



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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021016</b>	



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

**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**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>185</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>196</b>
ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE	
Vanessa Farias Feio Neyson Martins Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>205</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>214</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>225</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210122</b>	

**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**

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

Data de aceite: 06/01/2020

### Murillo Barros de Carvalho

Engenheiro Ambiental e Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. Professor e Pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Imperatriz-MA.

### Glaucia Eliza Gama Vieira

Química Industrial e Doutora em Química pela Universidade Federal Fluminense. Coordenadora do Laboratório de Ensaio e Desenvolvimento em Biomassa e Biocombustíveis (LEDBIO), professora adjunta e pesquisadora da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Palmas-TO.

E-mail: murillo.carvalho@ifma.edu.br

**RESUMO:** Em processos de tratamento biológicos de esgoto sanitário parte da matéria orgânica é convertida e outra é absorvida, fazendo parte da biomassa microbiana, denominada genericamente de lodo de esgoto, compostos principalmente de sólidos biológicos. O aumento da produção de lodo, devido ao aumento do número de estações de tratamento de esgoto, juntamente com a diminuição das rotas de deposição final desse resíduo, tem levado a uma grande procura por novas alternativas de destino final que estejam adequadas com a legislação e de acordo tanto

em termos econômicos como ambientais. Este trabalho teve como objetivo verificar se o sólido obtido na pirólise do lodo de esgoto pode produzir adsorventes com capacidade de retornar ao processo de purificação de efluentes. A literatura aponta diversos fins para essa fração, sendo apontado seu uso principalmente como adsorvente de baixo custo devido a sua porosidade relativamente alta, estabilidade e baixa potencial como combustível. A amostra coletada foi seca e estabilizada para ser analisada no laboratório, foram realizadas a caracterização quanto a: densidade, verdadeira ou real, determinada utilizando a técnica de picnometria com difusão a gás hélio, que obteve valor médio de 1,5047 g/cm<sup>3</sup>; porosidade do sólido foi realizada com o auxílio de um porosímetro de mercúrio, com média do tamanho dos poros de 19,093 nm; Teste de Azul de Metileno pelo método ASTM D 2652-76, com capacidade adsorver média de 98,83%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de Esgoto, Pirólise, Carvão, Adsorvente

### POTENTIAL OF COAL RESULTING FROM DOMESTIC WASTE PYROLYSIS AS AN ADSORVENT IN WASTE TREATMENT

**ABSTRACT:** In biological sewage treatment processes part of the organic matter is converted

and another is absorbed, being part of the microbial biomass, generically called sewage sludge, composed mainly of biological solids. Increased sludge production, due to the increase in the number of sewage treatment plants, coupled with the reduction of final waste disposal routes, has led to a strong demand for new final destination alternatives that are appropriate with the legislation and both economically and environmentally. The objective of this work was to verify if the solid obtained in the sewage sludge pyrolysis can produce adsorbents capable of returning to the effluent purification process. The literature points to several purposes for this fraction, especially its use as a low cost adsorbent due to its relatively high porosity, stability and low potential as fuel. The collected sample was dried and stabilized to be analyzed in the laboratory. Characterization was performed as to: density, true or real, determined using the helium gas diffusion picnometry technique, which obtained an average value of 1.5047 g/cm<sup>3</sup>; porosity of the solid was performed with the aid of a mercury porosimeter, with an average pore size of 19.093 nm; Methylene Blue Test by ASTM D 2652-76 method, with average adsorption capacity of 98.83%.

