



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

ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE

Data de aceite: 06/01/2020

Vanessa Farias Feio

Instituto Federal do Pará.

Paragominas- Pará.

Neyson Martins Mendonça

Universidade Federal do Pará.

Belém- Pará.

RESUMO: No Brasil, a cloração é o método mais utilizado na desinfecção de efluentes tratados. No entanto, o cloro reage com compostos orgânicos formando Trihalometanos (THM), que são compostos nocivos à saúde humana. Assim, nesse trabalho, se avaliou a geração de THM em tanque de contato de cloro empregado na desinfecção de efluente tratado da estação de tratamento de esgoto (ETE) do Instituto Evandro Chagas (IEC) no município de Ananindeu-PA. O monitoramento fora realizado durante 12 semanas, com amostragem do tipo composta e determinação das seguintes variáveis: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade total (AT), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), N-amoniaco, N-nitrato, N-nitrito, Fósforo Total, THM, Cloro Total e Cloro Livre. Os resultados preliminares, indicaram

valores médios de $12,9 \pm 7,8$ mg/L para DBO, $30,5 \pm 16,1$ mg/L para DQO, $1,4 \pm 1,3$ mg/L para Cloro total, $0,3 \pm 0,3$ mg/L para Cloro livre e 182 ± 112 μ g/L para THM. Com relação ao THM, os dados obtidos para o efluente da ETE IEC indicaram concentrações inferiores ao padrão de emissão de 1 mg/L preconizado pela Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Possivelmente, a presença de THM nesse efluente pode ser atribuída à reação entre a matéria orgânica remanescente e o cloro.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente tratado; Desinfecção; Trihalometanos.

TRIHALOMETAN GENERATION (THM) STUDY IN TREATED WASTEWATER OF INTERMITTENT FLOW ACTIVATED SLUDGE SYSTEM

ABSTRACT: In Brazil, chlorination is the most used method for disinfection of treated effluents. However, chlorine reacts with organic compounds forming trihalomethanes (THM), which are harmful to human health. We evaluated the generation of THM in a chlorine contact tank used to disinfection of treated effluent from the Evandro Chagas Institute (IEC) wastewater treatment plant in the municipality of Ananindeu-PA. Monitoring had been performed

for 12 weeks, with composite sampling and determination of the following variables: temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total alkalinity (TA), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Volatile Suspended Solids (VSS), N-Ammonia, N-Nitrate, N-Nitrite, Total Phosphorus, THM, Total Chlorine and Free Chlorine. Preliminary results indicated mean values of 12.9 ± 7.8 mg / L for BOD, 30.5 ± 16.1 mg/L for COD, 1.4 ± 1.3 mg/L for total Chlorine, $0.3 \pm 0,3$ mg/L for free Chlorine and 182 ± 112 μ g/L for THM. About the THM, obtained data from the effluent of the IEC WWTP indicated concentrations below the emission standard of 1 mg/L recommended by Resolution 430/2011 of the National Environment Council (CONAMA). Possibly, the presence of THM in this effluent can be attributed to the reaction between the remaining organic matter and chlorine.

KEYWORDS: Treated effluent; Disinfection; Trihalomethanes.

1 | INTRODUÇÃO

Com a crescente pressão demográfica, uma das alternativas para contornar o problema da escassez dos recursos hídricos facilmente exploráveis, é o reuso de esgoto. O lançamento de águas residuárias tem se tornado uma constante preocupação ambiental, haja vista, essas águas possuem poluentes orgânicos cujo lançamento sem controle nos mananciais superficiais pode comprometer a qualidade da água de corpos hídricos, bem como, permitir a propagação das doenças de veiculação hídrica.

Visando à remoção dos poluentes orgânicos são construídas as estações de tratamento de esgotos (ETE), que são projetadas para corrigir as características indesejáveis desses efluentes, de tal modo que o seu uso ou disposição possa ocorrer de acordo com as normas e critérios definidos pelas autoridades legislativas (VON SPERLING, 2014). A legislação vigente em nosso país que estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes é a Resolução N°430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Para isso, nas ETE's vem sendo utilizadas três formas distintas para eliminação de organismos patogênicos (cloração, ozonização e radiação ultravioleta), embora todas tenham suas vantagens e desvantagens.

No Brasil, a cloração é o método de maior utilização, devido ao domínio tecnológico e principalmente à viabilidade econômica. Ainda com os benefícios da cloração de esgotos sanitários tratados, é necessário considerar que todos os desinfetantes químicos produzem subprodutos, direta ou indiretamente, e alguns destes podem gerar riscos à saúde pública. (GONÇALVES, 2003).

