

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 3**



Atena
Editora
Ano 2019

Helenton Carlos da Silva

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

3

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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.^a Dr.^a 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 50 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

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

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

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ildéana Machado de Carvalho Ildéane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

CAPÍTULO 6	39
DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO	
<p>Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927096	
CAPÍTULO 7	51
ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
<p>Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927097	
CAPÍTULO 8	61
ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARÍETE	
<p>Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927098	
CAPÍTULO 9	68
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS	
<p>Clélio Rodrigo Paiva Rafael Larissa Janyele Cunha Miranda Rokátia Lorrany Nogueira Marinho Renata de Oliveira Marinho Antonio Ferreira Neto Mônica Monalisa Souza Valdevino Lígia Raquel Rodrigues Santos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927099	
CAPÍTULO 10	77
ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG	
<p>Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado</p>	
DOI 10.22533/at.ed.67619270910	
CAPÍTULO 11	89
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
<p>Giancarlo Lastoria</p>	

Guilherme Henrique Cavazzana
Andresa Oliva
Sandra Garcia Gabas
Chang Hung Kiang

DOI 10.22533/at.ed.67619270911

CAPÍTULO 12 96

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira
Thais Luiza dos Santos
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.67619270912

CAPÍTULO 13 107

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,
RESENDE/RJ

Angel Loo
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270913

CAPÍTULO 14 120

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva
Lucas Araújo Rodrigues da Silva
Thiago Alberto da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67619270914

CAPÍTULO 15 127

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar
Edson Paulino de Alcântara
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves
Sávio de Brito Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.67619270915

CAPÍTULO 16 139

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro
Erik Sartori Jeunon Gontijo
Igor Santos Silva
Carlos Alexandre Borges Garcia
José do Patrocínio Hora Alves

DOI 10.22533/at.ed.67619270916

CAPÍTULO 17	150
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker	
Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco	
Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira	
Osvaldo Moura Rezende	
Ana Caroline Pitzer Jacob	
Matheus Martins De Sousa	
Luiza Batista De França Ribeiro	
Paulo Canedo de Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese	
Vinícius Rocha Leite	
Gabriel Adão Zechini da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira	
Daniela Maimoni de Figueiredo	
Simoni Maria Loverde Oliveira	
Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Daniel Kiyomasa Nakadomari

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Deividi Lucas Paviani

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Osmar Amaro Rosado

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

William Freitas Petrangelo

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Camila Brandão Nogueira Borges

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Camila Fernanda de Paula Oliveira

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Paulo Sergio Germano Carvalho

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
Campus Villa Lobos
São Paulo, SP

Daniel Lyra Rodrigues

Instituto de Energia e Ambiente da Universidade
de São Paulo
São Paulo, SP

RESUMO: Este artigo apresenta um projeto de sistema de reúso de águas cinza para fins não potáveis, sendo a escolha e desenvolvimento feito da maneira mais adequada para o uso do sistema em instalações residenciais. O projeto faz uso de membrana filtrante e contempla definições de instalação, pontos de coleta e de reuso, bem como as respectivas quantidades, tanques reservatórios e cisternas necessárias. Para ilustrar a viabilidade econômica, foram realizadas distintas análises de cenários possíveis com o retorno de investimento em prazos significativos para completo pagamento do investimento. E sobre a viabilidade técnica, todo o projeto foi elaborado de forma a ser uma instalação simplificada com quase todos os itens de fornecimento disponíveis em mercado nacional. O estudo realizado retrata condições climáticas e de mercado da capital do estado de São Paulo dos anos de 2014 e 2015, pertinentes a uma década de crise nos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: MBR. Água de reuso. Biorreatores com membrana submersa.