**KEYWORDS:** Sewage Sludge, Pyrolysis, Coal, Adsorbent

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que qualquer cidade enfrenta é o grande número de resíduos por ela gerado. Frente a essa grande questão ambiental, os esgotos de algumas cidades brasileiras têm sido tratados, por diversos sistemas tecnológicos, em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Só que mitigar, remediar, evitar e dispor resíduos exige elevado orçamento e nem sempre são ambientalmente sustentáveis

Isso porque nos processos biológicos de tratamento de esgotos parte da matéria orgânica é absorvida e convertida, fazendo parte da biomassa microbiana denominada genericamente de lodo biológico ou secundário, compostos principalmente de sólidos biológicos. Trata-se de um material heterogêneo cuja composição depende do tipo de tratamento empregado para purificar o esgoto e das características das fontes geradoras – população, indústrias, agricultura e pecuária

No Brasil não existem dados consistentes acerca da produção, tratamento e disposição final de lodos, e boa parte das ETEs encaminham esse material para finalidades improdutivas como é o caso de aterros sanitários, disposição no solo ou incineração. O gerenciamento desse material pode chegar até a 60% do custo de operação da ETE. Essa produção de lodo vem incentivando, nos últimos anos, a aplicação de tecnologias que visem o reaproveitamento do lodo residual gerado.

Uma solução a longo prazo para o uso dessa biomassa como matéria-prima na produção de bioprodutos, é a aplicação de processos termoquímicos, como a Pirólise. Tal processo consiste na decomposição química da biomassa, por baixas

temperaturas (400°C – 550°C), em meio inerte (não oxidante). É um processo constituído por uma série de reações complexas, com produção de uma fração volátil de gases, vapores orgânicos condensáveis (fração líquida orgânica) e fração sólida, que podem ser utilizados como combustíveis ou insumos químicos.

O sólido carbonoso obtido no processo de pirólise, além de combustível, tem ou poderá ser aplicado, na adsorção de poluentes gasosos e líquidos tais como o tolueno, o sulfeto de hidrogênio, o dióxido de nitrogênio, fenol, tintura e mercúrio além da purificação, separação, armazenamento, processamento de alimentos, bebidas, produtos químicos e farmacêuticos.

O carvão tem sua aplicação datada de 2000 a.C., quando os egípcios já o utilizavam para purificar água. Posteriormente, a maior utilidade do carvão ativado foi na I Guerra Mundial, produzido na forma granular para ser utilizado nas máscaras de gás. Após a década de 50 foi desenvolvida a manufatura de carvão ativado em pó e o seu uso foi amplamente estendido para a purificação de água e no controle na emissão de poluentes

No século XIX, foi demonstrado que, para descolorização de materiais, as propriedades são inerentes ao material, dependem da temperatura do meio de processamento e que também deve-se levar em conta o tamanho das partículas em questão.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção de informações de características do carvão (ou sólido) resultante da pirólise de lodo de esgoto, como potencial para adsorção de compostos em processo de purificação de efluentes.

Demonstrando assim, uma possibilidade de introdução de um resíduo (carvão da pirólise), provinda de um processo energético que teve como percussor outro resíduo (lodo de esgoto), na cadeia produtiva, revertendo este resíduo em um material com potencial valor econômico. Outro importante fator é que o lodo de esgoto é um resíduo com grandes problemas gerenciais para o saneamento. Se reintroduzido no processo, até mesmo de tratamento de esgoto ou água, certamente os ganhos ambientais serão bastante, reduzindo custos e valorando um resíduo indesejável.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ensaio e Desenvolvimento em Biomassa e Biocombustíveis da Universidade Federal do Tocantins (LEDBIO/UFT). As amostras de lodo residual para a realização do processo de pirólise foram coletadas segundo a NBR 10.007, na Estação de Tratamento Vila União, localizada na cidade de Palmas – TO (Figura 1).



