

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA
(ORGANIZADOR)**

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE 5



Atena
Editora
Ano 2020

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 5**



Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	<p>Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 5 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-107-7 DOI 10.22533/at.ed.077201206</p> <p>1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 343.81</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 5”, que apresenta uma série de sete contribuições acerca de problemas relacionados a dinâmica e o gerenciamento dos recursos hídricos.

A abertura do livro, com o capítulo “Tecnología e innovación para la mejora de la gestión integrada de recursos hídricos: el caso de la demarcación hidrográfica del río Segura (Sureste de España)”, procura analisar as medias e situações para um melhor aproveitamento e melhoria da gestão dos recursos hídricos em área de bacia hidrográfica.

No capítulo 2 “Degradação das águas subterrâneas na cidade de Fortaleza-CE” avalia a degradação dos recursos hídricos subsuperficiais, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos na cidade de Fortaleza.

No capítulo 3 “Diagnóstico ambiental em balneários públicos na região oeste do estado de São Paulo, Brasil” apresenta uma análise acerca das condições ambientais de balneários públicos em dois municípios na região Oeste do estado de São Paulo, os balneários de Teodoro Sampaio e Rosana, por meio de protocolos de avaliação rápida – PARs.

No capítulo 4 “Variação espacial da qualidade de água da microbacia hidrográfica do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba - SP” analisa os parâmetros de qualidade de água em amostras bimensais entre outubro de 2016 a julho de 2017, onde foram selecionados 12 pontos ao longo da microbacia visando compreender os diferentes usos do solo.

No capítulo 5 “A gestão dos recursos e o meio ambiente: estudo realizado nas lavanderias industriais” analisa a problemática quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso.

No capítulo 6 “Curvas envoltórias para a estimativa de vazões máximas na bacia do rio Pindaré” apresenta uma contribuição para o entendimento hidrológico regional na bacia hidrográfica do rio homônimo, no estado do Maranhão.

Para o encerramento da presente obra, é apresentado o trabalho intitulado “Vida nova ao velho rio: o financiamento do projeto estratégico meta 2014 dentro da política ambiental do governo de Minas Gerais” onde o objetivo é mostrar a descontinuidade do Projeto Estratégico Meta 2014, bem como evidenciar as consequências desta ação. A Meta 2014 foi um programa do Governo de Minas Gerais direcionado à revitalização do Rio das Velhas.

Assim, a coleção de artigos dessa obra evidencia a diversidade na análise e gestão dos recursos hídricos, consolidando ainda mais essa importante área interdisciplinar do campo científico.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA (SURESTE D ESPAÑA)	
Ramón García Marín Víctor Ruiz Álvarez Francisco Javier Lozano Parra Daniel Moreno Muñoz Rubén Giménez García	
DOI 10.22533/at.ed.0772012061	
CAPÍTULO 2	17
DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE	
Ediu Carlos Lopes Lemos	
DOI 10.22533/at.ed.0772012062	
CAPÍTULO 3	31
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM BALNEÁRIOS PÚBLICOS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL	
Danielli Cristina Granado	
DOI 10.22533/at.ed.0772012063	
CAPÍTULO 4	40
VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP	
Elen Blanco Perez Thiago Paes de Almeida Mendes Pablo Eric Toledo Majer Plínio Barbosa de Camargo	
DOI 10.22533/at.ed.0772012064	
CAPÍTULO 5	53
A GESTÃO DOS RECURSOS E O MEIO AMBIENTE: ESTUDO REALIZADO NAS LAVANDERIAS INDUSTRIAIS	
Francinildo Carneiro Benicio Antônio Vinícius Oliveira Ferreira Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira Lennilton Viana Leal Anderson Lopes Nascimento Augusta da Rocha Loures Ferraz Rosilene Gadelha Moraes Joyce Silva Soares de Lima Ednael Macedo Felix Andreza Cristina de Sousa Fernandes Thiago Alberto Viana de Sousa Márcio Henrique Marques da Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.0772012065	
CAPÍTULO 6	69
CURVAS ENVOLTÓRIAS PARA A ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS NA BACIA DO RIO PINDARÉ	
José Alexandre Pinto Coelho Filho Matheus Fonseca Durães	

Maísa de Lourdes Martins Araújo

DOI 10.22533/at.ed.0772012066

CAPÍTULO 7 86

VIDA NOVA AO VELHO RIO: O FINANCIAMENTO DO PROJETO ESTRATÉGICO META 2014
DENTRO DA POLÍTICA AMBIENTAL DO GOVERNO DE MINAS GERAIS

Cristina de Souza Domingues Raposo

DOI 10.22533/at.ed.0772012067

SOBRE O ORGANIZADOR:..... 112

ÍNDICE REMISSIVO 113

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA (SURESTE DE ESPAÑA)

Data de aceite: 12/05/2020

Ramón García Marín

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía
ramongm@um.es

Víctor Ruiz Álvarez

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía
victor.ruiz1@um.es

Francisco Javier Lozano Parra

Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile), Instituto de Geografía
jlozano@uc.cl

Daniel Moreno Muñoz

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía
daniel.moreno1@um.es

Rubén Giménez García

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía
ruben.gimenez@um.es

RESUMEN: En las últimas décadas se ha producido un incremento sin precedentes en la demanda de los recursos hídricos en el sureste español debido, fundamentalmente, a la proliferación de los cultivos de regadíos,

al crecimiento de la población y al turismo de masas. Esto, unido a la caracterización climática de la Demarcación del Segura, que sufre con periodicidad episodios de sequías, hace que se incorporen continuamente innovaciones tecnológicas para aprovechar y garantizar un recurso vital para la vida como es el agua. Por ello, la Demarcación es la más regulada de Europa, aprovechando cada gota de agua al máximo. No obstante, fruto de la gran demanda hídrica se generan constantes conflictos sociopolíticos y ambientales, siendo un tema de gran interés social para todos los ciudadanos implicados.

PALABRAS CLAVE: Demarcación Hidrográfica del río Segura, Demanda de Recursos Hídricos, Innovaciones tecnológicas, Sequías.

1 | INTRODUCCIÓN

El Segura es un modesto río del sureste de la península ibérica que nace al pie de la sierra de Segura (1.413 metros de altitud) en el municipio de Santiago Pontones (provincia de Jaén). Esta sierra pertenece al dominio Prebético de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. En esta área de cabecera se superan los 2.000 metros de altitud. Tras discurrir por un total de 333 km, desemboca

en el municipio de Guardamar del Segura (provincia de Alicante) (Gil, 2004). La cuenca hidrográfica del río Segura, junto con otras que vierten al mar Mediterráneo, entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, y las cuencas endorreicas de Yecla y Corralrubio, conforman el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS), que es gestionado por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS).

La CHS, es un organismo autónomo de la Administración General del Estado español adscrito, a efectos administrativos, al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que gestiona, desde su creación en 1926, una demarcación compleja y rica en matices, paisajes y formas de entender el agua (Vera, 2004). Administra una superficie de 20.234 km² (19.025 km², si se tiene solo en cuenta la parte continental, excluyendo las aguas costeras). Engloba un total de 132 municipios cuyos territorios se encuentran repartidos en cuatro comunidades autónomas: Región de Murcia, Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (provincia de Albacete) y Comunidad Valenciana (provincia de Alicante) (Figura 1).

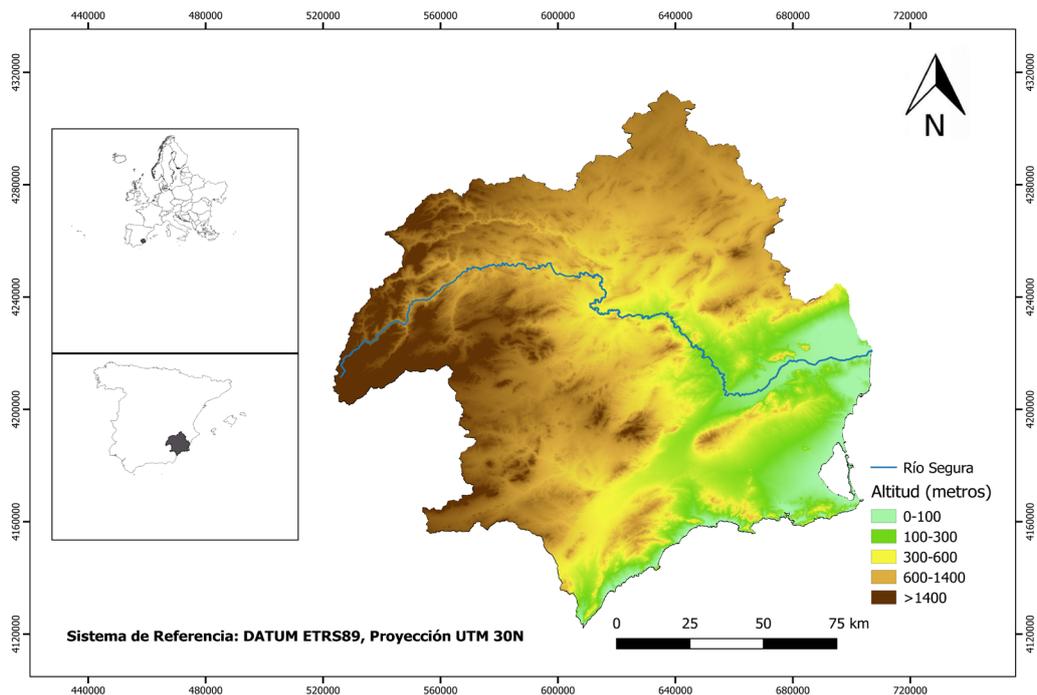


Figura 1. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista climático, la DHS está encuadrada bajo el dominio del clima Mediterráneo, y cuenta con una gran heterogeneidad en su territorio. La temperatura media anual oscila entre los 18°C de la zona litoral y los 10°C de las áreas montañosas del extremo noroccidental. Por otra parte, las precipitaciones se

caracterizan por tener una elevada variabilidad interanual, de modo que se suceden largos periodos de sequía, con episodios de lluvias breves pero muy intensas que causan graves inundaciones (Martín y Olcina, 2001). La distribución de las precipitaciones en el territorio de la DHS es muy irregular, superándose los 1.000 mm de media anual en las áreas montañosas del extremo noroccidental, debido a que están expuestas a la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas. En cambio, en el extremo suroccidental, en la depresión de Águilas se registran precipitaciones inferiores a los 200 mm de media anual, debido a que esta área se encuentra a sotavento de la llegada de los vientos húmedos de origen atlántico, siendo afectada por el Efecto Foehn. La evapotranspiración potencial media es del orden de 700 mm, y la evapotranspiración real media estimada en 328 mm. La escorrentía media total es del orden del 13% de la precipitación media total, siendo la más baja de la península ibérica (CHS).

Por otra parte, desde un punto de vista demográfico, el número de habitantes en la Demarcación Hidrográfica del Segura ha experimentado un crecimiento durante los últimos años, alcanzando una población de 1.951.006 habitantes en el año 2016 (Tabla 1).

Comunidad Autónoma	Nº Habitantes	Fracción de la cuenca (%)	Densidad (Hab./km ²)
Región de Murcia	1.464.847	75,1	131
Com. Valenciana	395.909	20,3	303
Castilla-La Mancha	65.502	3,4	14
Andalucía	24.748	1,3	13
Total	1.951.006	100	103

Tabla 1. Población según comunidades autónomas que integran el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Segura (2016)

Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura.

Por último, es importante resaltar, que a pesar de que el río Segura cuenta con un humilde caudal (el caudal medio en su zona media-alta alcanza los 25 m³/s mientras que en la desembocadura es de menos de 1 m³/s), es uno de los ríos con mayor aprovechamiento hidrológico en todo el mundo (Calvo, 2005), siendo una de las demarcaciones hidrográficas más reguladas de Europa, con la existencia de grandes embalses en la zona de cabecera que tienen una doble finalidad, que es combatir e intentar mitigar los efectos de los dos riesgos naturales de mayor gravedad presentes en el territorio de la DHS: inundaciones y sequías. En las últimas décadas ha sido tristemente famoso por los graves problemas de contaminación de sus aguas en el curso bajo -aunque de forma reciente se ha apreciado una

considerable mejora tras importantes inversiones en depuración y recuperación- y por los conflictos sociopolíticos generados tras la construcción y funcionamiento del Trasvase Tajo-Segura, una de las obras de ingeniería hidráulica más grandes realizadas en España.

En este trabajo se analizan aquellas medidas y actuaciones encaminadas a un mejor aprovechamiento y a la mejora de la gestión integrada de los recursos hídricos en la DHS. De este modo se exponen las acciones llevadas a cabo en las diferentes infraestructuras y el uso de las nuevas tecnologías, destinados a tal fin. La utilización de las nuevas tecnologías en la gestión de los recursos hídricos, puede ser fundamental en las próximas décadas, sobre todo si se cumplen las estimaciones de los escenarios y proyecciones regionalizadas de cambio climático. Estos escenarios prevén una intensificación de los periodos de sequía en las regiones mediterráneas (Cuadrat *et al.*, 2004; Lehner *et al.*, 2006). Las proyecciones de cambio climático para el siglo XXI realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), para las distintas demarcaciones hidrográficas, muestran para la DHS una reducción continua de las precipitaciones entre un 5-15%, así como una intensificación de los eventos pluviométricos extremos (aumento de las precipitaciones intensas y de la duración de los periodos secos y disminución del número de días de lluvia).

2 | MATERIALES Y MÉTODOS:

Para la elaboración del presente estudio se realizó, en primer lugar, una revisión bibliográfica y documental de los textos e informes publicados sobre la evolución en la gestión y administración del agua en la DHS. Igualmente, se recopiló la información disponible en el archivo general de la CHS sobre las innovaciones tecnológicas introducidas relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hídricos. Un análisis de las noticias de prensa sobre los conflictos políticos también ha sido realizado. Por último, se efectuó un trabajo de campo con el fin de comprobar *in situ* el funcionamiento de las infraestructuras implantadas y su incidencia en el territorio.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

3.1. Contexto territorial, hidrológico y sociopolítico:

3.1.1. Recursos hídricos superficiales y subterráneos

El Estudio General de la Demarcación 2015-2021, indica que los recursos hídricos superficiales naturales considerados, son los correspondientes al río

Segura en su desembocadura, y están constituidos por las escorrentías totales en régimen natural evaluadas a partir del Modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación) desarrollado en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, para el período 1980/81-2011/12, con una aportación media anual de 740 hm³/año. Según los últimos estudios de caracterización realizados, los recursos hídricos subterráneos disponibles se estiman en 540,7 hm³/año en valor medio interanual. Se han considerado como recursos disponibles de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas/salidas laterales procedentes de otras cuencas menos las reservas medioambientales.

3.1.2. Reutilización, desalación y transferencias externas:

En la DHS se superan las 200 instalaciones de depuración, y el volumen de agua residual tratada se eleva a 140 hm³/año, reutilizándose de forma directa 78 hm³/año (como dato medio). Los recursos desalinizados en la demarcación alcanzan los 158 hm³/año, de los que 96 hm³/año se destinan al regadío y 62 hm³/año al uso urbano, industrial y de servicios.

En cuanto a transferencias externas, destacan las aportaciones a través del Acueducto Tajo-Segura (ATS) (Figura 2). El volumen máximo del trasvase asciende a 540 hm³/año, destinándose, de acuerdo con la legislación vigente, 110 hm³/año a abastecimiento, 400 hm³/año a regadíos y hasta 30 hm³/año por menores pérdidas a repartir entre el usuario agrario y el abastecimiento de Almería en las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Es necesario matizar la insuficiente garantía del ATS, que en tan sólo un año durante su periodo de funcionamiento (desde 1979) ha trasvasado el volumen máximo potencial para el regadío, 440 hm³/año en origen o 400 hm³/año en destino, siendo el aporte medio de 196 hm³/año en origen o 176 hm³/año en destino.



Figura 2. Canal del Traspase Tajo-Segura, Campo de Cartagena.

Fuente: Autores

3.1.3. Usos y demandas:

Se consideran usos del agua a las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones sobre el estado de las aguas. En este sentido, los usos considerados y demandas (Tabla 2) son:

- Abastecimiento de poblaciones: incluye el uso doméstico, público y comercial, así como las industrias de pequeño consumo conectadas a la red. Además, incluye el abastecimiento de la población turística estacional.
- Uso agrario: incluye el riego de cultivos y el uso de agua en la producción ganadera.
- Uso industrial: incluye la totalidad del uso industrial.
- Otros usos: se incluyen aquí el uso energético (tanto para la producción de energía, como para la refrigeración de centrales hidroeléctricas, térmicas y nucleares), la acuicultura y los usos de servicios (campos de golf).

	Urbana		Agraria		Industrial no conectada		Servicios (Riego de campos de Golf)		Mantenimiento humedales (consuntiva)		Total	
	hm ³	%	hm ³	%	hm ³	%	hm ³	%	hm ³	%	hm ³	%
Demanda actual	189,1	11,00	1.487,10	86,10	9,1	0,50	11,3	0,70	29,6	1,70	1.726,20	100
Demanda horizonte 2021	194,3	11,20	1.487,10	85,90	9,5	0,50	11,3	0,70	29,6	1,70	1.731,80	100
Demanda horizonte 2027	208,3	11,90	1.490,90	85,20	10,3	0,60	11,3	0,60	29,6	1,70	1.750,40	100
Demanda horizonte 2033	210,9	12,00	1.490,90	84,50	11,5	0,70	20,6	1,20	29,6	1,70	1.763,50	100

Tabla 2. Evolución y previsión de las demandas hídricas brutas según usos en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-2021.

En la tabla de demandas no se incluye la demanda industrial para uso energético, pues el mismo no es un uso consuntivo. El uso para la refrigeración térmica es realizado exclusivamente con agua de mar. El uso en centrales termosolares no alcanza los 2,5 hm³/año, valor no significativo, y las concesiones se han tramitado mediante cambio de uso de concesiones agrarias. No obstante, existen otras demandas ubicadas fuera de la DHS que son atendidas con recursos de la misma o a través del ATS. Estas demandas aproximadas serían: 45 hm³ para usos urbanos, 60 hm³ para usos agrarios y unos 2 hm³ para mantenimiento de humedales.

3.1.4. Balance Hídrico:

En la tabla 3 puede observarse un resumen del balance hídrico en hm³ según las diferentes demandas y características de suministro para el horizonte 2021.

	Demanda	Déficit Total	Suministro recursos renovables	Suministro total recursos	Bombes no renovables	Déficit Aplicación
Demandas agrarias	1.546	394	1.139	1.352	202	193
Demandas urbanas	238	0	238	238	0	0
Demandas industriales	9	3	6	9	3	0
Demandas riego campos de golf	11	3	8	11	3	0
Demandas ambientales	39	0	39	39	0	0
Total	1.843	400	1.430	1.649	207	193

Tabla 3. Déficit hídrico medio para cada tipo de demanda. Horizonte 2021

Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-2021.

3.1.5. El Acueducto o Trasvase Tajo-Segura (ATS); conflictos sociopolíticos:

Como puede apreciarse a partir de los recursos disponibles en la cuenca hidrográfica y las demandas contempladas, existe una situación de déficit hídrico sobre todo para atender las demandas agrarias que se intenta solventar con las aguas que llegan a través del ATS y mediante sobreexplotación de acuíferos. Desde la puesta en funcionamiento del ATS no han cesado los conflictos sociales y políticos entre los gobernantes y diferentes actores sociales de las distintas comunidades autónomas que engloban la cuenca cedente (Cuenca Hidrográfica del Tajo) y la cuenca receptora.

Sin retrotraernos mucho en el tiempo, pues en este trabajo no disponemos de la extensión necesaria para explicar toda la evolución de los conflictos engendrados y multiplicados, debe destacarse el acuerdo político que en 2013 sepultó la guerra por el trasvase Tajo-Segura, aunque sólo pudo conseguirse cuando el mismo partido, el PP, llegó al poder en todas las instituciones. Actualmente, se constata que el conflicto no estaba enterrado, sino sólo en periodo de letargo; el agua se convierte de nuevo en foco de tensiones entre comunidades, y entre estas y el Gobierno central. Castilla-La Mancha (PSOE) ha exigido ya varias veces el cierre “inmediato” del trasvase (p.e. diario El País, 14/08/2015). La Comunidad Valenciana, también en manos del PSOE, pide calma y rechaza que se esté fraguando una batalla interna, pero avisa de que defenderá los intereses de sus regantes.

Recientemente (abril de 2017) sigue la guerra política del agua. El responsable de Agua del PP en Murcia alertó de las “continuas amenazas que pesan sobre esta infraestructura hídrica por parte del PSOE y Podemos” (diario La Verdad, 24/04/2017), recordando las reacciones del gobierno de Castilla-La Mancha tratando de bloquear todas las aportaciones de agua hacia la Cuenca del Segura aprobadas por el Gobierno de España. Afirma, además, cuando se cumplen 38 años de la existencia del trasvase, que éste “ha sido la palanca del desarrollo de la Región por el empleo y el bienestar que ha generado”... “el trasvase Tajo-Segura es la infraestructura más rentable de España”... “en realidad hay un doble trasvase, uno de agua hacia el sureste y otro de rentabilidad económica (hacia el centro y norte de Europa) que genera riqueza para toda España”.

Según un informe de la consultora Pricewaterhouse (PWC) de 2013 elaborado para el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, la industria agroalimentaria vinculada al agua del trasvase Tajo-Segura aporta 2.364 millones de euros/año al PIB nacional y sostiene 100.000 empleos. Gracias al trasvase se producen el 70% del total de las exportaciones de hortalizas de España y el 28% de las frutas. El Gobierno de Castilla-La Mancha recurrió la aprobación de un nuevo trasvase de 15 hectómetros cúbicos del Tajo al Segura por el Ministerio de

Agricultura para el mes de abril, argumentando que los embalses de la cabecera del Tajo están al 16% de su capacidad total, y porque Castilla-La Mancha “necesita agua para su desarrollo” (diario La Vanguardia, 11/04/2017).

