



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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	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) 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 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 628.362
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: EXPERIÊNCIAS E COMPREENSÕES PARA SEU ACOMPANHAMENTO E ATUALIZAÇÃO	
Marcelo Seleme Matias	
DOI 10.22533/at.ed.9421909101	
CAPÍTULO 2	17
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909102	
CAPÍTULO 3	29
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909103	
CAPÍTULO 4	37
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909104	
CAPÍTULO 5	51
ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS PARA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ester Feche Guimarães	
Marcel Costa Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.9421909105	
CAPÍTULO 6	61
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909106	

CAPÍTULO 7	74
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909107	
CAPÍTULO 8	92
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	
DOI 10.22533/at.ed.9421909108	
CAPÍTULO 9	105
PRÉ-TRATAMENTO DE ÁGUA DE TORRE DE RESFRIAMENTO VISANDO REÚSO	
Nathalia Oliveira dos Santos Lídia Yokoyama Vanessa Reich de Oliveira Gabriel Travagini Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.9421909109	
CAPÍTULO 10	118
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091010	
CAPÍTULO 11	131
QUALIDADE DAS ÁGUAS DO PARQUE LAGOAS DO NORTE, TERESINA-PI	
Rafael Diego Barbosa Soares Carlos Ernando da Silva Ronne Wesley Lopes da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.94219091011	
CAPÍTULO 12	141
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTO AMARO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Herbert Torres Gilson Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.94219091012	

CAPÍTULO 13	156
CONTROLE DE ENCHENTES E A ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA EM BLUMENAU, SC, BRASIL	
Raphael Franco do Amaral Tafner Roberto Righi	
DOI 10.22533/at.ed.94219091013	
CAPÍTULO 14	168
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091014	
CAPÍTULO 15	180
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091015	
CAPÍTULO 16	194
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091016	
CAPÍTULO 17	203
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM EFLUENTES SIMULADOS DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	
Micheli Tutumi de Araujo Alexandre Saron	
DOI 10.22533/at.ed.94219091017	
CAPÍTULO 18	218
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091018	

CAPÍTULO 19	231
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091019	
CAPÍTULO 20	244
DESAGUAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO ESTUFA AGRÍCOLA SOBRE LEITOS DE SECAGEM	
Juliana Guasti Lozer Ricardo Franci Gonçalves Vinícius Mattos Fabris	
DOI 10.22533/at.ed.94219091020	
CAPÍTULO 21	254
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091021	
CAPÍTULO 22	267
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	
DOI 10.22533/at.ed.94219091022	
CAPÍTULO 23	276
ESTUDO COMPARATIVO DA SECAGEM NATURAL DE LODOS DE ETEs SUBMETIDOS AO PROCESSO DE CENTRIFUGAÇÃO	
Sara Rachel Orsi Moretto Walmor Cardoso Godoi Sebastião Ribeiro Junior	
DOI 10.22533/at.ed.94219091023	

CAPÍTULO 24 287

ESTUDO DA AÇÃO DE CONSÓRCIOS MICROBIANOS NA REMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS

Viviane Nascimento da Silva e Sá
Fabiana Valéria da Fonseca
Leila Yone Reznik
Tito Lívio Moitinho Alves

DOI 10.22533/at.ed.94219091024

CAPÍTULO 25 300

ESTUDO DO ACÚMULO DE NITRITO EM REATOR SEQUENCIAL EM BATELADA VISANDO A REMOÇÃO DE NITROGÊNIO PELA VIA CURTA

Ajadir Fazolo
Alisson Luiz Boeing
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates
Paulo Henrique Mazieiro Pohlmann
Rafael Coelho Ciciliato
Rafaella Oliveira Baracho

DOI 10.22533/at.ed.94219091025

CAPÍTULO 26 311

GESTÃO DE MICROPOLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS: O CASO DO RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ

Demian da Silveira Barcellos
Harry Alberto Bollmann

DOI 10.22533/at.ed.94219091026

CAPÍTULO 27 330

II-032 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO AGROPECUÁRIO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMBASA, SITUADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO