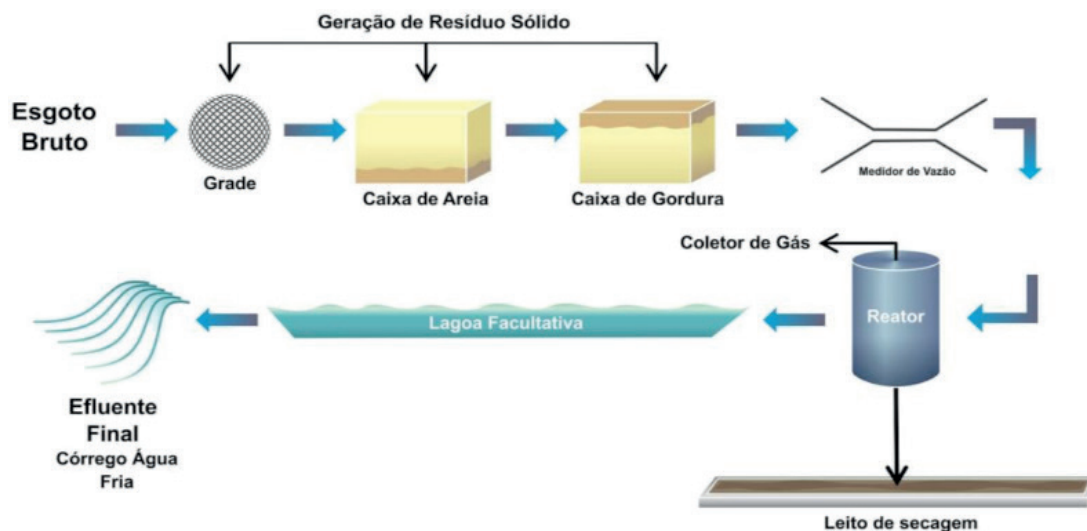


Figura 1: Ilustração da ETE Vila União, em Palmas, Tocantins.

Fonte: CÓLEN (2011)

O lodo, virgem e livre de CaO, foi coletado diretamente da descarga do reator UASB e exposto a radiação solar para secagem. As amostras de lodo de esgoto foi submetida a um processo de pirólise em atmosfera inerte, em forno de bancada horizontal de leito fixo. As variáveis do sistema são a temperatura, o tempo de detenção e a taxa de aquecimento, que foram escolhidas em função de trabalhos realizados pelo grupo LEDBIO (LEAL, 2010 e SILVA, 2012), onde a grande parte de voláteis se desprende do lodo a uma temperatura igual ou superior a 550°C. A amostra foi pirolisada a uma temperatura de 550°C, taxa de 30°C/min a um tempo de 180 min (Figuras 2 e 3)



Figura 2: Forno de bancada horizontal de leito fixo



Figura 3: Sistema de pirólise do lodo – entrada de gás, tubo, conjunto de vidraria e lavadores de gases.

Com o carvão foram realizadas a caracterização quanto a: densidade, verdadeira ou real, determinada utilizando a técnica de picnometria com difusão a gás hélio; porosidade do sólido foi realizada com o auxílio de um porosímetro de mercúrio;

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Densidade

A densidade à Hélio encontrada foi de 1,0547 g/cm<sup>3</sup>. Além das respostas que relacionam a fração sólida da pirólise, com a utilização como combustível a densidade também está relacionada à capacidade de adsorção do carvão, haja vista que um sólido carbonoso que possui maior densidade frequentemente possuem maior capacidade de adsorção por unidade de volume. O material analisado apresentou boa densidade se comparado aos outros sólidos carbonosos identificados na literatura (DINIZ, 2005).

Na verdade a densidade é reflexo do comportamento de redução da massa e do volume durante o processo de pirólise. Podendo supor que, na fase inicial do processo de pirólise, entre 90°C e 120°C, ocorre um processo de desidratação da amostra, sem ocorrer uma maior degradação dos compostos químicos da amostra. Já em trabalhos realizados pelo grupo LEDBIO (LEAL, 2010; CÓLEN, 2011) concluiu-se que acima de 350°C até 550°C há uma perda considerável de massa por parte do lodo anaeróbico estudado, a partir daí as perdas apresentam-se significativas apenas em temperaturas superiores a 950°C.

Sendo, portanto importante realizar um paralelo entre a temperatura e o aumento da densidade, em virtude que, quanto maior for a temperatura, maior poderá ser o número de poros, tendo assim, uma maior densidade.

#### 4 | POROSIDADE

A porosimetria por intrusão de mercúrio tem por objetivo determinar o tamanho médio dos poros. Isto acontece pelo fato de que o mercúrio se comporta como um fluido não molhante, não conseguindo penetrar espontaneamente em pequenos poros, a menos que se aplique uma pressão sobre ele. Na Tabela 1 são demonstrados os resultados de porosidade comparados com a fração sólida da pirólise. O sólido analisado se comporta como um adsorvente com meso e macroporos, necessitando uma subsequente ativação, em atmosfera oxidante para obtenção de maior quantidade de poros e aumento da área superficial.