La llegada de recursos hídricos a través del ATS se puede ver muy mermada con la modificación de la Ley del Plan Hidrológico Nacional¹, por parte de la Ley de evaluación ambiental². Esta modificación radica en el aumento del nivel de consideración de aguas excedentarias a partir del cual se pueden realizar trasvases. En la Ley del Plan Hidrológico Nacional se consideraban aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas- Buendía que superaran los 240 hm³. En cambio, con la entrada en vigor de la Ley de evaluación ambiental, en el año 2013 se va ir incrementando este nivel en 32 hm³ anuales, hasta llegar a los 400 hm³, en el año 2018, que será el nuevo límite de aguas excedentarias, a partir del cual se podrán realizar trasvases.

Por lo tanto, este aumento del umbral mínimo de aguas excedentarias para la realización del trasvase, puede llevar consigo importantes repercusiones socioeconómicas en el ámbito territorial abastecido por el trasvase Tajo-Segura, que es gran parte del territorio de la DHS. En un futuro, situaciones de déficit hídrico en la cabecera del Tajo, pueden poner en jaque la viabilidad de miles de hectáreas de cultivos de regadío en la Región de Murcia y de las provincias de Alicante y Almería, lo que, unido a episodios de sequías excepcionales, generaría enormes pérdidas económicas en el sector agrario.

Del mismo modo, la ausencia de trasvases mensuales en los episodios de sequía hidrológica de los embalses de Entrepeñas y Buendía (reserva por debajo de los 400 hm³ establecidos por la Ley de evaluación ambiental), podría generar graves problemas en el abastecimiento de agua potable realizado por la MCT. Por lo tanto, el aumento del umbral mínimo de aguas excedentarias del complejo Entrepeñas-Buendía hasta los 400 hm³, puede generar importantes conflictos sociopolíticos por la lucha del agua en un futuro cercano, más si cabe, si tal y como se prevé en numerosos estudios se produce una intensificación de la intensidad, frecuencia y duración de las sequías. Bajo esta hipótesis se hace necesario buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua.

Ante esta incesante guerra política del agua, puede decirse que en el Sureste español, y más concretamente en la Cuenca del Segura, existe una sequía mediática (no meteorológica) sempiterna, con el fin de generar un estado de opinión sobre la sociedad regional.

1 Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE, N°296)

2 Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (BOE, N°161)

3.2. Innovación reciente y Nuevas Tecnologías para mejorar la gestión y administración del recurso agua:

Las innovaciones proporcionan ventajas competitivas a las empresas, afectando de forma paralela a multitud de factores económicos, sociales, ambientales y culturales relacionados con el desarrollo. La innovación, también llamada “cambio técnico” en otros colectivos, puede tener visiones sociológicas, conductistas, sociales y pragmáticas, entre otras, mostrando todas ellas un doble sentido de acción y de efecto (Rogers, 2003).

3.2.1. Modernización de regadíos:

Como se advertía anteriormente, la agricultura es la principal actividad demandante del recurso hídrico. Las plantaciones ubicadas en esta cuenca hidrográfica, con modalidades de cultivo muy intensivas, altamente competitivas y escasamente subvencionadas, proporcionan productos destinados principalmente a un mercado exterior exigente y competitivo. Las nuevas orientaciones en la política de regadíos priorizan la mejora, modernización y consolidación de regadíos existentes, la ejecución compartida y coordinada de las Administraciones Públicas con competencia en materia de regadíos [UE, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) y las Comunidades Autónomas (CCAA)] y la corresponsabilidad de los regantes en las actuaciones que les afectan. Acorde con los programas de Desarrollo Rural y sus ayudas estructurales, la mejora de las estructuras agrarias incluye las medidas de gestión de los recursos hídricos en la agricultura.

Dentro de las nuevas orientaciones de la política de regadíos española y acorde con los Planes Hidrológicos de Cuenca (PPHHC) y el Plan Hidrológico Nacional (PHN), el programa de actuación en las zonas de regadío existentes pretende solventar los problemas actuales con una planificación sectorial que: optimice el riego del agua disponible reduciendo el consumo y reestructurando la demanda; fomente una incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de riego que favorezca las condiciones de trabajo; y contribuya a la recuperación de los acuíferos sobreexplotados.

Las posibles obras y actuaciones de mejora a realizar para lograr un ahorro de agua se distinguen según su nivel de actuación:

- Mejoras en la red principal, que transporta el agua desde su origen hasta la cabecera de la zona regable. De titularidad pública y responsabilidad las Confederaciones Hidrográficas correspondientes.
- Mejoras en la red secundaria, que distribuye el agua desde la cabecera de la zona regable hasta las parcelas de riego. De titularidad pública o privada con

carácter colectivo y responsabilidad de las comunidades de regantes (CCRR).

- Mejoras en las técnicas y tecnologías de riego, que aplican el agua a la planta en el interior de la parcela. De titularidad privada y responsabilidad de los usuarios del agua.

Los proyectos de modernización de los regadíos realizados por las CCRR persiguen la consecución de alguna de las siguientes finalidades: a) mejora de la eficiencia del riego y el ahorro de agua, b) aprovechamiento conjunto y óptimo de recursos hídricos de distintas procedencias, c) incorporación y/o sustitución de nuevos caudales de agua para riego, d) gestión integral y optimizada de la explotación de la zona, e) mantenimiento de las condiciones medioambientales, y f) reducción significativa de costes energéticos, asociada al proyecto de modernización. Para realizar estas modificaciones en los sistemas de transporte y distribución, y en aras a incrementar la eficiencia del riego y el ahorro del agua, se ha adoptado tecnología de distribución, gestión y control del agua instalada en la red secundaria por las CCRR. Esta implementación, basada en la ejecución de un plan de modernización, consta al menos de una de las siguientes actuaciones: a) obtención de recursos hídricos no convencionales, b) tomas y captaciones de agua, a partir de las concesiones y autorizaciones de que disponga la CR, c) estaciones elevadoras de agua con sus correspondientes tuberías de impulsión, d) construcción de balsas de regulación, e) recubrimiento de balsas de regulación para disminuir la evaporación del agua, f) instalación de sistemas comunes de filtrado, g) instalación de tuberías presurizadas en las redes de riego, h) instalación de hidrantes, i) instalación de dispositivos de medición y control de los volúmenes de agua, j) automatización del sistema, e informatización de la explotación y la gestión, k) construcción de edificaciones (casetas, centro de control, etc.) necesarias para la adecuada gestión, l) mejoras medioambientales, y m) otras mejoras que se consideren necesarias y tendentes al cumplimiento de las finalidades de los proyectos de modernización.

El resultado del trabajo conjunto realizado en los últimos años por administraciones públicas, CCRR y regantes particulares en la DHS ha sido más que sorprendente. En este sentido, respecto a la tecnología utilizada para la aplicación del agua a los cultivos, en España el 36% del volumen de agua utilizado en la agricultura se aplica por gravedad, el 27% por aspersión y el 37% por tecnología de riego por goteo. En el territorio administrado en la Región de Murcia por la DHS el 16% se aplica por gravedad, el 2% mediante aspersión y el 82% con tecnología de riego por goteo (INE, 2016) (Figura 3).



Figura 3. Superficie de cultivos hortícolas con tecnología de riego por goteo.

Fuente: Autores.

3.2.2. Desalación:

El volumen disponible de agua desalada parece aún no ser suficiente, y su uso en regadío es imposible si no se establece un precio competitivo. Existen varios compromisos públicos para fijar un precio social para este recurso, si bien hasta la fecha no se ha materializado. La ventaja de la desalinización de agua de mar es su condición de inagotable, además de ser un recurso no sujeto a variaciones climáticas (Moreno, 2014). No obstante, aún presenta serios inconvenientes:

- Elevado consumo energético asociado a su producción (3,70 - 4,30 kWh/m³).
- Nivel de emisiones de GEI poco compatible con las políticas relativas al cambio climático.
- Elevada concentración de boro, que puede producir problemas de fitotoxicidad en los cultivos. Al limonero, por ejemplo, le puede provocar daños cuando el índice de boro es superior a 0,3 mg/l, y entre 0,5 y 0,75 mg/l en el resto de cultivos.
- Carencias y desequilibrios en su composición, al poseer unos contenidos mínimos de calcio, magnesio y sulfato, precisando así un postratamiento de remineralización.
- Elevada acidez y poder corrosivo, que ocasiona problemas en las tuberías.
- Y sobre todo, un coste del agua producto muy elevado, entre 0,60 y 0,80 €/m³, que si se compara con la tarifa del agua del ATS (0,097 €/m³), una de las más caras de España, resulta obvia la diferencia.

Estos problemas podrían paliarse en caso de poder mezclar esta agua con

la del trasvase (lo que vuelve a hacer de ésta un recurso irremplazable) en una proporción para el agua desalada no superior al 30-35%, si bien el problema seguiría siendo el precio de esta última, considerando los regantes que no debería ser nunca superior a 0,30 €/m³, la cual puesta a pie de parcela supone por lo menos otros 10 céntimos adicionales (0,40 €/m³). Pasar de ahí hace inviable el uso de estas aguas para riego.

Actualmente se estudia la posibilidad de interconectar todas las desaladoras de la DHS con los pantanos e infraestructuras existentes. Parece esta una opción viable que permitiría aprovechar al máximo el rendimiento de las desaladoras, infraestructuras de inversión millonaria a las que se debería sacar la mayor rentabilidad factible. Si se acometieran las actuaciones necesarias para llevar a cabo esta operación, podría optimizarse el funcionamiento de las plantas de tratamiento del agua desalada y conseguir elevar la producción hasta los 200 Hm³.

3.2.3. Reutilización de las aguas depuradas:

La seguridad sanitaria que en los últimos años han proporcionado tanto los avances técnicos como la regulación específica en reutilización de aguas ha permitido que la sociedad, cada vez más, considere las aguas regeneradas como un recurso no convencional a incorporar en el ciclo hidrológico, de forma que la reutilización de aguas depuradas se presenta como una herramienta para afrontar el déficit hídrico desde la perspectiva de gestión de la oferta.

En la actualidad, se ha otorgado en la DHS un volumen anual de aguas regeneradas de 105.438.910 m³/año (algo más de 100 Hm³) para reutilización en diferentes usos. La distribución por Comunidades Autónomas es la siguiente: en la Región de Murcia está otorgado un volumen aproximado de 78 Hm³; en la provincia de Alicante de 22 Hm³; en la provincia de Albacete casi 4 Hm³; y finalmente, en Almería de 0,5 Hm³. Sin embargo, indicar que el volumen de agua otorgado y que, por lo tanto, se incluye en los títulos administrativos (concesiones o autorizaciones de reutilización) no siempre se corresponde con lo que realmente se reutiliza cada año. El volumen real reutilizado depende de la producción de agua depurada de la EDAR de ese año, ya que no es una cifra fija. Además, las propias necesidades de los usuarios pueden reducir la cifra de reutilización, especialmente en los casos de comunidades de usuarios que disponen de otros derechos de aguas superficiales o subterráneas, y que pueden preferir los recursos convencionales a las aguas regeneradas. El principal uso en la DHS es el uso agrícola, lo que se corresponde con la calidad 2 del anexo I.A del RD 1620/2007. La distribución aproximada según usos es la siguiente: 78% uso agrícola, 21% golf y zonas verdes de urbanizaciones, 0.84% riego de zonas verdes municipales, 0.15 riego de zonas verdes no municipales,

0.001% uso industrial.

3.2.4. El Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH)³:

El SAIH es un sistema de sensores que permite controlar de forma instantánea el estado de los cauces, ramblas y embalses de la cuenca del Segura. Resultó crucial, por ejemplo, para evitar una tragedia en la ciudad de Lorca durante la inundación de San Wenceslao en 2012 (Romera y Romera, 2016). Se trata, en definitiva, de una importante herramienta de vigilancia, información y gestión.

El SAIH está formado por 135 puntos de control distribuidos por toda la cuenca del Segura, que miden más de un millar de variables y están conectados de forma instantánea con el centro de control de CHS. También es posible el acceso a sus datos directamente a través de una aplicación para móviles. Los datos son transmitidos desde cada estación cada quince minutos y son cargados en las bases de datos. Toda la información recogida permite, finalmente, describir el estado hidrológico e hidráulico de la cuenca, incluyendo, por tanto, el conocimiento del régimen hídrico a lo largo de su red fluvial y el estado de las obras hidráulicas principales y de los dispositivos de control que en ellas se ubican.

La Confederación ha invertido recientemente unos 13 millones de euros en la puesta en marcha de este sistema y trabaja constantemente en su ampliación y actualización. En estos momentos se están acometiendo nuevas inversiones para mejorar la cobertura de información en las ramblas costeras de las provincias de Murcia y Almería, así como en los cauces de la cabecera de la cuenca en las provincias de Jaén y Albacete.

3.2.5. Las últimas innovaciones llevadas a cabo en la Demarcación Hidrográfica del Segura:

Como se ha podido ver a lo largo de las páginas anteriores, la importancia de una gota de agua en regiones como Murcia es altísima. En este sentido, una de las labores de las Confederaciones Hidrográficas es conocer la cantidad de agua de los embalses para gestionar su uso, sobre todo en periodos o fases de sequía hidrológica. La CHS necesitaba conocer con exactitud cuál era el volumen de agua embalsado en la Región de Murcia, un dato que no medía desde hacía veinte años debido a los altos costes económicos del proceso. Sin embargo, el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) cuenta con la tecnología Drone2Map for ArcGIS⁴, que posibilita realizar este proyecto con garantía

³ <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/saih/>

⁴ Drone2Map para ArcGIS es una aplicación que convierte las imágenes de los drones en ortomosaicos y mallas 3D. Genera cartografía en 2D y 3D de áreas difíciles de acceder. Un breve resumen de este caso de éxito utilizando Drone2Map for ArcGIS por parte de la Confederación Hidrográfica del Segura e IMIDA puede verse en:

y sin costes elevados. Ambas organizaciones han llevado a cabo este proyecto con el que no sólo han conseguido saber con exactitud de cuánta agua disponen los embalses, sino que han reducido un 75% sus costes, posicionándose a la cabeza en innovación y transformación digital de datos varios dentro del ámbito hidrográfico internacional.

4 | CONCLUSIONES:

Si hubiese que buscar un rasgo geográfico característico para el Sureste de España, este podría ser el de la aridez. Sin embargo, ha sido precisamente este rasgo “adverso” el que ha actuado como acicate para intentar superar esta dificultad con todo tipo de actuaciones tendentes a sacar el máximo partido de los escasos caudales disponibles. Durante siglos, la divisa en esta tierra ha sido aprovechar hasta la última gota de las escasas precipitaciones e idear sistemas para atraer, preservar o extender todo lo posible su vivificadora presencia. La necesidad aguza el ingenio y, posiblemente, ha sido la escasez de agua para atender las crecientes demandas la que ha impulsado a las sociedades implicadas a aprovechar el agua de la mejor manera posible.

Hoy día, en este territorio –como ayer, como siempre–, el agua y su escasez se sitúan en el centro de la sociedad. La regulación, gestión y administración e innovación para obtener el máximo aprovechamiento de este bien tan preciado continúa tan vigente como lo estuvo siempre. En la región se adoptan con prontitud nuevas técnicas que permiten el ahorro, reciclaje y reutilización del agua, e incluso se implantan sistemas novedosos en esta materia. Se trata de seguir perfeccionando esa senda. La senda que un día iniciaron nuestros antepasados, y que han venido perfeccionando todas y cada una de las generaciones que les han sucedido desde entonces en estas tierras.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen la financiación de los proyectos FONDECYT 11161097 y REDI170640.

REFERENCIAS

CALVO, F. 1997. Ciudad y río en la cuenca baja del Segura. *Áreas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 17: 145-153.

CUADRAT, J.M., SERRANO, V. y MARTÍN, S. 2004. Comportamiento de las sequías en la península Ibérica: Análisis mediante el Standardized Precipitation Index. En: J.C. GARCÍA CODRON, C. DIEGO

<https://www.youtube.com/watch?v=w9JolYtmnE&t=1s> [Fecha de consulta: 20/04/2017].

LIAÑO, P. FDEZ. DE ARRÓYABE HERNÁEZ, C. GARMENDIA PEDRAJA y D. RASILLA ÁLVAREZ (Eds.). *El clima entre el mar y la montaña*. Santander: Asociación Española de Climatología, 245-254.

GIL, A. 2004. *La cultura del agua en la Cuenca del Segura*. CajaMurcia, Murcia.

MARTIN, J. y OLCINA, J. 2001. *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial. Madrid, 258 pp.

MORENO, D. 2014. Demanda de agua en Águilas. La influencia de las desaladoras en el Plan de Modernización de Regadíos. *Geographos: Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, 5 (71): 375-399.

LEHNER, B., DÖLL, P., ALCAMO, J., HENRICHS, T., y KASPAR, F. 2006. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. *Climatic Change*. 75: 99-273.

PWC. 2013. Impacto económico del trasvase Tajo-Segura Informe disponible en: <http://www.scrats.es/ftp/memorias/Impacto-economico-trasvase-Tajo-Segura.pdf> [Consulta: 20/04/2017].

ROGERS, E. 2003. *Diffusion of innovations*. 3. ed. McMillan Publishing, New York.

ROMERA, J. & ROMERA, J.D. 2016. *La riada de San Wenceslao en Lorca y Puerto Lumbreras*. Ayuntamiento de Lorca, Lorca.

VERA, P. 2004. *Murcia y el agua: Historia de una pasión*. Murcia, Academia Alfonso X El Sabio.

DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE

Data de aceite: 12/05/2020

Edu Carlos Lopes Lemos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Espírito Santo
Nova Venécia – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9467188496500540>

RESUMO: O uso e a ocupação do solo de forma irregular, ocasionado pelo crescimento populacional, tem sido uma das principais causas de degradação ocorridas sob os recursos hídricos. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a degradação das águas subterrâneas, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos na cidade de Fortaleza. Os resultados demonstram que, devido à falta de um planejamento na expansão urbana ocorrida na cidade, diversas fontes de contaminação lançaram grandes quantidades de poluentes nos corpos hídricos da cidade de Fortaleza, fazendo com que as águas subterrâneas apresentem diversas restrições quanto ao seu uso pois, colocam em risco a saúde da população.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação; Água subterrânea; Fortaleza

ABSTRACT: The irregular use and occupation of land, caused by population growth, has been one of the main causes of degradation occurring under water resources. The main objective of this study was to evaluate the degradation of groundwater, which occurred as a result of urban expansion over the last 40 years in the city of Fortaleza. The results demonstrate that, due to the lack of planning in the urban expansion that occurred in the city, several sources of contamination released large amounts of pollutants in the water bodies of the city of Fortaleza, causing the groundwater to present several restrictions regarding its use because, endanger the health of the population.

KEYWORDS: Degradation; groundwater; Fortaleza

1 | INTRODUÇÃO

A situação atual dos recursos hídricos aponta para um quadro de crise (MMA, 2009). No continente americano, há água abundante em algumas regiões, enquanto em outras, esse recurso pode ser escasso, e a urbanização é um dos processos que têm causado impacto tanto nas águas superficiais quanto nas subterrâneas (CISNEROS; TUNDISI, 2012; FUZINATTO, 2009; GARRIDO, 2000;

HADDAD; MAGALHÃES JUNIOR, 2007).

Nesse contexto, se estabeleceu que a ocupação humana tem ocorrido de forma crescente e tem explorado esse recurso hídrico sem qualquer critério. O reflexo do uso crescente do recurso hídrico é a estimativa de que existam no país pelo menos 400.000 poços (Zoby & Matos, 2002). Em função do crescimento descontrolado da perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas, que acabam contaminando os aquíferos, a questão da qualidade da água subterrânea vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no país.

Diante do exposto, conhecer os fatores que ameaçam a qualidade das águas superficiais e subterrâneas em contextos específicos pode contribuir para a preservação desses reservatórios. Diante disto, o objetivo deste estudo foi avaliar a degradação das águas subterrâneas na cidade de Fortaleza, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O presente trabalho, foi desenvolvido no município de Fortaleza situada na zona litorânea da porção nordeste do estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, sendo delimitado pelas coordenadas UTM 9565000 a 9595000 Norte e 540000 a 567000 Leste, incluso na Folha AS-24-Z-C-IV (SUDENE), possuindo 313,8 km² (Figura 1).

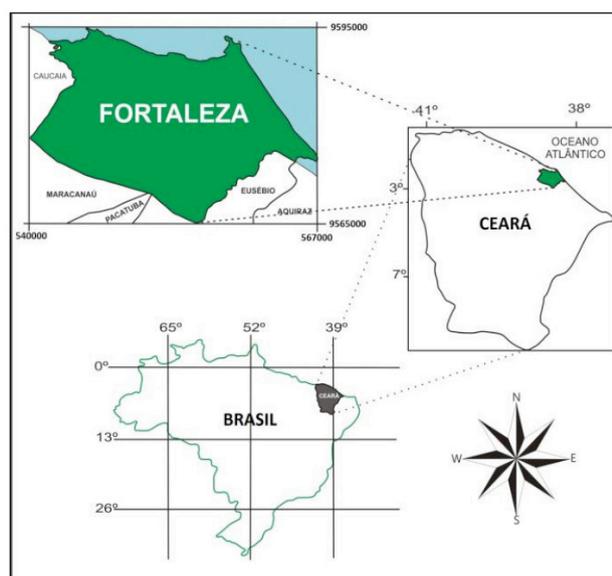


Figura 1. Localização da cidade de Fortaleza

Fonte: O Autor

O município de Fortaleza apresenta clima classificado como “Macroclima da faixa costeira” do tipo AW’, segundo a classificação climática de Köppen (1948) *in* Tajra (2001) e por estar situado na faixa costeira é influenciado pelas águas oceânicas. O clima é definido como quente e apresenta regime de chuvas tropicais com alternância de episódios secos ao longo do ano. As chuvas no município de Fortaleza possuem média anual de 1625 mm (intervalo observado de 1970 a 2011). Ocorrem em menor quantidade no mês de novembro, com média de 12 mm, e em maior quantidade no mês de abril com média de 359 mm mensal.

