



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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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

MONITORAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM ESCALA DE BANCADA, DO TIPO UCT MODIFICADO

Data de aceite: 06/01/2020

Israel Nunes Henrique

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

Timóteo Silva Ferreira

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

Rebecca da Silva Fraia

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

Ana Queloene Imbiriba Correa

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

Yandra Cardoso Sobral

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

RESUMO: Dentre os problemas ambientais ocasionados pelo crescimento populacional está a contaminação das águas pelo lançamento de esgotos de maneira inadequado em cursos hídricos. Para a minimização desse efeito é necessário realizar tratamento antes de se lançar esses poluentes no meio. Desta maneira são lançadas propostas, como sistemas de lodos ativados do tipo UCT para tratamento, os quais agregam eficiência e qualidade no efluente final, removendo sólidos, matéria orgânica e nutrientes. O sistema é composto por cinco reatores, anaeróbio, anóxico, anóxico, aeróbio e decantador, todos confeccionados em vidro. Para a realização do tratamento foram utilizados dispositivos de aeração, mistura e recirculação. As análises dos parâmetros foram realizadas com amostras coletadas diariamente, do esgoto bruto, efluente final e licor misto. A construção do sistema teve 85% de economia quando se optou por materiais adaptados ao invés dos convencionais. As análises mostraram que

o pH variou entre 7 e 8, já a alcalinidade variou de 148,58 ppmCaCO₃. Os ácidos graxos voláteis obtiveram uma redução de 81,3%. A remoção de DQO ficou em 78%. Já as formas de nitrogênio ainda persistiram no sistema com médias de nitrito de 2,14 mg/L, nitrato 5,89 mg/L, já o fósforo foi removido apenas 12%. Os sólidos apresentam remoção de sólidos totais 11,12%, sólidos suspensos totais 96,2%, sólidos suspensos voláteis 95,3%. Desta maneira pode-se concluir que os sistemas de baixo custo, com materiais adaptados apresentam eficiência na remoção de poluentes e economia.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Residuárias, Esgoto, Poluentes, Problemas Ambientais, Tratamento.

PHYSICAL AND CHEMICAL MONITORING OF A MODIFIED UCT TYPE BENCH-SCALE ACTIVATED SLUDGE SYSTEM

ABSTRACT: Among the environmental problems caused by population growth is the contamination of waters by the improper disposal of sewers in watercourses. To minimize this effect it is necessary to perform treatment before releasing these pollutants into the medium. Proposals such as UCT activated sludge systems for treatment are launched, which add efficiency and quality in the final effluent, removing solids, organic matter and nutrients. The system consists of five reactors, anaerobic, anoxic, anoxic, aerobic and decanter, all made of glass. Aeration, mixing and recirculation devices were used to perform the treatment. Parameter analyzes were performed with samples collected daily from raw sewage, final effluent and mixed liquor. The construction of the system had 85% savings when choosing adapted materials instead of conventional ones. The analyzes showed that the pH ranged from 7 to 8, while the alkalinity ranged from 148.58 ppmCaCO₃. Volatile fatty acids obtained a reduction of 81.3%. COD removal was 78%. Nitrogen forms still persisted in the system with mean nitrite of 2.14 mg / L, nitrate 5.89 mg / L, while phosphorus was removed only 12%. Solids have total solids removal 11.12%, total suspended solids 96.2%, volatile suspended solids 95.3%. Thus, it can be concluded that low cost systems with adapted materials have pollutant removal efficiency and economy.

KEYWORDS: Wastewater, Sewage, Pollutants, Environmental Problems, Treatment.

1 | INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a demanda por recursos naturais criam pressões sobre o meio ambiente, seja ele atmosfera, terra ou água. Esta última sofre com pressões do despejo inadequado de águas residuárias que introduzem elementos, químicos como matéria orgânica e nutrientes, que em excesso causam degradação do sistema hídrico.

É notório que no meio ambiente ocorre a depuração natural desses poluentes, porém a carga excessiva acaba acometendo o meio natural a um processo de ineficiência dessa depuração, já que sobrecarrega a capacidade do mesmo,

ocasionando a eutrofização, devido a carga de nutrientes, responsável pela alteração na qualidade da água.

