



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: Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a 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
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^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a 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	<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>
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

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

Demian da Silveira Barcellos

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPGTU), Curitiba, Paraná

Harry Alberto Bollmann

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPGTU), Curitiba, Paraná

RESUMO: O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar a situação da poluição hídrica por micropoluentes e seu atual contexto de gestão na bacia hidrográfica do rio Belém em Curitiba, dando atenção especial aos residuais de produtos farmacêuticos. Para isso foi realizada uma revisão bibliográfica buscando identificar quais classes de micropoluentes têm sido monitorados nesta bacia e quais foram os intervalos de concentração encontrados. Também foram realizadas 32 entrevistas semiestruturadas com os atores que possuem interface na redução e controle dos residuais de produtos farmacêuticos ou que estejam ligados à gestão das águas do rio Belém. As concentrações de micropoluentes quantificadas nesta bacia revelam teores de desreguladores endócrinos muito acima dos limites considerados seguros pelos toxicologistas europeus, o que indica a necessidade de redução e controle destes poluentes. Apesar disso, os

stakeholders entrevistados apontam que os micropoluentes são os poluentes aquáticos prioritários para a gestão das águas urbanas, em detrimento dos patógenos e nutrientes. As prioridades, quanto aos residuais de produtos farmacêuticos, segundo os entrevistados espelharam justamente o foco dos estudos e das iniciativas de gestão europeias e norte-americanas que tem priorizado os antibióticos e os hormônios. Entretanto apesar da priorização dos micropoluentes, as iniciativas de gestão voltadas para a redução e controle deles na bacia do rio Belém ainda são escassas. Os destaques foram: o programa de despoluição hídrica da secretaria municipal de meio ambiente; projetos colaborativos entre instituições (notadamente universidades e a Companhia de Saneamento); e a logística reversa de medicamentos domésticos em desuso.

PALAVRAS-CHAVE: Micropoluentes, Gestão das águas, Controle da poluição, Rios urbanos, Fármacos.

MICROPOLUENT MANAGEMENT IN URBAN WATER BASINS: THE BELÉM RIVER CASE, CURITIBA, PARANÁ

ABSTRACT: The main objective of this work was to characterize the situation of water pollution by micropollutants and its current

management context in the Belém river basin in Curitiba, paying special attention to the residues of pharmaceutical products. To this end, a literature review was conducted to identify which classes of micropollutants have been monitored in this basin and which were the concentration ranges found. Thirty-two semi-structured interviews were also conducted with the actors who interface with the reduction and control of pharmaceutical residues or who are linked to the management of the Belém River waters. Quantified micropollutant concentrations in this basin reveal levels of endocrine disruptors far above the limits considered safe by European toxicologists, which indicates the need to reduce and control these pollutants. Nevertheless, stakeholders interviewed point out that micropollutants are the priority aquatic pollutants for urban water management, to the detriment of pathogens and nutrients. Priorities for pharmaceutical residues, according to respondents, mirrored precisely the focus of European and USA studies and management initiatives that have prioritized antibiotics and hormones. However, despite the prioritization of micro-pollutants, management initiatives aimed at reducing and controlling them in the Belém River basin are still scarce. The highlights were: the water purification program of the municipal secretary of the environment; collaborative projects between institutions (notably universities and the Sanitation Company); and unwanted or expired domestic pharmaceuticals take-back collection programs.

KEYWORDS: Micropollutants, Water management, Pollution control, Urban rivers, pharmaceuticals.

1 | INTRODUÇÃO

Os micropoluentes são elementos encontrados em concentrações muito baixas nas matrizes ambientais e por isso recebem este nome. O termo já é utilizado há bastante tempo na literatura científica, tanto que na década de 80 já era utilizado para designar compostos presentes no ambiente em concentrações abaixo de 1 mg/L (REIS FILHO; ARAUJO; VIEIRA, 2006). Apesar de suas baixas concentrações, estes poluentes têm apresentado uma vasta quantidade de efeitos adversos sobre os seres vivos, como: toxicidade aquática, genotoxicidade, interferência endócrina e seleção de bactérias patogênicas resistentes (KIM; AGA, 2007; SCHWARZENBACH *et al.*, 2006; HALLING-SØRENSEN *et al.*, 1998). Nesse grupo de poluentes estão incluídos milhares de compostos, mas os principais grupos de interesse são os Poluentes Orgânicos Emergentes (POEs), os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) e traços de metais.

Dentro da vasta gama de compostos considerados micropoluentes os grupos dos traços de metais e dos Poluentes Orgânicos Persistentes já são controlados na água da maior parte dos países, por instrumentos legais, sejam eles em desenvolvimento como o Brasil, México e Chile, ou desenvolvidos como os países da União Europeia, Estados Unidos, Canadá e Austrália (USEPA, 2009; UE, 1998; HC, 2014; AG, 2011; SSM, 1994; NCO, 2005; BRASIL, 2011). No entanto o grupo dos Poluentes Orgânicos Emergentes tem recentemente chamado maior atenção da comunidade

científica, por serem muito frequentes em águas superficiais, apresentarem relação com efeitos deletérios ao meio ambiente e possivelmente a saúde humana, serem persistentes aos tratamentos convencionais, serem muito usados pela sociedade moderna e principalmente por ainda não terem suas concentrações devidamente controladas por instrumentos de gestão (BOXALL, 2012). Dentro deste grupo, a partir de meados dos anos 90 as pesquisas têm se dedicado mais intensivamente a classe dos residuais farmacêuticos (KÜMMERER, 2009), que são considerados na atualidade o grupo de poluentes emergentes prioritário para monitoramento e regulação.

Este trabalho objetivou contextualizar o caso da bacia do rio Belém, principal bacia hidrográfica da cidade de Curitiba, quanto a poluição por micropoluentes e seu atual contexto no que tange a gestão destes, dando atenção especial aos residuais de produtos farmacêuticos por estes ainda não terem regulamentações específicas. A bacia hidrográfica do rio Belém é tipicamente urbana e está inteiramente dentro do município de Curitiba (Figura 1). Possui área de 87,85 km², ocupa 20% do território da cidade. No ano de 2010, segundo os dados do Censo do IBGE por setor censitário, a bacia abrigava em suas cercanias 475.606 habitantes, dentre os 1.751.907 habitantes de Curitiba – o que consiste 27% da população da cidade. Considerando que no ano de 2017, segundo as estimativas do IBGE, a população de Curitiba chegou 1.908.359 habitantes, o número de habitantes da bacia do rio Belém deve ter alcançado cerca de 518 mil habitantes. De acordo com a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), 97% da área da bacia do Belém possui rede de esgoto, mas apenas 45% da população está conectada a ela. O que conseqüentemente reflete em altos níveis de poluição por esgotos domésticos. No que se refere à qualidade geral das águas do rio Belém, ocorre uma degradação das nascentes em direção à foz devido a fontes pontuais e difusas de poluição, sendo que cerca de 90% desta poluição é oriunda de esgotos domésticos lançados através das redes de drenagem (BOLLMANN; EDWIGES, 2008).