Os principais subprodutos formados são os Trihalometanos (THM), que são prejudiciais à saúde humana por serem presumidamente carcinogênicos e sua formação depende de fatores como: tempo de contato, temperatura, pH,

concentrações de cloro.

Portanto, após a cloração do efluente é necessário que se realize a descloração. A descloração de esgoto é necessária para minimizar os potenciais tóxicos do cloro residual ao ambiente.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição da Estação de Tratamento de Esgoto

O sistema de tratamento de esgoto do Instituto Evandro Chagas (ETE-IEC), está localizado na rodovia BR 316 km 7, no município de Ananindeua região metropolitana de Belém, Estado do Pará - Brasil, e seu layout é apresentado na Figura 1.

A ETE IEC realiza tratamento de esgoto pelo sistema de lodos ativados com operação de fluxo intermitente e conta com tratamento preliminar composto por grade manual, desarenador e medidor de vazão triangular, tratamento secundário composto pelo tanque de aeração que atua como reator aeróbio e decantador, por ser de fluxo intermitente. Após isso o efluente é encaminhado para a desinfecção no tanque de contato utilizando Hipoclorito de Sódio a 10%.

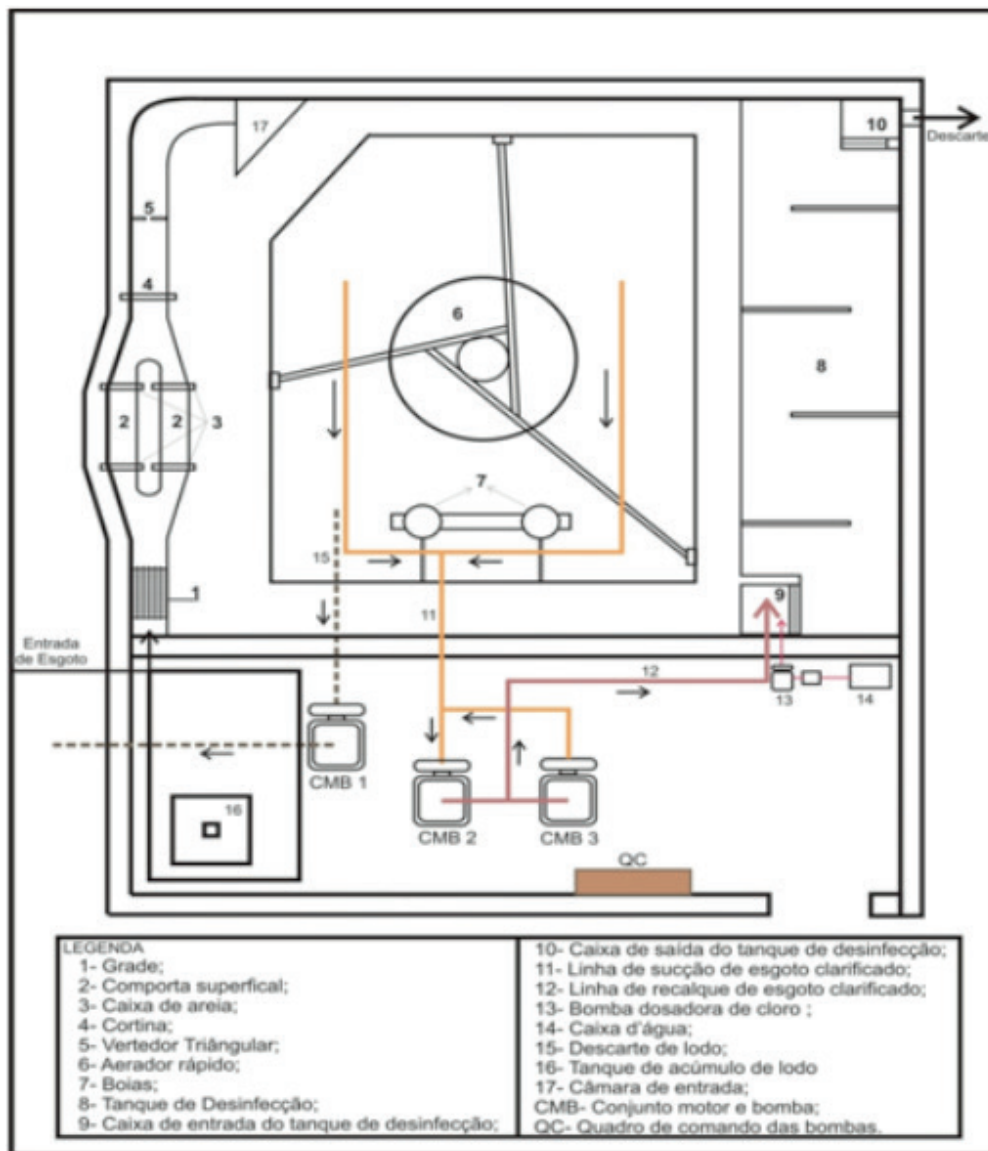


Figura 1: Layout da ETE

Fonte: Reis Júnior (2010).

2.2 Monitoramento da Geração de Thm Em Ete de Lodo Ativado de Fluxo Intermitente

Essa etapa foi realizada por meio de coleta manual de amostras do tipo composta com composição de volumes de alíquotas de amostra, registradas de 6min em 6min durante 30min, até se obter dois litros (2L) de amostra para efluente tratado da ETE. O ponto de coleta é localizado na saída do tanque de desinfecção.

As variáveis físico-químicas monitoradas foram: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade total (AT), DBO, DQO, SST, N-nitrato, N-nitrito, Fósforo total, Cloro total e Cloro Livre e THM.

O monitoramento da geração de THM no efluente tratado da ETE IEC teve frequência de análises de duas (02) vezes por semana durante aproximadamente quatro (04) meses, totalizando determinações variando de 10 a 24 amostras para as determinações das variáveis físico-químicas previstas nesse trabalho.

As variáveis foram determinadas no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade em Águas (LAMAG) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da UFPA e conforme os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998). Tais métodos são descritos a seguir:

