



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

Engenharia  
Ambiental e Sanitária:  
Interfaces do Conhecimento 2

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

Engenharia Ambiental e Sanitária:  
Interfaces do Conhecimento 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
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 Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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 Internazionele delle Figlie de 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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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  
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  
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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>Engenharia ambiental e sanitária [recurso eletrônico] : interfaces do conhecimento 2 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Engenharia Ambiental e Sanitária. Interfaces do Conhecimento; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-694-2 DOI 10.22533/at.ed.942190910</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Ambiental e Sanitária Interfaces do Conhecimento*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 31 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental e sanitária, tendo como base suas diversas interfaces do conhecimento.

Entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, o setor de saneamento.

A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se no saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos.

Estas interfaces, como linhas integradas prioritárias de pesquisa, relacionam-se ao desenvolvimento e a inovação, seja de caráter científico e tecnológico, entre as áreas de recursos hídricos, saneamento, meio ambiente e saúde pública.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia ambiental e sanitária, 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 interfaces do conhecimento da engenharia ambiental e sanitária. 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.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: EXPERIÊNCIAS E COMPREENSÕES PARA SEU ACOMPANHAMENTO E ATUALIZAÇÃO	
Marcelo Seleme Matias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
AS CARAVANAS DE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: FORMA DE DIÁLOGO DE SABERES E DE CAPACITAÇÃO PARA O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO	
Luiz Roberto Santos Moraes	
Luciana Espinheira da Costa Khoury	
Ilka Vlaida Almeida Valadão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM BELÉM DO PARÁ	
Giovanni Chaves Penner	
Laércio dos Santos Rosa Junior	
Ana Gabriela Santos Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ESTIMATIVA DE POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Maurício Marchand Krüger	
Cláudio Marchand Krüger	
Rodrigo Pinheiro Pacheco	
Marcos Cesar Santos da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS PARA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ester Feche Guimarães	
Marcel Costa Sanches	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS: DO CONCEITO À PRÁTICA, UMA ÊNFASE NO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DA BAHIA	
Renavan Andrade Sobrinho	
Abelardo de Oliveira Filho	
Cristiane Sandes Tosta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909106</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>74</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS SEDIMENTADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	
Maria Cristina Scarpari Juliana Ninov Márcia Antonia Bartolomeu Agustini Fabio Orssatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909107</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>92</b>
CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA PROVENIENTE DO TRATAMENTO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO DE ÁGUA EM CICLO COMPLETO	
Isadora Alves Lovo Ismail Angela Di Bernardo Dantas Luiz Di Bernardo Cristina Filomêna Pereira Rosa Paschoalato Mateus Ancheschi Roveda Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909108</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>105</b>
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO VISANDO REÚSO	
Nathalia Oliveira dos Santos Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9421909109</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>118</b>
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DO MAR AO SISTEMA DE OSMOSE INVERSA EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Luciano Dias Xavier Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091010</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>131</b>
QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE LAGOAS DO NORTE, TERESINA-PI	
Rafael Diego Barbosa Soares Carlos Ernando da Silva Ronne Wesley Lopes da Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091011</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>141</b>
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO AMARO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Herbert Torres Gilson Silva Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091012</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>156</b>
CONTROLE DE ENCHENTES E A ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA EM BLUMENAU, SC, BRASIL	
Raphael Franco do Amaral Tafner Roberto Righi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091013</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>168</b>
APLICAÇÃO DE TETO JARDIM RESIDENCIAL NA REDUÇÃO DE ALAGAMENTO URBANO	
Raquel da Silva Pinto Camila de Fátima Lustosa Gabriele Sabbadine André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Luciane de Souza Oliveira Valentim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091014</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>180</b>
DESENVOLVIMENTO DE GEOPOLÍMEROS COM A INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA	
Matheus Rossetto Luciano Senff Simone Malutta Rubia Lana Britenbach Meert Bruno Borges Gentil	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091015</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>194</b>
BENCHMARKING DE DESEMPENHO ENTRE OPERADORAS DE ÁGUA E ESGOTO EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA	
Tiago Balieiro Cetrulo Aline Doria de Santi Rui Domingos Ribeiro da Cunha Marques Tadeu Fabrício Malheiros Natália Molina Cetrulo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091016</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>203</b>
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	
Micheli Tutumi de Araujo Alexandre Saron	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091017</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>218</b>
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA COMO ÁGUA DE AMASSAMENTO PARA CONCRETO	
André Schramm Brandão Ênio Pontes de Deus Antônio Eduardo Bezerra Cabral Wyoskynaria Mihaly Maia da Silva Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091018</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>231</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO ESTATÍSTICO DCCR NA REMOÇÃO DE CORANTES EM EFLUENTE TÊXTIL POR PROCESSO DE ELETROCOAGULAÇÃO	
Fabíola Tomassoni Elisângela Edila Schneider Cristiane Lisboa Giroletti Maria Eliza Nagel-Hassemer Flávio Rubens Lapolli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091019</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>244</b>
DESAGUAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO ESTUFA AGRÍCOLA SOBRE LEITOS DE SECAGEM	
Juliana Guasti Lozer Ricardo Franci Gonçalves Vinícius Mattos Fabris	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091020</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>254</b>
DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE CADASTRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS PELA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
Renato Ribeiro Siman Hugo de Oliveira Fagundes Larissa Pereira Miranda Luciana Harue Yamane	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091021</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>267</b>
ENZIMAS LIGNINOLÍTICAS DE <i>Trametes sp.</i> NA REMEDIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS GERADOS DURANTE TRATAMENTO DE EFLUENTE KRAFT EM LAGOAS AERADAS FACULTATIVAS	
Eliane Perreira Machado Gustavo Henrique Couto Aline Cristine Hermann Bonato Camila Peitz Claudia Regina Xavier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091022</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>276</b>
ESTUDO COMPARATIVO DA SECAGEM NATURAL DE LODOS DE ETEs SUBMETIDOS AO PROCESSO DE CENTRIFUGAÇÃO	
Sara Rachel Orsi Moretto Walmor Cardoso Godoi Sebastião Ribeiro Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091023</b>	