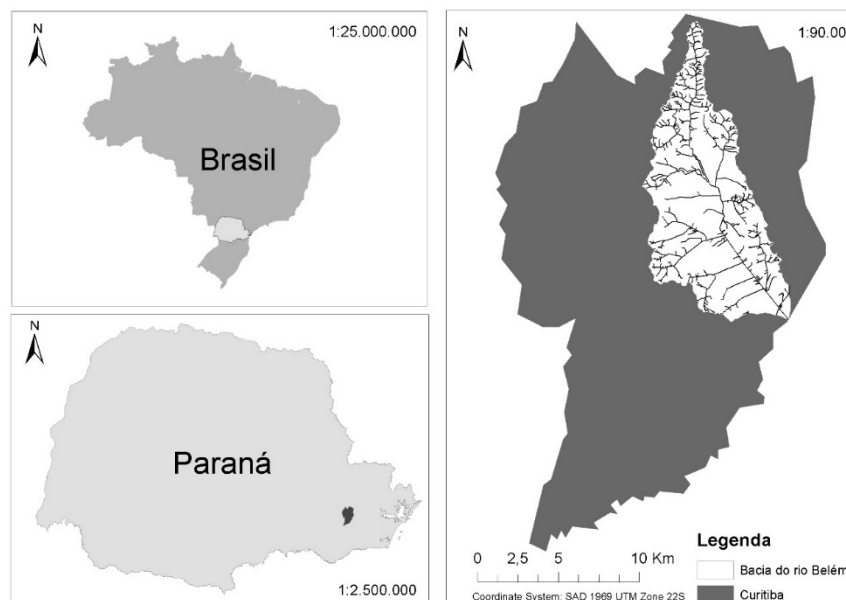


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Belém.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o estado da arte da poluição por micropoluentes na bacia hidrográfica do rio Belém, identificando as concentrações destes poluentes já encontradas em suas águas. Também foram realizadas 32 entrevistas (Tabela 1) com atores sociais que possuem interface na redução e controle dos residuais de produtos farmacêuticos ou que estejam ligados à gestão das águas do rio Belém. Procurou-se observar por meio destas entrevistas as atividades de gestão das águas aplicáveis a esta bacia, enfatizando os fármacos, bem como as prioridades para a qualidade das águas dos atores selecionados.

Os entrevistados foram selecionados por amostragem intencional, considerando as suas contribuições à literatura sobre micropoluentes, seu envolvimento com iniciativas de gestão do controle da poluição hídrica e indicações de seus colegas de instituição. Os entrevistados não foram escolhidos aleatoriamente, já que o objetivo não foi gerar informações que poderiam ser aplicadas a populações inteiras, mas sim, conhecer as iniciativas de gestão e explorar os pontos de vista de uma variedade de partes interessadas.

Setor	Instituição	Entrevistados
Governo	SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente)	2
	SESA (Secretaria de Estado de Saúde)	1
	SMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente)	1
	SMS (Secretaria Municipal de Saúde)	1
	SEED (Secretaria de Estado de Educação)	1
	IAP (Instituto Ambiental do Paraná)	1
	SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná)	2
	AGUASPARANA (Instituto Águas do Paraná)	1

Universidades	PUC-PR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná)	2
	UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)	1
	UFPR (Universidade Federal do Paraná)	6
	UP (Universidade Positivo)	2
Farmacêutico	CRF-PR (Conselho Regional de Farmácia do Paraná)	1
	SINDIFAR (Sindicato dos Farmacêuticos do Estado do Paraná)	1
	SINDIFARMA (Sindicato do Comércio Varejista de Produtos Farmacêuticos do Paraná)	1
Produção de fármacos	Herbarium	1
	Prati-Donaduzzi	1
	Ervas Curam	1
	Nunes Farma	1
Comunidade	Conselho Local de Saúde (baixo Belém)	1
	Associação de Moradores (alto Belém)	1
	Associação de Moradores (baixo Belém)	1
	Colégio Estadual (médio Belém)	1
Total		32

Tabela 1: Atores entrevistados por instituição.

3 | RESULTADOS E DISCUSÃO

No que tange a poluição por micropoluentes recentemente vários estudos têm sido feitos no rio Belém, como mostra a Tabela 2. Porém observa-se pelos trabalhos realizados, que as campanhas de monitoramento tiveram um caráter exploratório com uma rede e uma frequência amostral, em geral, pouco significativa, medindo apenas alguns compostos de acordo com os interesses de cada pesquisador e com esforços de monitoramento realizados em períodos diferentes. Além disso, o foco do monitoramento ainda tem sido a concentração e não a carga de poluentes, que é uma medida mais significativa, já que relaciona a concentração com a vazão. Todos estes fatores não permitem ter um diagnóstico seguro e detalhado da poluição por estes compostos na bacia, mas fazem parte de uma etapa exploratória necessária. É possível observar que dentre o grupo dos micropoluentes as classes até o momento mais estudadas nesta bacia são, os metais, com um número muito mais significativo de pesquisas, seguido dos hormônios naturais e sintéticos.