- pH : determinação utilizando a seção 4550-H+ B, método potenciométrico;
- Temperatura: determinação utilizando a seção 2550 B, mediante a utilização de termômetros de imersão total ou parcial com escala de 0,1C;
- AT: determinação utilizando a seção 2320 B, método titulométrico;
- DBO_{5,20°C}: determinação utilizando a seção 5210-B mediante a utilização do método respirométrico;
- DQO: determinação utilizando a seção 5220-D, mediante a utilização do método colorimétrico do refluxo fechado;
- OD: determinação utilizando a seção 4500-O G, mediante a utilização do método de eletrodo com membrana;
- SST: determinação utilizando método fotométrico 8006;
- Nitrito: determinação utilizando a seção 4500-NO₂-B, mediante a utilização do método colorimétrico;
- Nitrato: determinação utilizando a seção 4500-NO₃-E método de redução em coluna de cádmio;
- Cloro Total: determinação utilizando a seção 4500-G- método colorimétrico DPD;
- Cloro Livre: determinação utilizando a seção 4500-G- método colorimétrico DPD;
- Fósforo total: determinação utilizando a seção 4500-P- A ao método de digestão de persulfato seguido pelo método colorimétrico do ácido ascórbico.
- THM: determinação utilizando a seção 5710-B- método do potencial de formação de Trihalometanos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características do Efluente Tratado

As principais características do efluente tratado monitorado são apresentadas na Tabela 1.

| Variável | N | Máximo | Mínimo | Média±DP | CV |
|---|----|--------|--------|-------------------|------|
| pH (mínimo-máximo) | 24 | 5,4 | 7,1 | — | — |
| Temperatura (°C) | 18 | 28 | 23 | --- | — |
| AT(mgCaCO ₃ /L) | 24 | 50 | 13 | 23,7±11,3 | 0,48 |
| OD(mgO ₂ /L) | 18 | 7 | 1 | 4,4±2,1 | 0,48 |
| DBO _{5,20°C} (mgO ₂ /L) | 12 | 40 | 1 | 15,1±13,1 | 0,86 |
| DQO(mgO ₂ /L) | 14 | 62 | 13 | 32,7±14,4 | 0,44 |
| OD(mgO ₂ /L) | 18 | 7 | 1 | 4,4±2,1 | 0,48 |
| SST(mg/L) | 19 | 42 | 8 | 23±10,2 | 0,44 |
| Nitrito(mgN-NO ₂ /L) | 24 | 2 | 0 | 0,9±0,8 | 0,81 |
| Nitrato(mgN-NO ₃ /L) | 24 | 17 | 4 | 9,5±3,3 | 0,35 |
| Cloro Total(mgCl/L) | 24 | 7 | 0 | 1,7±1,7 | 1,01 |
| Cloro Livre(mgCl/L) | 24 | 2 | 0 | 0,4±0,4 | 1,05 |
| Fósforo Total(mgP/L) | 10 | 8 | 0 | 4,5±2,6 | 0,58 |
| THM (μgCHCl ₃ /L) | 11 | 339 | 68 | 163,9±83,7 | 0,51 |