3 | DESENVOLVIMENTO

Nas avaliações das condições das águas subterrâneas em ambientes urbanos se faz necessário basicamente dois estágios (Vázquez-Suñé *in* Vasconcelos 2009), sendo eles:

- A identificação dos fatores significantes no ciclo hidrológico urbano;
- O desenvolvimento e aplicação de metodologias para quantificar e controlar esses fatores.

A metodologia empregada neste trabalho constou das seguintes etapas: levantamento de dados e análise de trabalhos anteriores; compilação dos dados de poços e análises físico-químicas; elaboração das bases temáticas; etapas de campo e interpretação de dados.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Zoneamento Ambiental e Evolução do Uso e Ocupação do Solo

O Zoneamento Ambiental (ZA) é uma forma de compartimentar determinada área de acordo com suas características ambientais particulares como vegetação, geologia e ocupação urbana, entre outros fatores. O termo “Zoneamento Ambiental (ZA)” foi considerado no Brasil apenas como o resultado da setorização realizada em Unidades de Conservação, Parques Nacionais e Estações Ecológicas, entre outros, com o objetivo de apoiar seus planos de manejo (Vasconcelos 2009).

Os impactos negativos do desenvolvimento urbano sobre a população e o meio ambiente têm sido gerados principalmente em decorrência da falta de uma gestão integrada do uso do solo e da infraestrutura (Tucci, 2005).

Devido à grande densidade demográfica do município de Fortaleza, vários conflitos e problemas têm sido gerados, tais como: a) Degradação ambiental dos mananciais; b) aumento do risco de áreas de abastecimento com a poluição

orgânica e química; c) contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial; d) enchente urbana gerada pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana; e) falta de coleta e disposição do lixo urbano.

4.2 Unidades de Uso e Ocupação do Solo (1970 e 2010)

O município de Fortaleza dispõe da Lei 7.987 de dezembro de 1996 (FORTALEZA, 2010), conhecida como a Lei do Uso e Ocupação do Solo Urbano, que foi atualizada em agosto de 2010. Essa Lei divide o município em três Macrozonas de planejamento: a Macrozona Urbanizada, atendida integralmente pela rede de abastecimento d'água e parcialmente pela rede de esgotos, onde se concentra a maior parte da população e possui boa infraestrutura urbana; a Macrozona Adensável, onde existem tendências a expansão das atividades urbanas e possui em parte serviço de esgoto e abastecimento de água, e a Macrozona de Transição, que não possui serviços urbanos de esgoto e abastecimento de água e constitui-se como espaço de reserva para expansão urbana.

Na figura 2, se apresentam as unidades de uso e ocupação do solo no município de Fortaleza nos anos de 1970 e 2010 com o seu percentual.

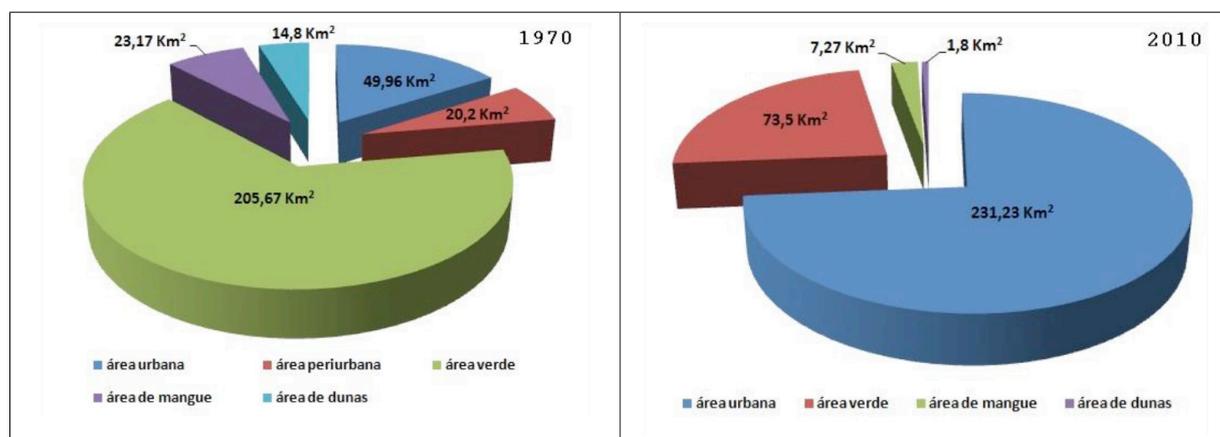


Figura 2. Dados sobre área das unidades de uso e ocupação do solo no município de Fortaleza nos anos de 1970 e 2010.

Observa-se que a expansão urbana ocorrida nos últimos 40 anos no município de Fortaleza, se deu pela ocupação das áreas de dunas, bem como, de áreas verdes e, diversas lagoas que foram soterradas para serem ocupadas por diversos condomínios e conjuntos habitacionais que compõem a atual estrutura urbana da cidade.

A Figura 3 apresenta uma área situada na porção sudeste do município de Fortaleza, na proximidade do bairro do Barroso onde se verifica que no ano de 2003 existia na área duas lagoas e que de acordo com a imagem do ano de 2010, as lagoas foram soterradas com entulho para dar lugar a uma ocupação por pessoas

de baixa renda.



Figura 3. Ocupação inadequada de lagoa ao longo da BR 116 em Fortaleza

Fonte: O Autor

4.3 Fontes de Contaminação das Águas Subterrâneas

Por estarem mais protegidas em profundidades, as águas subterrâneas são menos vulneráveis à poluição do que as superficiais; entretanto, quando um aquífero é contaminado, a sua recuperação pode levar muitos anos dependendo do tipo de contaminante, e até mesmo, tornar-se economicamente inviável.

Na maioria dos casos, o fluido contaminante das águas subterrâneas, migra para o aquífero como um fluxo contínuo ou aproximadamente contínuo. Assim, a água subterrânea contaminada possuirá a forma de uma pluma, e seus limites serão estabelecidos pela velocidade de emissão do contaminante, pelas características hidrodinâmicas do aquífero, pelo padrão de fluxo da água subterrânea e pelas mudanças no padrão de fluxo causado por bombeamento de poços (FARIAS, 2005).

4.3.1 Fontes Pontuais de Contaminação

Diante dos agravos ambientais que uma área urbana pode sofrer pelos mais diversos fatores foram realizados o cadastramento das fontes potenciais de contaminação inseridas no município de Fortaleza.

Segundo Vazquez-Suñe (2005), os ambientes urbanos diferem dos ambientes rurais em decorrência, principalmente, de fatores como:

- Ciclo das águas subterrâneas está ligado diretamente a história da urbanização.
- Flutuações do nível das águas subterrâneas estão relacionadas as atividades antrópicas.

- Poluição das águas subterrâneas causadas pelas atividades humanas.
- Presença de estruturas subterrâneas.

O risco potencial de contaminação das águas, em sua conceituação básica, é atribuído à interação entre dois fatores fundamentais.

- Carga contaminante
- Vulnerabilidade natural do aquífero de ser afetado pela carga contaminante (Foster *et al.*, 1987; Foster *et al.*, 1988).

No que se referem às águas subterrâneas, estas são susceptíveis a diversas alterações em sua quantidade e qualidade, principalmente em função dos fatores antrópicos.

Para se investigar uma área contaminada, além de ter que conhecer as características da carga contaminante, se faz necessária a compreensão e a magnitude da contaminação existente e a configuração do meio físico, como geologia e hidrogeologia (Hassuda, 2003).

É considerada Fonte Potencial de Contaminação (FPC) qualquer obra ou estrutura não móvel, que possa acarretar mudanças na qualidade natural dos recursos hídricos de uma determinada área.

Estão inseridas na área de estudo as seguintes FPC: cemitérios, estações de tratamento de esgotos, postos de combustíveis, local de disposição dos resíduos sólidos (lixões), pontos de lavagem de veículos e poços abandonados (Figura 4).

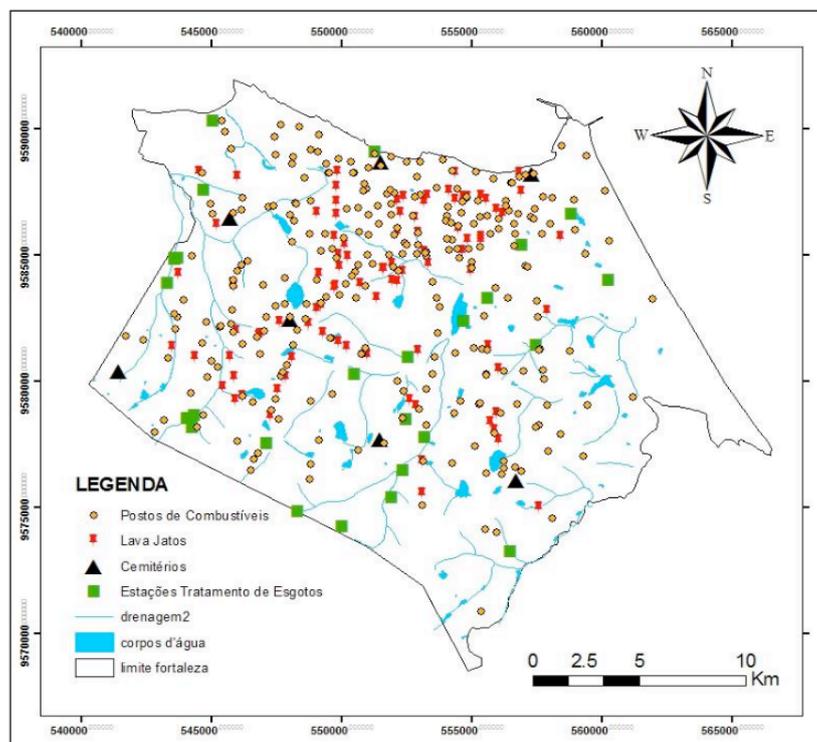


Figura 4. Distribuição das fontes de poluição das águas subterrâneas de Fortaleza.

Fonte: O Autor

4.3.2 Cemitérios

Os cemitérios constituem um risco potencial para as águas subterrâneas em decorrência de sua localização, que nem sempre obedece a projetos fundamentados nos estudos geológicos e hidrogeológicos (Pacheco et.al., 1998). As áreas destinadas a novos cemitérios são cada vez mais difíceis de serem encontradas nas grandes cidades (WHO, 1998).

No município de Fortaleza existem 07 cemitérios que se encontram sobre sedimentos cenozóicos, Terciário, Tércio-Quaternário e Quaternário, representados por Coberturas Colúvio-Eluviais, Formação Barreiras e Depósitos Flúvio-Aluvionares, onde o nível estático é sub-aflorante em níveis arenosos, com porosidade e condutividade hidráulica que facilitam a migração de elementos contaminantes.

Com a decomposição dos corpos há a geração dos chamados efluentes cadavéricos, gasosos e líquidos. Os primeiros que surgem são os gasosos, seguindo-se os líquidos.

De acordo com Silva (1998), 57% do corpo humano em decomposição é transformado em necro-chorume. O volume de necro-chorume produzido por um cemitério pode ser estimado com base no montante de sepultamentos, no peso estimado dos corpos sepultados, em função do sexo e idade, e na quantidade presumida de necro-chorume gerado por cada corpo durante os processos de putrefação dos tecidos e órgãos.

Segundo dados da administração dos cemitérios de Fortaleza, até dezembro de 2010 foram realizados exatos 491.728 sepultamentos, sendo 49% de homens adultos, 39% de mulheres adultas, 12% de crianças. Com base no Censo Demográfico de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o homem adulto pesa em média 70 kg, a mulher adulta 40 kg e criança 20 kg. De acordo com dados coletados junto aos cemitérios existentes no município de Fortaleza foi realizado um cálculo estimado do volume de necro-chorume produzido por cada cemitério (Quadro1).

VOLUME DE NECRO-CHORUME PRODUZIDO (L)				
CEMITÉRIOS	HOMENS	MULHERES	CRIANÇAS	SOMA
A	4.312.240	1.474.020	302.364	6.097.624
B	951.825	432.900	66.600	1.451.325
C	1.838.274	836.066	128.625	2.802.965
D	6.873.377	3.126.084	480.936	10.480.397
E	1.753.416	797.472	122.688	2.673.576
F	651.700	296.400	45.600	993.700
G	476.000	216.920	33.320	726.240
TOTAL	16.865.832	7.179.862	1.180.133	25.225.827

Quadro 1. Cálculo do necro-chorume produzido pelos cemitérios de Fortaleza

A toxicidade química do necro-chorume diluído na água freática relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e aminas.

4.3.3 Postos de Armazenamento de Combustíveis

Os postos de combustíveis, de modo geral, representam uma fonte potencial de contaminação em decorrência de vazamentos acidentais na manipulação e/ou em decorrência de vazamentos de tanques subterrâneos.

Dentre os principais componentes dos combustíveis fósseis, os compostos aromáticos se destacam, pois possui grande estabilidade em suas ligações químicas além de ser potencialmente cancerígeno. Os BTEX são mais solúveis e mais tóxicos entre os demais compostos aromáticos presentes, agindo como poderosos depressores do sistema nervoso central e apresentando toxidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (da ordem de ppb – parte por bilhão). Os PAH's dos quais Pirenos, Fenantrenos e Antracenos são potencialmente precursores de câncer em seres humanos, segundo a U.S. Environmental Protection Agency – EPA (EPA,2008).

A construção de um posto de combustíveis deve estar de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Entre as várias NBR's relativas à atividade de abastecimento e revenda de combustíveis, a NBR 13.786/2005 classifica os empreendimentos tendo como critério o entorno do posto de serviço, condicionando os equipamentos de controle ambiental que serão instalados (ABNT, 2005).

No município de Fortaleza, foram cadastrados 303 postos de combustíveis que comercializam álcool, gasolina comum, gasolina aditivada, diesel e em alguns gases naturais. Encontram-se armazenados nos tanques destes postos de combustíveis um volume total de 742×10^3 L de gasolina, $275,5 \times 10^3$ L de álcool e $1610,5 \times 10^3$ L de óleo diesel

4.3.4 Disposição de Resíduos Sólidos

Na cidade de Fortaleza, estado do Ceará, *Sabadia et.al* (2000) relata uma problemática quanto a destinação final dos resíduos sólidos. A disposição de resíduos sólidos representa um problema resultante do desenvolvimento populacional desordenado. No município de Fortaleza foram instalados um total de 05 aterros sanitários ao longo de cinco décadas sendo eles:

- **1956 a 1960** - Lixão do João Lopes, Monte Castelo, foi o primeiro da capital.

- **1961 a 1965** - Lixão da Barra onde surgem os primeiros catadores vindos do interior, devido ao êxodo.
- **1966 a 1967**- Lixão do Buraco da Gia, no bairro Antônio Bezerra.
- **1968 a 1977**- Lixão do Henrique Jorge com o primeiro coletor compactador do Estado.
- **1978 a 1998** - Lixão do Jangurussu nas proximidades do Rio Cocó.

4.3.5 Estações de Tratamento de Esgotos e Lagoas de Efluentes

O esgoto bruto ou despejo líquido é ocasionado pelos despejos domésticos e industriais, que quando lançados num manancial contribuem para sua degradação, afetando sua qualidade. Para preservação dos recursos hídricos e evitar a contaminação da fração de água disponível, é de fundamental importância a construção de estações de tratamento de esgoto (ETE).

Uma estação de tratamento de esgotos ou lagoa de efluentes pode ser considerada uma fonte potencial de contaminação, quando não recebe uma manutenção regular, podendo gerar despejos de esgotos nas imediações ou então percolação de sua carga diretamente para o aquífero. Segundo Miler & Scalf, 1974 *in* (Foster, 1993), a grande maioria das lagoas de estabilização, possui uma base constituída de materiais naturais, parcialmente impermeabilizados, resultado da compactação e sedimentação do solo. Com o passar do tempo, a impermeabilização vai ficando frágil, seja em decorrências das limpezas, ou mesmo por faltas estruturais naturais que surgem em qualquer construção.

São identificadas no município 26 Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), estas recebem carga líquida oriunda de uso doméstico e outras fontes diversas. As ETE encontram-se próximas das margens da bacia dos rios Maranguapinho e Cocó, onde se observa que a partir das lagoas de estabilização que os rios se tornam perenizados artificialmente pelas águas provenientes destas lagoas, prejudicando diretamente a qualidade das águas destes rios (Figura 5).



Figura 5. Lançamento de efluentes da ETE do Rio Maranguapinho

Fonte: Santos (2005)

Análises realizadas para o rio Maranguapinho por Santos (2005), a jusante da ETE, mostram os seguintes valores médios: nitrato (0,528mg/l); nitrito (0,648mg/l); coliformes fecais (entre 150 e 24.000 NMP/100ml com média de 4.660 NMP/100ml) e totais (entre 430 e 24.000 NMP/100ml com média de 13.806,25 NMP/100ml), valores bem acima do permitido pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

4.3.6 Poços Mal Construídos ou Abandonados

A construção de poços sem uma proteção sanitária capaz de impedir a percolação de contaminantes para o aquífero explorado é um dos fatores que contribuem para redução da qualidade dos aquíferos.

No município de Fortaleza foram identificados 641 poços abandonados (que podem ou não estarem obstruídos), o risco atribuído a estes poços está na possibilidade destes, injetarem efluentes diretamente no aquífero, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas.

4.3.7 Pontos de Lavagem de Veículos Automotores

As áreas de lavagem de veículos automotores produzem quantidades consideráveis de produtos como óleos, graxas e produtos químicos utilizados para remoção de sujeiras na pintura ou motor dos veículos. No município de Fortaleza foram cadastrados 92 pontos de lavagem de veículos.

4.3.8 Esgotamento Sanitário Doméstico

Dados do Programa Sanear, em Fortaleza, da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (2011), mostram que 35% das residências apresentam saneamento básico.

A instalação do saneamento básico do município de Fortaleza está sob a responsabilidade da CAGECE, cujos dados mostram que das 899.328 residências cadastradas em Fortaleza, apenas 310.454 (34,52 %) delas estão ligadas a rede de esgoto (Figura 6).

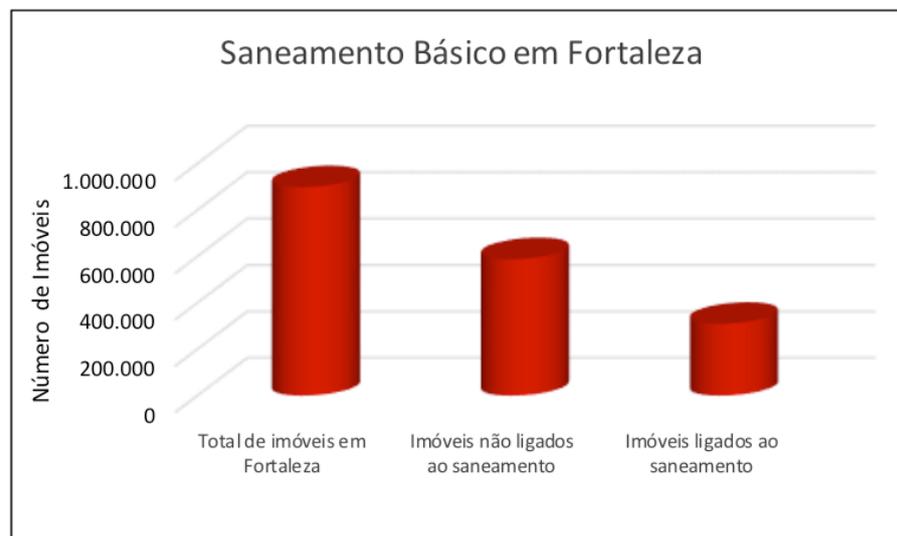


Figura 6. Saneamento no município de Fortaleza

Fonte: CAGECE 2011

A ausência de saneamento básico leva a população a utilizar-se de fossas sépticas, que em função da oscilação sazonal do nível freático podem transformar-se em fossas negras. Neste caso, a função depuradora do sistema aquífero passa a ser mínima, ou sequer existir. As águas subterrâneas podem sofrer os impactos desta carga poluente, principalmente no contexto das Dunas que apresentam uma alta vulnerabilidade, com um nível estático sub-aflorante (CAVALCANTE, 1998, p.89).

O nitrato é considerado como o poluente mais frequente oriundo dos sistemas sépticos. Em relação ao nitrato, Foster & Hirata (1988) estimam que cada habitante produza anualmente 4kg, o que para o município totaliza anualmente 10.022.228kg lançados no solo.

A carga de efluentes gerados pela disposição da urina é de aproximadamente 0,967 L/hab/dia (Dacach, 1979) totalizando um volume de 884.348 m³/ano.