Classe	Composto	Concentração		Referência
		Água	Sedimento	
		P0% - P100%	P0% - P100%	
Hormônios	17 β -estradiol	<25 - 5880 ng/L	12710 - 16690 ng/kg	Padilha e Leitzke, 2013; Ide, 2014
	17 α -etinilestradiol	<48 - 5830 ng/L	31650 - 33890 ng/kg	Padilha e Leitzke, 2013; Ide, 2014
	Estrona	<26 - 2420 ng/L	58080 - 128080 ng/kg	Padilha e Leitzke, 2013

Anti-hipertensivos	Metoprolol	<4,5 - 2125,9 ng/L		Osawa <i>et al.</i> , 2015; Osawa, 2013
	Propranolol	<5,8 - 299,7 ng/L		Osawa <i>et al.</i> , 2015; Osawa, 2013
	Nadolol	<14,1 - 30 ng/L		Osawa <i>et al.</i> , 2015; Osawa, 2013
Anti-inflamatórios	Ibuprofeno	<14 - 729 ng/L	<11800 ng/kg	Kramer,2012
	Paracetamol	120* - 261 ng/L	<380 -1290* ng/kg	Kramer,2012
	Diclofenaco	<9 - 61 ng/L	<19000 ng/kg	Kramer,2012
	Ácido acetilsalicílico	<36,1 - 8570 ng/L		Ide,2014
	Naproxeno	<9,5 - 640 ng/L		Ide,2014
	Cetoprofeno	<5,0 - 2540 ng/L		Ide,2014
Metabólitos	Ácido salicílico	<33,7 - 1550 ng/L		Ide,2014
Reguladores lipídicos	Genfibrozila	<0,92 - 217 ng/L		Ide,2014
	Fenofibrato	<0,77 - 69 ng/L		Ide,2014
Filtros de UV	Metoxicinamato de octila	<2,09 - 373 ng/L		Ide,2014
	Octacrileno	<1,4 - 202 ng/L		Ide,2014
	Metilbenzeldeno cânfora	<0,33 - 1 ng/L		Ide,2014
Estimulantes	Cafeína	100 - 59810 ng/L		Ide,2014
Conservantes	Metilparabeno	<1,7 - 1600 ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
	Etilparabeno	<1,4 - 380* ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
	Propilparabeno	<1,7 - 480* ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
	Butilparabeno	<2 - 280* ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
	Benzilparabeno	<1,9 ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
	Triclosan	<0,4 - 325* ng/L		Santos <i>et al.</i> , 2016
Metais	Cobre	<0,009 - 0,0471mg/L	<LD - 52,22 mg/kg	Adam <i>et al.</i> , 2010; Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Paraná, 2009
	Niquel	0,0068 - 0,0291 mg/L	<LD - 183,63 mg/kg	Adam <i>et al.</i> , 2010; Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Garcias e Sottoriva, 2010
	Zinco	0,0124 - 0,4999 mg/L	58,78 - 289 mg/kg	Adam <i>et al.</i> , 2010; Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Paraná, 2009
	Prata		<LD	Heinrich <i>et al.</i> , 2015
	Cádmio	<0,001 mg/L	<LD	Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Garcias e Cidreira, 2012; Paraná, 2009
	Cromo	<0,05 mg/L	10,54 - 378,84 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Garcias e Sottoriva, 2010; Paraná, 2009
	Chumbo	<0,01 mg/L	<LD - 1495,1 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015; Garcias e Sottoriva, 2010; Garcias e Cidreira, 2012; Paraná, 2009
	Ferro	0,56 - 1,38 mg/L		Garcias e Sottoriva, 2010
	Lítio	<0,05 mg/L		Garcias e Cidreira, 2012
	Mercúrio	<0,0002 mg/L		Garcias e Cidreira, 2012; Paraná, 2009

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)	Antraceno		<LD - 0,26 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015
	Benzo(a)pireno		<LD - 9,07 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015
	Benzo(g,h,i)perileno		<LD - 0,53 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015
	Fluoreno		<LD - 0,46 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015
	Benzo(b)fluoranteno		<LD - 0,06 mg/kg	Heinrich <i>et al.</i> , 2015

Tabela 2: Micropoluentes nas águas e no sedimento do rio Belém.

Nota: LD= Limite de Detecção; * = valor aproximado.

Os metais, além de serem monitorados por pesquisadores de diversas universidades (Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Positivo), tem sido alvo de monitoramento periódico pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), visando a verificação da adequação da qualidade das águas do rio as classes 2 e 3 da Resolução nº 357/05 do CONAMA. No entanto, o monitoramento periódico de metais realizado pelo IAP, no período de 2005-2009, não mostra violações nas águas dos ambientes lóticos da bacia, considerando os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). As violações ocorreram apenas na água dos ambientes lênticos da bacia (como a lagoa do Parque São Lourenço) e também foram constatadas concentrações relevantes no sedimento do rio.

Já no caso dos hormônios, as pesquisas realizadas foram feitas por pesquisadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E provavelmente estes contaminantes emergentes tenham recebido maior foco por se tratarem de desreguladores endócrinos importantes que já tem chamado a atenção de autoridades ambientais e sanitárias tanto na América do Norte como na Europa.

Na bacia hidrográfica do rio Belém pode-se observar concentrações significativas de diversos micropoluentes com impacto ambiental. Como é o caso do analgésico, diclofenaco, e dos hormônios sexuais femininos, 17 α -etinilestradiol, 17 β -estradiol e estrona. Mas, o destaque fica para as concentrações do hormônio sintético 17 α -etinilestradiol. As concentrações encontradas deste composto nas águas do rio Belém variaram de <48 – 5.830 ng/L. Sendo que de acordo com os toxicologistas europeus 6 ng/L é a concentração necessária para causar grandes danos populacionais nos ecossistemas aquáticos, por interferência endócrina (GILBERT, 2012). O que revela uma relevante problemática ambiental e sanitária. E apesar dos problemas relacionados a poluição hídrica em geral no rio Belém, tanto de macropoluentes como de micropoluentes, os atores com interface no controle da poluição por fármacos indicaram que suas prioridades para a gestão das águas são os micropoluentes.

3.1 As prioridades dos *stakeholders*

A partir das entrevistas realizadas com atores sociais relacionados com a gestão de residuais de produtos farmacêuticos na região da bacia do rio Belém foi possível identificar quais são os poluentes aquáticos prioritários destes atores e também suas percepções de importância quanto aos residuais de produtos farmacêuticos. Dentre os 32 entrevistados 29 tiveram condições de responder quais são os poluentes aquáticos prioritários (apenas os 3 representantes diretos da comunidade, das associações de moradores e do colégio estadual não tiveram conhecimento para responder). Já dentre os produtos farmacêuticos prioritários para a qualidade das águas, foram obtidas 28 respostas, já que além dos três representantes diretos da comunidade não terem condição de responder, um membro da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) também não se julgou apto para responder esta pergunta. O que indica que no caso estudado até setores do governo envolvidos com a gestão ambiental ainda não estão bem familiarizados com o problema dos residuais farmacêuticos.

