



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-947-9

DOI 10.22533/at.ed.479202101

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

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

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

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

CAPÍTULO 13 138

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210113

CAPÍTULO 14 148

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

Hudson Tiago dos S. Pedrosa
Marcos Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.47920210114

CAPÍTULO 15 158

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210115

CAPÍTULO 16 167

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210116

CAPÍTULO 17 177

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210117

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

CAPÍTULO 23 234

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210123

CAPÍTULO 24 245

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

Lívia Figueira de Albuquerque
Artemisa Fontinele Frota
Luís Henrique Magalhães Costa

DOI 10.22533/at.ed.47920210124

CAPÍTULO 25 255

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

Murillo Barros de Carvalho
Glaucia Eliza Gama Vieira

DOI 10.22533/at.ed.47920210125

CAPÍTULO 26 265

RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210126

CAPÍTULO 27 275

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210127

CAPÍTULO 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

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

Data de aceite: 06/01/2020

Israel Nunes Henrique

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

José Tavares de Sousa

Universidade Estadual da Paraíba,
Campina Grande – Paraíba – Brasil

Layza Sabrine Magalhães da Silva

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

Keiciane Alexandre de Sousa

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

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

Alisson Leonardo Vieira dos Reis

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará – Brasil

Rita de Cássia Andrade da Silva

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

RESUMO: A combinação de sistemas anaeróbio-aeróbio apresenta-se como uma alternativa muito promissora para a remoção de material orgânico e nutrientes, e em condições favoráveis, essa combinação oferece grandes vantagens quando comparados aos sistemas de lodos ativados convencionais, pois produzem efluentes de boa qualidade e custos de implantação e de operação consideravelmente reduzidos. Diante disso, a presente pesquisa buscou tratar esgotos sanitários através da combinação do reator UASB seguido de filtro biológico percolador, com a finalidade de remover constituintes físicos e químicos poluidores e produzir efluentes com condições

adequadas de lançamento e reuso, bem como a minimização de resíduos gerados no tratamento. Os sistemas experimentais foram construídos em escala de bancada, para o reator UASB o volume útil foi de 3,357L, com fluxo ascendente, operando em regime de batelada com TDH de 8 horas, tratando aproximadamente 10L de esgoto por dia. Já o FBP possuiu um volume útil de 6,34L, disposto com 3 camadas distintas, sendo duas de brita e uma de areia lavada, tratando aproximadamente 6L de esgoto por dia. Verificou-se que o tratamento, UASB seguidos de filtros biológicos percoladores mostrou-se satisfatório, pois de acordo com os resultados obtidos, o filtro biológico percolador pode promover remoções adicionais de matéria orgânica assim como dos compostos nitrogenados. Desta forma, os sistemas podem ser justificados com uma alternativa muito promissora para o processo de tratamento de águas residuárias, pois atingiram os objetivos propostos no presente estudo além de resultarem em unidades de tratamento compactas e de baixo custo de implantação e de operação.

PALAVRAS-CHAVE: Reator UASB. Filtro Biológico Percolador. Esgotos sanitários. Material orgânico. Águas residuárias.

UASB REACTOR USED WITH PERCOLATING BIOLOGICAL FILTER IN SEWAGE TREATMENT

ABSTRACT: The combination of anaerobic-aerobic systems is a very promising alternative for the removal of organic material and nutrients, and under favorable conditions, this combination offers great advantages when compared to conventional activated sludge systems, as they produce good quality and efficient effluents. considerably reduced deployment and operating costs. Therefore, the present research aimed to treat sanitary sewage through the combination of the UASB reactor followed by a percolating biological filter, with the purpose of removing polluting physical and chemical constituents and producing effluents with adequate release and reuse conditions, as well as minimizing waste generated. in treatment. The experimental systems were built on a bench scale. For the UASB reactor, the useful volume was 3.357L, with upflow, operating in 8-hour batch DTT treatment, treating approximately 10L of sewage per day. The FBP had a useful volume of 6.34L, arranged with 3 distinct layers, two of gravel and one of washed sand, treating approximately 6L of sewage per day. The treatment, UASB followed by percolating biological filters was found to be satisfactory, because according to the results obtained, the percolating biological filter can promote additional removals of organic matter as well as nitrogen compounds. Thus, the systems can be justified with a very promising alternative for the wastewater treatment process, as they have achieved the objectives proposed in the present study and result in compact and low-cost treatment and implementation units.