Tendo em vista o aumento da problemática da poluição nos corpos hídricos, principalmente em países em desenvolvimento, devido ao lançamento de esgoto in natura, buscam-se alternativas capazes de minimizar tal efeito adverso causado pelos lançamentos de águas residuárias sem tratamento (METCALF & EDDY, 2016).

Dentre estas alternativas encontram-se a construção de sistemas de tratamento de águas residuárias. Esses sistemas são uma barreira na qual há uma remoção da carga poluidora que será enviada para o corpo hídrico receptor, ou será disponibilizada no solo, essa disposição dependerá dos tipos de legislações ambientais vigentes no país, as quais definem padrões para lançamentos de efluentes tratados (VON SPERLING, 2002).

Entre os vários sistemas de tratamento das águas residuárias, existem os sistemas de lodos ativados (SLA), que são processos de tratamentos biológicos de águas residuárias bastante consolidados e são fundamentados na retenção de uma biomassa dispersa nos reatores. Esses sistemas (SLA), de um modo geral, se apresentam bastante difundidos pelo mundo e são utilizados principalmente quando se deseja uma elevada qualidade do efluente com baixos requisitos de área. O uso de variantes de lodos ativados convencionais pode ser utilizado, na obtenção de efluentes com elevada eficiência de remoção, como por exemplo, o sistema UCT (Desenvolvido na University Cape of Town). Nesses sistemas, o controle operacional é baseado na manutenção de uma biomassa para que seja eficiente na remoção de matéria orgânica e nutrientes (VAN HAANDEL E MARAIS, 1999).

Neste contexto, buscou-se construir um sistema de lodos ativados em escala de bancada de baixo custo, capaz de tratar esgoto de maneira simplificada e com eficiência, ao qual possa ser reproduzido em escala real e seja capaz de agregar economia de recursos e eficiência no tratamento.

2 | OBJETIVO

Construir e realizar o monitoramento de um sistema de lodos ativados em escala de bancada, do tipo UCT modificado de 5 estágios, tratando esgotos domésticos em regime de fluxo intermitente, na busca de remover poluentes orgânicos, sólidos em suspensão e nutrientes.

3 | METODOLOGIA UTILIZADA

A determinação do sistema a ser construído, baseou-se no sistema UCT modificado por Van Haandel e Marais (1999), buscando adaptação de materiais que

substituíam os convencionais os quais são de custos financeiros mais elevados.

O Sistema UCT projetado, contempla tanto o tratamento de esgoto no regime de fluxo intermitente, como também em fluxo contínuo, com recirculação de biomassa feita através de bombeamento. Neste contexto, o presente estudo realizou o processo de operação de funcionamento em regime de fluxo intermitente, que consiste basicamente em fluxos periódicos afluentes. Sendo posteriormente coletadas amostras do afluente (esgoto bruto) e do efluente final (esgoto tratado) para análises.

O desenvolvimento do presente trabalho ocorreu no laboratório de Tratamento de Águas Residuárias-LabTAR (Figura 1), vinculado ao Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), situado na cidade de Santarém, PA.

ETAPAS CONSTRUTIVAS DO SISTEMA UCT

As etapas para confecção do sistema UCT modificado com fins didáticos, foram realizadas com objetivo de utilizar material alternativo de baixo custo, levantando a análise dos tipos de materiais a serem utilizados, com adaptação e criação dos dispositivos e finalizando com a montagem do sistema. Outra etapa se deu no processo de monitoramento do sistema proposto. Desta maneira, a definição do melhor material para a confecção dos reatores foi o vidro, o qual possibilita a interação para utilização em aulas práticas e de custo mais acessível, neste caso optou-se pelo vidro comum de 5 mm de espessura.

Os reatores foram confeccionados em material de vidro, cujas dimensões variam de acordo com o volume de cada reator. O primeiro compartimento é um Reator Anaeróbico: onde ocorre a admissão do efluente, é responsável pela primeira etapa do tratamento na qual, segundo Chernicharo (2007), é o processo no qual bactérias anaeróbias convertem a matéria orgânica, em sistemas fermentativos, com o objetivo de remover parte da matéria orgânica do esgoto bruto, é onde inicia a remoção do fósforo, o qual é acumulado pelas bactérias acumuladoras e forma posteriormente biomassa em forma de lodo. Já o segundo compartimento é o primeiro reator Anóxico 1: este funciona sem presença de oxigênio, onde ocorre a desnitrificação, na qual o nitrogênio é removido, de acordo com Van Haandel, et al. (2009), a remoção do nitrogênio é aplicada em único reator em sistemas de lodo unitário. O terceiro reator instalado é o segundo reator anóxico 2: é onde também garante um melhor polimento na remoção de nitrato no sistema. O quarto é um reator aeróbico: onde ocorre nitrificação, oxidação da matéria orgânica por microrganismos aeróbios a aeração favorece os microrganismos presente no meio para que estejam com suas funções ativas ao máximo, consumindo assim a matéria orgânica do meio e liberando CO₂. O quinto é um decantador: cuja função é permitir a decantação