PROJECT OF GRAY WATER REUSE SYSTEM IN A RESIDENTIAL BUILDING FOR NON-POTABLE PURPOSES

ABSTRACT: This article presents a project of gray water reuse system for non-potable purposes, where technology selection and development are done focusing residential installations. The project makes use of membrane filter and

includes installation settings of water collection and reuse, including necessary water volumes, tanks and cistern. In order to show evidences of economic viability, different analyzes of possible scenarios were performed, including return of investment in time. About the technical viability, the whole project was designed in order to be a simplified installation with almost all supply items available in the domestic market. The study demonstrates climate and market conditions in the capital of São Paulo State in 2014 and 2015, related to a decade of crisis in water supply.

KEYWORDS: MBR. Water reuse. Bioreactors with submersed membrane

1 | INTRODUÇÃO

Com a recente crise no fornecimento de água que atingiu algumas regiões do Brasil, o alto consumo e falta de chuva fizeram com que os reservatórios chegassem a níveis críticos. A busca por medidas e alternativas que supram a falta do abastecimento de água e evitem uma escassez hídrica, aumenta a cada dia.

Em residências, comércios, indústrias, e setores de agronegócios, a falta d'água causa um grande transtorno social e econômico. Tendo em vista esta situação, foi elaborado neste estudo um projeto de Sistema de Reúso de Água (desde sua captação até sua utilização), onde fora analisada a viabilidade econômica da instalação de um Sistema de Reúso de água em um condomínio de edifício residencial no Município de São Paulo, levantando-se os custos dos materiais, despesa com água, esgoto e energia, propondo distintos cenários para análise do tempo de retorno de investimento e validação do uso de sistemas como este apresentado para novos empreendimentos.

A opção por este tema está pautada na escassez hídrica que aconteceu no estado de São Paulo. Este problema ocasionou o aumento da consciência ecológica, levando a uma reeducação no uso dos recursos hídricos por boa parte da população.

O Brasil já dispõe da tecnologia necessária para adotar o reúso da água, faz-se necessário elaborar um estudo para a verificação da viabilidade destes projetos.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho usou como metodologia a revisão bibliográfica, descrição de técnicas de reúso e a elaboração de um estudo de caso com a análise do retorno de investimento para averiguar a viabilidade econômica do projeto, considerando todo o investimento do sistema, despesas com água e esgoto de acordo com a tarifa da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), e consumo de energia para completa avaliação da utilização deste projeto para reúso de água cinza em condomínio residencial.

Analisou-se a viabilidade técnica/econômica da adoção do sistema de Biorreatores com Membranas Submersas (MBRs) para um prédio residencial, de apenas uma torre, localizado no bairro da Casa Verde, zona norte de São Paulo. A

torre possui 18 andares e 04 apartamentos por andar, sendo cada apartamento de 82 m² é composto por dois dormitórios, uma suíte, um lavabo, uma cozinha e uma sala. Para tanto a referida técnica foi comparada com o custo da aquisição de água em rede pública e a compra de caminhão pipa.

Vale salientar que a região metropolitana de São Paulo, na data base do estudo, passava por um momento de grande escassez hídrica.

3 | TÉCNICAS DE REÚSO

Entre as técnicas de uso racional dos recursos hídricos, está o reúso da água, que consiste em um sistema de tratamento de águas cinza, que são águas provenientes de edificações residenciais sem tratamento e sem contato com o vaso sanitário. A determinação da técnica a ser utilizada é de extrema importância para o sucesso do sistema de tratamento como um todo, depende da qualidade de efluente de coletado e do uso final, por isso deve ser feita de forma criteriosa (MAY, 2008).

3.1 Filtração em Membranas

Filtração por membranas é um método eficiente para a remoção de poluentes químicos tradicionais e emergentes, incluindo os de baixa massa molecular como os disruptores endócrinos e organismos patogênicos (HESPANHOL, 2014).

A membrana é uma barreira capaz de separar duas fases, restringindo total ou parcialmente o transporte de massas presentes nessas fases (KELLNER, 2014), como demonstra figura 1.