KEYWORDS: UASB reactor. Biological Filter Percolator. Sanitary sewage. Organic material. Wastewater.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil vem sofrendo uma possível regressão em relação ao tratamento dos esgotos sanitários gerados por sua população, o que acaba ocasionando a degradação do meio ambiente, pois seus recursos hídricos estão cada vez mais deteriorados, dificultando o uso para fins recreacionais, ou, o mais grave, para o abastecimento público e irrigação das plantações que servem de alimento para a população. Devido a estes fatores, é de grande repercussão o desafio dos administradores e também dos sanitaristas brasileiros, na busca de tecnologias de baixo custo de implantação e operação para o tratamento desses esgotos (COSTA; FILHO; GIORDANO, 2014).

Segundo Florencio et al. (2006), as tecnologias de tratamento de esgotos são desenvolvidas a partir da grande necessidade de redução de matéria orgânica, sólidos em suspensão e de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, para que esses esgotos sejam possíveis de serem lançados nos corpos hídricos. Os processos de remoção de matéria orgânica biodegradável através de sistemas de tratamento específicos são as alternativas mais viáveis para a redução dos nutrientes presentes no esgoto sanitário.

Em relação aos sistemas anaeróbios, Grady, Daigger e Lim (1999), destacam que os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), são reatores de altas taxas, com elevado tempo de retenção de sólidos e baixo tempo de detenção hidráulica. Porém, diante de suas vantagens, esses reatores não promovem a eliminação de nutrientes e organismos patogênicos, o que implica na necessidade de um pós-tratamento.

Diante dessa necessidade de pós-tratamento, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, comprovando que Filtros Biológicos Percoladores (FBPs), são eficientes para o pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, como forma de atender aos padrões de lançamento estipulados pelas resoluções do CONAMA (357/2005 e 430/2011), quanto à remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão e nutrientes como nitrogênio e fósforo.

Os FBPs são sistemas de tratamento aeróbios de esgotos sanitários que se baseiam no princípio da oxidação bioquímica do substrato orgânico presente nesses esgotos, apresentando assim um ambiente potencialmente favorável para que ocorra o processo de nitrificação com conseqüente remoção de nitrogênio amoniacal (COSTA, 2013).

Portanto, de acordo com Van Haandel e Marais (1999), a combinação de sistemas anaeróbio-aeróbio apresenta-se como uma alternativa muito promissora na remoção de material orgânico, sólidos e nutrientes, em condições favoráveis. Essa combinação oferece grandes vantagens quando comparados aos sistemas de

lodos ativados convencionais, pois produzem efluentes de boa qualidade e custos de implantação e de operação consideravelmente reduzidos.

Diante disso, a presente pesquisa busca tratar esgotos sanitários através da combinação do reator UASB seguido de Filtro Biológico Percolador, com a finalidade de remover constituintes físicos e químicos poluidores e produzir efluentes com condições adequadas de lançamento e reuso, bem como a minimização de resíduos gerados no tratamento.

2 | OBJETIVO

Tratar esgotos domésticos em reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), seguido de Filtro Biológico Percolador – FBP, buscando remover matéria orgânica, sólidos e nutrientes.

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).

A coleta dos afluentes foi realizada semanalmente (ou de acordo com a necessidade dos sistemas), aproximadamente duas vezes por semana, o local de coleta desses afluentes situava-se próximo ao laboratório. Os afluentes coletados eram oriundos de contribuições das residências localizadas ao entorno da área de coleta, e possuíam características de águas cinzas.