	TAMANHO MEDIDO DOS POROS (NM)	DENSIDADE VOLUMÉTRICA (G/ML)	DENSIDADE APARENTE (G/ML)
Média das Amostras	19,093	1,3956	1,60872

Tabela 1: Resultados da porosimetria por intrusão de mercúrio

O sólido sob baixa taxa de aquecimento e maior temperatura, fica sujeito a sucessivas reações de clivagem, desidratação, descarbonilação, descarboxilação, rearranjo e desidrogenação. Quando se reduz a taxa de aquecimento, aumenta-se o tempo de residência, favorecendo o rompimento das ligações pela formação de gases.

Associado ao aumento da temperatura, há um importante incremento das reações de eliminação, aumentando a concentração de carbono no sólido, especialmente na forma de anéis aromáticos, que por sua vez mostram maior resistência à degradação térmica.

#### 8 Teste de Azul de Metileno

O Azul de metileno é muito usado como modelo para testar a adsorção de compostos orgânicos em carvão ativo (DINIZ, 2005). Segundo Moreno (2005), a análise de azul de metileno pode ser utilizada para estimar a mesoporosidade de um carvão ativado. Sendo definido como a quantidade de azul de metileno descolorida por unidade de massa de carvão ativo ou pela porcentagem do composto adsorvido, em função da absorbância lida no espectrofotômetro.

Na Tabela 2 são demonstrados os resultados, em porcentagem de adsorção do azul de metileno, para cada experimento.

CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO	PORCENTAGEM	ADSORVIDO
3,33 mg/L	98,83%	328,12 mg/g
5 mg/L	98,33%	488,24 mg/g
10 mg/L	99,93%	993,89 mg/g

Tabela 2: Resultados da Adsorção do Azul de Metileno

Os resultados mostram que mesmo a uma concentração de 10mg/L de corante, o sólido não chegou a saturação, visto a capacidade de adsorção manteve-se em todas as concentrações. Esse resultado é esperado em função de que o azul de metileno caracteriza a amostra pela presença de meso e macroporosidade, diagnosticado também neste trabalho pelos resultados de porosimetria de mercúrio. Logo é possível identificar, com os resultados de azul de metileno, que o sólido apresenta uma característica de mesoporosidade. Em carvões ativados comerciais estudados por Diniz (2005), encontrou-se resultados de adsorção de azul de metileno de 99,4%. O mesmo resultado foi obtido nos estudos de Silva (2009), que encontrou para carvões ativados comerciais 99,5% de adsorção. A mesma autora em seu estudo de carvão ativado de casca de arroz por ativação química (NaOH) chegou a remoção de 98,1% desse corante.

Neste estudo obtiveram-se resultados bem semelhantes aos citados na literatura para os carvões ativados comerciais, indicando assim, que o lodo de esgoto, poderá ser um precursor de carvão de mesoporosidade.

É importante ressaltar que, tanto a matéria prima, quanto o método de ativação, contribuem para as propriedades do carvão ativado obtido; neste estudo em particular, resultou num adsorvente com alta capacidade de descoloração. Característica própria de sólidos com mesoporosidade, que segundo a literatura, possui características de adsorção de corantes (LIU et al., 2010).

#### 9 Potencial para utilização na adsorção em efluentes

Os resultados deste trabalho não diferenciam dos já citados no corpo deste, ao contrário, apenas abre uma possibilidade de introdução de um resíduo (fração sólida da pirólise), provinda de um processo energético que teve como percussor outro resíduo (lodo de esgoto), na cadeia produtiva, revertendo este resíduo em um material com alto poder econômico agregado. São apresentados na Tabela 3 os resultados de todos os parâmetros utilizados neste trabalho.