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>287</b>
ESTUDO DA AÇÃO DE CONSÓRCIOS MICROBIANOS NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS	
<p>Viviane Nascimento da Silva e Sá  Fabiana Valéria da Fonseca  Leila Yone Reznik  Tito Lívio Moitinho Alves</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091024</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>300</b>
ESTUDO DO ACÚMULO DE NITRITO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO PELA VIA CURTA	
<p>Ajadir Fazolo  Alisson Luiz Boeing  Kátia Valéria Marques Cardoso Prates  Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann  Rafael Coelho Ciciliato  Rafaella Oliveira Baracho</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091025</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>311</b>
GESTÃO DE MICROPOLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O CASO DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ	
<p>Demian da Silveira Barcellos  Harry Alberto Bollmann</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091026</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>330</b>
II-032 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO	
<p>Evanildo Pereira de Lima  Helder Guimarães Aragão</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091027</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>339</b>
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
<p>Juliana Guasti Lozer  Victor Correia Faustini  Cinthia Gabriela de Freitas Ribeiro Vieira Reis  Nadja Lima Gorza  Renata Maia das Flores</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091028</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>351</b>
O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO	
<p>Sâmia Rafaela Maracaípe Lima  Eduardo Ueslei de Souza Siqueira  Layse de Oliveira Portéglio  Mainara Generoso Faustino</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091029</b>	

<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>363</b>
PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROALGAL EM EFLUENTE SUCROALCOOLEIRO CLARIFICADO POR COAGULAÇÃO ELETROQUÍMICA	
Mauricio Daniel Montaña Saavedra Viktor Oswaldo Cárdenas Concha Reinaldo Gaspar Bastos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091030</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>379</b>
USO DE ESGOTOS TRATADOS NO NORDESTE DO BRASIL: POTENCIAIS E DESAFIOS	
Rafaela Ribeiro de Oliveira Yldeney Silva Domingos Luara Musse de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.94219091031</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>391</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>392</b>

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CLARIFICADA PROVENIENTE DO TRATAMENTO DO RESÍDUO DO TRATAMENTO DE ÁGUA EM CICLO COMPLETO

**Isadora Alves Lovo Ismail**

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP  
Ribeirão Preto – SP

**Angela Di Bernardo Dantas**

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP  
Ribeirão Preto – SP

**Luiz Di Bernardo**

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP  
Ribeirão Preto – SP

**Cristina Filomêna Pereira Rosa  
Paschoalato**

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP  
Ribeirão Preto – SP

**Mateus Ancheschi Roveda Guimarães**

Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP  
Ribeirão Preto – SP

**RESUMO:** A água utilizada para consumo humano deve passar por tratamento para se tornar potável. Uma das tecnologias de tratamento de água mais utilizada no Brasil é a de ciclo completo, em que há a geração de resíduos denominados de lodos ou RETAs, que causam impactos ambientais quando lançados indevidamente nos mananciais sem tratamento. Uma alternativa muito utilizada para tratamento dos RETAs é o adensamento por gravidade seguido do desaguamento por centrifugação, ambos com aplicação de condicionantes químicos e o lançamento nos rios ou retorno da

água clarificada ao início da ETA. No presente trabalho foi preparada uma amostra de água e submetida a ensaios de tratabilidade para a obtenção de resíduo. A partir do resíduo gerado, foram testados diferentes condicionantes químicos nos ensaios de bancada de adensamento por gravidade e desaguamento por centrifugação. As amostras de água clarificada do adensamento e do desaguamento foram caracterizadas e foi constatado um elevado teor de Carbono Orgânico Total, o que indica a presença de moléculas orgânicas que podem ser prejudiciais à saúde humana e, portanto, recomenda-se um estudo mais detalhado para verificar quais compostos estão presentes nessa água clarificada.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos de ETA, água clarificada, carbono orgânico total, adensamento por gravidade, desaguamento por centrifugação.

### CHARACTERIZATION OF CLARIFIED WATER FROM WATER TREATMENT WASTE TREATMENT IN COMPLETE CYCLE

**ABSTRACT:** Water used for human consumption must undergo treatment to become drinkable. One of the most used water treatment technologies in Brazil is the complete cycle, where there is the generation of waste

called sludge or WWTS, which causes environmental impacts when improperly dumped in the water sources without treatment. A widely used alternative for treatment of WWTS is gravity densification followed by centrifugal dewatering, both with application of chemical conditioning agents and the launching in the rivers or return of clarified water to the beginning of WTS. In the present work a water sample was prepared and submitted to treatability tests to obtain residue. From the residue generated, different chemical determinants were tested in the gravity densification and centrifugation dewatering tests. The samples of clarified water from the densification and dewatering were characterized and a total Organic Carbon content was detected, which indicates the presence of organic molecules that may be harmful to human health and therefore a more detailed study is recommended for which compounds are present in this clarified water.

**KEYWORDS:** Waste water treatment station, clarified water, total organic carbon, adjustment by gravity, centrifugal drainage.