4.3.9 Fontes Difusas de Contaminação

A poluição difusa é formada em área urbana ou rural a partir de diversos geradores de resíduos sólidos e de sedimentos. Nas cidades, a origem da poluição difusa pode ser de veículos, de animais, de casas, do escoamento das águas pluviais entre outras. Porto (1995) e Tomaz (2006; 2007) argumentam que a poluição difusa é complexa e provém de diversas fontes, tais como freios de automóveis, resíduos de pneus, resíduos de pinturas em geral, fezes de animais, resíduos de ferro, zinco, cobre e alumínio de materiais de construção, deposição seca e úmida de particulados de hidrocarbonetos, restos de vegetação, derramamentos, erosão fuligem, poeira, enxofre, metais, pesticidas, nitritos e nitratos, cloretos, fluoretos silicatos, cinzas, compostos químicos e resíduos sólidos, entre outros.

A poluição difusa concentra-se quase que totalmente próximos à guia e sarjetas, ou seja, 80% a 15 cm e 95% a 1 m (NOVOTNY e CHESTERS, 1981 apud PORTO, 1995).

No município de Fortaleza, observa-se que a poluição difusa está tão ou mais presente que a poluição pontual porém, sua identificação e percepção são demasiadamente menores, uma vez que, são distribuídas em todo o contexto urbano. As dispersões destes resíduos, causam a falsa impressão que o evento e os problemas advindos dela estão minimizados.

5 | CONCLUSÃO

A expansão da área urbana em Fortaleza, gerou diversos impactos negativos nas águas subterrâneas do município. Anualmente, são lançados no solo um volume total de 25.225.827L de necro-chorume, 884.348m³/hab de urina e uma carga de nitrato igual 10.022.228kg. Possuindo o município uma área de 82,5% formada por coberturas sedimentares cenozóicas, estas propiciam o deslocamento de diversos contaminantes lançados ao solo, fazendo com que a qualidade destas águas fiquem a cada ano mais comprometida e trazendo sérios prejuízos a saúde da população que em algumas áreas periféricas se utilizam destas águas no consumo humano.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, I.N. – 1998. **Fundamentos hidrogeológicos para gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, estado de Ceará.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP. 164p.

CISNEROS, B. J.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Diagnóstico del agua em las Americas. México: IANAS/Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012.** Disponível em: http://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americanas.pdf. Acesso em: outubro de 2017.

CONAMA – **RESOLUÇÃO 357, de 17/03/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União 18.03.2005. www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm visitado em Abril, 2012.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na Ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade da água**. Dissertação – UFSC, Florianópolis, 2009.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R.C.A. – 1987. **Contaminacion de las aguas subterráneas: un enfoque ejecutivo de La situacion em América Latina y El Caribe em relación com El suministro de água potable**. Lima: OMS; OPS-HPE;CEPIS.

FOSTER, S. **Poluição das Águas Subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável**. São Paulo, Instituto Geológico, 1993, 54 p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.C. & ROCHA, G.A., 1988. **Riscos de poluição de águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional**. In: V Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, p. 175-185.

GARRIDO, R. J. S. **Água, uma preocupação mundial**. R. CEJ, v. 4, n. 12, p. 08-12, 2000. Disponível em: <http://www2.cjf.jus.br/ojs2/index.php/revcej/article/viewArticle/351>. Acesso em: 11 novembro 2017.

HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco**. 2007. Dissertação – UFMG, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB7LBML5>. Acesso em: 04 novembro 2017.

HASSUDA, S., 2003. **Procedimentos de caracterização de Áreas Contaminadas**. In: I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste.

Lei Nº 7987 de 23/12/1996. Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo no município de Fortaleza, e adota outras providências. https://urbanismoemioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/legislacao-unicipal/lei_complementar_n_7_987_de_23_de_dezembro_de_1996_consolidada_em_setembro-de_2006.pdf. Acessado em 20/05/2012

PORTO, Mônica F. **Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**. TUCCI, C. E. M.; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário T. de Barros (Org.). Drenagem Urbana. In: Porto Alegre: ABRH e Editora da UFRGS, 1995, p. 387-414. (Coleção ABRH de recursos hídricos; V.5).

SABADIA, J.A.B; CASAS, A.; SANTIAGO, M.M.F.; MENDES FILHO, J., 2000. **A Problemática da Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos: O Aterro do Jangurussu e os Recursos Hídricos Subterrâneos da Cidade de Fortaleza-Ceará**. In: I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas.

SANTOS, L.S.A. – 2005. **Qualidade das águas do Rio Maranguapinho (Maranguape – Maracanaú – Fortaleza – Caucaia – CE): Análise Temporal (1995 – 2005)**. Relatório de Graduação DEGEO/ UFC.

TAJRA, A. A – 2001. **Aspectos Técnico-Construtivos dos Poços Tubulares e a Legislação Pertinente – Área Piloto de Fortaleza – CE**. Dissertação de Mestrado. DEGEO/UFC, 110p.

TUCCI, C.E.M., 2005. **Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª edição**. ABRH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VASCCONCELOS, M.B – 2009. **Análise integrada dos efeitos da expansão urbana nas águas subterrâneas como suporte a gestão dos recursos hídricos da zona norte de Natal-RN.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/UFPE. Recife-PE. 150p.

VÁZQUEZ-SUÑÉ, E; SÁNCHEZ-VILA, X.; CARRERA, J., 2005. **Introductory review of specific factors influencing urban groundwater, na emerging branch of hydrogeology, with reference to Barcelona, Spain.** Hydrogeology Journal V.13 N 3.

ZOBY, J.L.G. & MATOS, B. **Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

WHO - World Health Organization., 1998. **The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health - An Introductory Briefing.** Ahmet S. Uçisik & Philip Rusbrook.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM BALNEÁRIOS PÚBLICOS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Data de aceite: 12/05/2020

Danielli Cristina Granado

UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Presidente Prudente – São Paulo

CV: <http://lattes.cnpq.br/1361949009069388>

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS IN
CONTINENTAL BEACHES IN THE WEST
REGION OF THE STATE OF SÃO PAULO,
BRAZIL

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar as condições ambientais de balneários públicos em dois municípios na região Oeste do Estado de São Paulo. Mais especificamente, este estudo analisou os balneários de Teodoro Sampaio e Rosana, por meio de protocolos de avaliação rápida – PARs, que foram adaptados considerando as áreas e objetivos de estudo, principalmente, quanto aos usos para recreação e turismo. Os resultados mostraram a existência de alterações antrópicas nos balneários estudados, as quais estiveram diretamente relacionadas à transformação para atender os usos para recreação e turismo e os impactos. Os impactos associados ao uso recreativo foram agravados no período de alta temporada.

PALAVRAS-CHAVE: ambientes aquáticos, balneários, protocolos de avaliação rápida.

ABSTRACT: This work aims to analyze the environmental conditions of continental beaches in two counties in the western region of the State of São Paulo. More specifically, this study analyzed the beaches of Teodoro Sampaio and Rosana, by means of rapid assessment protocols - PARs, which were adapted considering the areas and objectives of the study, mainly regarding the uses for recreation and tourism. The results showed the existence of anthropic changes in the resorts studied, which were directly related to the transformation to meet the uses for recreation and tourism and the impacts. The impacts associated with recreational use were exacerbated in the high season.

KEYWORDS: aquatic environments, beaches, rapid assessment protocols.

1 | INTRODUÇÃO

O turismo se destaca como um setor de grande relevância social e econômica no cenário contemporâneo. As cifras que

movimenta e a expansão contínua da atividade, mesmo em tempos de crise, demonstram seu potencial para contribuir com o desenvolvimento local e regional. Em 2015, segundo dados da Organização Mundial do Turismo, a cada onze postos de trabalho criados, um esteve ligado a alguma atividade relacionada ao trade turístico, o que faz com que o turismo se destaque, em muitos países em desenvolvimento, como uma das principais fontes de renda (WORLD TOURISM ORGANIZATION, 2016), sendo também uma atividade fundamental para países desenvolvidos, como é o caso dos países europeus, importantes receptores de fluxo internacional de turistas no mundo (BRASIL, 2015).

A geração de receitas e de postos de trabalho atraem a atenção de gestores públicos interessados em fomentar e/ou diversificar economias locais e regionais. Este é o caso de alguns municípios localizados no sudoeste Paulista, numa região conhecida como Pontal do Paranapanema, a qual é considerada a segunda região mais pobre do Estado, marcada por conflitos fundiários e pela degradação ambiental. A região Oeste Paulista, onde o Pontal está é responsável por 4,67% do Produto Interno Bruto – PIB do Estado e, sua base econômica está pautada na agricultura. A atividade industrial não é significativa na região, de acordo com dados de 2010, da Fundação de Análises de Dados do Estado de São Paulo Sistema – SEADE-SP (HESPANHOL, 2013). E neste cenário, o turismo é visto como uma atividade interessante para a região, por gestores e legisladores municipais e estaduais, além de outras organizações públicas e privadas.

A possibilidade de geração de emprego e renda para a população se soma as belezas naturais da região. A presença dos dois grandes rios que delimitam o Pontal, em conjunto com as áreas de vegetação de Mata Atlântica remanescentes constitui uma paisagem atraente, que apresenta potencial para a prática de atividades ligadas à recreação e ao turismo de natureza. Assim, apoiados pela Secretaria Estadual de Turismo e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE-SP, vários municípios do Pontal do Paranapanema têm buscado promover o turismo e, para tal, muitos se beneficiam dos ambientes aquáticos que banham seus territórios, criando balneários públicos que atraem visitantes e se constituem em áreas de lazer para a população local, como é o caso de Teodoro Sampaio e Rosana. Cuidar desses espaços para que continuem a serviço da população e do turismo é fundamental, sobretudo, no aspecto da conservação ambiental. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as condições ambientais dos balneários públicos de Teodoro Sampaio e Rosana, por meio de protocolos de avaliação rápida – PARs, tendo em vista os usos para recreação e turismo.

2 I ÁREA DE ESTUDO

Delimitada ao sul pelo rio Paranapanema, na divisa com o estado do Paraná e, a oeste pelo rio Paraná, na divisa com o Mato Grosso do Sul está a região conhecida como Pontal do Paranapanema. E apesar de não constar na delimitação oficial do Estado, tem seus limites considerados pelo governo ao lidar com a regularização fundiária (DITT, 2002). O Pontal é composto por 32 municípios, entre os quais estão Teodoro Sampaio (32) e Rosana (20), como demonstra a Figura 1.

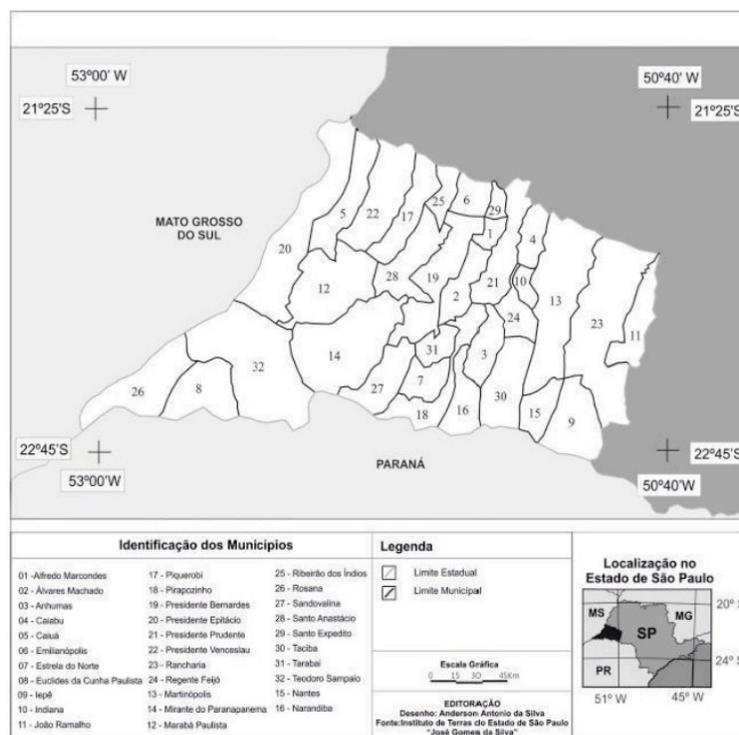


Figura 1: Localização dos municípios estudados e do Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo (Fonte: VERGES; GÓIS; CARVALHAL-LUNA, 2014).

Os municípios estudados são banhados pelos dois grandes rios que delimitam a região e ambos possuem balneários públicos destinado ao lazer e à recreação de suas populações, os quais também são considerados como atrativos para visitantes. O Balneário Municipal de Rosana se localiza as margens do rio Paraná e em conjunto, com as ilhas e bancos de areia compõem o principal atrativo turístico do município (Figura 2).



Figura 2: Vista aérea do Balneário Municipal de Rosana (Fonte: ROSANA, 2020).

No Balneário há infraestrutura com estacionamento, quiosques com churrasqueiras, bares e lanchonetes, quadras, playground, rampas para embarcações, que realizam passeios e práticas de turismo náutico, entre outros elementos destinado ao lazer.

Rosana é atualmente classificada como Município de Interesse Turístico - MIT, decretada pela Lei N. 16566, de 02 de novembro de 2017, como resultado da Lei Complementar Estadual N. 1261, de 29 de abril de 2015, que estabelece condições e requisitos para a classificação de Estâncias e de Municípios de Interesse Turístico e dá providências correlatas no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2015; 2017).

O Balneário Municipal de Teodoro Sampaio se localiza as margens do Rio Paranapanema e se configura como opção de lazer e recreação à população local (Figura 3).



Figura 3: Imagem do Balneário Municipal de Teodoro Sampaio (Fonte: TEODORO SAMPAIO, 2015).

No Balneário de Teodoro Sampaio há infraestrutura com estacionamento, guarita, playground, quiosques com churrasqueiras e uma área alagada destinada ao banho, originada de um desvio das águas do rio Paranapanema. Entretanto, o Parque Estadual do Morro do Diabo se constitui o atrativo que mais atrai visitantes ao município. De acordo, com o Plano de Manejo da unidade de conservação, a visitação foi iniciada no final da década de 1980, com objetivos de lazer, recreação e principalmente, educação ambiental e até 2005, contabilizava um total de 78792 visitantes (SÃO PAULO, 2006).

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Para caracterização dos balneários estudados foram utilizados protocolos de avaliação rápida – PARs. Esses instrumentos foram desenvolvidos na década de 1980, por agências ambientais dos Estados Unidos e da Grã Bretanha impulsionadas pela necessidade de estudos que contribuíssem para o gerenciamento dos recursos hídricos, mas que fossem menos onerosos e levassem um tempo inferior aos tradicionais métodos quantitativos de caracterização de qualidade da água. Atualmente, os PARs são considerados um método qualitativo que possui aplicação rápida, simplificada e eficiente, que pode ser utilizado para o monitoramento de ecossistemas aquáticos. (CALLISTO et al., 2002; KRUPPEK, 2010; RODRIGUES; CASTRO; MALAFAIA, 2010).

Neste estudo foram utilizados protocolos que permitiram caracterizar as condições ambientais do meio físico e da diversidade de habitats para a biota, como o de Callisto et al. (2002), adaptado para as condições da área e objetivo do estudo e, outro instrumento, que apresenta relação direta com o uso para recreação e turismo, no caso, o protocolo de Sardinha et al. (2007). Esse último, aborda os possíveis impactos causados pelo uso para recreação e turismo e abrange aspectos relacionados aos resíduos sólidos no local, condições sanitárias, danos à paisagem, presença de som e riscos de acidentes nas áreas analisadas, entre outros fatores.

A análise das condições biofísicas do meio ocasionadas por alterações antrópicas e de diversidade de habitats realizada por meio da adaptação do protocolo de Callisto et al. (2002) para os trechos de balneários estudados avaliou os seguintes indicadores: tipo de ocupação das margens, erosão, alterações antrópicas, cobertura vegetal no leito, presença de odor e oleosidade na água e no sedimento, transparência da água, características do leito, do fundo e do fluxo de água, condições da mata ciliar, entre outros. O instrumento atribuiu valores aos aspectos observados, sendo que quanto menor o valor, maior o impacto associado. O resultado foi constituído pela soma de todos os aspectos, resultando

na classificação: 0 – 40 Trechos Impactados; 41 – 60 Trechos Alterados; e > 61 Trechos Naturais.

O protocolo de Sardinha et al (2007) usado para verificar os impactos do uso recreativo e turístico nos períodos de alta e baixa atribuiu valores que variam de 0 a 3 para os seguintes indicadores: tipo de vegetação predominante no local, indicativos de erosão, resíduos sólidos, sons, danos do uso, riscos à saúde, entre outros. Quanto menor o valor atribuído, maior o impacto associado. O resultado é constituído pela soma de todos os aspectos observados e os resultados foram classificados em: 0 – 6 Impacto Preocupante; 7 – 12 Impacto Alto; 13 – 18 Impacto Moderado; 19 – 24 Pouco Impacto.

Os trabalhos de campo foram realizados nos períodos de alta e baixa temporada, que também caracterizam épocas de chuva e de seca e ocorreram em fevereiro e agosto de 2016. As áreas amostradas se configuraram nas áreas de praia de cada balneário, sendo que no de Rosana foi inserida mais uma estação localizada num píer de pedras, que também é usado pelos frequentadores para pesca, banho e contemplação

4 | DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DOS BALNEÁRIOS DE TEODORO SAMPAIO E ROSANA NO OESTE PAULISTA

A aplicação dos protocolos confirmou a existência de alterações antrópicas nos balneários estudados, como já era esperado, por se tratar de trechos de rios que têm seu leito e entornos modificados para atender os usos para recreação e turismo, sendo essas transformações de caráter permanente. De acordo com o instrumento adaptado de Callisto et al. (2002), que avaliou as condições físicas do meio e a diversidade de habitats para a biota aquática, o trecho analisado no Balneário Municipal de Teodoro Sampaio foi classificado como “Impactado”, tanto no período de alta, quanto de baixa temporada. No Balneário de Rosana, a Estação 1, onde se localiza a praia foi considerado como “Impactado”, na alta temporada e “Alterado”, no período de baixa temporada. A Estação 2 foi classificado como “Alterado”, nos dois períodos.

Os indicadores desse instrumento que mais contribuíram para que esses trechos fossem classificados como “Impactados” nos dois balneários estão relacionados à configuração desses locais enquanto áreas de praia, ou seja, para atender o uso recreativo. Entre as principais alterações observadas estão a retirada da vegetação e a deposição de areia nas margens para criar a área de praia, que tem como consequência a instabilidade das margens e a modificação do substrato

para uma característica de lama, que empobrece a existência de habitats para a biota. O mesmo ocorre com a retirada de plantas aquáticas existentes no leito, pois elas se configuram em incômodo aos banhistas.

Segundo o instrumento que avaliou as alterações decorrentes do uso para recreação e turismo, o trecho estudado no Balneário de Teodoro Sampaio foi considerado com “Impacto Alto”, no período de alta temporada e “Impacto Moderado”, na baixa. No Balneário de Rosana, os dois trechos foram classificados com “Impacto Moderado”, em ambos períodos, com exceção da Estação 2, na alta temporada, cuja classificação foi “Impacto Alto”. Esses resultados demonstram a influência do uso recreativo e turístico, que faz com que alguns indicadores se apresentassem mais comprometidos no período de alta temporada, como é caso da quantidade de resíduos sólidos e a presença de sons no local. Outro fator a ser considerado é que esse período também caracteriza a época de chuvas que também agrava problemas relacionado à estabilidade das margens e erosão.

Os resultados enfatizam que para atender o uso para recreação e turismo são produzidas diversas alterações para adequação do espaço, que se configuram em impactos ambientais. E de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA N. 01, de 23 de janeiro de 1986:

... considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Esses impactos foram mais evidentes na amostragem da alta temporada, especialmente, nas áreas de praia, indicando que o uso intensivo, agrava as alterações, para além das adequações prévias de caracterização dos espaços, enquanto balneários. Além disso, os PARs demonstraram ser uma boa ferramenta para análise dessas áreas, pois resultam em respostas rápidas que permitem ações corretivas e podem contribuir para o planejamento e manejo pela gestão pública, que tenham como objetivo, a conservação dos recursos hídricos e do atrativo turístico. Entretanto, o padrão de qualidade exigido para fins de recreação em contato com a água deve atender os padrões de balneabilidade previstos na Resolução CONAMA

N. 274, de 29 de novembro 2000, que estabelece a necessidade de monitoramento, por meio de análises microbiológicas da água.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico ambiental mostrou a existência de alterações antrópicas nos balneários estudados, que estiveram diretamente relacionadas à transformação para atender os usos para recreação e turismo. As áreas de praia estiveram mais comprometidas no período de alta temporada, devido à utilização intensiva nesse período e às chuvas que são mais frequentes nessa época. Os PARs demonstraram ser uma boa ferramenta para a gestão dessas áreas, pois resultam em respostas rápidas que permitem ações corretivas e podem auxiliar no planejamento dos espaços, com vistas à conservação dos recursos hídricos e da manutenção da atividade turística.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA Nº 01 de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>> Acesso em: 10 de maio de 2014.

BRASIL. Ministério do Turismo. *Estatísticas básicas de turismo Brasil – Ano base 2015*. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.dadosfatos.turismo.gov.br/images/pdf/EstatisticasBasicasdoTurismo-Brasil2016-Anobase2015.pdf>. Acesso: 17 de outubro de 2016.

BRASIL. CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução N. 274, de 29 de novembro de 2000*. Dispõe sobre a balneabilidade dos corpos de água e dá outras providências. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: maio de 2010.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliense*, 14, 91-98, 2002.

DITT, E. H. *Fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema*. São Paulo: Annablume/Ipê/IIEB, 2002.