Evanildo Pereira de Lima
Helder Guimarães Aragão

DOI 10.22533/at.ed.94219091027

CAPÍTULO 28 339

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Juliana Guasti Lozer
Victor Correia Faustini
Cinthia Gabriela de Freitas Ribeiro Vieira Reis
Nadja Lima Gorza
Renata Maia das Flores

DOI 10.22533/at.ed.94219091028

CAPÍTULO 29 351

O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima
Eduardo Ueslei de Souza Siqueira
Layse de Oliveira Portéglio
Mainara Generoso Faustino

DOI 10.22533/at.ed.94219091029

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

O REÚSO DA ÁGUA DE EFLUENTE NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAPUAVA – SÃO PAULO

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP-Câmpus São Roque). São Roque – São Paulo

Eduardo Ueslei de Souza Siqueira

Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém – Pará

Layse de Oliveira Portéglio

Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém – Pará

Mainara Generoso Faustino

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP). São Paulo – São Paulo

RESUMO: A busca por alternativas sustentáveis visando a economia de água traz no reúso de efluentes tratados uma opção para minimizar problemas relacionados à escassez hídrica. Nesse contexto, a Região Metropolitana de São Paulo que apresenta características geográficas, demográficas e socioeconômicas extremamente complexas, é também grande consumidora de água, visto que concentra inúmeras indústrias e o Pólo Petroquímico de Capuava. Localizado entre o grande aglomerado urbano e industrializado de São Paulo, os municípios do Grande ABC e as áreas de preservação ambiental da represa Billings e da Serra do Mar, o Pólo tem seu abastecimento diário de água estimado em 600.000 L/s,

o que equivale ao abastecimento de um município com aproximadamente 350.000 habitantes. Devido à crescente demanda, no ano de 2008 uma parceria entre o Pólo Petroquímico, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo e a Foz do Brasil, da Organização Odebrecht, anunciaram um projeto de implantação de um Sistema de Abastecimento de Água a partir dos efluentes tratados na Estação de Tratamento de Esgotos do ABC. Este projeto tem por finalidade suprir necessidades dos processos industriais do Pólo a partir da redução no consumo de água potável pelas indústrias em um número capaz de atender a 300.000 pessoas, ao funcionar em sua capacidade máxima. Com a economia de um grande volume de água, o projeto de reúso de efluentes desponta como uma alternativa para usos que podem prescindir da água potável, garantindo o desenvolvimento industrial na região e conseqüentemente a economia de água para a população.

PALAVRAS-CHAVE: Região Metropolitana de São Paulo; Reúso; Aquapolo.

WASTEWATER REUSE AT THE CAPUAVA PETROCHEMICAL COMPLEX - SÃO PAULO

ABSTRACT: The search for sustainable alternatives aiming at saving water brings

in the reuse of treated effluents, an option to minimize problems related to water scarcity. In this context, the Metropolitan Region of São Paulo, which has extremely complex geographical, demographic and socioeconomic characteristics, is also a large consumer of water, as it concentrates countless industries and the Capuava Petrochemical Complex. Located between São Paulo's large urban and industrialized agglomeration, the municipalities of Greater ABC and the environmental preservation areas of the Billings Dam and Serra do Mar, the Complex has an estimated daily water supply of 600,000 L / s, which is equivalent to supplying a municipality with approximately 350,000 inhabitants. Due to the growing demand, in 2008 a partnership between the Petrochemical Complex, the São Paulo State Basic Sanitation Company and the Odebrecht Organization's Foz do Brasil, announced a project to implement a Water Supply System from wastewater treated at ABC's Sewage Treatment Plant. This project aims to meet the needs of the Complex's industrial processes by reducing the consumption of drinking water by industries by a number capable of serving 300,000 people, while operating at full capacity. With the saving of a large volume of water, the wastewater reuse project emerges as an alternative to uses that can do without drinking water, ensuring industrial development in the region and consequently saving water for the population.

KEYWORDS: Metropolitan Region of Sao Paulo; Reuse; Aquapolo.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural que se renova através dos processos físicos do ciclo hidrológico. Presente em toda a natureza é ainda parte integrante dos seres vivos, sendo essencial à vida. Sua escassez em determinadas regiões, ocorre principalmente devido às condições climáticas e por conta do desenvolvimento acelerado em áreas urbanas. A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) insere-se nesse contexto, pois apresenta características geográficas, demográficas e socioeconômicas extremamente complexas (SABESP, 2013). Considerando tais fatores, faz-se necessário a busca por alternativas sustentáveis que visem à economia de água, como é o caso do uso de água de efluentes tratados em estações de tratamento de esgotos.