Conforme mostra a Figura 2, construída a partir da média das respostas dos entrevistados, a percepção geral destes atores é de que os micropoluentes são os poluentes mais importantes. Um resultado surpreendente, já que as prioridades de gestão no Brasil, para o setor de saneamento, ainda estão voltadas para a superação da fase higienista de gestão do saneamento e a redução e controle das concentrações de patógenos e nutrientes nas bacias hidrográficas. Apesar de já haverem medidas de gerenciamento para redução e controle de pesticidas e metais por meio de fixação de limites à sua concentração no ambiente e campanhas de monitoramento, os pesticidas apareceram em primeiro lugar nas prioridades, seguidos dos metais (Figura 2). Isso provavelmente ocorreu, porque estes dois tipos de poluentes oferecem sérios riscos ambientais e sanitários relacionados principalmente a intoxicação. E como foi mencionado pelos entrevistados, as medidas de gerenciamento para estes elementos, apesar de existirem, ainda não são suficientes para assegurar a qualidade ambiental desejada dos rios urbanos brasileiros. Em terceiro lugar nas prioridades destes atores, vêm os fármacos, seguido dos nutrientes e patógenos. Em último lugar ficaram os solventes orgânicos.

A pesquisa realizada por Doerr-MacEwen e Haight (2006) com os *stakeholders* relacionados a gestão de fármacos na Europa e na América do Norte (EUA e Canadá) mostrou uma ordem de prioridades distinta das prioridades apontadas pelos *stakeholders* brasileiros. Como pode ser visualizado na Tabela 3 as prioridades indicadas pelos *stakeholders* brasileiros são mais similares com as dos europeus. A única distinção das prioridades apontadas pelos europeus e brasileiros é referente aos nutrientes. Pelos europeus eles são vistos como os poluentes mais importantes, já os brasileiros os elencam como o menos importante dentre os seis tipos de poluentes aquáticos. Porém, com exceção dos nutrientes a ordem de prioridades

apontada pelos brasileiros e europeus é a mesma. Enquanto os norte-americanos apresentam um ranking de prioridades bastante distinto tanto dos europeus como dos brasileiros. No que se refere especialmente aos fármacos, para os brasileiros estes poluentes estão na terceira colocação do ranking de prioridades, para os europeus na quarta colocação e para os norte-americanos na quinta.

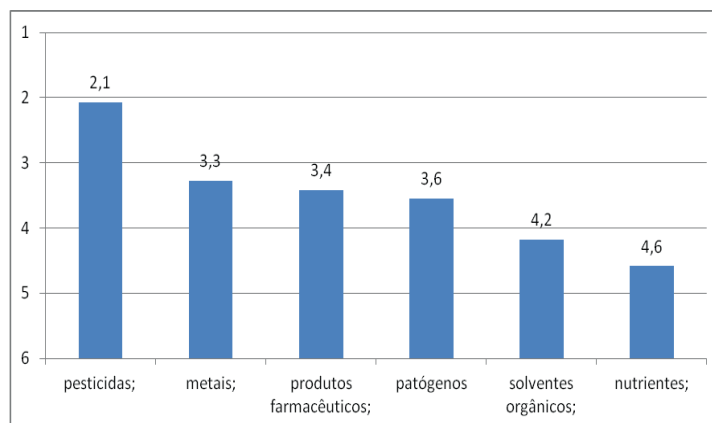


Figura 2: Poluentes aquáticos prioritários de acordo com os atores selecionados.

	Europeus	Norte-americanos	Brasileiros
1	Nutrientes	Patógenos	Pesticidas
2	Pesticidas	Pesticidas	Metais
3	Metais	Nutrientes	Fármacos
4	Fármacos	Metais	Patógenos
5	Patógenos	Fármacos	Solventes orgânicos
6	Solventes orgânicos	Solventes orgânicos	Nutrientes
Fonte:	Doerr-MacEwen e Haight, 2006		Autores, 2017

Tabela 3: Prioridades na gestão das águas dos *stakeholders*, europeus, norte-americanos e brasileiros.

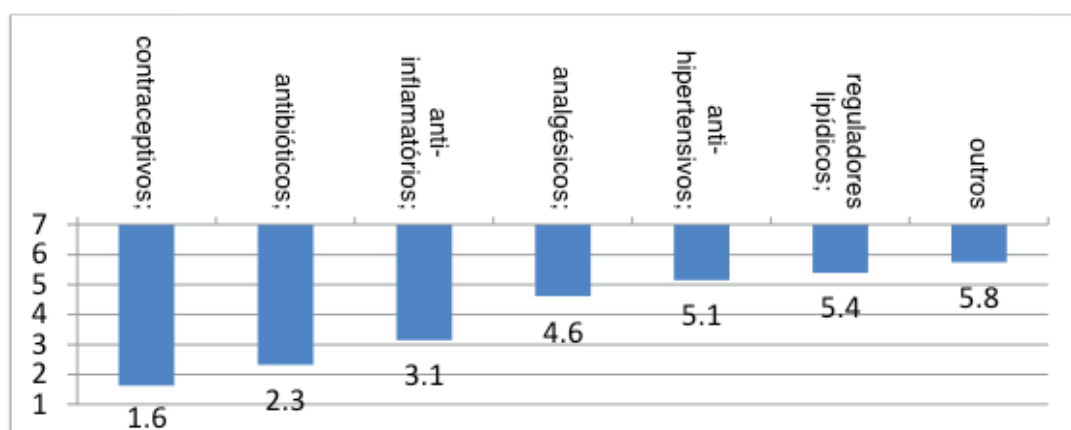


Figura 3: Produtos farmacêuticos prioritários de acordo com os atores selecionados.

Já do ponto de vista dos residuais de produtos farmacêuticos, os poluentes prioritários para os atores selecionados são os contraceptivos, seguidos dos antibióticos e dos demais produtos farmacêuticos (Figura 3). O que reflete

justamente as preocupações internacionais que também colocam estas duas classes como prioritários, já que os hormônios naturais e notadamente os sintéticos oriundos das pílulas anticoncepcionais comprovadamente são desreguladores endócrinos, enquanto, os antibióticos têm sido frequentemente relacionados com o desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes.

Porém, apesar destes atores apontarem que suas prioridades são os micropoluentes, as iniciativas de gestão aplicáveis a eles na bacia hidrográfica do rio Belém ainda estão em fase incipiente. E o controle da poluição por nutrientes e patógenos, oriundos do lançamento de esgotos domésticos brutos, ainda é um grande desafio que carece de significativas medidas estruturais de gestão, mas, que até então também tem caminhado em ritmo lento.