HESPANHOL, A. N. O turismo nos espaços rurais do Oeste Paulista: possibilidades e limites. In: THOMAZ, R. C. C.; MARIANI, M. A. P.; MORETTI, E. C.; ARRUDA, D. O. (orgs). *Turismo, políticas e dinâmicas no espaço rural*. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2013, p. 227-246.

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Ambiência*. Guarapuava, 6, 147-158, 2010.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão. *Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, 6 (11), 1-9, 2010.

ROSANA. *Vista aérea do Balneário Municipal de Rosana*, 2020. Disponível em: <https://www.rosana.sp.gov.br/turismo/>. Acesso em: 12 de março de 2020.

SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. INSTITUTO FLORESTAL. *Plano de Manejo Parque Estadual do Morro do Diabo*. 2006. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2012/01/morrododiabo.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2020.

SÃO PAULO. *Lei Complementar Nº 1.261, de 29 de abril de 2015*. Estabelece condições e requisitos para a classificação de Estâncias e de Municípios de Interesse Turístico e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2015/lei.complementar-1261-29.04.2015.html>. Acesso em: 08/ 2017.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE TURISMO. Município de Interesse Turístico: cartilha de orientação de acordo com a Lei 1261/15. Disponível em: <https://www.turismo.sp.gov.br/publico/include/download.php?file=108>. Acesso em: 12 de novembro de 2019.

SARDINHA, D.S.; CONCEIÇÃO, F.T.; CARVALHO, D.F.; CUNHA, R.; SOUZA, A.D.G. Impactos do uso público em atrativos turísticos naturais do município de Altinópolis (SP). *Geociências*, 26 (2), 161-172, 2007.

TEODORO SAMPAIO, *Imagem do Balneário Municipal de Teodoro Sampaio*. 2015. Disponível em: <https://www.facebook.com/Balneario-municipal-de-teodoro-sampaio-sp-509044832603312/>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

VERGES, J. V. G.; GÓIS, R. S.; CARVALHAL-LUNA, B. J. Ordenamento do território e resiliência às dinâmicas climáticas: uma análise comparada entre o Pontal do Paranapanema-SP-Brasil e o Alentejo, Portugal. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 12(2): 45-62, jul./dez. 2014. (ISSN 1678—698X). Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

WORLD TOURISM ORGANIZATION – UNWTO. *Tourism Highlights 2016 Edition*, 2016. Disponível em: <http://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284418145>. Acesso: 05 de outubro de 2016.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Est. de São Paulo – FAPESP (Proc. nº. 2014/27211-4).

VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 06/03/2020

Elen Blanco Perez

Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4621743504242396>

Thiago Paes de Almeida Mendes

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4851400112996668>

Pablo Eric Toledo Majer

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9390536318523045>

Plínio Barbosa de Camargo

Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8241999499678979>

RESUMO: O ribeirão Piracicamirim é um importante afluente do Rio Piracicaba, caracteriza-se por sofrer impactos no meio rural em sua cabeceira e posteriormente no meio

urbano devido à ações antrópicas e expansão populacional. Parâmetros de qualidade de água foram medidas em amostras bimensais entre outubro de 2016 a julho de 2017. Foram selecionados 12 pontos ao longo da microbacia visando compreender os diferentes usos do solo. Os parâmetros analisados em campo foram, temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$); oxigênio dissolvido ($\text{OD} - \text{mg L}^{-1}$); temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$); pH da água e condutividade elétrica ($\text{CE} - \mu\text{S cm}^{-1}$). Em laboratório foram analisados demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO} - \text{mg L}^{-1}$) e íons livres (cátions e ânions) por cromatografia de íons utilizando-se o equipamento (*Dionex DX-120*). Nas áreas rurais destacou-se a má conservação das matas ciliares e em alguns casos a ausência das mesmas. Na área urbana, verificou-se a descarga da estação de tratamento de esgoto no ribeirão próximo a sua foz. Os maiores valores de DBO foram verificados na área urbana devido principalmente a presença da carga orgânica do esgoto. A alta concentração de íons na área rural são proveniente da erosão, efeitos que foram maximizados nas áreas próximas a usina e no cultivo de cana de açúcar. A descarga de efluente proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) aumentou a concentração de íons e da DBO nas águas do ribeirão em

ponto posterior à sua descarga, demonstrando que não há tratamento terciário visando a absorção de íons dissolvidos e verifica-se a presença de matéria orgânica remanescente do tratamento. Não houve variação significativa do pH em todos os pontos analisados. Esses resultados evidenciam a necessidade de ações que visem controlar os impactos promovidos pelo manejo agrícola nas áreas rurais, bem como os efeitos negativos associados à descarga de efluente da ETE nas águas deste ribeirão. **PALAVRAS-CHAVE:** microbacia hidrográficas, hidrobiogeoquímica, parâmetros físico químicos; uso do solo; cromatografia líquida de íons

SPATIAL VARIATION OF WATER QUALITY OF THE RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP HYDROGRAPHIC MICROBACIA

ABSTRACT: The Piracicamirim stream is an important tributary of the Piracicaba River, it is characterized by being impacted in the rural and urban area due to anthropic actions and population expansion. Water quality parameters were measured in bi-monthly samples between October 2016 and July 2017. 12 points were selected along the watershed in order to understand the different uses of the soil. The parameters analyzed in the field were, water temperature ($^{\circ}\text{C}$); dissolved oxygen (OD - mg L⁻¹); room temperature ($^{\circ}\text{C}$); Water pH and electrical conductivity (EC - $\mu\text{S cm}^{-1}$). In the laboratory, biochemical demand for oxygen (BOD - mg L⁻¹) and free ions (cations and anions) were analyzed by ion chromatography using the equipment (*Dionex DX-120*). In rural areas, poor conservation of riparian forests stood out and in some cases their absence. In the urban area, the sewage treatment plant was discharged into the stream near its mouth. The highest BOD values were found in the urban area, mainly due to the presence of the organic load of the sewage. The high concentration of ions in the rural area comes from erosion, effects that were maximized in the areas close to the plant and in the cultivation of sugar cane. The discharge of effluent from the sewage treatment plant (ETE) increased the concentration of ions and BOD in the waters of the stream at a point after its discharge, demonstrating that there is no tertiary treatment aimed at absorbing dissolved ions and that presence of organic matter remaining from the treatment. There was no significant variation in pH at all points analyzed. These results highlight the need for actions aimed at controlling the impacts caused by agricultural management in rural areas, as well as the negative effects associated with the discharge of effluent from the ETE in the stream waters.

KEYWORDS: watersheds, hydrobiogeochemistry, physical and chemical parameters; use of the soil; ion liquid chromatography

1 | INTRODUÇÃO

O ribeirão Piracicamirim é um dos principais tributários do rio Piracicaba, têm

suas nascentes nos municípios de Saltinho e Rio das Pedras, e boa parte de sua microbacia encontra-se em área rural, onde a principal atividade é o cultivo de cana de açúcar seguido pela pastagem. O trecho final do ribeirão atravessa parte da cidade de Piracicaba, onde sofre com o despejo de águas residuárias pluviais e na parte do curso d'água dentro do campus "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo recebe o despejo do efluente remanescente do tratamento de esgoto desta microbacia, desaguando no rio Piracicaba.

Estudos visando avaliar a qualidade da água são decisivos sendo um dos principais critérios para o estabelecimento do uso da água, porque esses padrões buscam, acima de tudo, a segurança da população consumidora. Isto é devido ao fato de que a qualidade da água não é, necessariamente um estado de pureza, mas é configurado por sua composição química e as características fisiológicas e biológicas (MERTEN & MIRELLA, 2002).

Este trabalho traz análises que permitem entender melhor a natureza da contaminação deste ribeirão. Esse tipo de levantamento de dados é fundamental para o monitoramento integrado da qualidade que é essencial para as ações de controle da poluição ambiental e gestão dos recursos hídricos.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do ribeirão Piracicamirim se localiza no interior do estado de São Paulo, entre os paralelos 22°41'40" e 22°52'35" e os meridianos 47°35'15" e 47°43'21". Localizada dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Comitê dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, denominado Comitê PCJ. Sua microbacia compreende os municípios de Saltinho, Rio das Pedras e Piracicaba. A área total de sua bacia é de aproximadamente 133 km², com uma extensão total do curso de 23,3 Km e vazão média de 1650 L s⁻¹ (LEME, 2007).

Foram selecionados doze pontos amostrais ao longo da microbacia. Os primeiros seis pontos são na cabeceira da microbacia localizada em área rural; os seis últimos são localizados dentro do perímetro urbano do município de Piracicaba. O método de escolha dos pontos de coleta levou em consideração o objetivo de coletar em pontos que possibilitassem a caracterização das áreas rural e urbana da microbacia proporcionando a distinção e comparação entre estes dois cenários.

Também foram escolhidos pontos em áreas específicas da microbacia, visando a compreensão dos efeitos antrópicos no ribeirão, áreas com a presença de de cana de açúcar e influência da carga remanescente da ETE. Nas imagens a seguir é ilustrado cada um dos pontos de coleta.

Os pontos em área rural (Figura 1) possuem as seguintes características

gerais, P1: Nascente represada e degradada próxima de uma usina de cana de açúcar; P2: Canal próximo de uma usina de cana de açúcar; P3: Nascente em área preservada próximo do município de Saltinho; P4: Canal próximo do município de Saltinho com degradação nas margens; P5: Canal próximo a uma área de cultivo de cana de açúcar; P6: Canal tributário em área de cultivo de cana de açúcar.

Na área urbana, os pontos 7 a 9 (Figura 2) são no canal principal da microbacia, apresentam sinais de açoreamento em alguns locais e passaram por um processo de retificação dentro do município de Piracicaba, onde suas margens possuem uma vegetação escassa e com pouca variedade de espécies. Os pontos de 10 a 12 estão dentro do campus “Luiz de Queiroz” em seu curso natural na área mais declivosa da microbacia, são após a descarga de efluentes da ETE e possuem uma vegetação ripária mais presente e diversa.



Figura 1: Fotos dos pontos de coleta na área rural

Fonte: Próprio autor



Figura 2: Fotos dos pontos de coleta na área urbana

Fonte: Próprio autor

As incursões de campo para coleta de amostras de água foram de outubro de 2016 até julho de 2017, realizadas com intervalo de dois meses entre elas, totalizando cinco idas à campo. Para as amostras, foram coletados 10 litros de água da camada superficial do ribeirão, para medição de parâmetros de qualidade em campo. Segue-se a medição de parâmetros de qualidade avaliados em campo, utilizando-se de medidores portáteis: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividades elétrica.

Foram separadas alicotas de amostras de água para análises posteriores em laboratório (demanda bioquímica do oxigênio e cromatografia líquida de íons).

Para as análises da demanda biológica de oxigênio, foram utilizados 6 frascos de 100 mL cada por ponto de coleta com amostras de água, em três frascos foi adicionado solução ácida no momento da amostragem; e outros três frascos foram mantidos incubados no escuro a 25°C. A DBO foi expressa em função de um tempo de cinco dias (120 horas) a uma temperatura de 20°. Desta forma calculou-se a quantidade de oxigênio consumido na oxidação da matéria orgânica mantida a 25°C durante 5 dias, cálculo expresso pela fórmula:

$$DBO = \frac{(v_i - v_f)}{T} \times 120$$

Parte das amostras coletadas foram filtradas em membranas de acetato de celulose (porosidade = 0,4 µm) e armazenadas sob refrigeração de aproximadamente 4°C. As análises por cromatografia iônica (*Dionex DX-120*), foram quantificadas por célula de condutividade, após interação com coluna analítica específica, e expressos em (mg L⁻¹). Foram determinados as concentrações dos seguintes cátions e ânions:

cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloreto e sulfato. Tais concentrações foram utilizadas para avaliar a dinâmica de nutrientes no sistema estudado, para assim disponibilizar informações sobre as características hidrogeoquímicas do ribeirão.

A fim de analisar a abrangência da influência do uso do solo nas áreas de entorno, assim como na área total da bacia foi feito o georreferenciamento dos pontos de coleta. A posição dos pontos foi estabelecida de acordo com as coordenadas do aparelho de *Global Positioning System* (GPS) da marca *Trimble* modelos GEO 7 verificadas em campo, utilizando os sistemas geodésicos SAD-69 e o Córrego Alegre Datum. A classificação de uso do solo foi feita também através do *ArcGIS*® 10.5 com o auxílio do *BaseMap*® (mapa de base) tendo sua última atualização em 2014, porém as imagens tiveram diversas fontes, sendo elas, imagens *TerraColor*® (15m), imagens SPOT (2.5m), e *DigitalGlobe*® atualizadas em 2014 com resolução de 0,5 metro e as imagens da última atualização do *Google Earth*®. A rede de drenagem foi feita com o auxílio das curvas de nível onde a fonte dos dados veio do banco de dados Metadados da Agência Nacional de Águas.

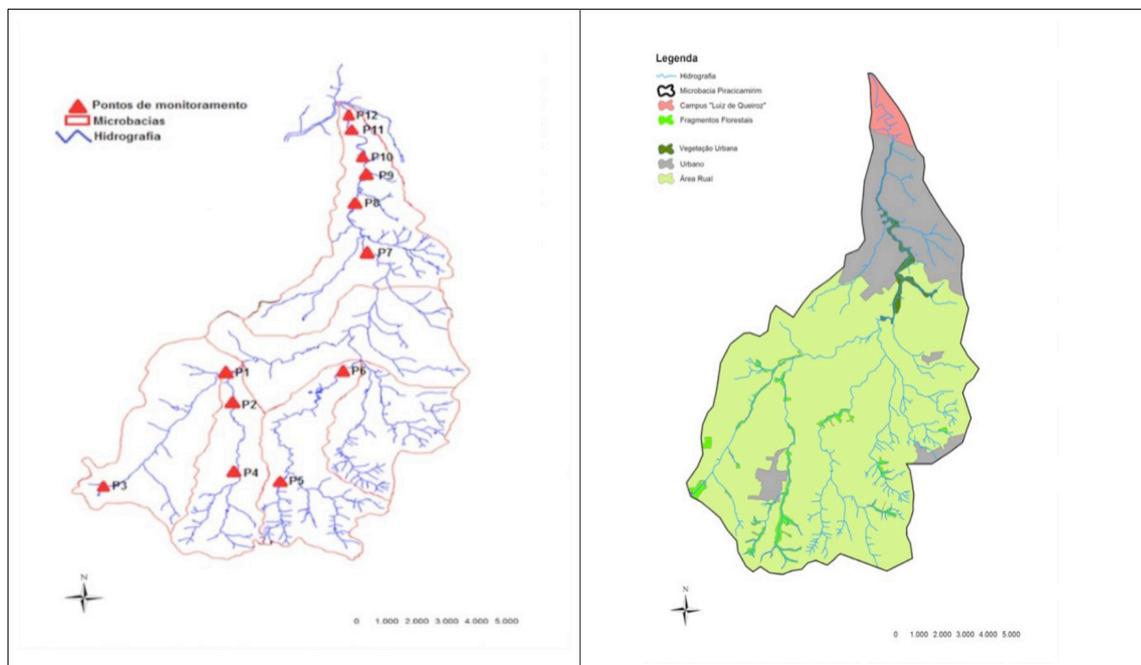
Foi usado um critério simples para classificar o uso do solo, objetivando destacar as áreas rurais, urbanas e os maiores fragmentos de vegetação e arborização urbana.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o mapa de uso do solo elaborado para análise neste trabalho, é possível perceber que se trata de uma bacia predominante na área rural, que compreende 46,3% da área total do mapa. Também é possível perceber que as áreas do mapa que compreendem grandes fragmentos florestais e vegetação urbana são bem escassos ao longo da bacia.

De acordo com o Atlas Rural de Piracicaba de 2006, a principal atividade econômica na microbacia é a agricultura, predominando o setor sucroalcooleiro, a cobertura vegetal do solo passa a ser mais bem representada pela cana de açúcar, do que por uma vegetação arbustiva. O mapa não traz a delimitação das APPs uma vez que elas não são presentes de acordo com a lei do Código Florestal em toda a microbacia. Sendo sua Reserva Legal deficitária e as APPs em sua maioria ocupadas com cana de açúcar e com a própria urbanização.

Foi possível observar durante a etapa do geoprocessamento e de acordo com BARBIN (2008), que o ribeirão Piracicamirim tem o seu trecho principal retificado dentro do maior perímetro urbano no município de Piracicaba, e possui uma declividade mais acentuada no seu trecho final dentro do Campos "Luiz de Queiroz".



Figuras 3 e 4: Resultados das elaborações dos mapas da delimitação da bacia de drenagem, hidrografia e localização dos pontos de coleta e do do uso do solo da microbacia do Piracicamirim

Fonte: Próprio autor

Os resultados das análises de campo mostraram que os valores de pH da microbacia estão dentro do esperado para análises de água, mesmo durante as estações chuvosas os resultados se mantiveram, em sua maioria, próximos a neutralidade. De acordo com OMETTO (2001) o pH dos solos na bacia do Piracicamirim varia de 4,5 a 5, o que explica os valores de pH do P3 que apresenta um pH ácido. Como se trata de uma nascentes, possivelmente esses valores estão associados ao pH mais ácido do solo (ROCHA et al, 2008).

Tendo em vista que a solubilidade do oxigênio em água aumenta com a diminuição da temperatura, é importante destacar que não houveram variações significativas na temperatura da água. A temperatura teve o valor médio de 22,07°C, sendo afetadas pela variação natural de temperatura ao longo do dia e também pela variação do clima entre as estações ao longo do ano. Não havendo grande influência da temperatura no oxigênio dissolvido.

Na área rural, o P3 apresentar uma boa cobertura vegetal na sua área de entorno, fazendo os valores de quase todas as suas análises serem contrastantes com os demais pontos, favorecendo os parâmetros de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Já o P5 é uma área que recebe bastante descarga de matéria orgânica proveniente de fontes agrícolas, além de não apresentar uma cobertura vegetal adequada nas áreas de margem.

Dentro do perímetro urbano o trecho principal do ribeirão passa a ser retificado logo após o P7 e permanecendo nesta condição até o P9, os pontos 10, 11 e 12

são dentro do Campus “Luiz de Queiroz” onde o ribeirão apresenta uma declividade crescente até sua foz, sendo a área mais declivosa da microbacia. Esses fatores explicam o comportamento do oxigênio dissolvido na área urbana, uma vez que a declividade aumenta a velocidade da água que acaba provocando uma oxigenação mecânica.

Os valores de oxigênio são explicados pela presença de algas no ribeirão, o que leva a um aumento na produção de oxigênio através da fotossíntese. E nos pontos com valores mais baixos são explicados pelo alto consumo de oxigênio pelos microrganismos aeróbicos presentes na água e também pelo processo de nitrificação que também é um processo de oxidação (GODOY; 2004).

Os pontos da área urbana apresentam um aumento da CE a partir do P10 que é depois da ETE, que segundo GODOY (2004) pode ser explicado pela oxidação da matéria orgânica remanescente do sistema de tratamento de esgoto liberando maior quantidade de íons dissolvidos na água. A autora ainda afirmou que este aumento é consequência da presença de substâncias como detergentes e sais que não são completamente retirados da água durante as etapas do tratamento.

Considerando que a condutividade elétrica é um parâmetro químico fundamental para identificar alterações na qualidade da água, estando relacionada à concentração de íons dissolvidos no corpo hídrico, portanto, quanto maior a concentração desses íons dissolvidos, maior o valor da condutividade elétrica e mais intensa a poluição. Durante as coletas foi observado que há a formação e acúmulo de algas em diversos pontos, o que explica um possível aumento do oxigênio, que acaba superestimando os resultados da DBO, como nos casos dos pontos 1 e 5.

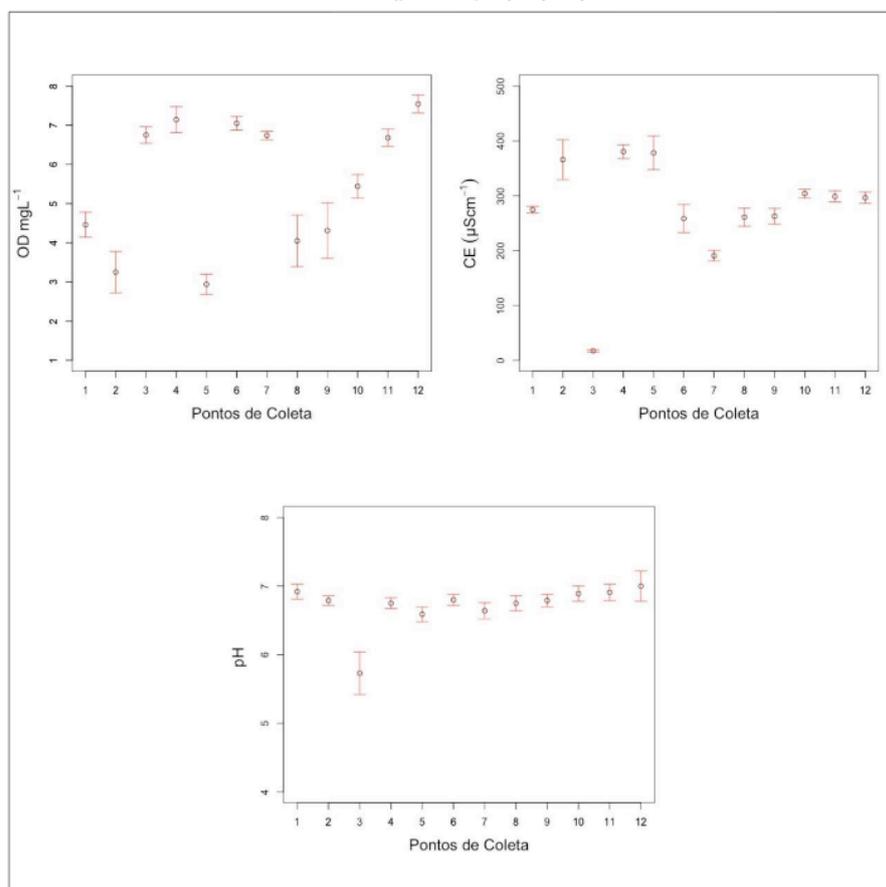


Figura 5: Gráficos com as média e erro padrão dos valores da oxigênio dissolvido OD (mg L^{-1}), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) e pH por ponto de coleta.