O reúso da água de efluente vem como uma alternativa, pois, ele visa contribuir na minimização de problemas relacionados à escassez de água para as finalidades que podem prescindir da água potável, tendo como consequência um volume muito grande deste recurso economizado. Visto que hoje é possível se reduzir os poluentes a níveis aceitáveis, tornando a água apropriada para usos específicos através de operações e processos de tratamento.

Localizada próxima às cabeceiras do rio Tietê e seus formadores, além da necessidade de importação de água bruta de outras bacias, a RMSP convive com dois problemas extremos: um associado às vazões de pequena magnitude e consequente

baixa capacidade de diluição de cargas poluidoras de seus principais corpos d'água, e, outro, enfrentado anualmente nos períodos de verão, quando alguns municípios, inclusive o de São Paulo, vivem seríssimos problemas de inundação devido à baixa capacidade de escoamento de seus rios e a elevação do nível do rio Tietê (SABESP, 2013).

Na RMSP, na bacia do Alto Tietê (BAT), parte expressiva do uso da água é destinada ao uso industrial, conforme informações do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (2009). A indústria utiliza água em seus processos seja para resfriamento, aquecimento, solubilização, limpeza, geração de energia (elétrica, térmica, química). Para cada aplicação a qualidade da água deve apresentar padrões de qualidade que atendam ao processo, na qual será aplicada. Todos esses processos geram resíduos que, quando dispostos de forma inadequada, podem causar impactos na qualidade dos solos, aquíferos e rios. Para evitar a poluição dos corpos d'água receptores, as indústrias possuem sistemas de tratamento, capazes de controlar a concentração de alguns poluentes e atender as exigências estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução CONAMA nº 430/2011. Estes tratamentos são implantados para que o descarte dos efluentes não altere a qualidade da água no meio receptor (SANTOS, 2014).

Diante do quadro de escassez dos recursos hídricos, através articulações de grupos e instituições na região e do novo marco legal das Leis de nº 7.663/91 e 9.443/97 os efluentes domésticos passaram a ser considerados como recursos hídricos, abrindo possibilidade de uso pelo Pólo Petroquímico (PALLEROSI, 2010).

O Pólo Petroquímico está localizado entre o grande aglomerado urbano e industrializado da cidade de São Paulo, os municípios do Grande ABC e as áreas de preservação ambiental da represa *Billings* e da Serra do Mar (PALLEROSI & KERBAUY, 2010). Seu abastecimento era feito inicialmente por meio da captação de água no rio Tamanduateí, através de seu afluente, o córrego dos Meninos. Mas, devido o quadro de deterioração que o rio sofreu ao longo da década de 80, a captação de água do rio Tamanduateí para abastecimento do Pólo tornou-se encarecida e de qualidade ruim, provocando até corrosão nos maquinários industriais (PALLEROSI & KERBAUY, 2010).

No ano de 2008 uma parceria entre a Sabesp e a empresa Odebrecht Ambiental, possibilitou a criação de um projeto visando produzir água de reúso para as empresas do Pólo Petroquímico de Capuava através de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), denominada Aquapolo Ambiental. A iniciativa permite substituir a água consumida pelas indústrias do Pólo, por água obtida a partir do tratamento de esgotos, liberando volume suficiente para abastecer 300.000 pessoas (SCOPINHO, 2013). O projeto tem como objetivo transformar o esgoto, previamente tratado na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do ABC, em água adequada para o uso industrial.