3.2 A gestão das águas e dos fármacos no rio Belém

As iniciativas de gestão apontadas pelos 32 entrevistados foram divididas por setor da sociedade que a instituição de cada entrevistado representa. As respostas foram tabuladas por instituição e divididas em dois grupos de iniciativas de gestão para o controle da poluição hídrica, aquelas voltadas para os poluentes aquáticos em geral, e as voltadas especificamente para os residuais de produtos farmacêuticos.

No que se refere as iniciativas do governo para o controle da poluição por poluentes aquáticos em geral (Tabela 4) o IAP, a SEMA e AGUASPARANA indicaram que realizam monitoramento periódico em uma rede de 68 trechos de 40 rios da região metropolitana de Curitiba. Na Bacia Hidrográfica do rio Belém são 7 pontos amostrais, sendo 3 pontos no canal principal e 4 pontos nos seus tributários. Enquanto a SANEPAR indica que mantém o investimento na ampliação da rede de esgoto e promove programas que tem contribuído para despoluir os rios urbanos, como é o caso do “se ligue na rede” e do “programa de revitalização de rios urbanos”. Neste mesmo sentido, a SEED destacou o convenio que tem com a SANEPAR “Sustentabilidade da escola ao rio” que também é focado nos rios urbanos e promove a educação ambiental para os alunos de ensino médio e a integração da comunidade com os problemas ambientais locais. Mas o destaque das iniciativas de gestão do controle da poluição hídrica aplicáveis ao rio Belém é o Programa de Despoluição Hídrica (PDH) encabeçado pela SMMA. O PDH une tanto medidas estruturais, como a fiscalização e correção das redes coletoras da SANEPAR e das ligações prediais de esgoto doméstico que estão inadequadas, como não estruturais, monitoramento periódico de 120 sub-bacias e educação ambiental informativa e educativa. Trata-se de um programa abrangente e de grande esforço que tem mostrado resultados positivos. Os dados de qualidade das águas mostram que o PHD tem melhorado a qualidade da água do rio Belém, também contribuindo para a gestão participativa da comunidade (JORGE *et al.*, 2015).

No que se refere a gestão do controle da poluição por fármacos nos rios urbanos várias esferas do governo ainda não têm trabalhado neste sentido (Tabela

4). A SANEPAR afirma apoiar o programa conscientização da população para ao uso consciente e devolução de produtos farmacêuticos encabeçada pela Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESB). Mas em termos práticos de gestão de residuais farmacêuticos o que realmente tem sido feito a nível de governo na região de Curitiba é a participação ativa da SEMA, SESA, SMMA e SMS no GTM-PR (Grupo de Trabalho de Medicamentos do Paraná). Estas secretarias têm tido papel importante para o crescimento da logística reversa de medicamentos em desuso na região. Porém, destaca-se que no momento a abrangência da logística reversa de medicamentos em desuso ainda é pequena, mas, o esforço que tem sido feito pelo governo municipal de Curitiba e do estado do Paraná, além de outros setores da sociedade, para seu crescimento têm sido significativo. O esforço do governo do estado do Paraná e do município de Curitiba para a promoção de um acordo setorial que garanta a responsabilidade compartilhada dos medicamentos em desuso resultou na Lei estadual nº 17.211/2012 (PARANÁ, 2012) e na Lei municipal nº 13.978/2012 (CURITIBA, 2012).

As iniciativas de gestão de poluentes aquáticos e de residuais de produtos farmacêuticos aplicáveis ao caso do rio Belém, tanto do setor farmacêutico como do setor de produção e distribuição de fármacos também se resumem na participação no GTM-PR e na promoção da logística reversa de medicamentos em desuso (Tabela 5 e 6). As quatro empresas do setor produtivo entrevistadas têm garantido o transporte e a destinação final dos resíduos de medicamentos recolhidos em 19 pontos no estado do Paraná, sendo 9 na região da grande Curitiba. Estas empresas (três indústrias e uma distribuidora) foram pioneiras no estado do Paraná no que se refere ao acordo setorial para o setor de medicamentos. Mas em virtude das leis criadas na esfera municipal e estadual, as grandes redes de farmácias de Curitiba também já têm recebido medicamentos em desuso da população. Estas redes têm arcado com o custo do transporte e tratamento destes resíduos, já que a adesão do setor produtivo ainda é pequena. O que nestes casos não caracteriza o acordo setorial para o setor de medicamentos proposto pelas leis estadual e municipal da logística reversa (PARANÁ, 2012; CURITIBA, 2012), mas, de qualquer forma já é um avanço mesmo que de forma desorganizada. As instituições do setor farmacêutico também têm sido essenciais para o crescimento e a solidificação da logística reversa de medicamentos em desuso na região de Curitiba. O destaque fica para o CRF-PR que tem encabeçado o GTM-PR e unido os diversos setores da sociedade que estão envolvidos na cadeia dos produtos farmacêuticos. Inclusive esta instituição também esteve à frente do Projeto Piloto da Logística Reversa de Medicamentos em Desuso, que agregou governo, setor produtivo, farmacêutico e universidades.

Setor	Instituição	Tipo de Iniciativa de gestão para controle da poluição hídrica	
		Poluentes em geral	Fármacos
Governo	IAP	Monitoramento periódico de rios.	Controle de efluentes de indústrias farmacêuticas.
	SEMA	Monitoramento periódico de rios.	Participação no GTM-PR e indução da logística reversa de medicamentos.
	AGUASPARANÁ	Monitoramento periódico de rios.	Ainda não trabalhamos diretamente com esta questão.
	SANEPAR	Investimento em ampliação da rede de esgoto e da capacidade de tratamento, programa “se ligue na rede”, participação no comitê de bacias e no grupo de revitalização da bacia do alto Iguaçu.	Programa conscientização da população quanto ao uso consciente e devolução de produtos farmacêuticos encabeçada pela Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESB).
	SEED	Convenio com a SANEPAR chamado “Sustentabilidade da escola ao rio” e palestras sobre esta temática para alunos.	Ainda não.
	SESA	Participação no grupo de revitalização da bacia do alto Iguaçu.	Fiscalização da destinação de resíduos de unidades de saúde do SUS e de hospitais, participação no GTM-PR e indução da logística reversa de medicamentos.
	SMMA	Fiscalização e correção das redes coletoras da SANEPAR e ligações prediais de esgoto doméstico inadequadas (Programa de Despoluição Hídrica - PDH), monitoramento periódico de 120 sub-bacias, educação ambiental informativa e educativa, participação do GT da logística reversa de medicamentos.	Participação no GTM-PR e indução da logística reversa de medicamentos.
	SMS	Participação do GT da logística reversa de medicamentos.	Participação no GTM-PR e indução da logística reversa de medicamentos.