O esgoto coletado era armazenado em reservatório de polietileno de 500L, possuindo uma tubulação para o retorno desse afluente, sendo conectado a uma bomba centrífuga, com o objetivo de homogeneizar esse afluente devido a característica de pouca matéria orgânica sanitária encontrada em águas cinzas, essa bomba era controlada por meio de temporizador, que oscilava em períodos intervalares de 15 minutos.

Reator UASB

Em seguida esse afluente era bombeado para o reator UASB, através de uma bomba peristáltica controlada por meio de temporizador digital, com 20 bateladas de 5 minutos cada. Na tabela 2 está compreendido e detalhado a programação utilizada. A vazão de operação medida foi de 100 mL/mim.

O reator foi construído em PVC, apresentando medidas com: 8cm de diâmetro, 56cm de altura e volume útil de 3,356L (Figura 1). A forma de alimentação foi

conduzida por fluxo ascendente, operando em regime de batelada, com tempo de retenção celular de 240 dias e tempo de detenção hidráulica (TDH) de 8 horas, tratando aproximadamente 10L de esgoto por dia.

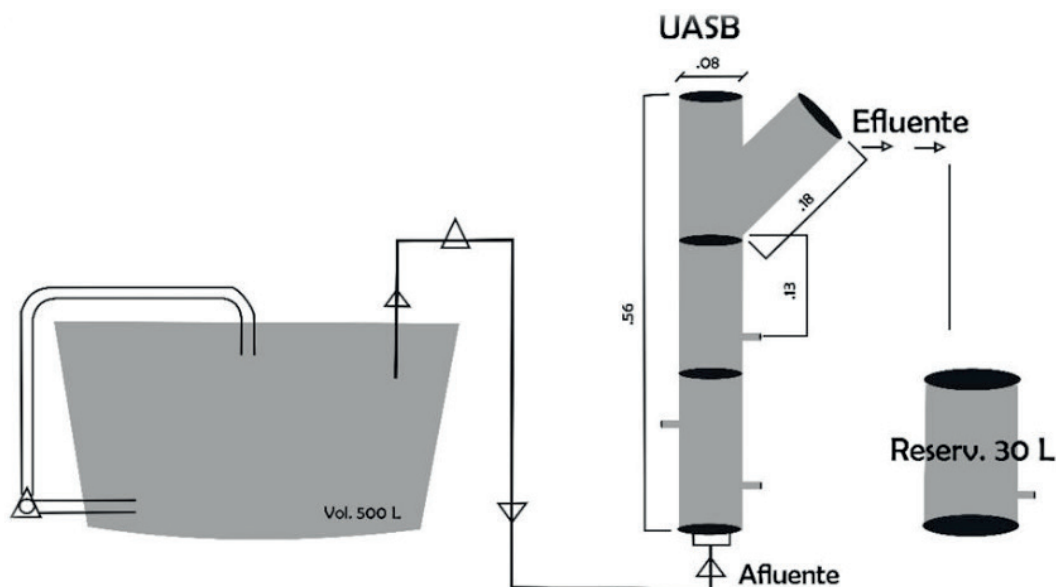


Figura 1 - Esquema de funcionamento do reator UASB.

FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR – FBP

Para realizar a filtração, foi construído um FBP de bancada feito em vidro, com medidas de largura e o comprimento de 14,3 por 14,3 cm e altura de 45 cm, compreendendo um volume total de 9,2 L (Figura 2A), denominado de Filtro Biológico Percolador (FBP). O FBP ficou disposto com 3 camadas distintas, sendo duas de brita e uma de areia lavada. Como meio de filtração, foram utilizados: duas camadas de brita número 3, inserida na parte inferior e superior, com cerca de 3 cm de lâmina e uma camada extensa de 31 cm de areia lavada e peneirada em malha número 20 (Tyler Mesh), o equivalente a 0,84 mm (Figura 2B). A camada de areia utilizada representou um volume útil aproximado de 6,34 L. A areia utilizada representou um volume de ocupação no sistema de 68%, apresentando desta forma um volume de vazios de 32%. O volume caracterizado compreendeu 2,03 L.