Na ETE-ABC tem-se o principal fornecimento de água de reúso ao Pólo

Petroquímico de Capuava, que opera uma vazão inicial de 600 L/s, podendo ser expandida para 1.000 L/s. Essa água é utilizada em torres de resfriamento e sistemas de geração de vapor das empresas pertencentes ao Pólo. Sua operação foi iniciada em novembro de 2012, o investimento foi da ordem de R\$364 milhões. As intervenções incluíram, além da construção de uma estação de água de reúso para fins industriais, a implantação de 17 km de adutora – que atravessam os municípios de São Paulo, São Caetano do Sul, Santo André e Mauá – e 3,6 km de redes de distribuição, opera atualmente fornecendo aproximadamente 400 L/s para dez plantas industriais situadas dentro do Pólo: Braskem(4), Cabot, Oxicap, Oxiteno (2) e White Martins (2) (SABESP, 2013).

A estrutura que produz a água de reúso foi erguida dentro da ETE-ABC, localizada na divisa de São Paulo com São Caetano do Sul. O efluente da estação, que antes era lançado nos corpos d'água, agora é matéria-prima para a produção da água de reúso. Além disso, atende a todos os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 e da Resolução nº 430/2011 do Ministério do Meio Ambiente enquadrando-se em todos os padrões de qualidade para lançamento em rios e/ou córregos (SABESP, 2013).

Para fazer frente à situação de escassez hídrica presente na RMSP, o reúso de água, especialmente o reúso de efluentes gerados a partir do tratamento de esgotos, desponta como uma alternativa. O favorecimento de técnicas que tragam maior economia e eficiência no uso dos recursos naturais traz grandes benefícios ambientais à região. Neste sentido, a água de reúso do Aquapolo tem ajudado a não deixar faltar água tanto para a população, quanto para o desenvolvimento industrial da RMSP.

2 | REÚSO E SUA IMPORTÂNCIA

O reaproveitamento ou reúso da água pode ser definido como o uso de água previamente utilizada para uma determinada função, mesmo que sua qualidade tenha sido alterada durante o primeiro uso; o reaproveitamento é feito antes que essa água seja despejada na rede de coleta de esgoto (LAVRADOR, 1987 *apud* SILVA, 2003; MANCUSO & SANTOS, 2003).

Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrentes de ações planejadas ou não.

- Reúso Indireto: ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada em águas superficiais e utilizada novamente à jusante;
- Reúso Direto: uso planejado de esgotos tratados para certas finalidades como uso industrial, irrigação, recarga de aquíferos, etc.

Segundo Ozório, (2014) o reúso de água para qualquer fim, deve satisfazer condições e requisitos de qualidade específicos para uma finalidade (ou um conjunto

de finalidades). Logo, torna-se fundamental o conhecimento das características físicas, químicas e biológicas da água residuária que se pretende recuperar.

A qualidade da água requerida e o objeto específico do reúso definirão os níveis de tratamento adequados, além de critérios de segurança a serem seguidos e os custos vinculados, operação e manutenção associados. Fatores locais como aspectos políticos, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais, são essenciais para verificar as possibilidades e as formas potenciais de reúso (HESPANHOL, 2002).

No Brasil, a aplicação de práticas de uso e reúso de água é feita, mais especificamente, nas áreas industriais e de irrigação. O reúso de água na indústria muitas vezes está associado a iniciativas isoladas, sendo a maioria no setor privado. O uso industrial da água tem diversas finalidades, como matéria-prima, sistema de refrigeração, limpeza e lavagem de pátios e jardins, consumo humano e higiene pessoal, entre outras aplicações. O acelerado crescimento econômico associado à ausência de alternativas sustentáveis, bem como a exploração de recursos naturais fizeram com que este assunto adquirisse interesse público e, conseqüentemente, desencadeou iniciativas políticas e econômicas (TELLES et al., 2010).

De acordo com Scopinho, (2013) com a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, a água foi dotada de valor econômico, instituindo-se a cobrança pelo seu uso com vistas à utilização racional dos recursos hídricos. Com a ideia de uso racional, o reúso de água ganhou impulso, se mostrando como uma das formas de utilização racional dos recursos hídricos, podendo ser considerado um dos instrumentos para atingir o objetivo da Política Nacional, que é a garantia da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, à atual e às futuras gerações.