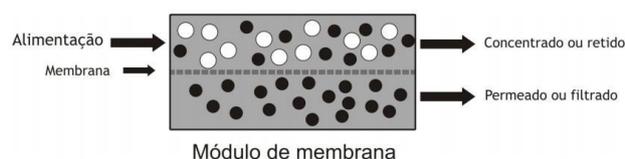


Figura 1 - Representação do processo de separação por membranas (PETRUS, 2008).

3.2 Biorreatores com Membranas Submersas (MBRs)

O sistema de MBRs, como demonstra a figura 2, consiste em um processo de separação por membranas de microfiltração (MF) ou ultrafiltração (UF). Esse sistema vem crescendo rapidamente nos últimos 15 anos, devido ao fato de que os efluentes tratados pelas MBRs são de altíssima qualidade, a área de instalação é menor comparada ao sistema de lodo ativado e há redução do custo de investimento devido aos avanços tecnológicos ligados ao sistema e os problemas de escassez de água nos grandes centros urbanos (SUBTIL; HESPANHOL & MIERZWA, 2013).

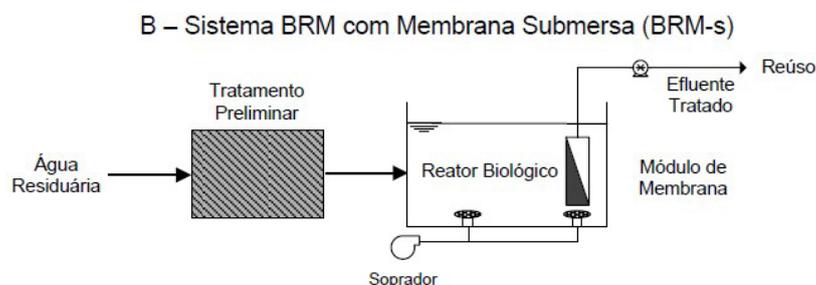


Figura 2 – Principais configurações do sistema de Biorreatores com membranas (SUBTIL *et al.*, 2013).

No Brasil ainda existe uma relutância na utilização dos MBRs pois os equipamentos (cassete) não são fabricados em território nacional, falta mão de obra especializada para operar o sistema de tratamento e falta de padronização dos produtos de membranas para o sistema MBRs que não permite a intercambialidade. Outro problema é a falta de incentivo público para o desenvolvimento de sistemas avançados de tratamento (SUBTIL *et al.*, 2013).

Os principais motivos favoráveis à escolha do modelo MBRs para o desenvolvimento do presente estudo são: a área reduzida de instalação, sem necessidade de haver um decantador secundário e a alta qualidade do permeado.

4 | ESTUDO DE CASO

Para que fosse possível averiguar o custo total do projeto foram apresentados os dados, já calculados, de fornecimento de água no cavalete, bombas para recalque, reservatórios e outros periféricos, além de todos os materiais e equipamentos necessários, tornando possível estimar o tempo de retorno do investimento com referência ao ano de 2015.

4.1 Descrição do empreendimento

Para toda a análise de viabilidade econômica, foi considerado um prédio residencial, no caso, apenas uma torre, localizado no bairro da Casa Verde, zona norte de São Paulo. A torre possui 18 andares e 04 apartamentos por andar, sendo que cada apartamento de 82 m² é composto por dois dormitórios, uma suíte, um lavabo, uma cozinha e uma sala.

4.2 Dados do projeto

Baseado em Braga (2009), foram determinados dados como estimativa de consumo de água, vazões de águas cinzas e volume de água de reúso utilizada para o dimensionamento do projeto. Esses valores foram aplicados como referência para a determinação do conjunto hidráulico do edifício. A tabela 1 demonstra esses dados de entrada do projeto.