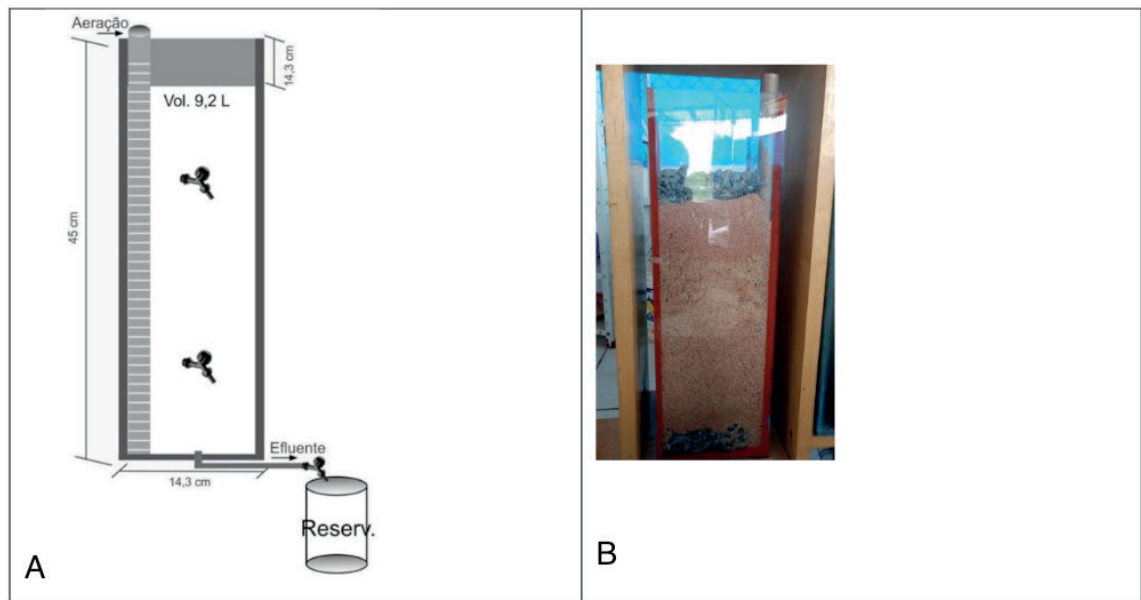


Figura 2 – A) Esquema de funcionamento do FBP; B) Reator de Bancada – Filtro Biológico Percolador

PROCEDIMENTO ANALÍTICO

As avaliações e acompanhamento dos sistemas operados foram monitoradas por meio de análises físicas e químicas. Para as análises físicas e químicas foram coletadas amostras do reservatório de armazenamento do esgoto bruto, do reator UASB e Filtro Biológico Percolador.

As determinações químicas efetuadas durante o período experimental seguiram as recomendações do APHA (2012). No entanto, ácidos graxos voláteis e alcalinidade foram determinados com base no método Kapp descrito por Buchauer (1998) (Ver Tabela 1).

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
DQO (mgO ₂ /L)	Titulométrico Refluxação Fechada	5220 C. / APHA, (2012)
pH	Potenciométrico	4500 / APHA, (2012)
Temperatura (°C)	-	2550 / APHA, (2012)
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	Kapp	BUCHAUER (1998)
AGV (mg/L)	Kapp	BUCHAUER (1998)

Nitrato (mgN-NO ₃ ⁻ /L)	Salicilato de Sódio	RODIER (1975)
Nitrito (mgN-NO ₂ ⁻ /L)	Colorimétrico	4500-NO ₂ B. / APHA, (2012)
Amônia (mgN-NH ₄ ⁺ /L)	Diazotização	(2012)
Fósforo e Frações (mg/L)	Semi-MicroKjeldahl	4500-NH ₃ / APHA, (2012)
SST (mg/L)	Ácido Ascórbico	4500-P E./ APHA, (2012)
SSV (mg/L)	Gravimétrico	2540 D. / APHA, (2012)
	Gravimétrico	2540 E. / APHA, (2012)

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.