Fonte: Próprio autor

O aumento nos valores da DBO num corpo hídrico são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica (CETESB, 2009). As concentrações mais elevadas de DBO podem ser em detrimento do carreamento e aporte de matéria orgânica das margens até o corpo hídrico; da presença ou não de chuvas intensas e da baixa eficiência do tratamento de efluentes da ETE.

De acordo com a resolução CONAMA 357 os pontos de 1 a 10 podem ser enquadrados como um rio de classe 2, demandando um tratamento de água mais simples para serem destinados ao consumo humano. Os pontos 11 e 12 não se enquadram da mesma forma que os demais pontos, isso pode ser explicado pelo fato destes pontos se localizarem depois da descarga de uma estação de tratamento de esgoto (ETE).

Pontos de coleta	Valor máximo	Valor mínimo	Média
P1	6,16	1,63	3,31
P2	5,44	1,99	4,18
P3	2,89	0,82	1,63
P4	3,68	1,42	2,35
P5	4,75	2,40	3,32
P6	2,98	0,15	1,51
P7	3,63	1,98	2,61
P8	5,14	1,45	3,86
P9	4,56	0,47	2,56
P10	5,38	0,78	3,14
P11	6,17	5,41	5,78
P12	7,01	5,72	6,25

Tabela 1: Resultados da Demanda Bioquímica de Oxigênio

De maneira geral, todos os íons mostraram valores elevados, com exceção do P3. Nos resultados de cromatografia é possível observar altos índices de erro padrão. Isto é explicado pela coleta das amostras terem ocorrido em momentos diferentes do dia e em períodos diferentes do ano. Da forma que, em algumas coletas captaram momentos como descarga da ETE, adubação das culturas, períodos de chuva, entre outros eventos. O principal problema desta ETE se dá pelo fato de que a estação trata um trecho grande e muito contaminado do ribeirão, e despeja os efluentes em um trecho mais curto, já próximo à foz. O que explica as diferenças observadas entre os três primeiros pontos da área urbana e os três últimos.

Os íons que melhor caracterizam a área rural da microbacia foram os cátions magnésio (Mg^{2+}), cálcio (Ca^{+}) e potássio (K^{+}), caracterizando as fontes de poluição deste cenário. Os pontos 4 e 5 mostram ser os mais alterados enquanto o ponto 3 mostra um comportamento completamente diferente, como observado nos resultados anteriores.

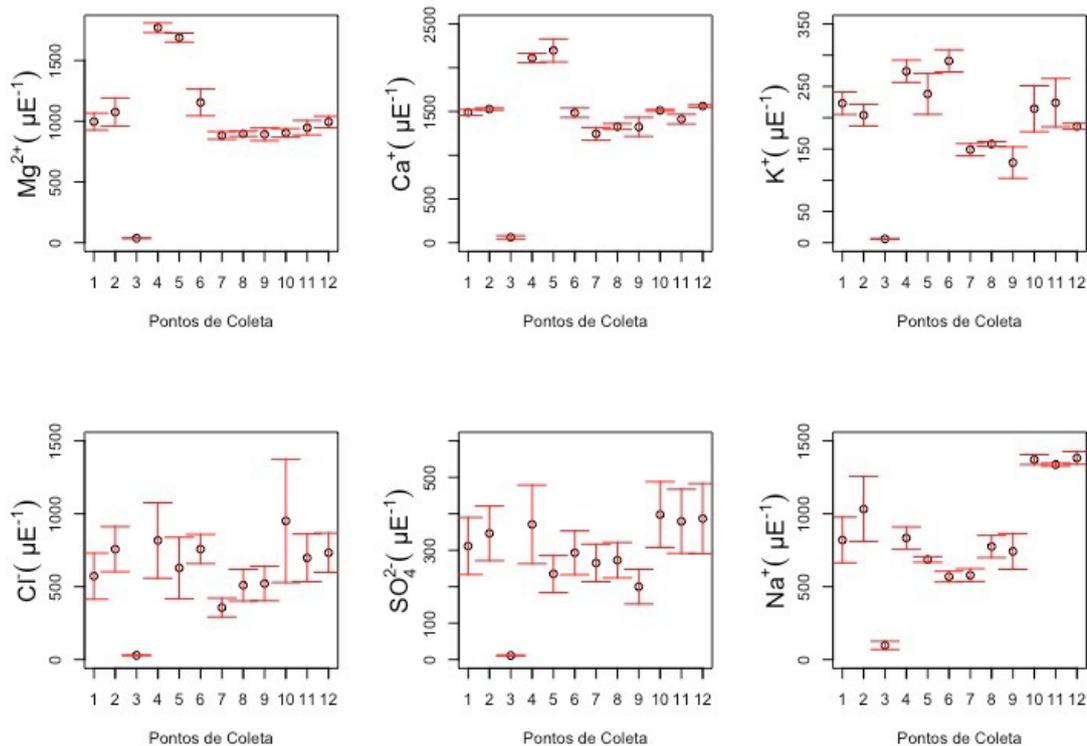


Figura 6: Gráficos com as média e erro padrão dos valores dos íons Mg²⁺; Ca⁺; K⁺; Cl⁻; SO₄²⁻ e Na⁺ (µE L⁻¹) por ponto de coleta.

Fonte: Próprio autor

O uso e a ocupação do solo na bacia de drenagem define características importantes relacionadas ao aporte de elementos aos sistemas aquáticos OMETTO (2001 apud HELLAWELL, 1986). Mais especificamente na área rural da microbacia do Piracicamirim a cana de açúcar como uma cultura demanda excessivos tratamentos culturais com ciclos de 5 a 6 anos.

O cálcio e o magnésio são elementos associados a composição e calagem do solo. Os resultados sugerem que há perda de solo por carreamento de nutrientes para o ribeirão. Como a manutenção da cobertura do solo na região é precária, a falta de uma vegetação ripária adequada acaba gerando o desmembramento de partes do solo nas margens do rio. Isso é possível de observar na maioria dos pontos na área rural e nos dois últimos pontos que se encontram dentro do campus “Luiz de Queiroz”, onde o corpo hídrico não é mais retificado.

A melhor explicação para os índices de potássio é que este provem do cultivo de cana de açúcar, usado como fertilizante. O uso do potássio como fertilizante, assim como aquele disponibilizado da palha que permanece sobre o solo, acaba sendo lixiviado, variando com a intensidade das chuvas, quantidade usada de nutriente e da textura do solo (ROSOLEM et al., 2006). Os pontos 4 e 5 encontram-se em áreas de plantio de cana de açúcar, por isso apresentam os maiores índices de potássio.

A área urbana, foi melhor caracterizada pelos íons cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}) e sódio (Na^+). Os pontos 7, 8 e 9 representam o início da parte altamente urbanizada da microbacia, os resultados de cromatografia deste três pontos são similares nos três íons analisados, mostrando um comportamento uniforme entre eles. A partir do P10 há uma nítida diferença nos resultados dos íon que caracterizam a área urbana. Para OMETTO (2001) no final da bacia de drenagem do Piracicamirim as alterações na qualidade da água são tão explícitas que os aspectos locais se tornam irrelevantes.

A origem do sódio detectado nas análises pode ser proveniente da rocha, mas este também é um elemento muito presente no esgoto doméstico. O aumento do sódio nos pontos seguintes da bacia pode ser explicado pela entrada de solo no corpo hídrico, proveniente do escoamento superficial, considerando que os três últimos pontos estão localizados na área mais inclinada da microbacia.

O cloro é um dos elementos mais utilizados para o tratamento de água e esgoto; como o P10 está à jusante da ETE, é possível observar uma maior concentração de cloro, que dilui ao longo do final da microbacia. Ao analisar os resultados do Cl^- , é possível observar um erro padrão muito acentuado, devido ao fato da ETE ter horários específicos para soltar os seus efluentes no curso d'água, o que gera um aumento momentâneo considerável de Cl^- , gerando uma grande variação da concentração deste íons na água.

O sulfato é mais predominante na área urbana devido à presença de esgoto doméstico (por exemplo, através da degradação de proteínas) e industrial (como nos casos de efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.). Apresentando níveis mais acentuados após os efluentes da ETE, em águas tratadas o sulfato é proveniente do emprego de coagulantes como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, sulfato férrico, entre outros.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada vez mais existem trabalhos que relacionam a qualidade da água com atributos de uso do solo. A partir dos resultados dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e da análise do mapa de uso do solo, foi possível acompanhar as tendências da qualidade da água e determinar como os cenários rurais e urbanos influenciam na qualidade da água do ribeirão Piracicamirim. Também foi possível determinar a influência da manutenção da cobertura vegetal e da ETE ao longo do corpo hídrico.

A microbacia do ribeirão Piracicamirim, sofre com diversas alterações antrópicas, seja no uso do solo quanto na configuração da composição química

da água. Sendo as principais atividades que originam essas alterações são, ao intenso processo de urbanização na cidade de Piracicaba e ao manejo inapropriado das áreas agrícolas nas partes mais altas da bacia. Essas alterações influenciam negativamente na manutenção do ecossistema aquático e prejudicam o uso da água para o consumo humano e em alguns casos até para a irrigação.

Para mudar os panoramas atuais é necessário uma ação conjunta da comunidade científica com a sociedade civil assim como dos órgãos regulamentação e fiscalização. Buscando melhorar a gestão das áreas agrícolas, o cumprimento do Código Florestal, a recuperação de áreas degradadas; assim como a melhora significativa da eficiência dos sistemas de tratamento de esgoto.

REFERÊNCIAS

BARBIN H. S., VELASCO G. D. N., ALVAREZ I. A., LIMA A. M. L. P. Estudo dos espaços livres do bairro Santa Cecília, em Piracicaba, SP. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 17-35.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. “Resolução nº 357/2005”. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005.

GODOY, T. G. **Avaliação temporal dos parâmetros físico-químicos da microbacia do Piracicamirim, Piracicaba- SP**, 2004

LEME, M.S. **Relevo, processos geológicos e sócio/reprodutores e a fragilidade ambiental da Bacia do Ribeirão Piracicamirim/SP**. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Geografia. 2007

MERTEN, G.H., MINELLA, J.P. 2002. **Qualidade da água de bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para uma sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, vol. 3, p. 33-38.

OMETTO J. P. H. B. **Efeitos das mudanças do uso do solo e efluentes domésticos sobre a composição química da água e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas na bacia do rio Piracicaba (SP)**, Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências. 2001

ROCHA, A.L. A. R.; PARRON; DA CRUZ L. M., DOMINGUES C. J. D. **Monitoramento da qualidade de água de nascentes na bacia hidrográfica do rio preto, sub bacia do médio rio São Francisco**. Embrapa Cerrados, 2008.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S. & CALONEGO, J.C. **Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada**. Pesq. Agropec. Bras. 2006.

CAPÍTULO 5

A GESTÃO DOS RECURSOS E O MEIO AMBIENTE: ESTUDO REALIZADO NAS LAVANDERIAS INDUSTRIAIS

Data de aceite: 12/05/2020

Francinildo Carneiro Benicio

Doutorando em Ciências Contábeis pela FUCAPE
Instituição: FUCAPE Business School
francinildo_benicio@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/4183241815354456>

Antônio Vinícius Oliveira Ferreira

Doutorando em Contabilidade pela Fucape
Business School
Instituição: Universidade Federal do Piauí
antvinicius@ufpi.edu.br
<http://lattes.cnpq.br/5030040406885609>

Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira

Mestranda em Administração pela Fucape
Instituição: Fucape Business School
analuzacmedeiros@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/9208291191598848>

Lennilton Viana Leal

Doutorando em Contabilidade pela Fucape
Instituição: Fucape Business School
lenniltonleal@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/8135840565990979>

Anderson Lopes Nascimento

Doutorando em Administração pela Universidade
da Amazônia
Instituição: Universidade Federal do Piauí
adm.anderson@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/8899563452491045>

Augusta da Rocha Loures Ferraz

Mestre em administração, com concentração em
finanças- UFPB
Universidade Federal do Piauí
augustaferraz@yahoo.com.br
<http://lattes.cnpq.br/3253435981919965>

Rosilene Gadelha Moraes

Mestre em Administração de Empresas pela
Unifor
Uninassau Parnaíba
rosigadelha@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/4894520850559378>

Joyce Silva Soares de Lima

Graduada em Administração pela Universidade
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
joycessdl@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/2934698910977578>

Ednael Macedo Felix

Mestre em Administração de Empresas pela
Universidade de Fortaleza - UNIFOR
Secretaria Estadual de Educação do Estado do
Ceará - SEDUC
edynaell@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/1231915953131426>

Andreza Cristina de Sousa Fernandes

Mestranda em Administração e Controladoria
Universidade Federal do Ceará
andrezafrsadm@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/8409489827674961>

Thiago Alberto Viana de Sousa

Mestre em Administração de Empresas pela Unifor

Centro Universitário Católica de Quixadá

admtviana@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/4485794477658080>

Márcio Henrique Marques da Cunha

Mestre em Administração de Empresas pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR

Secretaria Estadual de Educação do Estado do Ceará - SEDUC

Fortaleza-CE, Brasil.

facilacessos@yahoo.com.br

<http://lattes.cnpq.br/3866685797504857>

RESUMO: O estudo teve por objetivo analisar a preocupação quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso. A partir da problematização que versa sobre gestão da água na organização, realizou-se um trabalho de caráter exploratório-descritivo, de abordagem qualitativa e com apoio de pesquisa bibliográfica, documental e entrevista. A análise dos resultados revelou que as lavanderias estudadas possuem preocupação com uso racional e economia de água. Diante de tais problemas, este trabalho torna-se um alerta para escassez dos recursos hídricos e ao investimento de inovações para diminuição do impacto no consumo de água.

PALAVRAS-CHAVE: Açude Castanhão. Meio Ambiente. Gestão Ambiental. Recursos Hídricos.

RESOURCE MANAGEMENT AND THE ENVIRONMENT: A STUDY PERFORMED IN THE INDUSTRIAL LAUNDRY

ABSTRACT: The study aimed to analyze the concern regarding the use of water by industrial laundry managers in a scenario of scarcity of this resource. Based on the problematization that deals with water management in the organization, an exploratory-descriptive work was carried out, with a qualitative approach and supported by bibliographical, documentary and interview research. The analysis of the results revealed that the studied laundries are concerned with rational use and saving water. Faced with such problems, this work becomes an alert for the scarcity of water resources and the investment of innovations to reduce the impact on water consumption.

KEYWORDS: Açude Castanho. Environment. Environmental management. Water resources.

1 | INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da história humana, o desenvolvimento socioeconômico sempre causou diversos impactos de intensidade variável sobre o meio natural. Porém, nunca o fez de maneira tão profunda e abrangente que tornasse necessário abordar sobre a sobrevivência da espécie humana, como da Revolução Industrial para cá. A sensação de risco veio a se concretizar na segunda metade do século XX, quando a humanidade se tornou ciente da sua capacidade e potencial destrutivo (MOLISANI, 2010). Fatores sociais, econômicos, políticos e culturais se articularam na formação de uma consciência ambiental que buscava questionar e problematizar as relações entre a sociedade e meio ambiente (STEFFEN et. al., 2015).

A crise ambiental despertou na sociedade uma maior consciência das questões ambientais que passou a exigir um posicionamento mais adequado e responsável das organizações em sua interação com o meio ambiente (VIEIRA, 2016), o que levou as empresas a terem que assumir novas responsabilidades (ADAMS; GEHJLEN, 2015).

As questões ambientais são atualmente consideradas problemas globais com fontes e efeitos complexos. Esses problemas globais têm impactos de longo alcance sobre sociedades, empresas, grupos e indivíduos (MARTENSSON; WESTERBERG, 2014). Por exemplo, em seus relatórios, o Painel Intergovernamental das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) alega que as mudanças climáticas emergiram como a maior ameaça para a humanidade. Problemas ambientais complexos e de grande alcance, como estes, não podem ser gerenciados sem mudanças sociais e econômicas. Conseqüentemente, as questões ambientais ganharam maior atenção nas empresas (SPRINGETT, 2003).

Para além dos efeitos destrutivos de algumas organizações sobre a natureza (Shrivastava, 1995), existe uma cobrança crescente, baseada em atitudes e normas sociais, de que as empresas devem minimizar os danos ambientais causados, já que as empresas que cometem má conduta ambiental são criticadas na mídia (TANG; TANG, 2013; XU et al., 2014) e, como resultado, causam danos à sua própria reputação (ZOU et al., 2014). Portanto, embora um bom desempenho ambiental esteja em conformidade com as normas sociais e éticas, e assim recebido pelo público em geral, os comportamentos ambientais negativos ainda não incorrem em fortes penalidades nos regulamentos governamentais existentes, enquanto o desempenho ambiental favorável não consegue aumentar o valor de mercado corporativo (ZOU; ZENG; LIN, 2015).

Villiers, Naiker e Van Staden, (2011) ressaltam que a gestão ambiental tornou-se um caminho importante para as empresas ganharem vantagem competitiva. Um desempenho ambiental sólido melhora não somente a reputação corporativa

(MELO; GARRIDO-MORGADO, 2012), como também a produtividade (GALDEANO-GÓMEZ; CÉSPEDES-LORENTE; MARTÍNEZ-DEL-RIO, 2008); reduz os custos de financiamento (SHARFMAN; FERNANDO, 2008) e fortalece as relações dos stakeholders (BANSAL, 2005). Por outro lado, o mau desempenho ambiental pode impor custos adicionais, levando a uma queda no valor de mercado (DASGUPTA et al., 2006) e desafios à legitimidade corporativa (BERRONE; GOMEZ-MEJIA, 2009; VILLIERS; NAIKER; VAN STADEN, 2011).

A situação dos recursos naturais exige uma gestão mais apropriada tanto por parte dos governos quanto das organizações, além da própria sociedade. Por ser um elemento natural que garante a vida, e por já apresentar escassez em várias regiões do mundo, a água torna-se importante na gestão ambiental das empresas. De acordo com Shiklomanov (1993), a indústria tem hoje um dos maiores consumos de água por segmento, sendo que no ramo de lavanderias tem a água com suas principais matérias-primas. Desse modo, e com base nesse contexto é que esse artigo vislumbra analisar a preocupação quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso.

Em termos metodológicos, utilizou-se uma pesquisa de caráter exploratório-descritiva, de abordagem metodológica qualitativa, ainda que se apoie em estatística básica descritiva e com procedimentos de caráter bibliográfico, documental e entrevista.

Quanto à estrutura, o artigo foi organizado em cinco seções. Além da introdução (primeira seção), apresentamos uma argumentação teórico-conceitual acerca do Açude Castanhão; Gestão Ambiental; Meio Ambiente e Recursos Hídricos (segunda seção). Posteriormente, expomos os procedimentos de pesquisa (terceira seção) e, em seguida, discutimos os resultados do trabalho (quarta seção). Por fim, na (quinta seção), foram tecidas as considerações finais da pesquisa.

2 | PROBLEMATIZAÇÃO

2.1 Gestão Ambiental

As corporações são criações sociais e argumenta-se que a sua existência depende da vontade da sociedade em continuar permitindo-lhe operar (MAHADEO et al., 2011). A ideia de contrato entre as organizações e os membros da sociedade sugere que, apesar de o lucro ser o principal objetivo de uma empresa (ANDRADE; ROSSETI, 2012), essa tem a obrigação de agir de maneira ambientalmente responsável.

A estratégia ambiental corporativa está profundamente enraizada em um ambiente institucional em que os diversos stakeholders representam um mecanismo

de punição e podem representar ameaças à legitimidade ambiental de uma empresa (LIU; LU; CHIZEMA, 2013). De acordo com Berrone e Gomez-Mejia (2009), a pressão institucional é uma força motriz importante para as empresas implementarem estratégias ambientais. A legitimidade resultante está associada dentre outras coisas a reputação corporativa e a acessibilidade de recursos (BANSAL, 2005; BERRONE; GOMEZ-MEJIA, 2009). Nesse contexto, Fernández-Kranz e Santaló (2010) ressaltam que do ponto de vista estratégico, as decisões sobre investimentos ambientais são um trade-off entre custos e potenciais benefícios.

Uma organização sustentável é a que simultaneamente procura ser eficiente em termos econômicos, respeitar a capacidade de suporte do meio ambiente e ser instrumento de justiça social, promovendo a inclusão social, a proteção às minorias e grupos vulneráveis, o equilíbrio entre os gêneros (BARBIERI et. al., 2010).

As contribuições da gestão ambiental para as diferentes atividades da organização, quer ela esteja subsumida ao respectivo cargo, quer esteja vinculada às atribuições de um departamento específico ou, ainda, dispersa horizontalmente por suas diversas áreas de competência, são agrupadas por Groenewegene Vergragt (1991) em três esferas: produtiva, da inovação e estratégica.