Dados de entrada do projeto	Valor
Estimativa de fornecimento de água potável para o prédio	4,36 m ³ /h
Estimativa do consumo de água potável (Cd)	72.000 l/dia
Estimativa de vazão de esgoto total (Qm)	57.600 l/dia
Vazão de água cinza a ser tratada (Qm cinza)	17.856 l/dia
Volume de água de reúso utilizada nos vasos sanitários (Q vaso)	17.280 l/dia
Volume de água de reúso utilizada nos jardins (Q jardim)	379,2 l/dia
Vol. de água de reúso utilizada na limpeza de áreas comuns (Q limpeza)	2.274 l/lavagem
Volume total de água de reúso utilizada no prédio	19.933 l/dia

Tabela 1 – Dados de entrada do projeto.

O sistema hidráulico, ilustrado na figura 3, é dividido em dois: sistema de alimentação principal e sistema de alimentação do tanque de tratamento. O sistema de alimentação principal é responsável pelo direcionamento da água de reúso tratada (TQ-2) para os reservatórios (TQ-3 e TQ-4), e conseqüentemente aos pontos de utilização. As tabelas 2 e 3 demonstram os dados técnicos do sistema de alimentação principal e da bomba de sucção e recalque (BB-03).

Dados do sistema de alimentação principal	Valores
Reservatório de água de reúso tratada	30.000 L
Diâmetro da tubulação de recalque (Drec)	Ø32mm
Diâmetro da tubulação de sucção (Dsuc)	Ø40mm
Altura manométrica de recalque com a perda de carga (H_{man}^{rec})	51,4 m.c.a
Altura manométrica de sucção com a perda de carga (H_{man}^{suc})	0,73 m.c.a
Comprimento total da tubulação de recalque com as singularidades	60,5 m
Comprimento total da tubulação de sucção com as singularidades	22,2 m

Tabela 2 – Sistema de alimentação principal

Dados da Bomba de sucção e recalque do sistema principal – BB-03 ¹	Valores
Vazão requerida (Qreq)	4,975 m ³ /h
Rotação específica (nq)	6,7 rpm
Potência da Bomba	4 CV

Tabela 3 – Bomba do sistema de alimentação principal

O sistema de alimentação do tanque de tratamento coleta a água de reúso a ser tratada (TQ-1), envia para o tanque de tratamento do MBR (TQ-2). As tabelas 4 e 5 demonstram os dados técnicos do sistema de alimentação do tanque de tratamento e sua bomba submersível.

Dados do sistema de alimentação do tanque de tratamento	Valores
Reservatório séptico - Tanque de alimentação do sistema	20.000 L
Diâmetro da tubulação de recalque (Drec)	Ø20 mm
Altura manométrica de recalque com a perda de carga (H_{man}^{rec})	8,3 m.c.a
Comprimento total da tubulação de recalque com as singularidades	7,7 m

Tabela 4 – Sistema de alimentação do tanque de tratamento

Dados da Bomba submersível de recalque - sistema de tratamento – BB-01 ¹	Valores
Vazão requerida (Q_{req})	4,45 m ³ /h
Rotação específica (n_q)	12,6 rpm
Potência da Bomba	1,5 CV

