54	76,20	90,6
	22/ago		96,11	31,00	100,0
	07/nov		115,70	175,00	94,0
	21/nov		95,40	119,00	104,0
		Média		91,21	121,74
Remoção (%)		Média	46,82	-10,55	5,7

Tabela 5 – Resultados analíticos do efluente bruto e tratado antes da manutenção das lagoas.

A partir da Tabela 5, pode-se observar que para o parâmetro DBO₅, o tratamento biológico empregado na ETE promoveu uma redução média de 46,82% no período estudado. Este valor é relativamente baixo quando comparado com dados reportados pela literatura para este tipo de tratamento, que alcança 75% a 85% de remoção (VON SPERLING, 2005). Também se observa um aumento de turbidez no efluente tratado, assim como baixa remoção de sólidos suspensos totais.

Desta forma, os resultados analíticos apresentados na Tabela 5 indicam um comprometimento da eficiência do tratamento, o que pode ser causado pela saturação de lodo nas lagoas facultativas, considerando uma eficiência de tratamento estável no reator UASB. O excesso de lodo ocasiona uma redução do tempo de detenção hidráulico do efluente no sistema, gerando implicações diretas na remoção de DBO₅. Os valores de turbidez e SST, apresentados na Tabela 5 para os efluentes bruto e tratado, corroboram com essa hipótese. Observa-se um aumento na turbidez do efluente tratado de 10,5% em relação ao efluente bruto, e uma remoção média de SST de 5,7%. A diminuição do volume útil da lagoa pode resultar no aumento da velocidade de escoamento do efluente, levando ao carreamento de partículas sólidas sedimentáveis.

Os resultados da avaliação da eficiência do sistema de tratamento estudado para

os parâmetros de controle após a atividade de dragagem, período de amostragem de 16 de fevereiro a 5 de julho de 2018, estão dispostos na Tabela 6.

	Parâmetros Data	DBO ₅ (mg/L)	Turbidez (mg/L)	SST (mg/L)
Efluente Bruto (Ponto 1)	16/fev	325,60	168,00	336,0
	03/abr	133,76	221,00	474,0
	17/abr	226,00	114,00	118,0
	16/mai	335,00	90,40	158,0
	05/jul	328,00	339,00	382,0
	Média	270,0	186,48	293,6
Efluente Tratado (Ponto 2)	16/fev	93,40	105,00	56,0
	03/abr	54,56	120,00	39,0
	17/abr	37,36	64,60	50,0
	16/mai	38,90	42,40	48,0
	05/jul	98,00	71,60	162,0
	Média	64,50	80,72	71,0
Remoção (%)	Média	75,00	51,70	72,0

Tabela 6 – Resultados analíticos do efluente bruto e tratado após a manutenção das lagoas.

De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que a eficiência de remoção média de DBO₅ após a dragagem atingiu 75,00%. A concentração média de DBO₅ no efluente tratado para o período estudado foi de 64,50mg/L, valor 30% inferior à concentração de DBO observada antes da manutenção. Em relação à turbidez e SST, observa-se diminuições significativas na concentração desses parâmetros, alcançando valores médios de eficiência de 51,70% e 72,0%, respectivamente. Isso sugere que a remoção do lodo teve influência significativa na diminuição do processo de carregamento de partículas sólidas pelo efluente.

Nota-se ainda que, mesmo que a concentração média de DBO₅ do efluente bruto tenha sido superior no período após dragagem (270,0 mg/L) em relação ao período anterior (194,6 mg/L), a eficiência de remoção se mostrou maior após a manutenção. A Figura 4 permite uma melhor visualização dos valores médios de remoções alcançados para os parâmetros avaliados, antes e após a remoção de lodo.