Na esfera produtiva, a gestão ambiental intervém, por um lado, no controle do respeito às regulamentações públicas pelas diferentes divisões operacionais e, por outro, na elaboração e na implementação de ações ambientais. Estas ações dizem respeito à manutenção, à conformidade ambiental dos fornecedores, dos sítios de produção, etc. Na esfera da inovação, a gestão ambiental aporta um auxílio técnico duplo: de um lado, acompanhando os dispositivos de regulamentação e das avaliações ecotoxicológicas de produtos e emissões a serem respeitados; de outro, auxiliando a definir projetos de desenvolvimento (de produtos e tecnologias). Na esfera estratégica, a gestão ambiental fornece avaliações sobre os potenciais de desenvolvimento e sobre as restrições ambientais emergentes resultantes tanto da regulamentação quanto da concorrência (CORAZZA, 2003).

Banerjee (2001) indica que a consciência ambiental não apenas reflete a responsabilidade da empresa em relação ao ambiente natural, mas também mostra as várias medidas que a empresa leva a reduzir o impacto ambiental prejudicial de suas atividades diárias. Conseqüentemente, as normas ambientais de uma empresa devem possuir características que produzem efeitos que reduzam os impactos ambientais por meio de ações advindas da própria empresa, seus colaboradores e de clientes (VACHON, 2006).

2.2 Meio Ambiente e Recursos Hídricos

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência do homem e demais seres vivos do Planeta. É uma substância fundamental para os ecossistemas da

natureza, solvente universal e importante para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas, e sua elevada tensão superficial possibilita a formação de franja capilar no solo, além de imprescindível às formações hídricas atmosféricas, influenciando o clima das regiões (FERNANDES, 2010).

Infelizmente, este recurso natural encontra-se cada vez mais limitado e exaurido pelas ações impactantes do homem nas bacias hidrográficas, degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas. A carência de água pode ser, para muitos países, um dos fatores limitantes ao desenvolvimento, pois o modelo tecnológico até então elaborado com base na exploração indiscriminada dos recursos naturais, está esgotado (SOUZA, 2004).

Muito se tem discutido quanto ao melhor modelo de alocação de águas para o Ceará. Tanto o modelo de mercado, semelhante ao adotado no oeste dos Estados Unidos, como o modelo diametralmente oposto, o Modelo de Negociação, como o adotado na França (Studart, 2007), são frequentemente defendidos como ideais. Entretanto, considerando o conceito de dependência da trajetória, qualquer um deles, se for simplesmente transportado para a realidade do Ceará, dificilmente produzirá o mesmo sucesso obtido nos países de origem (FERNANDES, 2010).

Independentemente da adoção de um sistema de gestão bem estruturado, o Ceará já definiu alguns parâmetros para a outorga do direito de uso, ou seja, direito personalizado e intransferível e quantificação absoluta da quantidade outorgada, e vêm efetuando, através da Secretaria de Recursos Hídricos - SRH, a alocação inicial dos direitos de uso. Infelizmente a gestão não limita a quantidade de uso, seja pela organização ou pela comunidade (STUDART, 2007).

A SRH possui vários mecanismos de monitoramento e fiscalização dos recursos hídricos do Ceará, mas apresenta dificuldades em avaliar a forma e o modo de como as empresas utilizam a água e contribuem para sua perpetuidade (SOUZA, 2004).

De acordo com Silva e Pruski (2000), a qualidade da água depende da capacidade dos recursos hídricos diminuir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos que proporcionam a sua autodepuração. Defendem ainda, que essa capacidade é limitada a quantidade e qualidade de recursos hídricos existentes e ao tipo e quantidade desta carga de esgotos e resíduos, chamada carga poluidora. Destacam ainda, que as quantidades e a natureza dos constituintes presentes nas águas variam, principalmente em função da natureza do solo de onde são originárias das condições climáticas e do grau de poluição que lhes é conferido, especialmente pelos despejos domésticos e industriais (BEAL et. al., 2014).

Á água é muito utilizada nas indústrias para fabricação de produtos e bens de serviço, essa utilização gera uma demanda crescente, e conseqüentemente

aumento dos custos para a obtenção deste bem, isto tem levado as indústrias a avaliar e encontrar formas de reuso da água, através de processos industriais e de sistemas de lavagem com baixo consumo de água, e algumas fazem a captação de água das chuvas para os processos de lavagem de vasilhames (HESPANHOL, 2002).

Segundo Tundisi et al. (2006), o setor industrial é responsável por cerca de 22% do uso mundial de água, nos países desenvolvidos esse índice é de 59%, sendo de apenas 8% nos países não desenvolvidos. Este setor é considerado o principal responsável pelo aumento da dificuldade na obtenção de água para suprir as necessidades da sociedade, esse crescimento da dificuldade não é só pelo fato do setor industrial usar em grandes quantidades, mas principalmente pelo volume qualidade que são devolvidas ao meio ambiente (BEAL et. al., 2014).

O uso da água na indústria pode ser dividido em dois setores, o da matéria prima incorporada ao produto final, podendo a água manter ou não a sua identidade química, dependendo do produto fabricado. E no uso auxiliar na produção podendo ser utilizada como veículo, fluido térmico e lavagem (BEAL et. al., 2014).

São vários os fatores que influenciam na quantidade de água consumida no setor industrial, essas variações podem ser através da tecnologia, das técnicas utilizadas, do ramo de atividade, da capacidade de produção, das condições climáticas da região, da disponibilidade e da idade da instalação. Essas variações no consumo demonstram a dificuldade de se encontrar dados precisos do consumo da água em cada atividade (MIERZWA E HESPANHOL, 2005).

2.3 Açude Castanhão

O açude Castanhão está localizado na região limítrofe entre a bacia média e inferior do rio Jaguaribe, no município de Nova Jaguaribara, do Estado do Ceará. O rio Jaguaribe é um dos principais corpos fluviais do Estado, pois sua bacia estimada em 72.645 km² abrangendo 48% da área do Estado do Ceará e disponibiliza água para várias regiões através de sistema de canais e de transposição de bacias (HIJO, 2009).

O açude Castanhão é atualmente o maior açude do Estado e foi completamente inundado em 2004. O açude é de responsabilidade do DNOCS. A capacidade total de armazenamento é de 6,7 bilhões de m³, enquanto que a capacidade normal de operação é de 4,45 bilhões de m³. O volume hídrico é armazenado por uma barragem tipo terra homogênea/concreto compactado a rolo, com coroamento de comprimento de 3,4 km, largura de 7 metros e altura máxima de 60 metros (MOLISANI, 2010).

O Açude Castanhão possui 325 quilômetros quadrados de área inundada, sendo que a linha d'água é de 58 quilômetros em direção NE-SW do leito do Rio

Jaguaribe. A profundidade do açude pode chegar a mais de 50 metros. A principal barreira tem 1.500 metros de extensão, 11 de largura, 12 comportas e quatro válvulas dispersoras (MOLISANI, 2010).

A vazão é regularizada diariamente para efeito de perenização do Rio Jaguaribe, mantida, em média, em 10 m³/s (10 mil litros) durante o período de estiagem e 5 m³/s no período de chuvas. Os principais usos consultivos das águas do açude são abastecimento humano e irrigação de agricultura, que são fornecidos através da captação direta do açude e pela perenização da porção do rio Jaguaribe a jusante da barragem. Outros usos como a pesca, turismo e atualmente a piscicultura de tilápia em tanques-rede vêm se tornando uma importante atividade econômica realizada nas águas do açude (HIJO, 2009).

A água armazenada no reservatório de Castanhão é de apenas 5,18% da capacidade máxima e abastece 2,5 milhões de habitantes em todo o estado do Ceará por meio de água em grande escala e irriga cerca de 40.000 hectares de terras agrícolas. Em resumo, as regras são definidas barragem operacional em relação ao volume de água armazenada durante a antecedente estação das chuvas e atender a demanda ao longo do ano hidrológico retirada subsequente (COGERH e DNOCS, 2018).

3 | PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Este estudo inclui-se na categoria de pesquisa qualitativa básica Flick (2009), cuja abordagem foi analisar a preocupação quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso. É uma pesquisa descritiva, pois foca na situação real da unidade de análise e usa literaturas existentes para observação, análise e interpretação de dados. Com o intuito de alcançar o objetivo, foi realizada pesquisa de caráter descritivo-exploratório (MARCONI; LAKATOS, 2002), de abordagem metodológica qualitativa (DIEHL, 2004), ainda que eventualmente se apoie em estatística descritiva básica (BRUNI, 2013).

Inicialmente, foi feita uma pesquisa bibliográfica acerca do assunto e logo após uma análise documental para observar leis, conceitos e planos que forneceriam informações para a criação dos construtos da pesquisa. Os documentos investigados e analisados foram artigos, dissertações e teses usados para a realização do referencial teórico deste trabalho. Foram excluídas todas as possibilidades de artigos que não se enquadrassem no problema a ser investigado. A pesquisa foi realizada no período de 01 a 31.07.2018, tendo como instrumento de coleta de dados um questionário estruturado com base nos quesitos do modelo de relatório de sustentabilidade com maior credibilidade no cenário internacional que é o da

Global Reporting Initiative (GRI), pelo Instituto Ethos, que é um polo de organização de conhecimento, troca de experiências e desenvolvimento de ferramentas para auxiliar as empresas a analisar suas práticas de gestão e aprofundar seu compromisso com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável com foco mais especificadamente na evidenciação dos controles e procedimentos internos, e pelos órgãos municipal e estadual de controle e acompanhamento de atividades ambientais (SEUMA e SEMACE). O questionário possui três opções de resposta: “Atende Plenamente”, “Atende Parcialmente” e “Não Atende”.

Essas respostas foram organizadas e agrupadas por lavanderias, para posterior análise dos dados obtidos. Ao final, busca-se identificar o nível em que as lavanderias têm trabalhado em relação ao uso e economia de água. O questionário foi baseado em perguntas fechadas, ou seja, teve a opção de assinalar somente “Atende Plenamente”, “Atende Parcialmente” e “Não Atende”. Como as perguntas foram formuladas com base no GRI, ETHOS, SEUMA e SEMACE, as respostas marcadas com “Atende Plenamente” ou “Atende Parcialmente” foram interpretadas como se a lavanderia atendesse os requisitos sugeridos pelos referidos órgãos (de forma plena ou parcialmente, com a devida justificativa) e, caso as respostas sejam “Não Atende”, entende-se que a legislação ou a prática das lavanderias não seguem as diretrizes recomendadas pelos órgãos.

A técnica de coleta de dados foi por meio de visitas in loco, nas lavanderias industriais da cidade de Fortaleza/CE. Os dados coletados foram organizados e classificados em uma planilha, para a conversão das respostas em números, de modo a permitir a utilização de instrumentos estatísticos descritivos para análise dos dados. As informações extraídas do questionário foram agrupadas por lavanderias e por tópico da pesquisa, para, então, identificar em que nível as lavanderias seguem as recomendações dos órgãos para uso e economia de água.

3.1 Técnica de Análise de dados

A coleta de dados ocorreu por meio de análise de conteúdo, que segundo Bardin (2011) é o conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. A autora ressalta ainda que a análise de conteúdo “tem por objetivo a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem”.

A principal limitação dessa metodologia, característica das pesquisas de ordem qualitativa, são diferentes interpretações a respeito do mesmo assunto,

em que tal fato pode ocorrer principalmente por envolver a análise de práticas de cada lavanderia pesquisada. Outra limitação dessa metodologia é que a coleta de dados foi realizada pelo próprio pesquisador, ou seja, o questionário não foi enviado para que eles o respondessem, e sim coletando dados pessoalmente. Conforme já exposto, a utilização dessa metodologia, considerada mais imparcial e independente quando se trata da identificação de práticas ambientais, visa a anular o possível viés de lavanderias respondentes, porém esses dados coletados estão sujeitos a erros na interpretação dos fatos.

4 | RESULTADOS E ANÁLISES

A pesquisa utilizou técnicas de codificação de textos em variáveis numéricas, com o intuito de mensurar o grau de evidenciação das práticas e procedimentos internos das lavanderias industriais da cidade de Fortaleza/CE em relação às recomendações do GRI, do ETHOS, da SEUMA e da SEMACE. Dessa forma, as respostas do questionário foram codificadas conforme o Quadro 1.

Nível de Resposta	Codificação em números
Não atende	0
Atende parcialmente	1
Atende plenamente	2

Quadro 1: Critérios de codificação das respostas

No caso das respostas que se enquadram na categoria “Não Atende”, são representadas com uma pontuação zero. No caso de as respostas serem “Atende Parcialmente” com uma pontuação um. E no caso do “Atende Plenamente”, dois pontos. As codificações das respostas permitem a utilização de instrumentos estatísticos descritivos, favorecendo a identificação do nível de adesão médio dos países analisados, conforme descrito no Quadro 1.

As perguntas do questionário, anteriormente utilizadas no trabalho de permitem apenas respostas fechadas, ou seja, tem-se como alternativa assinalar apenas as opções “Atende Plenamente”, “Atende Parcialmente” e “Não Atende”.

Os dados coletados foram organizados e classificados em uma planilha possibilitando o manejo de instrumentos estatísticos descritivos para a análise dos dados. As informações extraídas do questionário foram agrupadas por lavanderias e tópicos, para identificar qual o nível das práticas de uso e economia de água das lavanderias.

Em síntese, essas recomendações têm como objetivo analisar a preocupação

quanto ao uso da água por parte dos gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso, na cidade de Fortaleza/CE. Essas recomendações são expressas nas cinco questões seguintes, conforme especificado no Quadro 2.

Questões	Perguntas
Questão 01	A Lavanderia controla e acompanha a quantidade de água utilizada na produção mensalmente?
Questão 02	A Lavanderia possui estação de tratamento de água?
Questão 03	A Lavanderia utiliza na produção água reutilizada?
Questão 04	A Lavanderia complementa a quantidade de água para produção por meio de carro pipa?
Questão 05	A Lavanderia possui equipamento(s) que substitui e/ou minimiza o uso de água?

Quadro 2: Roteiro das entrevistas

Segundo o GRI (GRI, 2015), a dimensão ambiental da sustentabilidade diz respeito aos impactos da organização sobre impactos relacionados a insumos. De acordo com os Órgãos SEUMA (2018) e SEMACE (2018) as lavanderias são obrigadas a possuir estação de tratamento de água para o esgoto público. Diante das entrevistas feitas aos gestores das lavanderias industriais da cidade de Fortaleza/CE, criou-se o Quadro 3.

Variáveis	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Média
Lavanderia 1	2	2	2	2	2	100%
Lavanderia 2	2	0	0	1	2	50%
Lavanderia 3	2	0	0	1	0	30%
Lavanderia 4	2	0	0	1	1	40%
Lavanderia 5	2	1	0	1	1	50%
Lavanderia 6	2	1	0	1	1	50%
Lavanderia 7	2	0	0	2	2	60%
Lavanderia 8	2	2	2	1	1	80%
Lavanderia 9	2	0	0	1	1	40%
Lavanderia 10	2	0	0	0	1	30%

Quadro 3: Resultado dos construtos

Observa-se que todos os gestores das lavanderias industriais da cidade de Fortaleza/CE, estão preocupados com uso racional da água e controlam esse recurso

mensalmente, para evitarem desperdícios desse recurso que se encontra cada dia mais escasso. Atendendo plenamente em todas as lavanderias pesquisadas.

Na questão 2, observou-se que seis das dez lavanderias não possuem estação de tratamento de água, sendo que duas possuem e atendem plenamente e duas atendem parcialmente, vislumbrando que os gestores não se preocuparam em investir nessa ferramenta tecnológica que é importante para o meio ambiente.

A questão 3, evidenciou-se que oito das dez lavanderias não utilizam água reutilizada, mostrando que essa ferramenta de gestão da água não é um fator importante na visão dos gestores das lavanderias e que apenas duas atendem plenamente aos padrões de reuso da água.

Já na questão 4, verificou-se que uma das dez lavanderias complementam a água para produção através de carro pipa e que nove não se utilizam desse sistema, ou seja, sete atendem parcialmente e duas atendem plenamente, mostrando que os gestores se preocupam em não usar água abastecida de carros pipa, economizando esse recurso hídrico indispensável para o planeta.

Para a questão 5, que aborda se as lavanderias possuem equipamentos que substituem e/ou minimizam o uso da água nas lavanderias, observou-se que uma não se utiliza desse recurso e que nove das dez lavanderias adotam essa ferramenta para economia da água, sendo que seis atendem parcialmente e três atendem plenamente.

5 | CONCLUSÕES

Este estudo apresenta uma visão sobre a preocupação dos gestores sobre o consumo da água, que a cada dia se torna mais escasso no nosso planeta. Diante da realidade das lavanderias industriais da cidade de Fortaleza/CE, que foi um ponto escolhido no nosso trabalho, em um universo de empresas que se utilizam desse recurso diariamente nas suas atividades. Vale destacar que a cidade de Fortaleza é abastecida de água pelo Açude Castanhão e, esse recurso hídrico está acabando. Para consolidar o construto conceitual foi realizada uma extensa pesquisa, envolvendo buscas por meio de combinações com palavras-chave baseadas na sistematização de informações pela procura de artigos científicos, livros nacionais e internacionais e outros documentos necessários para contribuir com o estudo.

Foi observado que a grande maioria dos gestores das empresas investigadas estão preocupados em economizar o recurso, utilizando ferramentas de controle e acompanhamento do consumo mensal. Por outro lado, não estão preocupados em investimentos tecnológicos que favoreçam a reutilização da água no meio de produção.

Outro ponto verificado na pesquisa foi que muitos gestores não necessitam de apoio de carros pipas para complemento de água na produção das lavanderias, possuindo equipamentos como poços tubulares, que agrega no complemento da água utilizada. Ressalta-se que os dados apresentados nesta pesquisa demonstram que os gestores precisam acompanhar e investir mais em tecnologias que favoreçam na economia desse recurso natural, que está escasso no nosso planeta. A água na lavanderia serve como mecanismo de transporte do produto químico para agir nas peças, contudo, algumas lavanderias possuem a tecnologia de ozônio que possibilita a redução no consumo de água e eleva o nível de concentração de absorção dos produtos químicos nas peças, possibilitando maior economia, controle de desperdício e apoio ao meio ambiente.

A limitação está relacionada à aplicação da pesquisa: somente em empresas do setor lavagem de roupas industrial e não em outras atividades, como supermercados, lava jatos de carros; organizações não governamentais e empresas públicas. Além disso, foram consideradas na amostra empresas de médio a grande porte pelas características dos respondentes, considerando que a maioria dessas empresas deveria possuir uma estrutura ambiental organizada.

As questões e relatos apresentados no presente trabalho permitem problematizar o modo como a atual dinâmica dos recursos hídricos cearenses se tem caracterizado pela eclosão de conflitos ambientais e pela gestão organizacional, refletindo a pressão pela busca de inovações e investimentos para evitar a escassez de água. O resultado auxiliou na ampliação do conhecimento acerca do tema investigado, contribuindo para os diversos achados da pesquisa possam ser mais facilmente encontrados por outros pesquisadores, fornecendo indícios sobre o que já foi pesquisado e demonstrando possibilidades de investigações ainda não percorridas.

Sugere-se como futuras pesquisas aumentar a amostra e incluir empresas que utilizam um grande volume de água diariamente e até mesmo verificando a evolução (diminuição/aumento) ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ABIT Têxtil e Confecções. **Perfil do Setor**. <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 10 de jul. 2018.

ALMEIDA, E. ASSALIN M. R. ROSA M. A. **Tratamento de Efluentes Industriais por Processos Oxidativos na presença de Ozônio**. Química Nova, v. 27, n. 5, p.818-824, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1987): **NBR 9898** - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Rio de Janeiro, RJ.: Associação Brasileira de Normas Técnicas: 22 p. 1997.

- BAÊTA, B. E. L. **Tratamento de efluentes de Indústria Têxtil utilizando reatores anaeróbios de membranas submersas (SAMBR) com e sem carvão ativado em pó (CAP)**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.
- BEAL, D. A.; FERREIRA, S. C.; RAUBER, D. Recursos Hídricos: **uso de água na indústria-o caso de Dois Vizinhos no Paraná-PR**. In: III Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas. 2014.
- BELTRAME, L. T. C. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento**. 2000. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.
- BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 53, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de março de 2005, pags. 58-63.
- BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 92, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de maio de 2011, p. 89.
- BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 de março de 2006.
- BRUNI, A. L. **Estatística Aplicada à Gestão Empresarial**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- CASTILHOS, S. **Emprego de Ozonização para o tratamento de Efluente Têxtil**. 2015. 55 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.
- CHAGAS, M. A. **Tratamento de efluente têxtil por processo físico-químico e biológico**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - COGERH e Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas - DNOCS, 2006. XII Seminário de alocação das águas dos vales do Jaguaribe e Banabuiú. Local de publicação.
- DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- FERNANDES, F. B. P. et al. **Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense**. Revista Agro@ mbiente On-line, v. 4, n. 2, p. 86-95, 2010.
- FLICK, U. (2009). **Introdução à pesquisa qualitativa** (3a ed., J. E. Costa, Trad.). São Paulo: Artmed. (Obra original publicada em 1995)
- GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. **Corantes têxteis. Química Nova**. v. 23, p. 71-78, 2000. Scielo. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000100013>. Acesso em: 11 jul. 2018.

HASSEMER, M. E. N. e SENS, M. L. **Tratamento do efluente de uma Indústria Têxtil: Processo Físico-Químico com Ozônio e Coagulação/Floculação**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 1 e n. 2. p. 30-36, 2002.

HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil**. Agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 7, n.4 out/dez, 2002. P. 75-95.

HIJO, C. A. G. **Quantificação do efeito do açude Castanhão sobre o fluxo fluvial de material particulado em suspensão e nutrientes para o estuário do rio Jaguaribe**, Ceará–Brasil. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

HILDEBRAND, C. **Reuso de água de efluentes do tingimento da Indústria Têxtil utilizando sistemas de membranas**. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. **Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis**. Revista Química Nova, São Paulo, v.25, n.1, p.78-82, jan./fev. 2002b.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reuso**. Oficina de Textos. São Paulo, 2005.