do lodo que circula durante o processo de tratamento, garantindo assim o descarte do efluente final sem consideráveis concentrações de sólidos em suspensão. Esse decantador precisa ter uma coluna suficiente para decantação ideal, pois é nele que ocorre a separação as fases líquidas e sólidas do sistema, sendo a fase líquida o efluente final que é descartado e a fase sólida é o lodo sedimentado que depois é recirculado para o segundo reator anóxico (Figura 1).

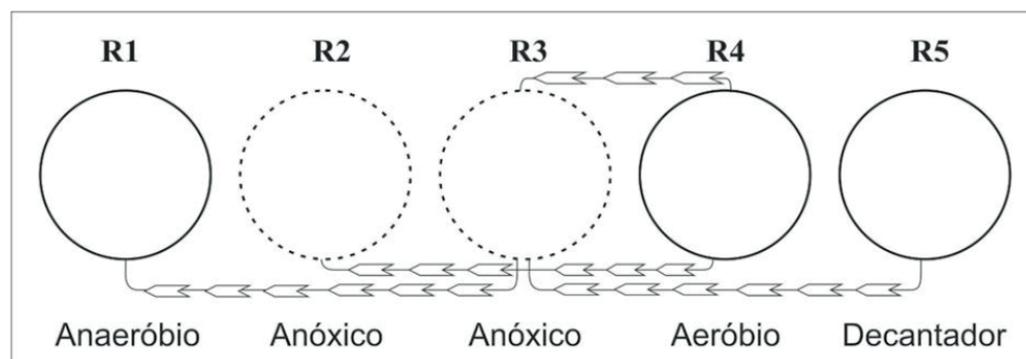


Figura 1 - Configuração esquemática dos reatores

MONITORAMENTO E ANÁLISES

O monitoramento do sistema foi realizado diariamente, para o acompanhamento das atividades do mesmo.

As determinações químicas efetuadas durante o período experimental seguiram as recomendações do APHA (2012). No entanto, ácidos graxos voláteis e alcalinidades foram determinados com base no método Kapp descrito por Buchauer (1998). A Tabela 1 mostra as variáveis dos parâmetros analisadas e os métodos utilizados possibilitando assim a verificação de eficiência de remoção dos mesmos.

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
DQO (mgO ₂ .L ⁻¹)	Titulométrico Refluxação Fechada	5220 C. / APHA (2012)
pH	Potencio métrico	4500 / APHA (2012)
Temperatura (°C)	-	2550 / APHA. (2012)
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ .L ⁻¹)	Kapp	BUCHAUER (1998)
AGV(mgH _{Ac} .L ⁻¹)	Kapp	BUCHAUER (1998)
Nitrato (mgN-NO ₃ ⁻ .L ⁻¹)	Salicilato de Sódio	RODIER <i>et al.</i> (1975)
Nitrito (mg N-NO ₂ ⁻ .L ⁻¹)	Colorimétrico Diazotização	4500-NO2 B. / APHA. (2012)
Amônia (mgN-NH ₄ ⁺ .L ⁻¹)	Semi-Micro Kjeldahl	4500-NH3 / APHA (2012)
Fósforo e Frações (mg.L ⁻¹)	Ácido Ascórbico	4500-P E./ APHA (2012)
SST (mg.L ⁻¹)	Gravimétrico	2540 D. / APHA (2012)
SSV (mg.L ⁻¹)	Gravimétrico	2540 E. / APHA (2012)

Tabela 1 - Métodos analíticos dos parâmetros realizados durante a pesquisa

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

4 | RESULTADOS

A figura 2 representa o comportamento do Potencial Hidrogeniônico (pH) durante a avaliação experimental.