Tabela 5 – Bomba submersível de recalque do sistema de tratamento

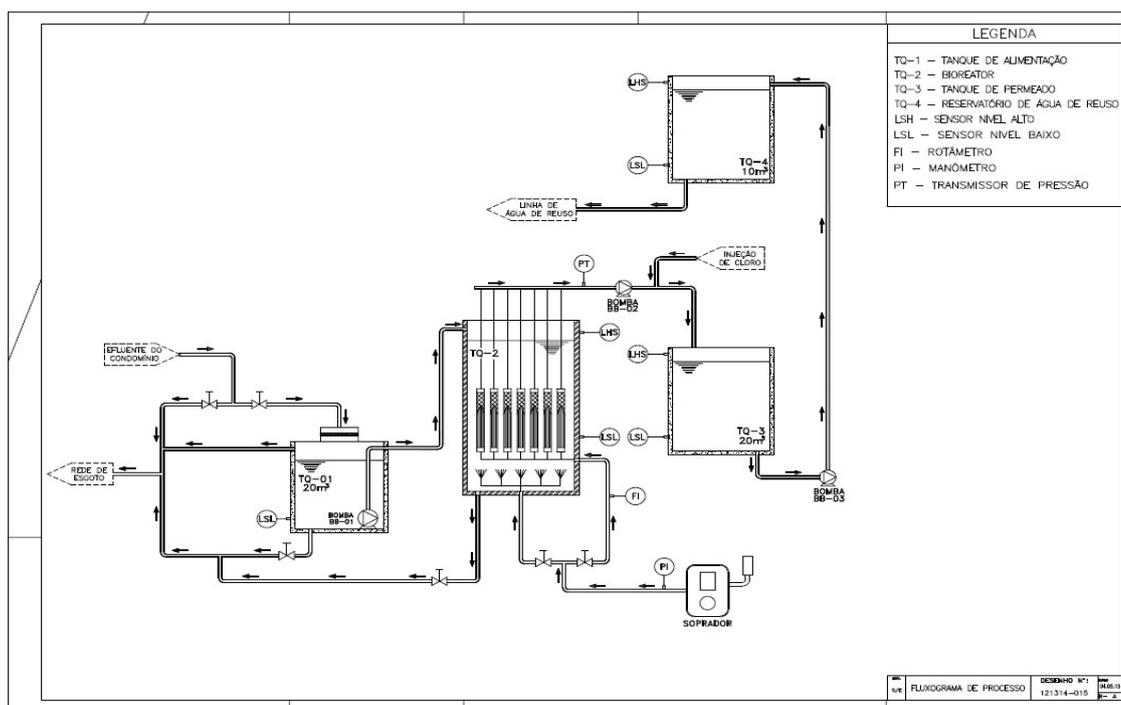


Figura 3 – Fluxograma de Processo

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para averiguar a economia realizada e a viabilidade do investimento, foram avaliados diferentes cenários de consumo, segundo os custos apresentados no quadro 1, os investimentos foram apresentados no quadro 2 para gastos com energia elétrica e por fim, quadro 3 fez-se um comparativo da tabela de tarifas praticadas pela SABESP, vigente até 03/06/2015.

Descrição	Qtde.	Total c/ impostos
Rotâmetro 4T71407X12 2 NPTF ASTM A126	1	R\$ 1.989,00
Válvula de Retenção	2	R\$ 250,00
Válvula de Esfera	6	R\$ 684,00
Sensor de pressão - PA-2,5-RBR14-A-ZVG/US/ /V	1	R\$ 1.162,72
Compressor Radial CRE 0 - motor elétrico a TFVE 7,5CV	1	R\$ 8.578,00
BOMBA KSB MEGABLOC MOD 040-25-160 5CV	1	R\$ 1.845,00
Reservatório caixa d'água 20.000L	2	R\$ 9.200,00
Reservatório caixa d'água 10.000L	2	R\$ 4.600,00
Sensor de nível - Torneira boia regular - 3121 FAME	1	R\$ 38,00
Dosador de cloro automático - Acqua Stier	1	R\$ 159,00
Tubo Ø32mm x 6000mm	9mm	R\$ 400,50
Tubo Ø40mm x 6000mm	1	R\$ 65,90
Tubo Ø20mm x 6000mm	1	R\$ 16,90
Sistema MBR - módulo FS75	1	R\$ 33.036,09
Tanque + válvulas + tubulação e etc - Estimado	1	R\$ 6.000,00
Bomba 0,5 cv - HYDRO P500 TRIF 2V	1	R\$ 292,79
Bomba KSB KRT Drainer K1500 1,5CV	1	R\$ 2.400,00
Painel de controle - valor estimado de mercado	1	R\$ 3.997,85
Vacuômetro	1	R\$ 28,00
Mão de obra de projeto ± 1/3 do investimento em material	1	R\$ 26.447,92
Testes laboratoriais a cada 06 meses durante 10 anos	20	R\$ 4.600,00
Custo total do sistema de tratamento		R\$ 105.791,67

Quadro 1 – Custos com equipamentos para o sistema de reúso.