## 1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia de tratamento utilizada em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) depende de inúmeros fatores. Em uma ETA de ciclo completo, os resíduos provenientes das descargas dos decantadores ou flotores e da lavagem dos filtros contêm compostos químicos que são prejudiciais ao meio ambiente, aos animais e à saúde humana e, devido a isso, são considerados um sério problema ambiental e, portanto, necessitam de tratamento adequado para posterior disposição final.

Os resíduos de uma ETA de ciclo completo devem ser encaminhados para uma Estação de Tratamento de Resíduos (ETR) que, usualmente, utilizam as tecnologias de adensamento por gravidade e desaguamento por centrifugação, em que ambas adicionam determinado tipo de polímero durante o processo para auxiliar a retirada de água desses resíduos.

Após tratamento adequado dos resíduos, o RETA resultante deverá ser disposto em locais permitidos conforme legislação vigente (NBR 10004) e a água clarificada poderá ser lançada em corpos d'água se atender, também, a legislação vigente (CONAMA nº 357 e 430) ou retornar para o início da ETA.

Um dos parâmetros que deve ser analisado é o Carbono Orgânico Total (COT), uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica presente na água e que não se encontra na legislação vigente brasileira. Como a água clarificada proveniente da ETR apresenta subprodutos em sua composição, a medida de COT torna-se necessária, pois os polímeros utilizados no tratamento dos resíduos são à base de poliácridamida (carbono) e é um composto químico nocivo à saúde humana quando ultrapassado os valores máximos permitidos.

Sendo assim, julga-se necessário a realização de ensaios para identificar melhores condicionantes químicos a serem utilizados em cada tipo de tratamento

de RETA, bem como a caracterização da água clarificada proveniente da ETR, com a inclusão do parâmetro Carbono Orgânico Total (COT) que não se encontra na legislação brasileira, mas já é analisado em países como os EUA.

## 2 | OBJETIVOS

Caracterizar as águas clarificadas provenientes do adensamento por gravidade e do desaguamento por centrifugação do resíduo do tratamento de água em ciclo completo.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Água de estudo e parâmetros utilizados

Primeiramente, definiu-se que a água de estudo a ser utilizada no presente trabalho seria preparada a partir da mistura da água do poço da UNAERP (desclorada com adição de tiosulfato de sódio) com o sedimento coletado no fundo do rio Pardo em Ribeirão Preto – SP para conferir turbidez em torno de 1000 uT (simulando um período chuvoso).

Após definição das condições de preparação da água de estudo, foram definidos outros parâmetros, conforme descrito a seguir:

- Coagulante Cloreto de Polialumínio (PAC) (11%  $Al_2O_3$ ) ;
- Concentrações de RETAs a serem trabalhadas:
  - RETA 1 (0,5 g SST/L): proveniente da água de lavagem dos filtros;
  - RETA 2 (25,0 g SST/L): proveniente da etapa de adensamento e da descarga dos decantadores.
- Coagulantes orgânicos sintéticos catiônico, aniônico e não iônico (1,0 g/L);
- Coagulantes orgânicos naturais Tanfloc SL e Tanfloc SG (1,0 g/L).

### 3.2 Ensaios realizados em jarteste

Foram feitos ensaios de coagulação com PAC, floculação e sedimentação em equipamento de jarteste visando à construção do diagrama de coagulação com pH de coagulação em função da dosagem do coagulante e da turbidez da água decantada. Para variar o pH de coagulação foi usado hidróxido de sódio como alcalinizante.

As condições dos ensaios foram:

- Mistura rápida: gradiente de velocidade médio de  $1000\text{ s}^{-1}$  e tempo de mistura de 10 s;
- Floculação: gradiente de velocidade médio de  $30\text{ s}^{-1}$  e tempo de floculação de 20 min;

- Sedimentação: velocidades de sedimentação  $Vs_1 = 3,0$  cm/min e  $Vs_2 = 1,5$  cm/min.

As melhores condições foram repetidas com a inclusão da etapa de filtração em filtro de areia (FLA) (taxa de filtração:  $60 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$ ). Foram feitas medidas de carbono orgânico total (COT), metais, cor aparente e turbidez da água filtrada.

Ao fim dos ensaios, a dosagem de coagulante definida foi adicionada ao reservatório contendo 1500 L da água de estudo, o qual permaneceu sob agitação lenta (manual) por, aproximadamente, 20 minutos e em repouso por 3 horas para sedimentação dos flocos. O sobrenadante foi coletado e o RETA permaneceu no fundo do reservatório.

### 3.3 Adensamento por gravidade do reta 1

Os ensaios de adensamento por gravidade foram conduzidos em uma coluna de sedimentação (proveta) devidamente graduada, com diâmetro igual a 3,5 cm e altura igual a 23,0 cm. Foi utilizado o RETA 1 nesses ensaios, o qual foi primeiramente caracterizado.

As dosagens de polímero utilizadas foram 0,4; 0,8; 2,0 e 4,0 mg pol./g SST para o RETA 1, pois são dosagens comumente utilizadas em ETAs.

O RETA 1 foi condicionado na coluna de adensamento, onde foi agitado e depois permaneceu em repouso para ocorrer a clarificação e o adensamento por 1 hora, conforme pode ser visto na Figura 1.