No Brasil, a norma técnica brasileira NBR 13.969 de 1997 foi o primeiro regulamento que discutiu o reúso de água no Brasil, sendo tratado como uma opção à destinação de esgotos de origem doméstica ou com características similares. A norma também trata do planejamento do sistema de reúso, salientando que o reúso local de esgoto deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo de implantação e de operação, definindo os seguintes itens:

- Usos previstos para o esgoto tratado;
- Volume de esgoto a ser utilizado;
- Grau de tratamento necessário;
- Sistema de reservação e de distribuição; e,
- Manual de operação e treinamento dos responsáveis.

2.1 Reúso da água região metropolitana de São Paulo – pólo petroquímico de Capuava

Segundo a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA (Emplasa) que é a responsável pelo planejamento regional e metropolitano do Estado de São Paulo. A Região Metropolitana da Grande São Paulo foi criada pela Lei Complementar Federal nº 14, de 8 de junho de 1973. Em maio de 1974, a Lei Complementar Estadual nº 94 institucionalizou a RMSP, através do Decreto Estadual nº 6.111, de 5 de maio de 1975. Em 2011, a Lei Complementar Estadual nº 1.139, de 16 de junho reorganizou a então denominada RMSP como unidade regional do território estadual, nos termos do artigo 25, § 3º, da Constituição Federal e dos artigos 152 a 158 da Constituição Estadual, alterando sua denominação para RMSP.

Formada por conurbação contínua e orgânica de áreas municipais, a RMSP concentra 39 municípios, agrupados em cinco sub-regiões, conforme a Figura 1. É o maior Pólo de riqueza nacional, seu Produto Interno Bruto (PIB) corresponde a cerca de 18% do total brasileiro e a mais da metade do PIB paulista (55,47%). Vivem nesse território quase 50% da população estadual, chegando a 22 milhões de habitantes, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2015. A metrópole centraliza importantes complexos industriais (São Paulo, ABC, Guarulhos e Osasco), comerciais e, principalmente, financeiros (Bolsa de Valores), que controlam as atividades econômicas no país.

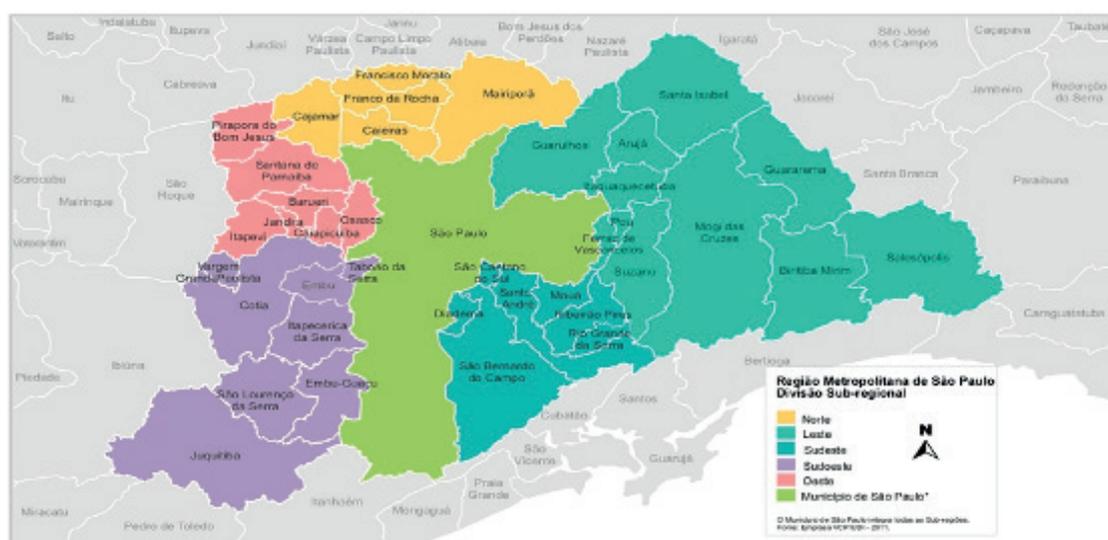


Figura 1: Região Metropolitana de São Paulo. Fonte: Emplasa (2017).

ARMSP apresenta características geográficas, demográficas e socioeconômicas extremamente complexas. A expansão urbano-industrial iniciada nos anos 1970 foi sendo intensificada, tornando elevadíssimo tanto o grau de urbanização como o de impermeabilização do solo, dificultando a recarga do lençol freático, ocasionando na época de estiagem, uma redução brusca das vazões de água dos mananciais

localizados nessa região (Sabesp, 2013).