Tabela 1: Características do efluente tratado da ETE IEC

De acordo com a Tabela 1, o efluente descartado apresenta temperatura variando de 23° a 27°C e pH na faixa de 5,4 a 7,1, dentro da faixa de referência mencionada na Resolução N.430/11 do CONAMA, que prevê o lançamento de efluente com temperatura inferior a 40°C e pH entre 5,0 a 9,0. Com relação à alcalinidade total apresentou-se uma variação de 13 a 50 mgCaCO₃/L, sendo o valor médio de 23,7±11,3 mgCaCO₃/L.

Percebe-se uma razoável variação de valores de DBO e DQO no efluente tratado, como apresenta as Figuras 2 e 3. Os valores de DBO_{5,20°C} encontrados estão entre 1,0 e 40,0 mg/L, apresentando uma concentração média de 15,1±13,1 mg/L que está dentro dos valores de referência (máximo 120 mg/L). Com relação à DQO, não há exigência quanto ao seu lançamento, no entanto, os valores encontrados foram de 13 a 62 mg/L, com concentração média de 32,7±14,4 mg/L, dentro da faixa recomendada pela Resolução DN010/1986 do COPAM.

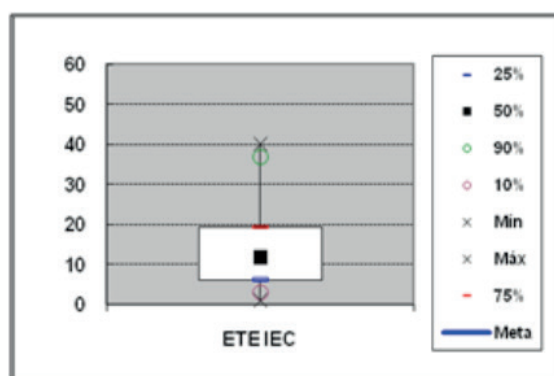


Figura 2: Box plot DBO

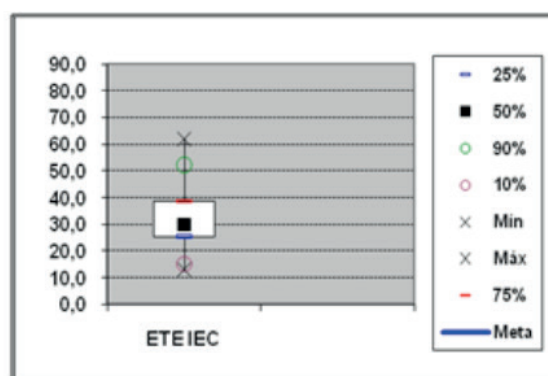


Figura 3: Box plot DQO

A obtenção de nitrato se dá principalmente devido a presença das bactérias nitrificantes que consomem oxigênio na sua forma livre para o processo de nitrificação, comum em sistemas aeróbios e quando não há presença de zona anóxica para remoção destes. Foi encontrado valores mínimo e máximo de 4 a 17 mg/L, respectivamente, com concentração média de $9,5 \pm 3,3$ mg/L. E para o nitrito a concentração média obtida fora de $0,9 \pm 0,8$ mg/L, como apresentado nas Figuras 4 e 5. Já para o fósforo total foi observado uma média de $4,5 \pm 2,6$ mg/L.