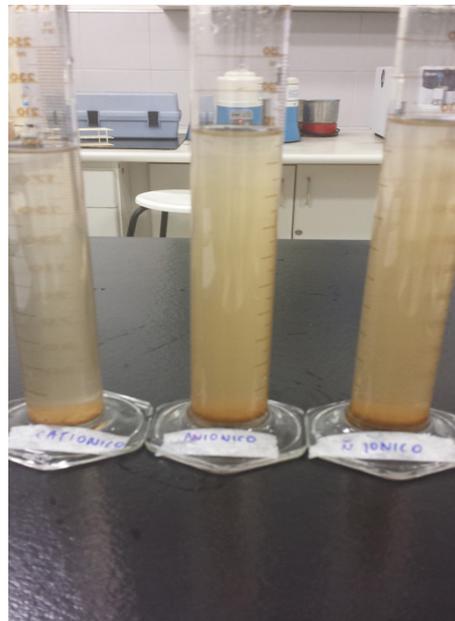


Figura 1: Ensaios de adensamento por gravidade em provetas com RETA 1 com adição de polímeros catiônico, aniônico e não iônico, respectivamente, após 1 hora de adensamento.

Estipularam-se intervalos de tempo (de acordo com o método proposto por Talmage *et al.* (1955), de modo que fosse possível aplicá-lo) para medir a altura da

interface de clarificado e, após o tempo pré-estabelecido, inseriram-se os dados em planilhas do Excel para elaboração de diferentes curvas de sedimentação.

Os parâmetros escolhidos para a avaliação do efeito das diferentes dosagens de polímero pré-estabelecidas foram:

- concentração de RETA adensado de 30,0 g SST/L;
- maior velocidade de clarificação e de adensamento;
- menor turbidez do líquido clarificado.

Obtendo-se a melhor dosagem de cada polímero, realizaram-se novamente os ensaios para caracterização da água clarificada obtida.

### 3.4 Desaguamento por centrifugação do reta 2

Os ensaios de desaguamento foram realizados em uma centrífuga de bancada da marca FANEM Excelsa Baby II modelo 206-R. A rotação utilizada nos ensaios foi de 3600 rpm ( $G = 1159$ ). Foi utilizado o RETA 2 nesses ensaios, o qual foi primeiramente caracterizado.

As dosagens de polímero utilizadas foram 2,5; 3,8; 5,0 e 6,3 mg pol./g SST para o RETA 2 pois são dosagens comumente utilizadas em ETAs.

A Figura 2 apresenta os tubos graduados com fundo cônico no início da etapa de desaguamento. Nota-se que já é possível observar o sobrenadante na parte superior e o RETA mais concentrado ao fundo do recipiente apenas com a adição do polímero.

Os tubos graduados com fundo cônico utilizados nos ensaios de centrifugação foram colocados na centrífuga e a cada intervalo de 10 minutos, verificou-se a turbidez da água clarificada e o volume de torta obtido, até completar um ciclo de 100 minutos, obtendo-se o RETA centrifugado.

A Figura 3 apresenta os tubos graduados com fundo cônico utilizados nos ensaios de centrifugação após serem retirados da centrífuga. Nota-se o quanto o volume do RETA diminuiu, acarretando um aumento na concentração de sólidos.

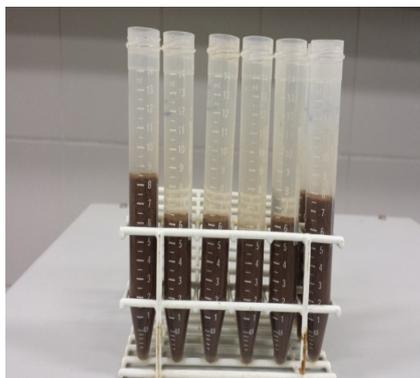


Figura 2: Preparação dos tubos graduados com fundo cônico utilizados nos ensaios de centrifugação com RETA 2 com adição de polímero.

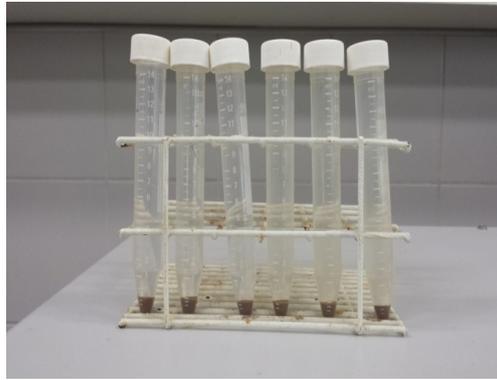


Figura 3: Tubos graduados com fundo cônico utilizados nos ensaios de centrifugação com RETA 2 após serem retirados da centrífuga.

Os dados obtidos foram inseridos em planilhas do Excel para realização dos cálculos conforme proposto por Reali *et al.* (1999).

Os parâmetros escolhidos para a avaliação do efeito das diferentes dosagens de polímero pré-estabelecidas foram:

- concentração da torta de RETA centrifugado obtida;
- tempo de estabilização da concentração de sólidos da torta;
- turbidez do líquido clarificado.

Definindo-se a melhor dosagem de cada polímero e tempo de centrifugação, realizaram-se novamente os ensaios para caracterização da água clarificada.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Geração e caracterização dos retas

Foram utilizadas várias amostras para avaliar determinados parâmetros na água de estudo que foi utilizada para a realização do ensaio de tratabilidade empregando o coagulante PAC com a finalidade de obter o RETA para os ensaios de adensamento e desaguamento. Algumas dessas características podem ser observadas na Tabela 1.

LOVO, I. A. (2016) realizou a caracterização completa dessa água.

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
pH	-	6,42
Cor Aparente	uH	3668
Cor Verdadeira	uH	65
Turbidez	uT	999
Alcalinidade	mg/L CaCO <sub>3</sub>	11,9
Carbono Orgânico Total	mg/L C	15,2
Alumínio	mg/L Al	0,01
Sólidos Totais	mg/L	1108

Tabela 1: Características da água de estudo utilizada para geração dos RETAs.