O Grande ABC foi o berço da indústria petroquímica brasileira, a partir de 1954, quando a Petrobrás instalou uma unidade de refino de petróleo em Capuava. Em 1972, a primeira central petroquímica iniciou sua produção, marcando o início da consolidação do setor na região. Foi viabilizado via capital privado de um grupo empresarial de São Paulo (grupo União) com parceria do governo e capital estrangeiro, modelo que ficou conhecido como “modelo Tripartite”. O capital estatal foi representado pela Petroquisa, subsidiária da Petrobras para o setor petroquímico. O capital estrangeiro foi importante para agregar tecnologia. Hoje é composto por indústrias que produzem petroquímicos para a fabricação de resinas termoplásticas, borrachas, tintas, entre outros. A central petroquímica possui capacidade de produção de 700.000 toneladas de eteno. Atualmente o Pólo Petroquímico do Grande ABC (Figura 2) é formado por cerca de 14 empresas de primeira e segunda geração que alimentam centenas de indústrias químicas e plásticas espalhadas por toda a região.



Figura 2: Pólo Petroquímico de Capuava. Fonte: Fiesp (2015).

3 | PROJETO AQUAPOLO

Em 2008 a Sabesp e a Odebrecht Ambiental em parceria criaram o projeto Aquapolo para produzir água de reúso para as empresas do Pólo Petroquímico de Capuava. O projeto tem como objetivo transformar o esgoto, previamente tratado na ETE-ABC, em água adequada para o uso industrial. É considerado o 5º maior empreendimento de recuperação de água para fins industriais do mundo, tendo como insumo esgoto tratado (ODEBRECHT, 2010).

A Aquapolo Ambiental é uma empresa de propósito específico que tem como acionistas a Foz do Brasil, empresa de soluções ambientais da Odebrecht, com

51% das ações, e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, a Sabesp, com 49% das ações. O investimento total para a construção da Estação Produtora de Água Industrial foi de R\$ 364 milhões, dos quais 90% (R\$ 327,6 milhões) são provenientes de um financiamento junto à Caixa Econômica Federal. Os outros 10%, R\$ 36,4 milhões, foram de responsabilidade dos sócios na proporção das ações. A construção da Estação Produtora de Água Industrial ficou a cargo da Odebrecht Infraestrutura, que utilizou uma área de 15 mil m² do terreno da ETE-ABC, de propriedade da Sabesp. A empresa também foi responsável pela construção da adutora encarregada de transportar a água do Aquapolo para o Pólo Petroquímico de Capuava, instalada ao longo de 17 km pela Avenida dos Estados, entre os municípios de Santo André, São Caetano do Sul e Mauá (CARVALHO, 2017).

Abastecendo cinco indústrias do Pólo Petroquímico que são: Braskem, Cabot, Oxiteno, Oxicap, Withe Martins, em 2015 o Aquapolo (Figura 3) ampliou sua atuação para fora do Pólo e passou a atender empresas da região, Bridgestone e Paranapanema, totalizando sete clientes, que deixaram de utilizar água potável em seus processos produtivos, contribuindo para a disponibilidade hídrica do ABC.



Figura 3: Aquapolo Ambiental. Fonte: Aquapolo (2017).

A condução da água de reúso para o Pólo Petroquímico demandou a construção de uma adutora de aço com cerca de 17 km de extensão, que passa pelos municípios de São Caetano do Sul e Santo André até chegar ao Pólo petroquímico em Mauá (SILVA, 2012).

3.2 Etapas pré - aquapolo na ETE ABC

Para chegar até o tratamento no Aquapolo, o esgoto da região metropolitana do ABC passa por um tratamento prévio na Sabesp em três etapas:

- **Tratamento preliminar:** são removidos grãos de areia e sólidos grosseiros maiores que 1 cm.