Descrição	kWh	Tempo de uso (h/dia)	R\$/ kWh	Gasto por mês (R\$)
Bomba 0,5 cv	0,37	21	R\$ 0,17	R\$ 39,85
Bomba 1,5 cv	1,1	4	R\$ 0,17	R\$ 22,57
Bomba 5 cv	3,68	0	R\$ 0,17	R\$ -
Soprador	5,5	24	R\$ 0,17	R\$ 677,00
TOTAL				R\$ 739,42

Quadro 2 – Gastos com energia.

Faixa de consumo segundo SABESP	Tarifa	
	Água	Esgoto
Consumo de 01 a 10 m³/mês	R\$ 17,86	R\$ 17,86
Consumo de 11 a 20 m³/mês	R\$ 2,80	R\$ 2,80
Consumo de 21 a 30 m³/mês	R\$ 7,00	R\$ 7,00

Quadro 3 – Tarifa de cobrança da SABESP, vigente até 03/06/2015.

Serão apresentados agora os extremos de melhor e pior cenários, avaliados dentre sete análises distintas possíveis.

5.1 Cenário 01

Considerando valores de consumo, segundo tabela de CETESB (1977), uma pessoa gasta em média 200 litros de água potável por dia. Sabe-se que para o empreendimento apresentado, foram consideradas 05 pessoas em cada apartamento, que consumirão 30.000 litros por mês, conforme visto no quadro 4.

	Sem MBR	Com MBR	Dif. de consumo (s/ MBR - c/ MBR)
Consumo de água potável do condomínio (m ³ /dia)	72,0	49,68	22,32
Tarifa SABESP água + esgoto por classe de consumo (R\$/m ³)	R\$ 14,00	R\$ 5,60	R\$ 8,40
Gasto total do condomínio (R\$/mês)	R\$ 30.240,00	R\$ 8.346,24	R\$ 21.893,76
Vol. sobressalente* - água tratada (m ³ /mês)	0,0	15,0	-15,0
Consumo para lavar áreas comuns e irrigar jardins (m ³ /mês)	15,0	15,0	
Custo para lavar áreas comuns e irrigar jardim (R\$/mês)	R\$ 210,00	R\$ -	R\$ 210,00
Custo de energia para sistema de reaproveitamento (R\$/mês)	R\$ -	R\$ 739,42	- R\$ 739,42
Diferença total de gastos entre consumo sem MBR e com MBR			R\$ 21.364,34

Quadro 4 – Cenário 01

Nota*: Volume sobressalente refere-se à diferença de água tratada e o volume gasto do vaso sanitário. E para cálculo foi considerado 15 dias por mês para irrigação, sendo dias alternados e uma vez por semana para lavagem de áreas comuns. Como o volume de esgoto tratado é superior ao volume utilizado nos vasos sanitários, o sistema disponibilizará mais água do que o necessário, gerando assim um volume sobressalente.

Segundo as condições acima apresentadas, o retorno para esse investimento será de 05 meses. (Não foi considerada nenhuma taxa de juros).

5.2 Cenário 02

Considerando as mudanças socioeconômicas e a conscientização da população referente ao uso mais racional da água, admitiu-se para esse cenário que uma pessoa gasta em média 135 litros de água potável por dia. Dessa forma um apartamento com 05 pessoas gastará 20.250 litros por mês, conforme apresentado no quadro 5 abaixo.