Nota-se que o pH ficou numa faixa de valores comumente encontrada na água bruta presente em Estações de Tratamento de Água e conforme os valores máximos permitidos pelo CONAMA 357/2005 para um rio classe 2 (entre 6,0 e 9,0). A cor aparente está relacionada com a quantidade de partículas suspensas na água. Portanto, neste caso, nota-se que a cor aparente elevada justifica-se pelo alto teor de sólidos presentes na água. A cor verdadeira elevada está diretamente relacionada com o elevado teor de carbono orgânico presente na água de estudo. A turbidez em torno de 1000 uT para essa água simula um período chuvoso, apresentando grande quantidade de sólidos totais, em uma relação sólidos/turbidez em torno de 1. A alcalinidade pode ser considerada baixa e o alumínio está dentro do valor máximo permitido também pelo CONAMA 357/2005 para um rio classe 2 (VMP = 0,1 mg/L).

Após realização dos ensaios em jarreste, elaborou-se um diagrama de coagulação para definição da dosagem a ser utilizada na água de estudo condicionada no reservatório para geração do RETA. De acordo com o diagrama de coagulação obtido, com a dosagem de PAC de 120 mg/L e pH de coagulação 7,0, a turbidez da água decantada resultou em torno de 4,3 uT para a velocidade de sedimentação  $V_{s_2} = 1,5$  cm/min e água filtrada com cor aparente em torno de 2,0 uH e turbidez menor que 0,5 uT (LOVO, I. A., 2016). Esta condição foi selecionada para a geração dos RETAs, cujas características encontram-se na Tabela 2.

PARÂMETRO	UNIDADE	RETA 1	RETA 2
pH	-	6,17	6,89
Cor Aparente	uH	5050	151000
Cor Verdadeira	uH	3	11
Turbidez	uT	600	46100
Alcalinidade	mg CaCO <sub>3</sub> /L	26,0	38,3
Carbono Orgânico Total	mg C/L	11,12	901,8
Alumínio	mg Al/L	16	588
Sólidos Totais	mg/L	772	31805
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	147	7885
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	625	23920

Tabela 2: Características físico-químicas dos RETAs de estudo.

A concentração de sólidos suspensos do RETA 1 apresentada na Tabela 2 simula o RETA proveniente da água de lavagem dos filtros e do RETA 2 simula o RETA proveniente da etapa de adensamento e da descarga dos decantadores para ser encaminhado para etapa de desaguamento.

Nota-se que, em ambos os RETAs, o pH não sofreu muita variação, apresentando-se um pouco mais elevado no RETA 2, o qual possui um teor de sólidos totais maior.

A cor aparente está diretamente relacionada com a quantidade de sólidos suspensos totais presentes nos RETAs, quanto maior o teor de SST, maior a cor aparente. A cor verdadeira está relacionada com o teor de carbono orgânico total

presente nos RETAs. Nota-se que, quanto maior o valor do COT, maior a cor verdadeira. A turbidez justifica-se pela quantidade de sólidos totais presentes nos RETAs, quanto maior o teor de sólidos, maior será o valor da turbidez. A alcalinidade está um pouco elevada em ambos os RETAs, sendo maior no RETA 2, que possui uma concentração de sólidos mais elevada.

Nota-se o COT mais elevado no RETA 2, demonstrando, indiretamente, que possui mais matéria orgânica do que o RETA 1, uma vez que seu teor de sólidos é maior.

Fica evidente que o alumínio presente nos RETAs é devido ao coagulante PAC utilizado no presente trabalho, pois quanto maior a concentração de sólidos nos RETAs, maior a quantidade de alumínio.

Por fim, nota-se que no RETA 1 a concentração foi de 0,63 g SST/L e no RETA 2 de 23,9 g SST/L, valores um pouco diferentes do que havia sido pré-estabelecido no trabalho (0,5 e 25,0 g SST/L, respectivamente), mas que foram ocasionados devido a fatores inerentes ao método de medição de SST.

#### 4.2 Adensamento por gravidade reta 1

Para o adensamento por gravidade do RETA 1, os polímeros orgânicos naturais não apresentaram resultados satisfatórios e, portanto, não foram considerados.

Com as melhores dosagens obtidas para cada condicionante químico, conforme os critérios pré-estabelecidos na metodologia, foi construído o gráfico da Figura 5 para comparação dos polímeros e, em seguida, realizou-se a caracterização da água clarificada para as respectivas dosagens, de acordo com o tempo final de adensamento de cada curva de interface de clarificação/adensamento.

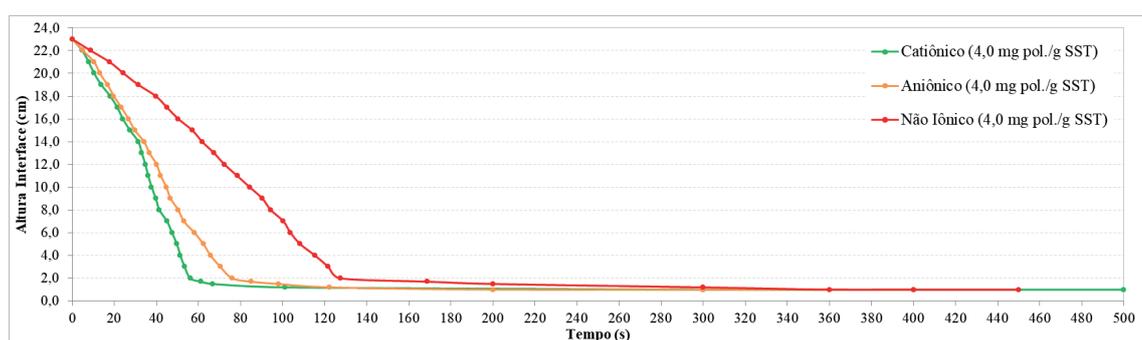


Figura 5: Curvas da interface de clarificação/adensamento por gravidade do RETA 1 para as melhores dosagens dos três polímeros sintéticos estudados.