CONDIÇÕES DA PIRÓLISE			RESULTADOS ENCONTRADOS		
TEMPERATURA (°C)	TAXA DE AQUECIMENTO (°C/MIN)	TEMPO (MIN)	DENSIDADE (G/CM <sup>3</sup> )	POROSIDADE (NM)	AZUL DE METILENO (%)
500	4	45	1,0547	19,093	98,83

Tabela 3: Resultados encontrados para o carvão da pirólise de lodo de esgoto

As aplicações industriais do carvão fundamentam-se no fenômeno da adsorção, tanto em fase líquida quanto em fase gasosa. De acordo com Dayton e Basta (2001), em tratamento de águas (ETAs) os carvões pulverizados e granulados são muito empregados para eliminação da cor, turbidez, odor, sabor, pesticidas e outros poluentes. Eles são utilizados, também, para a descloração de águas com alto teor de cloro. Também podem ser utilizados no tratamento de águas residuárias em estação de tratamento de esgotos (ETEs), por meio de reatores de leito fluidizado, pois possui capacidade de aderência aos microrganismos em suas partículas.

São utilizados, na indústria alimentícia, no processo de clarificação via adsorção de elementos corantes presentes no produto a ser tratado, na produção de açúcar, óleos vegetais, xaropes, ácidos orgânicos e glicerina.

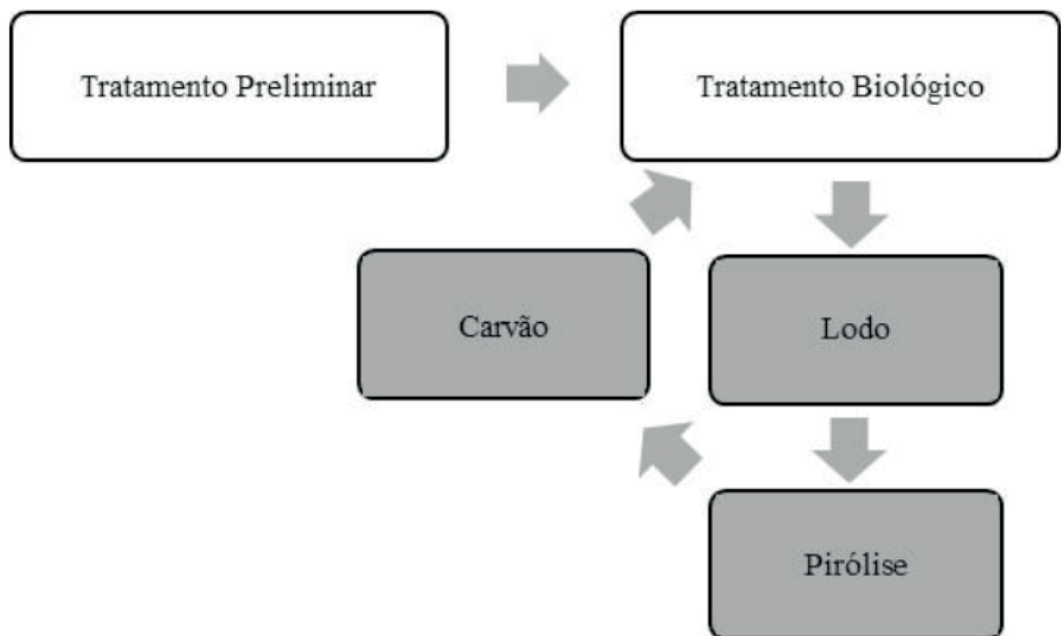


Figura 4: Ciclo de Sustentabilidade para o tratamento de esgoto, produção de energia, e reintrodução de carvão no tratamento biológico ou pós tratamento.

Outros exemplos de aplicação são: Purificação de álcool, remoção de mercúrio de efluentes, descafeinização de café, adsorção de iodo radioativo, filtros de cigarros e clarificação de vinho.

O carvão ativado pode ser utilizado para fins de purificação e tratamento de insumos para a indústria têxtil, água de lavanderias, manutenção de mecânica pesada (ônibus) e lava a jatos que, provém das caixas separadoras de água/óleo que retiram o óleo bruto, no tratamento de intoxicações intestinais, na purificação de água para hemodiálise, nos filtros de cigarros entre outros (MAHAPATRA et al., 2012).