- **Tratamento primário:** esgoto flui vagarosamente por um tanque de decantação, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior que a do líquido circundante, sedimentam gradualmente no fundo.
- **Tratamento secundário (biológico):** nos efluentes passam por tanques de aeração onde os micro-organismos presentes no esgoto vão remover parte da matéria orgânica dos efluentes, que posteriormente irão para novos tanques de decantação, de onde serão enviados parte para o Córrego dos Meninos e parte para o tratamento terciário do Aquapolo.

3.3 Etapas da produção de água de reúso

- **Etapa 1:** O esgoto recebido é bombeado por uma estação elevatória de baixa carga até o filtro-disco. Ele é transportado pela tubulação verde e filtrado por uma espinha com filtro-disco empilhados, de forma a não permitir a passagem de partículas maiores que 400 micron. O sólido é coletado pela tubulação marrom e enviado à Sabesp para tratamento do lodo. O efluente filtrado segue pela tubulação para a segunda etapa.
- **Etapa 2:** Depois de filtrado pelos discos, o esgoto vai para o tanque de tratamento biológico, onde recebe a adição de soda cáustica para o controle de pH, que deve ficar entre 6,5 e 7,5, permitindo que a ação biológica aconteça e para que ocorra a remoção de nitrito e nitrato.
- **Etapa 3:** Depois de passar pelo tratamento biológico, o esgoto é enviado para tanques de ultrafiltração. Cada tanque possui oito conjuntos de membranas de polissulfona, com produção de até 30 L/s de água cada. As membranas ficam em suspensão dentro do tanque e possuem poros que impedem a passagem de sólidos e bactérias superiores a 0,05 micron. A água é aerada para limpar os poros das membranas que, quando não estão em funcionamento, permanecem mergulhadas nos tanques, dessa vez na água de reúso já produzida acrescida de hipoclorito, para que não ressequem. A água filtrada entra pelos tubos das membranas e, caso tenha condutividade inferior a 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$, é fornecida diretamente para o uso industrial, sendo transportada por uma tubulação de aço. O lodo retido pela membrana volta para a etapa anterior para ajudar na biodegradação da matéria orgânica do esgoto e permanece nesse ciclo de ida e volta por 35 dias, conhecidos como “idade do lodo”. Após esse período, ele é encaminhado para a Sabesp para tratamento e posterior descarte em aterro sanitário.
- **Etapa 4:** Se a condutividade for superior a 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a água ultrafiltrada passa pela etapa de osmose reversa, para a remoção de sais, que são partículas menores que 0,05 micron. São 18 tanques semelhantes a pilhas com membranas internas ultrafinas, que são enroladas em espiral. A água filtrada no processo de osmose reversa é, então, encaminhada por uma tubulação de aço, para outro reservatório com volume de 35.000 m^3 . Tanto na entrada do reservatório, quanto na saída para o cliente, é adicionada uma solução de dióxido de cloro à água produzida, a fim de evitar uma possível contaminação da água ao longo dos 17 km da adutora. Depois de produzida, a água de reúso passa por uma Estação Elevatória de Alta Carga, que possui três bombas responsáveis por bombear a água pelos 17 km da adutora.

As etapas de produção de água no Aquapolo são apresentadas em quatro

etapas, conforme a Figura 4.



Figura 4: Etapas de produção de água no Aquapolo. Fonte: Aqualopo (2017).

4 | BENEFÍCIOS DO REÚSO PARA AS INDÚSTRIAS DO PÓLO PETROQUÍMICO DO ABC

A RMSP é uma área de baixa disponibilidade hídrica, semelhante à do semiárido brasileiro, e o Aquapolo ajuda a não deixar faltar água tanto para a população, quanto para o desenvolvimento industrial dessa região. Além disso, o Aquapolo funcionando em sua capacidade máxima é possível reduzir o consumo de água potável pelas indústrias em um número capaz de atender a 300 mil pessoas (SABESP, 2013).

Para as indústrias do Pólo a água de reúso tem diversos fins, como: geração de energia, resfriamento de equipamentos, limpeza de ruas e praças, entre outros projetos industriais. Além de economia dos recursos hídricos, reutilizar a água também resulta na preservação do meio ambiente, uma vez que cada litro de água reaproveitado corresponde a um litro de água disponível para o abastecimento público, ajudando prefeituras, o comércio e indústrias a reduzirem seus custos.