Com base na Figura 5, nota-se que a melhor dosagem de todos os polímeros foi de 4,0 mg pol./g SST. No entanto, fica evidente que o polímero sintético catiônico se destacou em relação aos demais, com taxa de clarificação maior em relação aos demais.

LOVO, I. A. (2016) apresenta os gráficos com as dosagens de todos os polímeros

aplicados no adensamento por gravidade do RETA 1.

A Tabela 3 apresenta algumas características das águas clarificadas após adensamento por gravidade do RETA 1 para o branco e as melhores dosagens de polímeros. LOVO, I. A. (2016) apresenta todos os parâmetros analisados nas águas clarificadas obtidas no adensamento por gravidade do RETA 1.

PARÂMETRO	UNIDADE	BRANCO	CATIÔNICO	ANIÔNICO	NÃO IÔNICO
Turbidez	uT	600,0	152,0	643,0	268,0
Alumínio	mg Al/L	16,0	0,13	0,05	0,10
Carbono Orgânico Total	mg C/L	11,1	5,7	11,6	5,8
Sólidos Totais	mg/L	772,0	158,0	334,0	210,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	147,0	66,7	161,3	65,3
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	625,0	91,3	172,7	144,7

Tabela 3: Características das águas clarificadas após adensamento por gravidade.

De acordo com a Tabela 3, com as dosagens utilizadas no presente trabalho, não foi possível obter um líquido clarificado com turbidez menor que 100 uT.

O alumínio diminuiu na água clarificada com a utilização de polímeros quando comparado com o branco, pois os compostos presentes nesses condicionantes químicos fizeram com que ele ficasse retido no RETA adensado.

Fica evidente o quanto o polímero aniônico não é indicado para esse tipo de resíduo estudado. A adição do polímero ocasionou aumento na turbidez da água clarificada, bem como elevou o teor de COT e a quantidade de sólidos dissolvidos totais.

Sendo assim, a clarificação nos ensaios de adensamento com o RETA 1 só foi possível com o uso de polímeros sintéticos, destacando-se o polímero catiônico, o qual resultou um clarificado com turbidez até quatro vezes menor que os outros, sólidos totais na ordem de duas vezes menores e menor teor de COT.

#### 4.3 Desaguamento por centrifugação do reta 2

As melhores dosagens de cada polímero obtidas conforme os critérios pré-estabelecidos na metodologia, foram inseridas em um único gráfico (Figura 6) para comparação dos polímeros e, em seguida, realizou-se a caracterização da água clarificada para as respectivas dosagens.

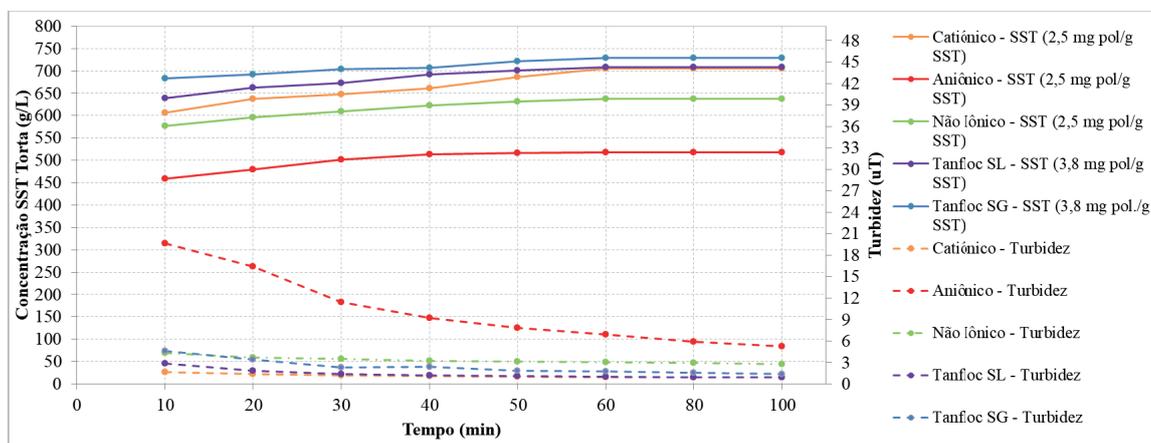


Figura 6: Melhores dosagens de polímeros para desaguamento por centrifugação do RETA 2.

Pode ser observado, na Figura 6, que a concentração da torta resultou, aproximadamente, a mesma a partir dos 60 minutos, com valores de turbidez dos sobrenadantes até 5,3 uT e concentração das tortas entre 515 e 730 g SST/L. Observa-se, também, que a partir de 10 minutos ocorreu aumento significativo da concentração de torta para todos os condicionantes químicos. Sendo assim, os ensaios com as melhores dosagens de polímeros foram repetidos apenas até 60 minutos para posterior caracterização, visto que após esse tempo não há alteração significativa na concentração da torta.

Evidencia-se que a concentração da torta aumenta em função do tempo de centrifugação, assim como a turbidez do sobrenadante diminui.

Em relação aos polímeros sintéticos, o polímero catiônico se destacou, resultando uma torta de RETA com concentração de, aproximadamente, 705 g/L com uma turbidez abaixo de 5,0 uT. Já em relação aos polímeros naturais, o Tanfloc SG se destacou, resultando uma torta de RETA com concentração de, aproximadamente, 730 g/L e turbidez abaixo de 5,0 uT.