Tabela 4: Iniciativas para controle da poluição hídrica do setor governamental.

Setor	Instituição	Tipo de Iniciativa de gestão para controle da poluição hídrica	
		Poluentes em geral	Fármacos
Produtivo	Nunes Farma	Promove a logística reversa dos medicamentos que fornece e participa do GTM-PR.	Promove a logística reversa dos medicamentos que fornece e participa do GTM-PR.
	Herbarium	Promove a logística reversa dos medicamentos que produzem, participa do GTM-PR, recolhe medicamentos vencidos em distribuidores.	Promove a logística reversa dos medicamentos que produzem, participa do GTM-PR, recolhe medicamentos vencidos em distribuidores.
	Prati-Donaduzzi	Programa de logística reversa de medicamentos domiciliares que produz, fabricação de medicamentos fracionáveis, recolhimento de medicamentos vencidos em distribuidores.	Programa de logística reversa de medicamentos domiciliares que produz, fabricação de medicamentos fracionáveis, recolhimento de medicamentos vencidos em distribuidores.
	Ervas Curam	Promove a logística reversa dos medicamentos que produzem, participa do GTM-PR	Promove a logística reversa dos medicamentos que produzem, participa do GTM-PR

Tabela 5: Iniciativas para controle da poluição hídrica do setor produtivo.

O papel da academia para a gestão das águas da região do rio Belém foi analisado nas quatro instituições que tem o maior número de estudos sobre este rio e sobre os micropoluentes aquáticos em geral (Tabela 7). Além, dos estudos de diagnóstico, tratamento e gestão que os pesquisadores entrevistados relataram, foi possível identificar vários projetos colaborativos entre docentes internos (de outros departamentos) e de outras instituições (outras universidades e a SANEPAR que tem parcerias em pesquisas com a UP, UTFPR e UFPR). Projetos colaborativos desta natureza são promissores para a gestão das águas, especialmente quando envolvem instituições de saneamento. Varias experiências europeias de projetos colaborativos mostram isso (START, 2008; PILLS, 2012; NOPILLS, 2015), mas, a nível de intervenção no meio os projetos colaborativos brasileiros ainda têm muito a avançar. Quanto aos residuais de produtos farmacêuticos nas águas dos rios urbanos o escopo das contribuições da academia tem sido basicamente o mesmo dos poluentes em geral. Com exceção da UFPR, que na fase do Projeto Piloto da Logística Reversa de Medicamentos deu um forte apoio ao GTM-PR produzindo diversos materiais para apresentar e divulgar a campanha a comunidade. E elaborando e desenvolvendo uma atividade de educação ambiental com crianças de escolas municipais, apresentando o problema do descarte inadequado dos medicamentos em desuso e de forma lúdica as conscientizando e orientando.

Setor	Instituição	Tipo de Iniciativa de gestão para controle da poluição hídrica	
		Poluentes em geral	Fármacos
Farmacêutico	SINDIFAR	Participação no projeto piloto de descarte de medicamentos de uso domiciliar e do GT de medicamentos do Paraná.	Participação no projeto piloto de descarte de medicamentos de uso domiciliar e do GT de medicamentos do Paraná.
	SINDIFARMA	Participação no projeto piloto de descarte de medicamentos de uso domiciliar e do GT de medicamentos do Paraná.	Participação no projeto piloto de descarte de medicamentos de uso domiciliar e do GT de medicamentos do Paraná.
	CRF-PR	Criação do GT de medicamentos do Paraná e Indução da logística reversa em Curitiba, no Paraná e em todo país.	Criação do GT de medicamentos do Paraná e Indução da logística reversa em Curitiba, no Paraná e em todo país.

Tabela 6: Iniciativas para controle da poluição hídrica do setor farmacêutico.

Setor	Instituição	Tipo de Iniciativa de gestão para controle da poluição hídrica	
		Poluentes em geral	Fármacos
Universidades	PUC-PR	Pesquisas de diagnóstico e gestão.	Pesquisas de gestão.
	UFPR	Pesquisas de diagnóstico, tratamento e redução; acessória a empresas em sistemas de tratamento; e projetos colaborativos entre docentes e instituições (como outras universidades e a SANEPAR).	Pesquisas de diagnóstico, tratamento e redução; apoio nas atividades do GTM-PR; acessória a empresas em sistemas de tratamento; e projetos colaborativos entre docentes e instituições (como outras universidades e a SANEPAR).
	UTFPR	Pesquisas de diagnóstico e projetos colaborativos com SANEPAR e docentes de outras instituições.	Pesquisas de diagnóstico e projetos colaborativos com SANEPAR e docentes de outras instituições.
	UP	Pesquisas de avaliação dos efeitos ecotoxicológicos, mecanismos de remoção e propostas de gestão; projetos colaborativos com a SANEPAR; e envolvimento com trabalhos de educação ambiental.	Pesquisas de avaliação dos efeitos ecotoxicológicos, mecanismos de remoção e propostas de gestão; projetos colaborativos com a SANEPAR; e envolvimento com trabalhos de educação ambiental.

Tabela 7: Iniciativas para controle da poluição hídrica da academia.

Setor	Instituição	Tipo de Iniciativa de gestão para controle da poluição hídrica	
		Poluentes em geral	Fármacos
Comunidade	Conselho Local de Saúde (baixo Belém)	Ainda não realizamos atividades com este foco.	Ainda não realizamos atividades com este foco.
	Associação de Moradores (alto Belém)	Parceria com as unidades de saúde onde, focou-se o rio Belém, com distribuição de panfletos conscientizando a população, organizando palestras e promovendo mutirões de coleta de lixo no rio.	Ainda não realizamos atividades com este foco.
	Associação de Moradores (baixo Belém)	Atividade com a SANEPAR de educação ambiental para a ligação das casas da região com a rede de esgoto. Participação no programa municipal Cambio Verde, que troca o lixo reciclável por frutas e verduras (que também acaba por contribuir para que menos lixo seja jogado no rio).	Ainda não realizamos atividades com este foco.
	Colégio Estadual (médio Belém)	Projetos de professores do colégio tratando dos processos de poluição e os maiores poluidores do rio Belém.	Ainda não realizamos atividades com este foco.

Tabela 8: Iniciativas para controle da poluição hídrica da comunidade.