4 | RESULTADOS

Analisando os resultados de pH nos sistemas, os valores obtidos durante o período de monitoramento foram em média de 7,26 para o esgoto bruto, 7,39 para o reator UASB e 7,45 para o filtro biológico percolador. O comportamento dos valores de pH durante a avaliação experimental está representado na figura 3.

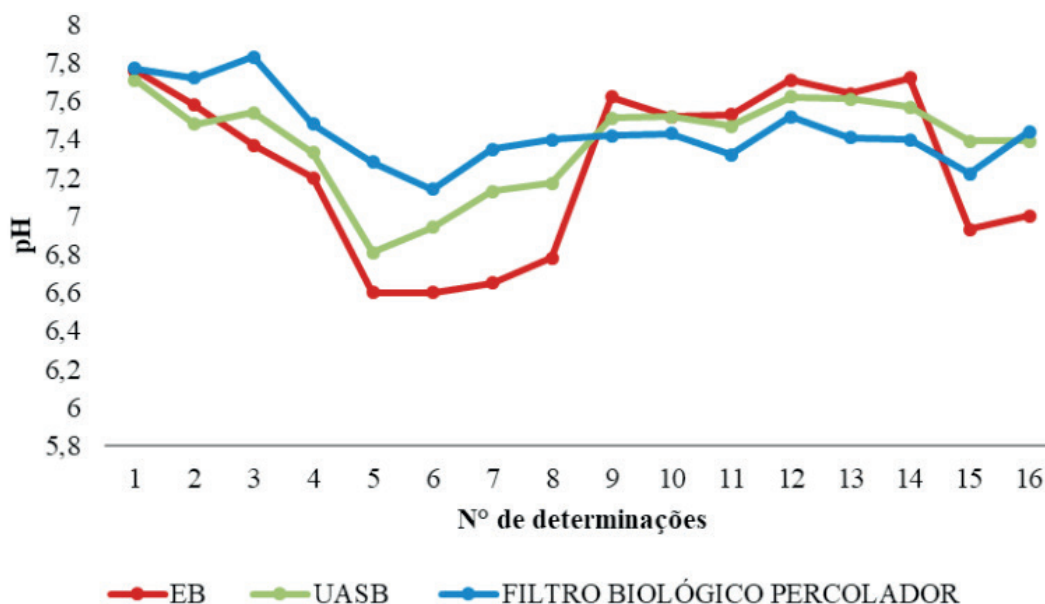


Figura 3 - Comportamento do potencial hidrogeniônico – pH no esgoto bruto-EB, reator UASB e filtro biológico percolador-FBP

Com relação aos resultados obtidos para o parâmetro de alcalinidade total, os valores médios encontrados foram de 201,47 ppmCaCO₃ para o esgoto bruto, 208,58 ppmCaCO₃ para o reator UASB, e 170,11 ppmCaCO₃ para o FBP. O comportamento das concentrações de alcalinidade total durante a avaliação experimental está representado na figura 4.

Com relação à remoção de matéria orgânica, obteve-se valores médios de 278 mgO₂/L no esgoto bruto, 93 mgO₂/L para o reator UASB e 62 mgO₂/L para o FBP. Para os valores obtidos no reator UASB, notou-se uma eficiência de remoção de 66,55%, portanto o reator comprovou o bom funcionamento do processo de digestão anaeróbia, mantendo-se dentro da faixa de eficiência recomendada na literatura para o tratamento anaeróbio de esgotos domésticos, que segundo Van Haandel e Lettinga (1994), está entre 65 a 75%.

Em relação à concentração de íon amônio, os resultados médios obtidos foram de 45,78 mg/L para o esgoto bruto, 47,36 mg/L para o reator UASB e 37,83 mg/L para o filtro biológico percolador.

Em relação ao nitrato, os resultados médios obtidos foram de 0,55 mg/L para o esgoto bruto, 0,51 mg/L para o reator UASB e 34,61 mg/L para o filtro biológico percolador.

Para o parâmetro de fosfato, os resultados médios obtidos foram de 2,84 mg/L para o esgoto bruto, 2,51 mg/L para o reator UASB e 2,37 mg/L para o filtro biológico percolador.