Efluentes contendo metais como cádmio, cobre, chumbo e cromo exibem elevada biotoxicidade, em geral com efeitos acumulativos no bioma. A remediação de efluentes contaminados pode ser feita por adsorção de carvão ativo, argilas e sílica (FENG et al., 2004)

A tecnologia é um incentivo ao reaproveitamento de resíduos sólidos diversos, que gera materiais de maior valor agregado e evita a disposição inadequada dos recursos no meio, como mostrado na Figura 4. (VIEIRA et al., 2009; POKORNA et al., 2009; INGUANZO et al., 2002)

## 5 | CONCLUSÕES

Os resultados experimentais mostram que o processo de pirólise pode ser também adequado para a preparação de adsorventes. A fração analisada apresentou poucas características adsorvente, mas grande proximidade com materiais

carbonosos denominados na literatura como carvão ativado. No entanto, mais estudos serão necessárias para melhorar o método e as propriedades do material final.

## REFERÊNCIAS

- CÓLEN, A. G. N. Caracterização físico-química e química do lodo de esgoto para aplicação como fonte de energia em processo de pirólise. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). ed. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2011.
- COSTA, E. R. H. **Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de floculação especiais.** XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador, BA, 1995.
- COSTA, E. R. H. **Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Floculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio.** São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
- COSTA, E. R. H. Metodologia para o uso AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19° ed. American Public Health Association, New York, 1995.
- DAYTON, E. A.; BASTA, N. T. Characterization of drinking water treatment residuals for use as a soil substitute. **J. Water Environment Research**, v. 73, Jan/Feb 2001.
- DI BERNARDO, L. **Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férrico - Estudo de Caso - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.** 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
- DI BERNARDO, L. **Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade.** 1993/1995.
- DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II.** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
- DINIZ, J. **Conversão térmica de casca de arroz a baixa temperatura: produção de bioóleo e resíduo sílico-carbonoso absorvente.** Santa Maria: Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, 2005.
- FENG, Q. et al. Adsorption of lead and mercury by rice husk ash. **Journal of Colloid and Interface Science**, v.278, 2004. p.1-8.
- INGUANZO M. *et al.* On the pyrolysis of sewage sludge: the influence of pyrolysis conditions on solid, liquid and gas fractions. **J. Anal. Appl. Pyrolysis**, v.63, p.209–222, 2002.
- LEAL, E. R. **Aplicação do processo de pirólise lenta ao lodo de esgoto adicionado de óxido de cálcio e ferro para obtenção de bioóleo combustível.** Palmas-TO: Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Federal do Tocantins, 2010.
- LIU, C. et al. Characterization of mesoporous activated carbons prepared by pyrolysis of sewage sludge with pyrolusite. **Bioresource Technology**, 2010. p.1097–1101.
- MAHAPATRA, K.; RAMTEKEB, D. S.; PALIWAL, L. J. Production of activated carbon from sludge of food processing industry under controlled pyrolysis and its application for methylene blue removal. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, 95, May 2012. p.79–86.

MORENO, R. M. . E. A. **Predição da porosidade e capacidade de adsorção em carvões ativados utilizando iodo e azul de metileno.** In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Campinas: [s.n.]. 2005. p. 1-6.

POKORNA E. *et. al.* Study of bio-oils and solids from flash pyrolysis of sewage sludges. **Fuel**. 2009.

SILVA, J. **Estudo da eficiência e aplicabilidade de carvão ativado resultante de pirólise de casca de arroz em barreiras reativas na remoção de contaminantes em solos.** Porto Alegre-RS: Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SILVA, L. C. A. **Estudo de pirólise de lodo de esgoto em reator de leito fixo em escala laboratorial.** Palmas: Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, 2012.

VIEIRA, G. E. G. Low temperature conversion (LTC) – An alternative method to treat sludge generated in an industrial wastewater treatment station – Batch and continuous process comparison. **Bioresource Technology**, 2009. p.1544-1547.

## 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**