Os resultados encontrados para pH no sistema UCT, apresentou valor médio de 7,6, variando de 7,03 a 7,92 unidades de pH. No EB o valor médio de pH foi de 7,2, com variação de 6,6 a 7,72. Os valores encontrados durante a avaliação experimental se mostraram com baixas variações, apresentando desta forma boa estabilidade para os processos aeróbios de tratamento de esgotos domésticos.

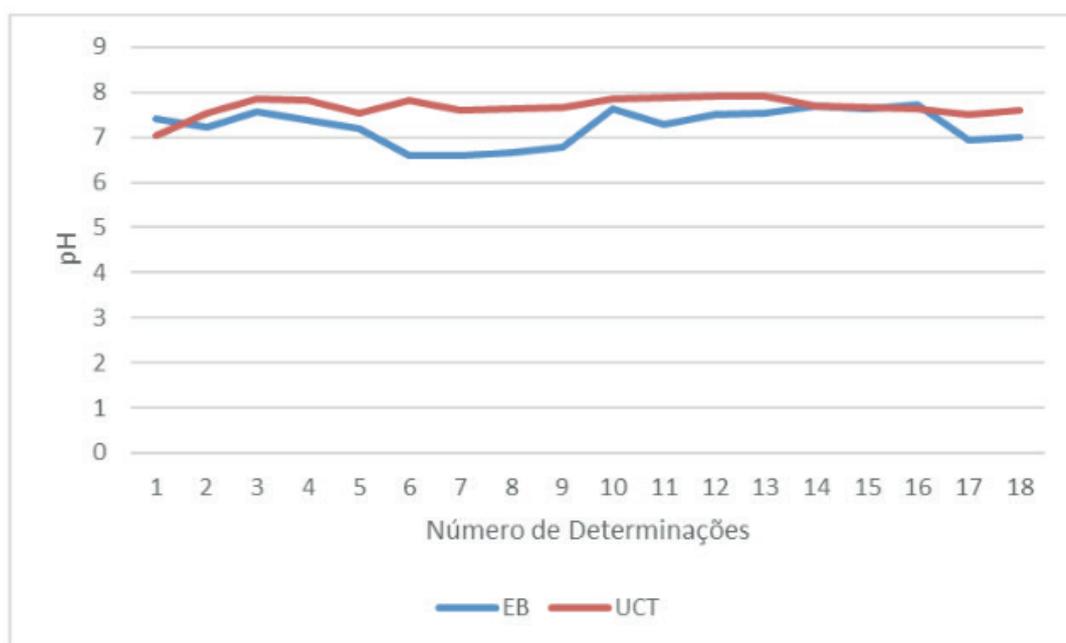


Figura 2 - Comportamento do pH no sistema experimental avaliado (EB-UCT)

Durante o monitoramento do sistema os resultados da alcalinidade total apresentaram concentração média no sistema UCT de 148,58 ppmCaCO₃, havendo uma variação de 122,48 a 196,35 ppmCaCO₃. No EB a concentração média foi de 202,39 ppmCaCO₃, com variação de 133,60 a 281,60 ppmCaCO₃, essas oscilações acontecem no sistema, por causa das reações bioquímicas que representam transformação da amônia a nitrito e de nitrito a nitrato, tendo como produto final a nitrificação, na qual a mesma faz assimilação da alcalinidade (ver Figura 3).