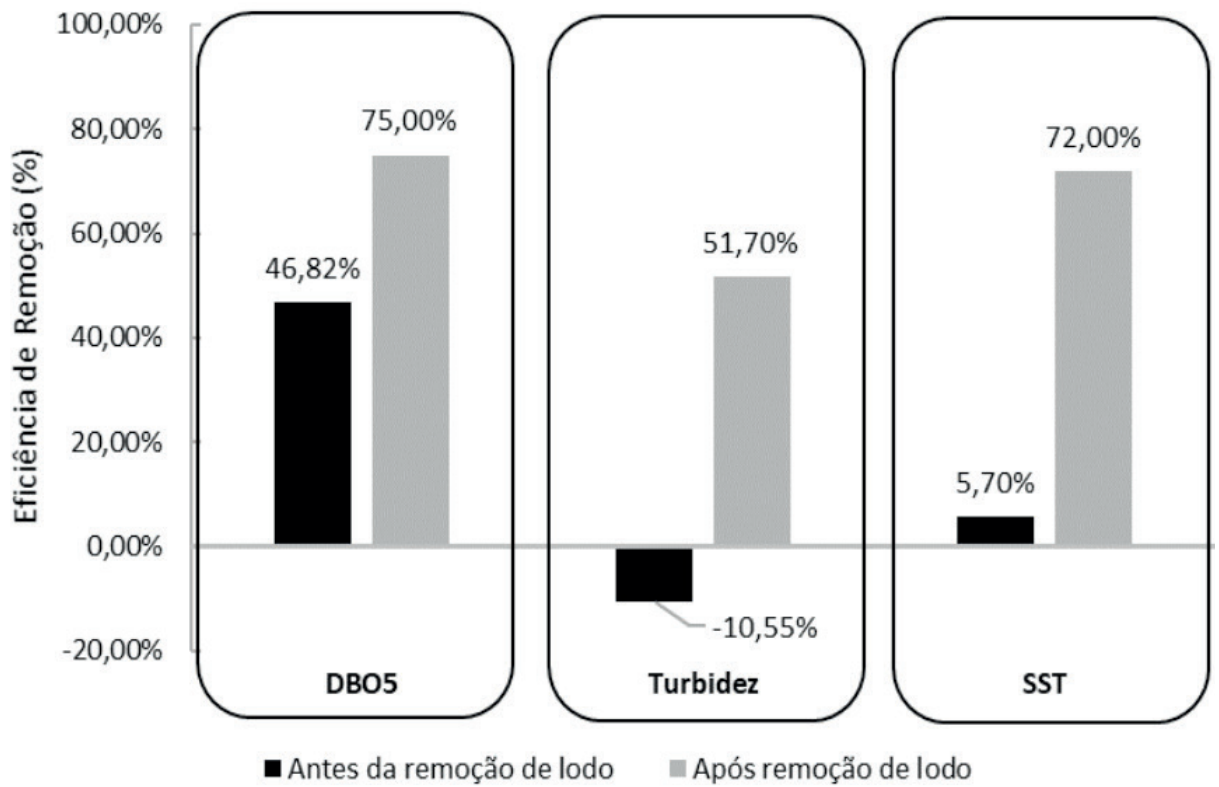


Figura 4 – Eficiência de remoção dos parâmetros avaliados antes e após dragagem de lodo.

Em análise à Figura 5, pode ser observado que a eficiência de remoção obtida para os distintos parâmetros monitorados, anterior da atividade de dragagem, apresentam grande variância e não mostram uma tendência significativa. As eficiências obtidas após a atividade de dragagem, por sua vez, se mostraram menos dispersas para todos os parâmetros analisados. Tal diagnóstico relata a maior estabilidade do sistema de tratamento da estação em estudo após a atividade de dragagem realizada.