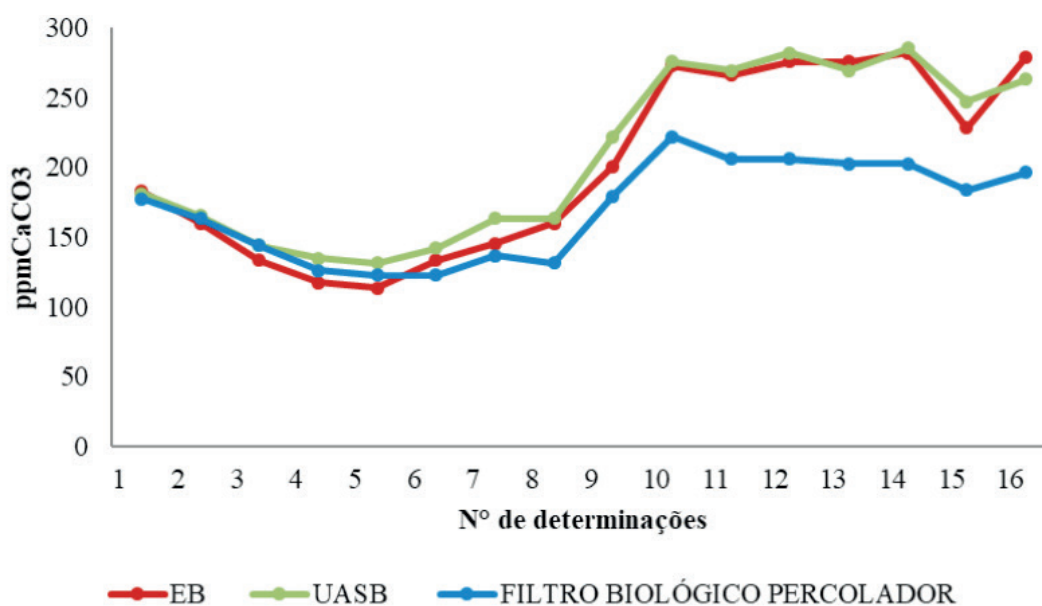


Figura 4 - Comportamento da alcalinidade total no esgoto bruto-EB, reator UASB e filtro biológico percolador-FBP

Com relação à remoção de matéria orgânica, obteve-se valores médios de 278 mgO₂/L no esgoto bruto, 93 mgO₂/L para o reator UASB e 62 mgO₂/L para o FBP. O comportamento das concentrações de DQO durante a avaliação experimental está representado na figura 5.

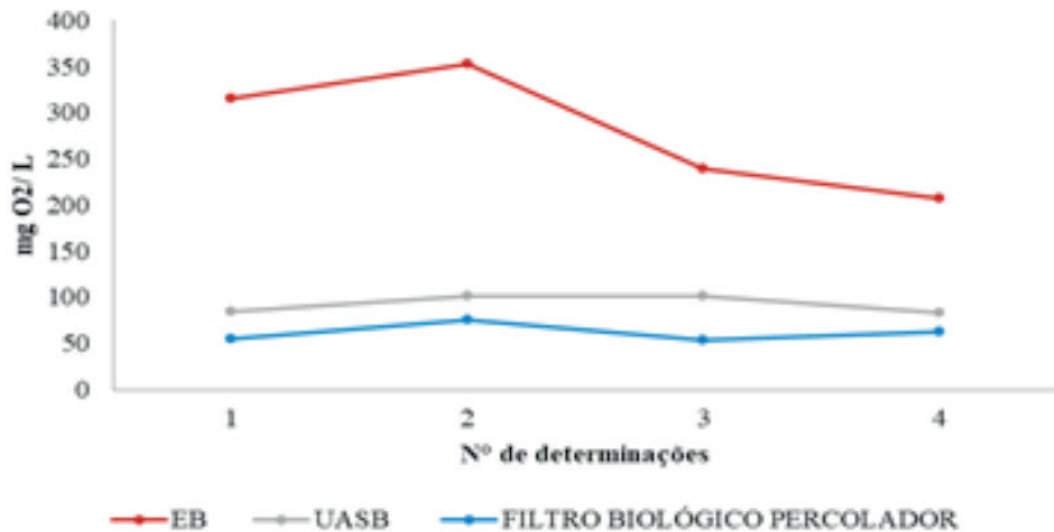


Figura 5 - Comportamento de DQO no EB, Reator UASB e FBP.