Comparando-se os dois polímeros que se destacaram, catiônico e Tanfloc SG, nota-se que o segundo teve uma eficiência um pouco maior do que o primeiro. No entanto, sua dosagem foi maior. Sendo assim, o ideal para escolha entre eles poderia ser tanto o apelo ambiental como a viabilidade econômica. A utilização de polímeros naturais faz com que o RETA tenha mais características orgânicas, diferentemente do polímero catiônico, que possui em sua composição produtos como acrilamida, um composto nocivo à saúde humana. Em relação à viabilidade econômica, deve-se fazer um estudo voltado para isso, analisando-se o custo de cada polímero e a quantidade a ser utilizada na ETA.

LOVO, I. A. (2016) apresenta os gráficos com as dosagens de todos os polímeros aplicados no desaguamentos do RETA 2.

A Tabela 4 apresenta algumas características das águas clarificadas após desaguamento por centrifugação do RETA 2 para o branco e as melhores dosagens. LOVO, I. A. (2016) apresenta todos os parâmetros analisados nas águas clarificadas

obtidas no desaguamento por centrifugação do RETA 2.

De acordo com a Tabela 4, os valores de pH não sofreram muita alteração entre as águas clarificadas de cada um dos polímeros e o branco, apenas os sintéticos que resultaram um valor um pouco abaixo de 7,0, mostrando que seu uso ocasiona uma redução desse parâmetro. Nas cores aparente e verdadeira, os polímeros aniônico e Tanfloc SG resultaram valores maiores em relação aos demais. O uso de polímeros resultou em valores de turbidez abaixo de 5,0 uT; somente no branco (sem adição de polímero), a turbidez ficou acima de 5,0 uT.

PARÂMETRO	UNIDADE	BRANCO	CATIÔNICO	ANIÔNICO	NÃO IÔNICO	TANFLOC SL	TANFLOC SG
pH	-	7,28	6,87	6,55	6,60	7,29	7,16
Cor Aparente	uH	37	8	33	5	7	15
Cor Verdadeira	uH	7	7	13	7	5	12
Turbidez	uT	6,53	1,91	3,98	1,09	1,81	1,98
Alcalinidade	mg CaCO <sub>3</sub> /L	29,8	48,3	44,0	40,6	33,4	38,0
Carbono Orgânico Total	mg C/L	3,0	10,0	11,1	9,9	9,2	10,2
Alumínio	mg Al/L	0,06	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Sólidos Totais	mg/L	254,0	100,0	104,0	91,0	119,0	103,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	250,7	99,0	103,0	90,0	118,0	102,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	3,3	<1	<1	<1	<1	<1

Tabela 4: Características das águas clarificadas após desaguamento por centrifugação.

A alcalinidade sofreu aumento significativo em todos os casos em que houve a adição de polímeros.

Destaca-se na Tabela 4 o parâmetro carbono orgânico total (COT). No ensaio em que não houve a adição de polímero (branco), o carbono orgânico total (COT) resultou um valor baixo, em torno de 3,0 mg/L de carbono, enquanto que os ensaios que utilizaram polímero resultaram valores em torno de 10,0 mg/L de carbono. O elevado teor de COT quando comparado com o branco evidencia que os compostos orgânicos presentes nas águas clarificadas foram provenientes da aplicação dos polímeros.

O alumínio diminuiu na água clarificada com a utilização de polímeros quando comparado com o branco, pois os compostos presentes nesses condicionantes químicos fizeram com que ele ficasse retido no RETA centrifugado.

O mesmo vale para os sólidos totais, em que os ensaios em que foram utilizados polímeros resultaram uma água clarificada com um valor menor do que o ensaio que não utilizou.

## 5 | CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos e nos parâmetros escolhidos para a avaliação do efeito de diferentes dosagens de polímeros distintos, tanto no adensamento por gravidade do RETA 1 como no desaguamento por centrifugação do RETA 2, fica evidente que, para o presente trabalho, com RETAs com as características apresentadas, apenas polímeros sintéticos foram eficientes no adensamento por gravidade e polímeros sintéticos e naturais foram eficientes no desaguamento por centrifugação.

Para o adensamento do RETA 1, o polímero catiônico apresentou melhores resultados em comparação com os demais, com geração de água clarificada com menor turbidez, COT, alumínio e sólidos.

Para o desaguamento do RETA 2, os polímeros sintético catiônico e Tanfloc SG se apresentaram mais eficientes. No entanto, a dosagem de Tanfloc SG foi maior do que a dosagem do polímero sintético catiônico.

Destaca-se, tanto no adensamento como no desaguamento, o elevado teor de COT presente nas águas clarificadas quando há o uso de polímeros. O branco dos ensaios de adensamento resultou concentração de COT elevado porque é o RETA proveniente da lavagem de filtros e ainda não passou por nenhuma etapa de tratamento. Quando há a centrifugação do RETA 2 sem adição de polímero (branco), o COT fica baixo, mas quando há a adição de qualquer polímero (orgânico ou sintético), seu valor resultou de 3 a 4 vezes maior. Esse aumento ocasionado na água clarificada em que foram adicionados polímeros naturais é justificável devido a presença de moléculas orgânicas e/ou subprodutos desses condicionantes químicos. No entanto, esse aumento torna-se um parâmetro que merece atenção quando se adicionam polímeros sintéticos, pois são à base de poliacrilamida, composto nocivo à saúde humana, com um valor máximo permitido de  $0,5 \mu\text{g/L}$  pela Portaria de Consolidação nº 05. Essa água clarificada proveniente dos tratamentos de resíduos muitas vezes retorna para o início da ETA ou é lançada nos rios.