A comunidade é considerada no Brasil como elemento essencial para a gestão dos recursos hídricos, como postula a Política Nacional dos Recursos Hídricos. E o modelo descentralizado de gestão baseado na formação de comitês de bacia tem como objetivo integrar a comunidade neste processo de gestão das águas. Mas a nível prático, em geral, este modelo ainda não tem funcionado bem e no caso do rio Belém isto é bem visível. Hodja *et al.* (2014) mostra que no que se refere a bacia do rio Belém o Comitê do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira (COALIAR) teve um histórico de poucas decisões e discussões sobre projetos e melhorias para a bacia. Por sua vez seria de se esperar poucas inserções da comunidade nas iniciativas de gestão do rio Belém. A Tabela 8 mostra exatamente isso, onde os três representantes diretos da comunidade, líderes comunitários de duas associações de moradores e o representante de um colégio estadual, já participaram de atividades de educação ambiental envolvendo o rio Belém. Porém, estas atividades conduzidas ou pela SANEPAR ou pelas unidades de saúde locais foram esforços isolados e localizados que não tiveram continuidade. Já o gestor do conselho local de saúde entrevistado não relatou qualquer atividade desta instituição voltada para o controle da poluição no rio Belém. No que se refere a presença de produtos farmacêuticos no rio a comunidade desconhece completamente os problemas ambientais relacionados a isso. E logo, nenhum dos quatro entrevistados relatou atividades voltadas para a poluição por fármacos no rio Belém.

4 | CONCLUSÕES

As concentrações de micropoluentes encontradas na bacia hidrográfica do rio

Belém representam condições de insalubridade ambiental que precisam ser melhor investigadas e controladas pelo Estado. Ficou evidente a necessidade de esforços periódicos de monitoramento que considerem a carga de poluição (relação entre concentração e vazão), e não apenas a concentração destes compostos. Considerar a carga de poluição permitirá conhecer a variabilidade média real destes poluentes na bacia. Porém mesmo com as limitações do monitoramento, por negligenciar a vazão, as concentrações de fármacos encontradas no rio Belém são bem maiores do que os limites considerados seguros pelos estudos europeus. Indicando ser muito provável a existência de efeitos de desregulação endócrina nos ecossistemas aquáticos do rio. Este contexto mostra a necessidade de iniciativas voltadas para o controle da poluição por micropoluentes. O discurso dos atores entrevistados vai nesta mesma direção, colocando os micropoluentes como prioritários para a gestão das águas urbanas da região.

Apesar dos *stakeholders* entrevistados terem interface com a gestão de micropoluentes, era de se esperar que as prioridades destes atores fossem os macropoluentes. Considerando que nos rios urbanos das grandes cidades brasileiras as iniciativas de gestão ainda estão voltadas para estes. Mas os resultados obtidos mostraram que os atores selecionados já entendem que os poluentes prioritários para as águas urbanas são os micropoluentes. As prioridades destes *stakeholders* quanto aos poluentes aquáticos em geral mostrou grande similaridade com o ranking de prioridades dos *stakeholders* europeus. Em contrapartida, uma ordem de prioridades bastante distinta da dos norte-americanos. Inferir sobre o que leva as similaridades e dissimilaridades de visões no Brasil, Europa e América do Norte é bastante difícil. Já que as condições, sociais, econômicas e ambientais destas regiões são bastante distintas, assim como os modelos de gestão do controle da poluição hídrica. Mas considerando apenas as prioridades quanto aos produtos farmacêuticos, à ordem de importância apontada pelos atores entrevistados mostrou congruência com os estudos e as iniciativas de gestão norte-americanas e europeias, colocando os hormônios e antibióticos como fármacos prioritários para os rios urbanos. Embora apesar da priorização dos micropoluentes, o gerenciamento deles ainda se encontra em fase incipiente carecendo de mais atenção, já que mesmo em baixas concentrações eles oferecem riscos ambientais e sanitários.

As iniciativas de gestão voltadas para o controle da poluição hídrica por micropoluentes no rio Belém ainda estão em estado incipiente. Está bacia ainda enfrenta um grande desafio, controlar as concentrações de nutrientes e patógenos em suas águas. E inclusive neste âmbito a gestão do controle da poluição ainda tem sido pouco eficiente. No que diz respeito as iniciativas de gestão da qualidade das águas aplicáveis aos micropoluentes destaca-se o Programa de Despoluição Hídrica do governo, que apesar de ser um programa que trabalha para a redução da poluição hídrica por esgotos, conseqüentemente também contribui muito para a redução do aporte de micropoluentes no rio Belém. Já que muitos micropoluentes, como por

exemplo os fármacos, são lançados no rio Belém através do esgoto doméstico. Outro destaque se refere a contribuição da academia, que além de diagnosticar e propor formas de gerenciamento por pesquisas, também tem trabalhado em projetos colaborativos. Que apesar de terem uma contribuição relacionada a intervenção prática ainda pequena, em relação aos europeus, já mostram uma configuração promissora que a longo prazo pode contribuir significativamente para a redução da poluição por micropoluentes. Entretanto, o maior destaque das iniciativas de gestão de micropoluentes aplicáveis ao rio Belém é a logística reversa de medicamentos em desuso. Esta iniciativa já tem alguma representatividade na bacia, por méritos do governo e principalmente do setor farmacêutico que organizou um grupo de trabalho/câmara técnica para o tema. A câmara técnica além de induzir o governo regulamentar a logística reversa de medicamentos, garantiu que ela tivesse um desenho viável e coerente, baseado na responsabilidade compartilhada e buscando um acordo setorial. O GTM-PR se assemelha com as experiências europeias de gestão de micropoluentes. Que por meio de uma rede de governança ambiental entre governo, sociedade civil organizada e setor produtivo encontra caminhos factíveis que efetivamente podem propiciar avanços na gestão. Iniciativas deste tipo ainda são incomuns no Brasil e configuram uma oportunidade de avançarmos no que se refere ao modelo de gestão dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos colaboradores do projeto *WENSI (Water Environment Micropollutant Science Initiative: A UFABC-PUCPR-GCU)* e aos seus financiadores: CAPES (Edital PGCI n.02/2015 de Cooperação Internacional – Projeto n.004/2016), e *Newton Fund (application ID 122728076)*.

REFERÊNCIAS

ADAM, M. L. TORRES, R. A. SPONCHIDO, G. MOTTA, T. S. OLIVEIRA, C. M. R. CARVALHO – FILHO, M. A. CORREIA, M. I. S. Environmental Degradation at a Public Park in Southern Brazil as Revealed Through a Genotoxicity Test (MN) on Peripheral Blood Cells from *Poecilia vivipara* (Teleostei). **Water Air Soil Pollut** (2010) 211:61–68.