Para os valores obtidos no reator UASB, notou-se uma eficiência de remoção de 66,55%, portanto o reator comprovou o bom funcionamento do processo de digestão anaeróbia, mantendo-se dentro da faixa de eficiência recomendada na literatura para o tratamento anaeróbio de esgotos domésticos, que segundo Van Haandel e Lettinga (1994), está entre 65 a 75%.

Para o parâmetro de íons nitrito, os resultados médios obtidos foram de 0,03 mg/L para o esgoto bruto, 0,02 mg/L para o reator UASB e 0,92 mg/L para o filtro biológico percolador. O comportamento das concentrações de nitrito durante a avaliação experimental está representado na figura 6.

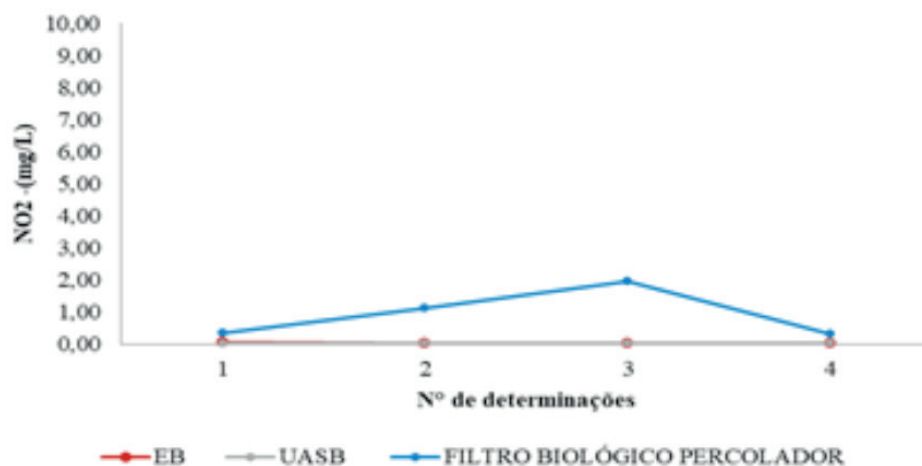


Figura 6 - Comportamento de nitrito no EB, reator UASB e FBP.

No reator UASB, observou-se uma concentração quase nula de nitrito no processo, isso se dá pelo fato de ser um sistema anaeróbio, onde as bactérias presentes não realizam a oxidação, portanto, não há oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito, essa etapa só ocorre em ambientes aeróbios, que ocorre na etapa de nitrificação.

Em relação ao FBP, observou-se que em relação aos demais valores obtidos, houve um aumento considerável desse parâmetro, o que pode ser justificado pelo processo de nitrificação, mais especificamente pela primeira etapa desse processo, denominada de nitritação, onde de acordo com Bitton (2005), a oxidação de amônia a nitrito se dá por atuação das bactérias autotróficas do gênero *Nitrosomonas*, (que corresponde a maioria das bactérias que atuam nessa etapa).

Em relação ao nitrato, os resultados médios obtidos foram de 0,55 mg/L para o esgoto bruto, 0,51 mg/L para o reator UASB e 34,61 mg/L para o filtro biológico percolador. O comportamento das concentrações de nitrato durante a avaliação experimental está representado na figura 7.