Portanto, recomenda-se um estudo mais detalhado para verificar quais compostos orgânicos estão presentes na água clarificada proveniente do tratamento de RETAs, principalmente quando há o uso de polímeros sintéticos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos Sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, p. 91, 10 de agosto de 2012.

BRASIL. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos

de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, p. 58-63, 18 de março de 2005.

BRASIL. **Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011.** 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. Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, p. 89, 16 de maio de 2011.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Publicada no Diário Oficial da União, Brasília, p. 360, 03 de outubro de 2017.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água.** 1ª Edição. São Carlos: Editora LDiBe, 540 páginas, 2012.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** 3ª Edição. São Carlos: Editora LDiBe, 1246 páginas, 2017.

LOVO, I. A. **Avaliação do adensamento por gravidade e do desaguamento por centrifugação do lodo gerado pelo tratamento de água.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental, Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2016.

REALI, M. A. P.; CORDEIRO, J. S.; PATRIZZI, L. J. **Proposição de método para ensaios de remoção de água de lodos por centrifugação.** 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

TALMAGE, W.P.; FITCH, E.B.; Determining Thickener unit areas, Ind. Eng.Chem, v.47 (1955). In: DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** 3ª Edição. São Carlos: Editora LDiBe, p. 1006-1009, 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ação antrópica 131, 139, 161, 165  
Acompanhamento 1, 2, 3, 6, 14, 15, 70, 133, 291, 294, 295, 335, 391  
Adensamento por gravidade 92, 93, 94, 95, 99, 100, 103, 104  
Água clarificada 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 127, 128, 129, 182  
Água pluvial 168, 172, 176, 247  
Água salina 118, 119  
Águas subterrâneas 50, 74, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 140, 386, 390  
Água subterrânea 37, 383, 384, 390  
Alagamento 168, 169, 170, 176, 177, 178, 179  
Análise ambiental 141  
Análise envoltória de dados 194, 196

### B

Belém do Pará 29, 30, 31  
Benchmarking métrico 194, 196  
Blumenau 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

### C

Carbono orgânico total 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 365, 369, 370, 372, 373, 375  
Coagulação 94, 98, 118, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 239, 363, 366, 369, 371, 372  
Coliformes 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 90, 131, 135, 136, 138, 139, 246, 252, 288  
Contaminação 55, 74, 75, 76, 81, 83, 84, 87, 89, 111, 232, 333, 334, 359  
Crise hídrica 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60

### D

Desaguamento por centrifugação 92, 93, 94, 96, 100, 101, 102, 103, 104  
Disponibilidade hídrica subterrânea 37, 39, 46, 48

### E

Eficiência de operadoras 194  
Enchentes 141, 146, 147, 150, 151, 152, 156, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 179

### F

Floculação 94, 118, 119, 120, 121, 123, 125, 127, 128, 129

## G

Geopolímero 180, 181, 183, 192

Geoprocessamento 141, 143, 153, 259, 261, 266, 330, 331

Gestão da demanda 51, 52, 56

Gestão da oferta 51, 52, 55, 56

## J

Jica 156, 163, 164, 165, 167

## L

Lodo de ETA 180, 192, 193

## M

Microfiltração 118, 120, 122, 127, 128, 129

## O

Obras de saneamento 25, 29

Osmose inversa 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 129

## P

Parcerias público-privadas 61, 62, 65, 71, 72, 73

Parque Lagoas do Norte 131, 132, 134

Planejamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 52, 53, 64, 73, 117, 133, 141, 143, 152, 154, 166, 167, 195, 236, 241, 256, 302, 303, 305, 310, 355, 356, 361, 391

Planejamento regional 141, 356

Plano municipal de saneamento básico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 27, 140

Potencial hídrico subterrâneo 37

PPP 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Projeção populacional 29, 30, 31, 33, 36

Projetos de saneamento 29, 31, 36

## Q

Qualidade da água 76, 91, 103, 106, 118, 119, 120, 131, 133, 134, 135, 139, 140, 216, 264, 320, 327, 330, 335, 346, 349, 353, 355, 382, 383, 384, 387

## R

Recursos hídricos 18, 20, 21, 25, 28, 37, 38, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 75, 106, 131, 132, 140, 141, 142, 152, 153, 162, 166, 167, 179, 181, 208, 218, 229, 254, 325, 327, 329, 330,

339, 340, 341, 350, 353, 355, 360, 361, 379, 382, 384, 385, 388, 389

Regulação 10, 19, 20, 22, 51, 59, 60, 63, 70, 72, 202, 313

Reserva ativa 37

Resíduos de ETA 92

Reúso 105, 106, 108, 111, 112, 116, 117, 218, 219, 220, 228, 229, 230, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389

Revisão 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 27, 52, 54, 59, 60, 156, 162, 208, 311, 314, 362

## S

Saneamento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 69, 70, 71, 72, 131, 133, 135, 140, 168, 179, 198, 208, 218, 221, 244, 311, 313, 314, 318, 321, 322, 323, 328, 330, 339, 340, 341, 350, 351, 358, 380

## T

Teto jardim 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179

Torre de resfriamento 105, 108, 111, 112, 113

## U

Ultrafiltração 105, 109, 110, 113, 114, 116, 120, 359

Urbano 76, 134, 143, 158, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 179, 181, 339, 341, 350, 351, 353, 356, 381, 391

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-694-2



9 788572 476942