AG - Australian Government. **Australian drinking water guideline/2011**. Disponível em: <https://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/file/publications/nhmrc_adwg_6_february_2016.pdf> Acesso em 08 de julho de 2016.

BRASIL - Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez 2011.

BRASIL. **Resolução nº 357 do CONAMA de 18 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar 2005.

BOLLMANN, H.; EDWIGES, T. Avaliação da qualidade das águas do rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 13, n.4, p. 443-452, outubro/dezembro 2008.

BOXALL, A. B. A. **New and Emerging Water Pollutants arising from Agriculture** (2012). Disponível em: <<https://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/49848768.pdf>> Acesso em 08 de junho de 2016.

CURITIBA. **Lei nº 13.973, de 30 de abril de 2012**. Dispõe sobre a coleta de medicamentos vencidos ou não utilizados por pontos de venda de medicamentos instalados no município de Curitiba e dá outras providências. Diário Oficial do Município, Curitiba, PR, 30 abr 2012.

DOERR-MACEWEN, N.A.; HAIGHT, M.E. Expert stakeholders' views on the management of human pharmaceuticals in the environment. **Environ. Manage.** v. 38 p. 853–866, 2006.

GARCIAS, C. M. CIDREIRA, L. E. Poluição difusa em ambientes urbanos: cádmio, chumbo e mercúrio. 33º Congresso interamericano de engenharia sanitária e ambiental. **Anais eletrônico**. 2012.

GARCIAS, C. M. SOTTORIVA, E. M. Poluição difusa urbana decorrente do desgaste dos freios automotivos: estudo de caso na sub-bacia do rio Belém em Curitiba – PR. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 3, p. 5 - 25, set/dez 2010.

GILBERT, N. Drug-pollution law all washed up. **Nature**, v. 491, n. 7425, p. 503–504, 2012.

HALLING-SØRENSEN, B.; NIELSEN, S.N.; LANZKY, P.F.; INGERSLEV, F.; LUTZHEFT, H.C.H.; JØRGENSEN S.E. Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment – A review. **Chemosphere**, v. 36, n. 2, p. 357-393, 1998.

HC - Health Canada. **Guidelines for Canadian Drinking Water Quality/2014**. Disponível em: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom_2014-10_eng.pdf> Acesso em 08 de julho de 2016.

HEINRICH, A. B, METZGER, J. W, FISHER, K. M, MATHIAS, A. L. Gerenciamento de sedimentos do desassoreamento do rio Belém na área urbana de Curitiba: um estudo de caso. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, 39:626-636, 2015.

HOJDA, A.; VODONIS, B.; DUTRA, M.; FREDER, S. M.; VAZ, T. C. Comitê do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira: uma proposta do “Subcomitê da Bacia do Rio Belém”. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, p. 330-343, 2015.

IDE, A. H. **Produtos farmacêuticos e de higiene pessoal no Rio Iguaçu e seus afluentes**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Departamento Acadêmico de Química e Biologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

JORGE, M. T. E; HARTMANN, R.; GUTMANN, M. M. Renascentes - Programa de Despoluição Hídrica PDH. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. **Anais eletrônico**. 2015.

KIM, S.; AGA, D.S. Potential ecological and human health impacts of antibiotics and antibiotic-resistant bacteria from wastewater treatment plants. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, v. 10, n. 8, p. 559-573, 2007.

KRAMER, R. D. **Bacia hidrográfica do Alto Iguaçu: caracterização física e química e determinação de diclofenaco, ibuprofeno e paracetamol**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Departamento Acadêmico de Química e Biologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

KÜMMERER, K. The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use – present knowledge and future challenges. **Journal of Environmental Management**, 90 (2009) 2354–2366.

NCO – Norma Chilena Oficial. **NCh 409/1.Of2005**. Disponível em: <<http://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh409.pdf>> Acesso em 08 de julho de 2016.

NOPILLS. **noPILLS Report** (2015). Disponível em: <<http://www.no-pills.eu/>> Acesso em 18 de julho de 2016.

OSAWA, R. A. **Determinação de Fármacos Anti-hipertensivos em Águas Superficiais na Região Metropolitana de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OSAWA, R. A. ; IDE, A. H. ; SAMPAIO, N. M. F. M. ; AZEVEDO, J. C. R. . Determinação de Fármacos Anti-hipertensivos em Águas Superficiais na Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, p. 1039-1050, 2015.

PADILHA, C. F.; LEITZKE, F. L. S.. **Determinação de Hormônios sexuais femininos na bacia do Alto Rio Iguaçu na região de Curitiba – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Tecnológica com ênfase Ambiental) – Departamento Acadêmico de Química e Biologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

PARANÁ. **Lei nº 17.211, de 3 de julho de 2012**. Dispõe sobre a responsabilidade da destinação dos medicamentos em desuso no Estado do Paraná e seus procedimentos. Diário Oficial do Estado, Curitiba, PR, 3 jul 2012.

PARANÁ. **Qualidade das águas: rios da bacia do Alto Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba 2005 a 2009**. Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Curitiba, 2009, p. 114.

PILLS. **PILLS Report** (2012). Disponível em: <new.production.nwe.beenetwork.eu/admin/doc?id=246&download=1> Acesso em 18 de julho de 2016.

REIS FILHO, R. W.; ARAÚJO, J. C.; VIEIRA, E. M. Hormônios Sexuais Estrógenos: Contaminantes bioativos. **Química Nova**, v. 29, p. 817-822, 2006.

SANTOS, M. M. ; BREHM, F. A. ; FILIPPE, T. C. ; KNAPIK, H. G. ; AZEVEDO, J. C. R. . Occurrence and risk assessment of parabens and triclosan in surface waters of southern Brazil: a problem of emerging compounds in an emerging country. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, p. 603-617, 2016.

SCHWARZENBACH, R.P, et al. The challenge of micropollutants in aquatic systems. **Science**, 313(5790):1072–1077, 2006.

SSM - Secretaría de Salud de México. **Norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994**. Disponível em: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>> Acesso em 18 de julho de 2016.

START. **START: A Practical Guide** (2008). Disponível em: <http://www.start-project.de/downloads/start_Practical_Guide.pdf> Acesso em 24 de junho de 2016.

UE - União Europeia. **Diretiva 1998/83/CE**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:pt:PDF>> Acesso em 20 de junho de 2016.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **National Primary Drinking Water Regulations/2009**. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/npwdr_complete_table.pdf> Acesso em 22 de junho de 2016.

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