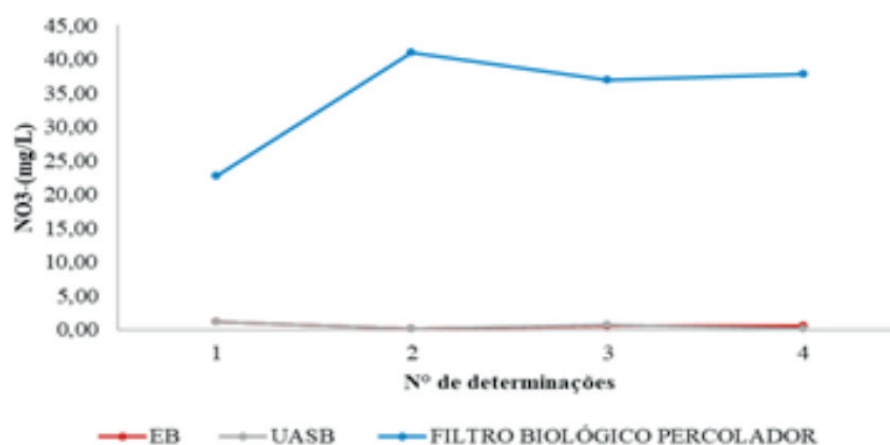


Figura 7 - Comportamento de nitrato no EB, reator UASB e FBP.

Em relação o reator UASB, como explicado no item anterior, percebeu-se um valor quase nulo de nitrato no processo, isso se dá pelo fato de ser um sistema anaeróbio, onde não há atuação de bactérias nitrificantes.

Para o FBP, observou-se um aumento significativo em relação ao reator UASB, esse aumento é justificado, devido a presença do processo de nitrificação (nitritação + nitrificação). Segundo Bitton (2005), a nitratção ocorre com a oxidação do nitrito a nitrato pela ação das bactérias do gênero *Nitrobacter* (que corresponde a maioria das bactérias presentes nessa etapa). Vale ressaltar que o FBP obteve concentração média de nitrato acima do recomendado pela resolução CONAMA 357/2005, que estabelece um limite de 10 mg/L de NO_3^- . Como o FBP tem a função principal de nitrificação e oxidação da matéria orgânica, é de se esperar efluentes adequados para reuso agrícola, pois neste processo não há possibilidade de desnitrificação.

5 | CONCLUSÕES

O tratamento de águas residuárias utilizando reator UASB seguido de filtro biológico percolador, de acordo com o presente estudo, mostrou-se satisfatório, pois de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, o reator UASB removeu matéria

orgânica e sólidos em suspensão conforme os padrões de tratamento consolidados. O filtro biológico percolador removeu matéria orgânica e nitrogênio amoniacal. Contudo, o efluente final carece de melhorias para otimizar a remoção de sólidos.

O filtro biológico percolador obteve um bom desempenho no processo de nitrificação, produzindo efluentes com qualidade de reuso relacionado ao parâmetro nitrato. Com relação ao parâmetro nitrito, o efluente final mostrou-se dentro do valor limite recomendados nos padrões de lançamento (CONAMA 357/2005).

A taxa de aplicação superficial aplicada proporcionou produzir maior quantidade de efluentes com nitrificação elevada, visto que, o sistema operou com aplicação de carga superficial volumétrica acima do recomendado na norma ABNT 13.969 de 1997 (quase 300%).

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.

COSTA, E. D. S.; FILHO, O. B.; GIORDANO, G. Reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB): Uma abordagem concisa. *Coletânea em Saneamento Ambiental. Série temática tecnologias ambientais.* Volume 5, 1 ed. Rio de Janeiro – RJ, 2014.

FLORENCIO, L.; AISSE, M.; BASTOS, R.; PIVELI, R. Utilização de esgotos sanitários – marcos conceituais e regulatórios. In: *Tratamento e utilização de esgotos sanitários.* FLORENCIO, L.; BASTOS, R.; AISSE, M. Recife: ABES, 2006. 427 p.

GRADY, L.; DAIGGER, G. T.; LIM, H. C. *Biological wastewater treatment: theory and applications.* Marcel Dekker, New York, 1999.

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. C. & LETTINGA, G., (1994). *Tratamento Anaeróbio de Esgotos. Um manual para regiões de clima quente.*

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