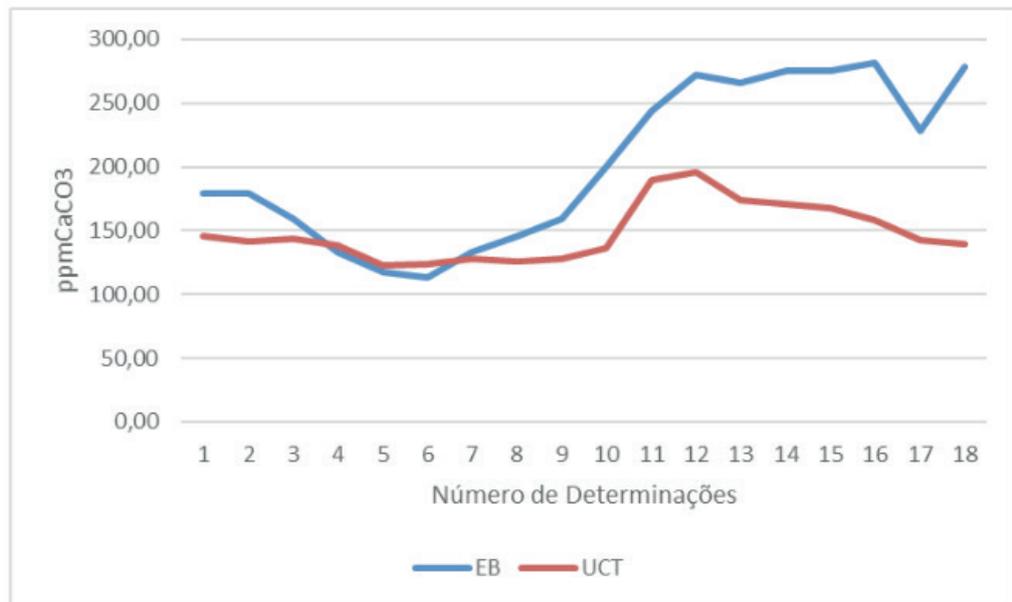


Figura 3 - Comportamento da alcalinidade total no sistema experimental avaliado (EB-UCT)

Os resultados indicam que nas determinações de DQO, o valor médio foi de 278 mg O₂/L, ± 67 no esgoto bruto, e no efluente do sistema UCT, o valor da média foi de 67,21 mg O₂/L ± 8,88, variando de 68 a 87 mg O₂/L (Figura 4). Esses resultados demonstram que a eficiência do sistema foi de 70,87% na remoção desse componente, quando comparado ao EB.

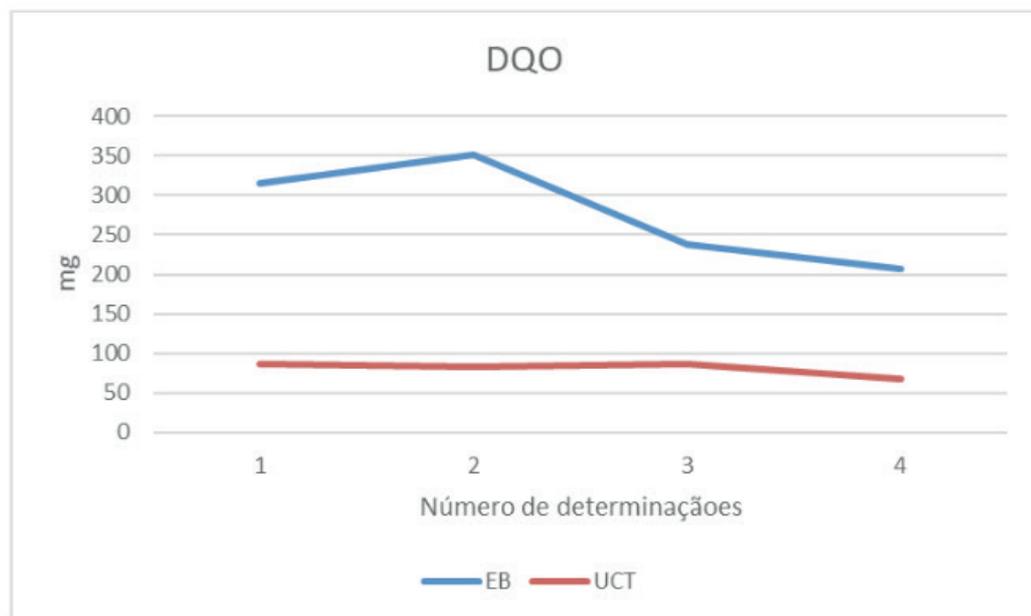


Figura 4 - Comportamento da DQO no sistema experimental avaliado (EB-UCT)

A Figura 5 representa o comportamento da concentração de nitrogênio amoniacal durante a avaliação experimental