	Sem MBR	Com MBR	Dif. de consumo (s/ MBR - c/ MBR)
Consumo de água potável do condomínio (m ³ /dia)	48,6	33,534	15,066
Tarifa SABESP água + esgoto - por classe de consumo (R\$/m ³)	R\$ 5,60	R\$ 5,60	0,0
Gasto total do condomínio (R\$/mês)	R\$ 8.164,80	R\$ 5.633,71	R\$ 2.531,09
Vol. sobressalente* - água tratada (m ³ /mês)	0,0	11,0	-11,0
Consumo para lavar áreas comuns e irrigar jardim (m ³ /mês)	15,0	15,0	
Custo para lavar áreas comuns e irrigar jardim (R\$/mês)	R\$ 84,00	R\$ 22,40	R\$ 61,60
Custo de energia para sistema de reaproveitamento (R\$/mês)	R\$ -	R\$ 739,42	- R\$ 739,42
Diferença total de gastos entre consumo sem MBR e com MBR			R\$ 1.853,27

Quadro 5 – Cenário 02

Nota*: Volume sobressalente refere-se à diferença de água tratada e o volume gasto do vaso sanitário. E para cálculo foi considerado 15 dias por mês para irrigação, sendo dias alternados e uma vez por semana para lavagem de áreas comuns. Como o volume de esgoto tratado é superior ao volume utilizado nos vasos sanitários, o sistema disponibilizará mais água do que o necessário, gerando assim um volume sobressalente.

Segundo as condições acima apresentadas, o retorno para esse investimento será de 58 meses. (Não foi considerada nenhuma taxa de juros).

6 | CONCLUSÃO

Analisando os cenários demonstrados neste trabalho, é possível concluir que o projeto para sistema de reaproveitamento tem a viabilidade a curto-médio prazo, pois no pior caso o *payback* ocorre em menos de cinco anos. Considerando que o principal item do projeto é a membrana e sua vida útil é em torno de 12 anos, quando utilizada em sistemas de tratamento de esgoto municipais.

Foram analisados cenários com falta de fornecimento em um ou mesmo dois dias. E também análises para a necessidade de compra de caminhões pipa. Sendo apresentados resultados satisfatórios mediante ao pagamento do investimento em torno de 05 a 58 meses.

Para o ano de 2015, considerando as análises semestrais da qualidade da água, descontando-se o gasto de energia mensal do sistema, além de contemplar todo o sistema de tratamento, é evidente a vantagem em se adotar projetos como o

apresentado neste trabalho em novos empreendimentos residenciais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) - **CARTILHA DE OUTORGA**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.

BRAGA, E. D. **Estudos de reúso de água em condomínios residenciais**. Monografia de Pós-Graduação. UNIFEI - Itajubá (MG), 2009. 144 p.

CIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Norma Técnica NTS 161 – Cavalete – Ligação de Água (DN 20 – Hidrômetro de 1,5m³/h ou 3,0m³/h), 2013**. Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS161.pdf> . Acesso em 18/05/2015.

CIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Norma **Técnica NTS 181 – Dimensionamento do ramal predial de cavalete e hidrômetro – Primeira ligação, 2012**. Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS181.pdf> . Acesso em 18/05/2015.

HESPANHOL, I. **A inexorabilidade do reúso potável direto**. Artigo Técnico Revista DAE 198: 63-82p, 2014.

KELLNER, R. L. **Biorreator à membrana de leito móvel em bateladas sequenciais para a remoção de nutrientes e matéria orgânica de efluentes sanitários**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2014. 234p.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinza e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008. 222p.

SUBTIL, E. L.; HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C. **Biorreatores com membranas submersas (MBRs): alternativa promissora para o tratamento de esgotos sanitários para reúso**. Revista Ambiente & Água 8 (3): 5; 129-142p, 2013.

WANG, Y.-K.; SHENG, G.-P.; LI, W.-W.; YU, H.-Q. **A pilot investigation into membrane bioreactor using mesh filter for treating low-strength municipal wastewater**. Bioresource technology, 122: 17–21, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

E

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

G

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

H

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

I

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

L

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

M

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

N

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

P

Precipitações médias 2, 6

Q

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-667-6