De acordo com Antônio Emílio Meireles, diretor industrial da Braskem, principal cliente da Aquapolo, a empresa deixou de consumir água captada do Rio Tamandateí - fonte de cerca de 70% do seu consumo antes do Aquapolo - e água potável da Sabesp - 30% do consumo. Além disso, a água de reúso trouxe outras vantagens para a empresa, que proporciona a redução da manutenção para limpeza e a substituição de equipamentos de resfriamento, além da redução de custos com produtos químicos usados para tratamento da água para a geração de vapor.

5 | CONCLUSÃO

Devido ao cenário vivido na RMSP o reúso de água revela-se como importante instrumento para lidar com problemática hídrica nesta região. Considerando que nem toda a água distribuída na região é utilizada para fins potáveis e que na região há uma elevada geração de esgotos, a prática de reúso pode ser considerada uma opção estratégica tanto para o abastecimento do Pólo Petroquímico de Capuava, quanto para aumentar a disponibilidade hídrica da região em questão. Além disso, o reúso tem como consequência a redução do despejo de efluentes nas águas dos rios e aquíferos, reduzindo com isso, os impactos ambientais. Nesse contexto, o reúso implica em diminuição de custos, principalmente se for considerado em associações com novos projetos de sistemas de tratamento, uma vez que os padrões de qualidade de efluentes, necessários para diversos tipos de uso, são menos restritivos do que os necessários para proteção ambiental. Dessa forma, as medidas com o reúso da água devem ser incentivadas, visando sempre o bem-estar da população, a preservação do meio ambiente e a adaptação a uma realidade existente na região de estudo. Observados os cuidados necessários e vencidas as resistências de natureza cultural, o reúso apresenta-se como uma solução sanitariamente segura, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

REFERÊNCIAS

AQUAPOLO. **Conhecendo o processo**. Disponível em: <<http://www.aquapolo.com.br>>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

CARVALHO, C. **Revista Infraestrutura Urbana: projetos, custos e construções**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/23/artigo276272-1.aspx>>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. **Plano de bacia hidrográfica do Alto Tietê**. São Paulo: Fundação de apoio à Universidade de São Paulo (FUSP), 2009.

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano AS. Disponível em: <https://www.emplasa.sp.gov.br>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

HESPAÑHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos**. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. São Paulo, v.7, n. 4, p. 75-95, 2002.

MANCUSO, P. C.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. 1.ed. Barueri.SP: Manole. 2003.

ODEBRECHT. **Foz do Brasil e Sabesp desenvolvem o maior projeto de água de reúso do Hemisfério Sul**. Odebrecht, São Paulo, 02 junho 2010. Disponível em: <<http://www.odebrecht.com/sala-imprensa/press-releases?id=14273>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

OZÓRIO, R. C. F. **Estudo do potencial reúso industrial de água não potável a partir de efluentes domésticos tratados**. Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2014.

PALLEROSI, G. G.; KERBAUY, M. T. M. **O Reuso de Água no Pólo Petroquímico do ABC Paulista e o Paradigma das Tecnologias Ambientais**. V Encontro Nacional da Anppas. Florianópolis/ SC, 2010.

SABESP. **Termo de Referência para Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP**, 2013.

SANTOS, A. B. **Reúso de efluentes no processo industrial de siderurgia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratingueta, 2014.

SCOPINHO, E. S. **Reúso de Água na Região Metropolitana de São Paulo: aspectos jurídicos de os caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Dissertação de Mestrado. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2013.

SILVA, F. G. **Projeto Aquapolo Ambiental**. Apresentação oral. Trabalho apresentado no 1º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REÚSO DE ÁGUA SIMPÓSIO, ABES-PR, Curitiba, 2012.

TELLES, D. A. COSTA, R. H. NUVOLARI, A. TEIXEIRA, E. P. RIBEIRO, F. M. NASCIMENTO, J. E. STANGE, K. BASSOI, L. J. SOUZA, M. O. PAULA, P. N. BRESAOLA JR, R. CARRARA, S. M. **Reuso de água: conceitos, teorias e práticas**. 2.ed. São Paulo.SP: Blucher. 2010.

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