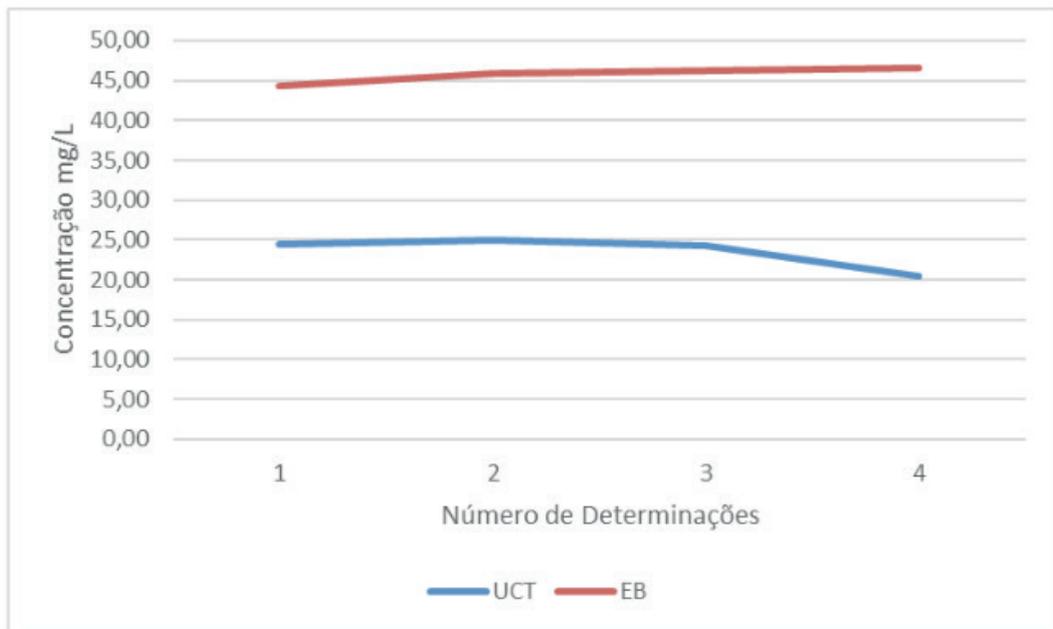


Figura 5 - Comportamento do NH_4^+ no sistema experimental avaliado (EB-UCT)

As concentrações médias encontradas foram de 45,78 mg/L no EB e 23,53 mg/L no sistema UCT. Durante o processo de tratamento, o sistema UCT apresentou uma eficiência de remoção de 49%.

A remoção obtida neste experimento, ainda é está abaixo dos valores recomendados para lançamento de efluentes (CONAMA 430/2011 – valor máximo de 20 mgN.L⁻¹), bem como, o que preconiza a literatura a respeito de remoção de nitrogênio amoniacal (acima de 80%), contudo, este experimento ainda precisa de maiores cargas afluentes para atingir o ápice de eficiência.

Parte essencial deste trabalho e de qualquer sistema biológico de tratamento de águas residuárias é a avaliação de sólidos no sistema, pois este parâmetro indica a remoção do material orgânico do meio líquido bem como a produção de biomassa necessária ao processo de tratamento, sendo responsável pela clarificação do efluente final.

As concentrações de SSV estão representadas na Tabela 2. Relacionando os resultados encontrados, foi possível obter eficiência de remoção de 95,3%. Mota (2015), em seu estudo, conseguiu remover 82,7% dos SSV, mostrando que a eficiência do sistema mesmo com tempo de operação reduzido foi mais eficiente na remoção desse parâmetro. Esses valores médios atendem aos padrões exigidos pelo CONAMA 430/2011 para padrões de lançamento.

VARIÁVEIS ESTATÍSTICAS	EB (mg/L)	LM (UCT) (mg/L)	EF (UCT) (mg/L)
Média	57,33	341,33	2,67
Desvio padrão	40,41	164,41	3,06
Máximo	94	512	6
Mínimo	14	184	0

Tabela 2 - Concentração de sólidos suspensos voláteis do sistema experimental avaliado (EB-UCT)

5 | CONCLUSÕES

O sistema UCT construído demonstrou eficiência em seu funcionamento, com todos os dispositivos funcionando em condições de operação satisfatórias, apresentando bom desempenho frente aos processos necessários do sistema UCT de 5 estágios.

A produção de biomassa do sistema foi limitada a concentração de carga orgânica aplicada, contudo, as eficiências de remoção de matéria orgânica, sólidos e nutrientes foram satisfatórias.

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.

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.

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

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

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 4 Lodos Ativados. 2 ed. Belo Horizonte: Belo Horizonte: DESA-UFMG, v1.P.428, 2002

VAN HAANDEL, A.; MARAIS G., O comportamento do Sistema de Lodo Ativado. Campina Grande, PB: egraf, 488 p. 1999.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

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