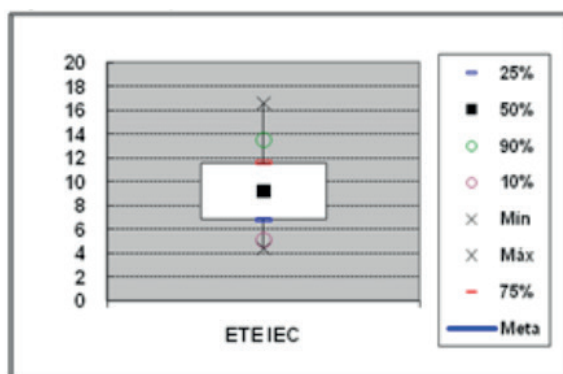


Figura 4: Box plot Nitrato

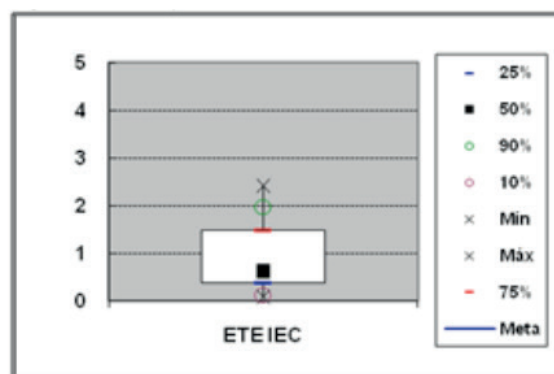


Figura 5: Box plot Nitrito

Com relação à presença de cloro, foram encontrados valores para cloro total e livre. A concentração de cloro total variou de 0 a 7 mg/L Cl, tendo sido obtido no efluente tratado valor médio de $1,7 \pm 1,7$ mg/L. E para o cloro livre as concentrações variaram de 0 a 2 mg/L Cl, com valor médio de $0,4 \pm 0,4$ mg/L Cl. A presença de cloro livre é importante para a formação dos THM e neste efluente foi obtido um valor baixo que ainda sim pode contribuir para esta ocorrência dos THM. Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas as variações de cloro total e livre.

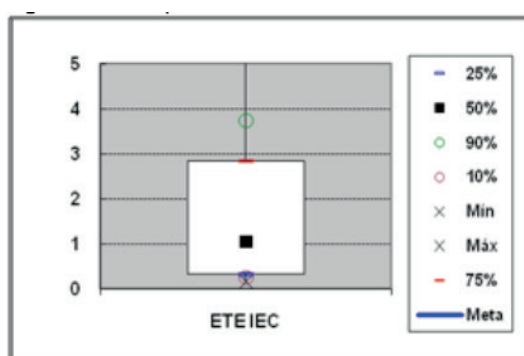


Figura 6: Box plot Cloro total

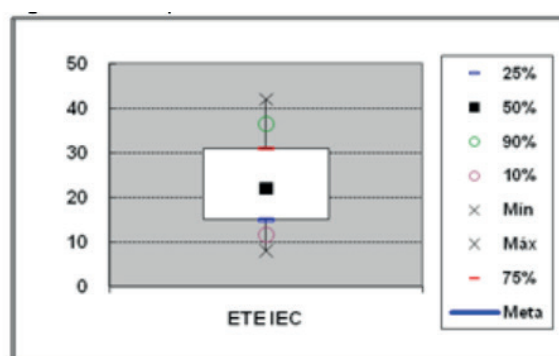


Figura 7: Box plot Cloro livre

Com relação aos valores de sólidos suspensos totais, foram apresentados valores de 8 a 42 mg/L e concentração médias de $23 \pm 10,2$ mg/L, como apresenta a Figura 8. Os sólidos também são importantes para a formação dos THM, já que após decomposição desse material pode haver contribuição com ácidos húmicos e/ou fúlvicos que são os chamados “precursores de THM”.