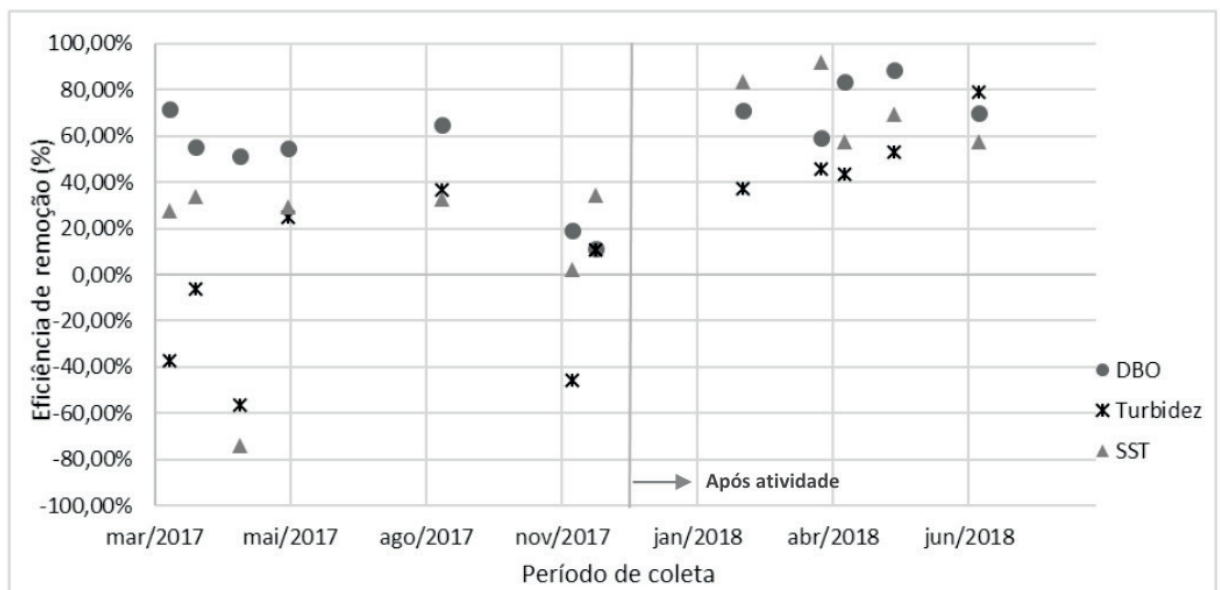


Figura 5 – Comparação da variância nos valores de eficiência de remoção antes e após a atividade de remoção de lodo - dragagem.

Os dados obtidos passaram por um tratamento estatístico a fim de determinar se as médias das eficiências dos parâmetros analisados, antes e após a atividade de dragagem, se diferem entre si. Para isso, realizou-se o *Teste de Tukey* e, uma vez que todas as diferenças entre as médias foram superiores ao TSD (*Tukey Significant Difference*), rejeitou-se a hipótese de igualdade entre as médias, ou seja, a remoção de lodo nas lagoas promoveu o aumento da eficiência no tratamento de efluente.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha de tecnologias mais eficazes, eficientes e seguras para a realização dos serviços de remoção de lodo de lagoas de estabilização é fundamental para a recuperação dos sistemas, além de promover a redução de impactos ambientais e a exposição da equipe com o lodo biológico.

De acordo com o acompanhamento dos parâmetros do efluente bruto e tratado, antes e após a manutenção de duas lagoas de estabilização, observou-se que a operação de dragagem apresentou influência estatisticamente significativa na eficiência de remoção de DBO_5 , turbidez e SST. Para a DBO_5 , parâmetro crítico para a operação, a eficiência de remoção aumentou em aproximadamente 30% após a remoção de lodo.

Apesar de o volume de lodo removido ter sido pequeno, em comparação à quantidade existente nas lagoas, em todos os parâmetros avaliados foi observado um aumento na eficiência do tratamento, sendo alcançados valores de remoção de 75,00% para DBO_5 , 51,70% para turbidez e 72,00% para SST em relação ao afluente.

REFERÊNCIAS

ELLER, C. M. **Caracterização dos componentes traços efluentes no aproveitamento energético do biogás gerado em Reator UASB no tratamento de esgoto doméstico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2013.

FRANÇA, J. T. L., STEFANUTTI, R., CORAUCCI FILHO, B., ANARUMA FILHO, F., FRANÇA, L. L. L. **Remoção de lodo de lagoas de estabilização e seu acondicionamento em bag**. Revista DAE, v. 185, p. 53-63, 2010.

GIACOBBO, A., FERON, G. L., RODRIGUES, M. A. S., BERNARDES, A. M., MENEGUZZI, A. **Utilização de Biorreator a membrana para tratamento de efluentes**. Revistas Holos, 2011, v.1, p.13-29.

GONÇALVES, R. F.: **Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas**. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999.35p.

PIMPÃO, H. **Avaliação dos impactos ambientais da estação de tratamento de esgoto do bairro CPA II – lagoa encantada em Cuiabá/MT utilizando indicadores ambientais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso,

Cuiabá, 2001.

Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 2017. 23^o edition. American Publican Health Association/American Water Works Association/Water Environment/Federation, Washington, DC.

VON SPERLING, M. **Princípio do Tratamento Biológico de Áreas Degradadas. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto.** 3 ed. - Belo Horizonte: UFMG, 2005.

YAAKOB, Z. K. F., EHSAN, A. S. R. S. ABDULLAH, M. S. T. **An overview of microalgae as a wastewater treatment.** Jordan International Energy Conference, 2011, v.4, p.620-639.

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