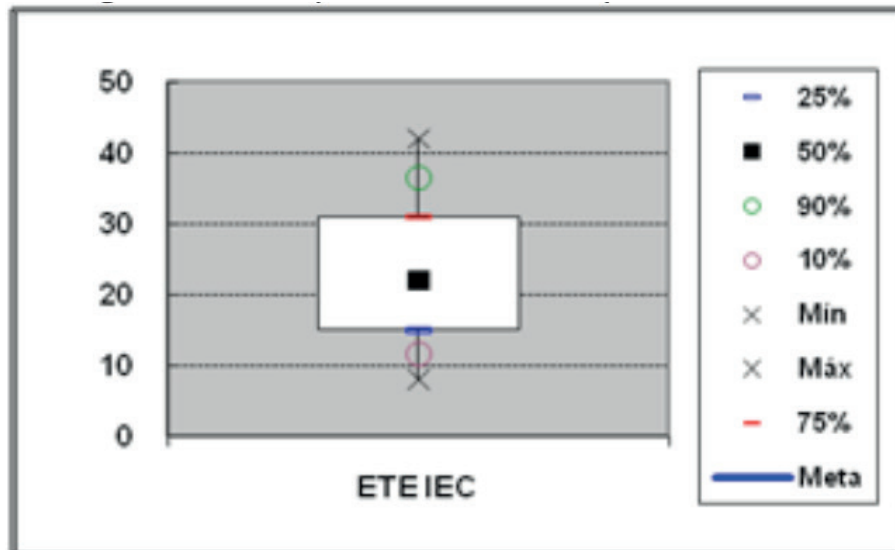


Figura 8: Box plot Sólidos Suspensos Totais

Nos resultados de THM foi obtida a média de $167,6 \pm 93,7 \mu\text{gCHCl}_3/\text{L}$, com valores variando de 72 a $339 \mu\text{gCHCl}_3/\text{L}$, apresentado na Figura 9. As grandes oscilações de valores de THM na ETE do IEC, possivelmente ocorreram devido ao arraste de material orgânico particulado e dissolvido, ocasionado por problemas operacionais devido a fixação do período de aeração e de descarte do sobrenadante, os quais atualmente requerem a intervenção do operador, podendo contribuir com a formação de THM.

Entretanto, os valores de THM obtidos na ETE do IEC quando comparados com valor de $1 \text{mgCHCl}_3/\text{L}$ da Resolução 430/2011 do CONAMA indicam que o percentual de atendimento ao padrão de emissão dessa unidade de tratamento é de 100%.

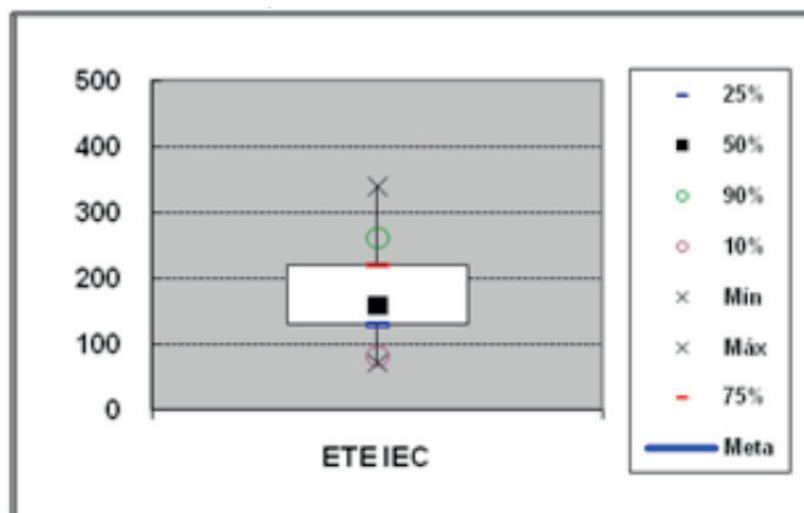


Figura 9: Box plot THM

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados do monitoramento da ETE IEC ao longo deste trabalho de pesquisa foi possível concluir que:

No período do monitoramento da ETE, o efluente mostrou as concentrações de todas as variáveis de acordo com os valores de referência, ou quando estes são ausentes, foram comparados aos valores citados em literatura. Os resultados obtidos, indicam valores médios de $15,1,2 \pm 13,1$ mg/L para DBO, $32,7 \pm 14,4$ mg/L para DQO, $23 \pm 10,2$ para SST, $0,9 \pm 0,8$ mg/L para Nitrito, $9,5 \pm 3,3$ mg/L para Nitrato, $4,5 \pm 2,6$ mg/L para Fósforo Total, $1,7 \pm 1,7$ mg/L para Cloro total e $0,4 \pm 0,4$ mg/L para Cloro livre.

O efluente mostrou a presença de THM com concentração média de $167,6 \pm 93,7 \mu\text{gCHCl}_3/\text{L}$, dentro do limite de referência estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 e 430/2011. Portanto, observa-se 100% de atendimento ao padrão de emissão.

REFERÊNCIAS

BRASIL (2005) **Resolução CONAMA n. 430**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

GONCALVES, Ricardo Franci (coordenador). **Desinfecção de Efluentes Sanitários**. Rio de Janeiro: Projeto PROSAB; FINEP, 2003.

MINAS GERAIS (1986). Deliberação **Normativa COPAM N.10 de 16 de dezembro de 1986**. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nas coleções de água, e dá outras providências.

REIS JUNIOR, José Cláudio Ferreira dos. **Determinação do Tempo de Detenção Hidráulica em Tanque de Contato – Estudo de caso da ETE do Instituto Evandro Chagas**. 2010. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária)- Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução á qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014, 452p.

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