MOLISANI, Mauricio Mussi et al. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.

PERH (2018) **Plano estadual de recursos hídricos**. Secretaria de Recursos Hídricos SRH, Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará.

RIBEIRO, M. C. M. **Avaliação da possibilidade de reuso de Efluentes Têxteis após tratamento complementar por Processos Oxidativos Avançados**. 2009. 93 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SHRIVASTAVA, Paul. The role of corporations in achieving ecological sustainability. Academy of management review, v. 20, n. 4, p. 936-960, 1995.

SOUZA FILHO, O. A. et al. **Medidas hidroquímicas nas águas subterrâneas da região de Irauçuba, Norte do Ceará**. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Anais...2004.

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Atlas eletrônico dos recursos hídricos e meteorológicos do Estado do Ceará. Disponível em <http://www25.ceara.gov.br/redirecionador.asp?pagina=http://atlas.srh.ce.gov.br/acudesestado.asp> acessado em julho de 2018.

STEFFEN, Will et al. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. The Anthropocene Review, v. 2, n. 1, p. 81-98, 2015.

STUDART, T. M. de C.; CAMPOS, J. N. B.; COSTA, A. M. **A alocação e o uso dos recursos hídricos no Ceará**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v. 12, 2007.

Tendere. **A crise da água no setor Têxtil**. Disponível em: <<http://www.tendere.com.br/blog/2014/11/07/crise-da-agua-setor-textil/>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

TREVIZANI, J. L. B. **Tratamento de efluente têxtil pelo processo de ozonização**. 2012. 64 p.

Trabalho Final de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

TUNDISI, et al, Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação, São Paulo, 2006.

TWARDOKUS, R. G. **Reuso de água no processo de tingimento da Indústria Têxtil**. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

WEILER, D. K. **Caracterização e otimização do reuso de águas da Indústria Têxtil**. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CURVAS ENVOLTÓRIAS PARA A ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS NA BACIA DO RIO PINDARÉ

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 04/03/2020

José Alexandre Pinto Coelho Filho

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Belo Horizonte – MG

lattes.cnpq.br/8126442721739341

Matheus Fonseca Durães

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Curitiba – PR

lattes.cnpq.br/1590867287779709

Maísa de Lourdes Martins Araújo

Consultora Ambiental

Belo Horizonte – MG

lattes.cnpq.br/4881198580682213

RESUMO: O cálculo das vazões máximas em bacias hidrográficas apresenta interesse científico e tecnológico, uma vez que permite a elaboração de diretrizes para o projeto e a avaliação de risco de estruturas hidráulicas associadas ao aproveitamento de recursos hídricos. Um dos métodos de sintetizar graficamente os extremos hidrológicos em uma determinada região consiste na elaboração das curvas envoltórias de cheias. As curvas envoltórias são ferramentas hidrológicas

clássicas que sintetizam graficamente o limite superior de inundações extremas de uma região. Este artigo apresenta a elaboração da curva envoltória regional para a bacia do rio Pindaré, localizado no estado do Maranhão, cuja análise de frequência local foi feita a partir da distribuição generalizada de valores extremos – GEV. Os resultados indicaram um desvio médio de 10% entre os quantis de vazão máxima, obtidos pela análise de frequência local, em relação às vazões máximas que compõem a envoltória com tempo de retorno associado por sua interpretação probabilística.

PALAVRAS-CHAVE: inundação, análise de frequência, hidrologia, GEV.

ENVELOPES CURVES FOR MAXIMUM FLOWS IN PINDARÉ RIVER BASIN

ABSTRACT: Maximum flows estimation in watersheds has both scientific and technological interest, since it allows the elaboration of guidelines for design and risk assessment of hydraulic structures associated with the use of water resources. One of the methods of graphically synthesizing the hydrological extremes in a given region consists in the elaboration of the flood envelope curves. Envelopes curves are classic hydrological tools

that graphically synthesize the upper boundary of extreme floods in a given region. This study presents the elaboration of the regional envelope curve for the Pindaré river basin, located in the state of Maranhão, whose local frequency analysis was based on the generalized distribution of extreme values - GEV. The results indicated an average deviation of 10% between the maximum flow quantiles, obtained by the local frequency analysis, in relation to the maximum flows that make up the envelope with associated time of return by its probabilistic interpretation.

KEYWORDS: Flooding, frequency analysis, hydrology, GEV.

1 | INTRODUÇÃO

A estimação de vazões máximas vem sendo objeto de constante interesse científico e tecnológico, motivado pela necessidade de prover diretrizes para o projeto e a avaliação de risco de um grande número de estruturas de aproveitamento de recursos hídricos e de mitigação de cheias, tais como barragens, canais, bacias de retenção, entre outras.

A ideia de que existe um limite físico superior para a produção de tormentas e eventos de cheias extremas em uma bacia hidrográfica, tal como sugere Horton (1936), reforça o conceito de se buscar a síntese dos limites de experiência em cheias extremas através de observações sistemáticas de vazões de enchentes em uma certa região.

Uma das alternativas para determinar esses limites superiores é pela metodologia da enchente máxima provável (EMP), resultante de uma precipitação máxima provável (PMP), a qual foi definida segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1973) como a maior altura de chuva para uma dada duração, cuja ocorrência sobre uma área, em uma certa região geográfica, em uma determinada época do ano, é meteorologicamente possível.

O método da EMP é empregado no Brasil e em outros países como critério de projeto de vertedores de grandes barragens, e preconizada para tal fim por alguns boletins da ICOLD – *International Commission on Large Dams*, contudo, observa-se que anteriormente à proposta do método hidrometeorológico da PMP e de sua transformação em EMP, outros métodos empíricos eram de uso corrente, enquanto os fundamentos da teoria probabilística de valores extremos começavam a ser estabelecidos e aplicados ao estudo de enchentes por Fréchet em 1927, como por exemplo, as curvas envoltórias regionais de cheias.

A curva envoltória é entendida como um meio simples de sintetizar graficamente o regime de extremos hidrométricos em uma dada região geográfica, sendo inclusive utilizado como recomendação para comparar os valores obtidos pela aplicação de uma outra metodologia na estimativa da cheia de projeto, com eventos extremos já

observados (ELETROBRÁS, 1987).

De fato, as curvas envoltórias de cheias têm sido empregadas desde a década de 1920, destacando-se o pioneirismo de Jarvis (1925), Creager et al. (1945), além dos trabalhos de Francou e Rodier (1967), Crippen e Bue (1977), Kadoya (1992) e, mais recentemente os trabalhos de Herschy (2003), Bayazit e Önöz (2004), Castellarin et al. (2005), Castellarin (2007), Castellarim et al. (2009), Guse et al. (2010), Coelho Filho et al. (2011), Ahsan et al. (2016), dentre outros.

Por outro lado, embora sua simplicidade as tornem adequadas à estimação de cheias em locais não-monitorados ou com dados escassos, sua dependência das amostras disponíveis faz com que os limites superiores empíricos não sejam inequívocos e, portanto, passíveis de serem excedidos.

Assim, buscando uma interpretação probabilística à curva envoltória de cheias, Castellarin (2007) estabeleceu uma metodologia para a associação de um tempo de retorno à envoltória e, como extensão, pode-se utilizar essas vazões máximas para o dimensionamento de obras hidráulicas.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta a curva envoltória regional elaborada para a bacia hidrográfica do rio Pindaré, no estado do Maranhão e sua interpretação probabilística por meio da associação do tempo de retorno à curva regional, conforme metodologia preconizada por Castellarin (2007), realizando a análise de frequência local pela aplicação da distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV), com seus parâmetros estimados pelo método dos momentos-L (MML).

Para validar os valores das vazões máximas que compõem a envoltória, com seus respectivos tempos de retorno obtidos pela interpretação probabilística, foram comparados com os quantis de vazões máximas obtidas pela aplicação da análise de frequência local, com emprego da distribuição GEV, e posterior cálculo dos respectivos desvios percentuais. Com efeito, a interpretação probabilística de curvas envoltórias regionais pode ser aplicada para a estimação de vazões máximas em localidades desprovidas de uma eficiente rede de monitoramento hidrométrico, contribuindo para o conhecimento hidrológico local e permitindo o dimensionamento de obras hidráulicas.

Assim, este estudo pretende contribuir para o entendimento hidrológico regional na bacia hidrográfica do rio Pindaré, no Estado do Maranhão, uma vez que não se tem observado muitos estudos dessa natureza nesta região, colaborando para implementar políticas de segurança hídrica por meio da avaliação das estruturas hidráulicas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A curva envoltória regional foi elaborada para a bacia hidrográfica do rio Pindaré (Figura 1), afluente do rio Mearim no estado do Maranhão, região nordeste do Brasil, com área de drenagem de 40.482 km². Essa bacia abrange os municípios de Alto Alegre do Pindaré, Santa Inês, Pindaré Mirim, e dezenas de povoados, com ocupação diversificada, abrangendo áreas urbanas, rurais e reservas indígenas. A nascente do rio Pindaré está localizada nas proximidades da cidade de Montes Altos e Amarante do Maranhão, na serra do Gurupi, na área indígena denominada Krikati, percorrendo até sua foz no rio Mearimum percurso de 466,3 km.

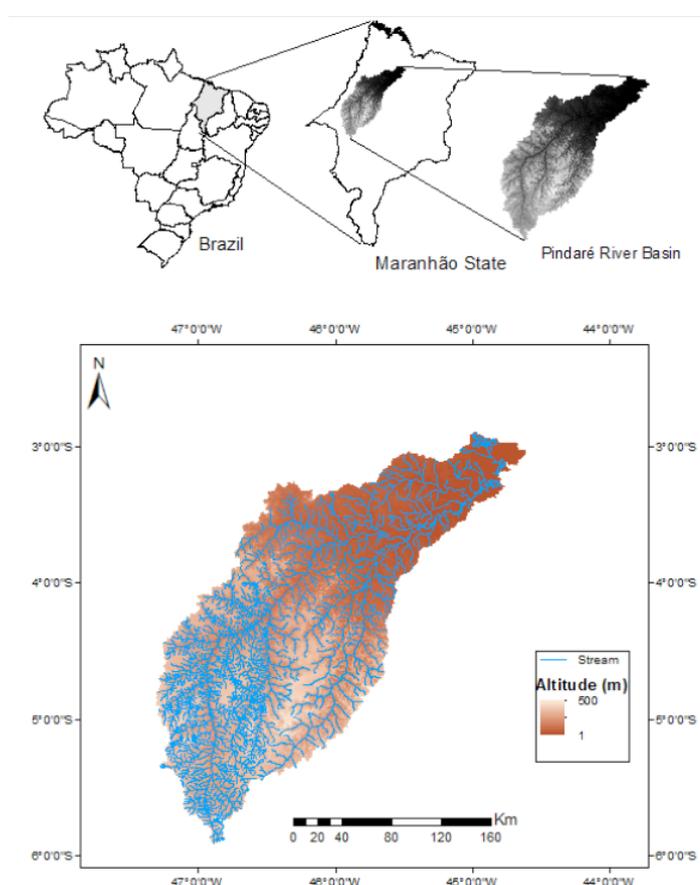


Figura 1. Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Pindaré.

Para a aplicação da metodologia proposta por Castellarin (2007) é necessário que a região seja hidrologicamente homogênea, ou seja, com características semelhantes do ponto de vista hidrológico, climatológico e geomorfológico. Nesse caso em particular, foi utilizado o estudo conduzido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2002), de regionalização de vazões máximas anuais da Sub-bacia 33, região 1, a qual corresponde à bacia do rio Pindaré, conforme a divisão da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para estimar os valores extremos, a partir da metodologia das curvas envoltórias, foram utilizados dados de 4 estações fluviométricas (Tabela 1 e Figura 2) mediante a análise de suas disponibilidades em relação ao tamanho e continuidade da série histórica, destacando-se as estações Vale do Pindaré (código: 33025000), Ponte BR-222 (código: 33050000), Esperantina (código: 33170000) e Pindaré-Mirim (código: 33190000).

Ponto	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área (km ²)	Operação	
						Início	Fim
P1	33025000	-4.6961	-46.9342	140	5480	1979	-
P2	33050000	-4.2989	-46.4944	54	4750	1979	-
P3	33170000	-4.0331	-45.7789	50	5930	1972	-
P4	33190000	-3.66	-45.4669	4	35400	1971	-

Tabela 1. Informações das estações fluviométricas analisadas para estimativa das curvas envoltórias.

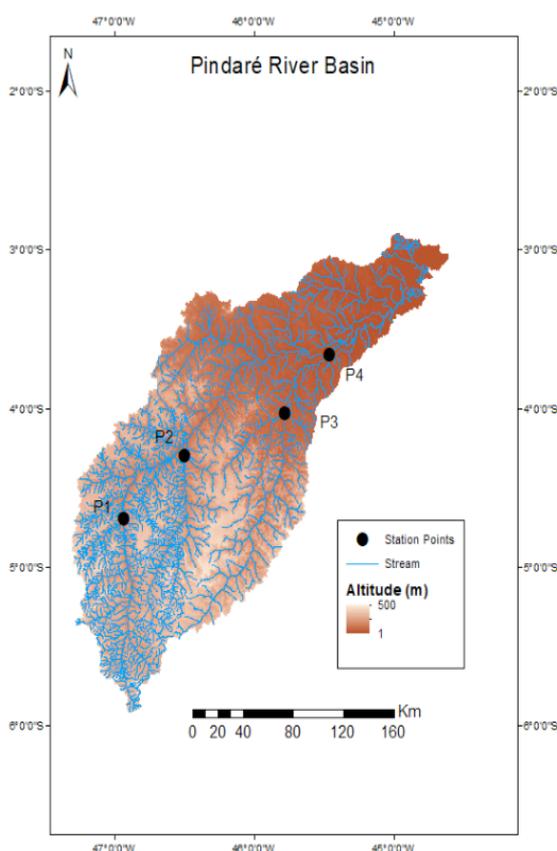


Figura 2. Mapa de localização das estações fluviométricas na bacia do rio Pindaré.

2.2 Curvas envoltórias de cheias

Castellarin *et al.* (2005) definem as curvas envoltórias como o sumário gráfico das vazões máximas registradas por unidade de área em diferentes estações fluviométricas de uma bacia hidrográfica *versus* a área de drenagem das respectivas

bacias, em escala bi-logarítmica, onde a envoltória é representada pela linha mais contígua que envolve todos os pontos. De maneira geral, uma curva envoltória de cheias pode ser posta sob a forma:

$$\ln\left(\frac{Q_{\max}}{A}\right) = a + b \ln(A) \quad (1)$$

Na qual Q_{\max} denota a máxima enchente observada em uma estação fluviométrica de área de drenagem A , a e b representam coeficientes regionais de regressão estabelecidos com base em diferentes locais de monitoramento ao longo de uma região homogênea, sob a ótica dos mecanismos físicos e climáticos que governam as ocorrências locais de enchentes extremas.

Em sua interpretação probabilística das curvas envoltórias, Castellarin *et al.* (2005) adotaram as seguintes premissas: (i) a região que contém as estações fluviométricas em estudo é considerada homogênea, no sentido das hipóteses inerentes ao método de regionalização da cheia-índice, ou *index-flood*, tal como proposto por Dalrymple (1960); (ii) a relação entre a cheia-índice (ou a cheia-média) local, representada por μ_x , e a respectiva área de drenagem A obedece uma lei de escala dada por:

$$\mu_x = C A^{b+1} \quad (2)$$

Onde b e C denotam constantes, sendo b coincidente com o coeficiente angular da equação (1).

O coeficiente angular da equação 1 pode ser expresso por meio da regressão das cheias-índice, em função de suas respectivas áreas de drenagem. Por outro lado, a estimativa do intercepto a pode ser obtida por meio da seguinte equação:

$$a = \max_{j=1, \dots, M} \left\{ \ln\left(\frac{Q_j}{A_j}\right) - \hat{b} \ln(A_j) \right\} \quad (3)$$

Onde Q_j representa a máxima vazão observada no local j , entre as M estações fluviométricas da região homogênea, e A_j representa a respectiva área de drenagem.

2.3 Estimação da probabilidade de superação da envoltória

Conforme Castellarin (2007), a estimação da probabilidade de superação da curva envoltória pode ser expressa da seguinte forma:

$$p = 1 - \frac{\hat{n}_{ef} - \eta}{\hat{n}_{ef} + 1 - 2\eta} \quad (4)$$

Onde η representa uma probabilidade empírica, calculada por meio de um parâmetro de posição de plotagem, o qual é dependente da distribuição selecionada, e \hat{n}_f denota o número efetivo de observações amostrais, resultante da soma dos tamanhos efetivos das amostras de todos os subconjuntos regionais, conforme

apresentado no item seguinte.

2.4 Estimação do número efetivo de observações amostrais

Castellarin (2007) propõe um número efetivo de observações amostrais, conforme apresentado pelas equações 5 e 6:

$$n_{ef} = n_1 + \sum_{s=1}^{N_{sub}} \frac{L_s \cdot l_s}{1 + \rho^\beta (L_s - 1)} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{1,4(L_s \cdot l_s)^{0,176}}{(1 - \rho)^{0,376}} \quad (6)$$

Os termos ρ^β e $(1-\rho)^{0,376}$ são os valores médios das respectivas funções de coeficiente de correlação ρ entre as estações i e j , com $1 \leq i < j \leq M$ (M é o número de estações da região homogênea), l_s denota o número de vezes em que uma combinação ou anos, ao longo da série hidrológica, que caracterizam a formação de um subconjunto regional composto por L_s postos de monitoramento.

2.5 Modelagem da correlação cruzada entre as estações

Para Castellarin (2007), uma função de correlação mais simples e passível de utilização para a análise da tendência do decaimento gradual do grau de correlação cruzada em função da distância entre as estações utilizadas no estudo é dada por:

$$\rho_{i,j} = \exp(-\lambda d_{ij}) \quad (7)$$

Onde, $\rho_{i,j}$ indica a correlação entre as estações i e j , separadas pela distância $d_{i,j}$ e λ denota o coeficiente de decaimento exponencial da correlação cruzada para a região em estudo.

2.6 Estimação da posição de plotagem

De acordo com Castellarin (2007), a aplicação da distribuição GEV para a estimação da posição de plotagem é a que fornece resultados mais assertivos na interpretação probabilística das curvas envoltórias.

Conforme apresentado por Arnell *et al.* (1986), reportado no trabalho de Castellarin (2007), uma estimativa da posição de plotagem para o cálculo de uma probabilidade empírica η segundo uma distribuição de frequência GEV pode ser aproximada por uma relação linear, tal como descreve a equação 8:

$$\eta(k) \cong \frac{\exp(\gamma)-1}{\exp(\gamma)} - \frac{\pi^2}{12 \exp(\gamma)} k \cong 0,439 - 0,462k \quad (8)$$

onde $\gamma = 0,5772$ representa a constante de Euler e k é o parâmetro de forma da distribuição GEV.

2.7 Análise de desempenho

Uma vez associado o tempo de retorno às vazões máximas das estações pela interpretação probabilística da curva envoltória regional, composta pelas estações fluviométricas pertencentes à região homogênea, pode-se proceder a análise de frequência local para a estimação dos quantis de vazões máximas das respectivas estações consideradas pelo ajuste da distribuição GEV que, de acordo com Vogel e Douglas (2005), é considerado um modelo distributivo usual para descrever o comportamento de eventos extremos.

A formulação matemática da função inversa da função acumulada de probabilidades (FAP) do modelo distributivo GEV é dada por:

$$x(T) = \beta + \frac{\alpha}{\kappa} \left\{ 1 - \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^\kappa \right\} \quad (9)$$

Onde α , β e κ são, pela ordem, os parâmetros de escala, forma e posição, os quais descrevem a distribuição GEV, e T representa o tempo de retorno (anos).

Para a estimação dos parâmetros da distribuição GEV foi aplicado o método dos momentos-L (MML), conforme proposto por Hosking e Wallis (1997), uma vez que se verifica um crescimento significativo do número de aplicações em análise de frequência de variáveis hidrológicas devido às vantagens potenciais inseridos por esse método de estimação (Davis e Naghettini, 2001).

Em última etapa, foram calculados os desvios percentuais entre os quantis estimados pela análise de frequência local, em relação aos valores das vazões máximas registrados nas estações fluviométricas com o tempo de retorno obtido pela análise probabilística da curva envoltória regional.

2.8 Identificação de regiões homogêneas

Versiani e Carneiro (2001) avaliam que dentre todas etapas de uma análise de frequência regional envolvendo postos de observação, a identificação das regiões homogêneas é normalmente a mais difícil, uma vez que requer uma certa subjetividade. Segundo Naghettini e Pinto (2007), as regiões homogêneas são descritas como aquelas em que existem evidências suficientes de que as diferentes

amostras de um grupo possuam a mesma distribuição de frequências.

Assim, as curvas de frequência foram elaboradas para cada estação fluviométrica, com seu sequenciamento consistindo no (i) ordenamento decrescente dos registros de vazões máximas anuais, (ii) na adimensionalização de cada registro de vazão máxima anual ordenada pela média aritmética dos registros de vazões máximas anuais, (iii) estabelecimento do número de ordem das séries de registros máximos de vazões anuais adimensionalizadas, (iv) cálculo da posição de plotagem, (v) por meio da divisão do número de ordem das vazões máximas anuais adimensionalizadas pelo valor obtido pela aplicação da fórmula de posição de plotagem efetua-se o cálculo do tempo de retorno empírico, e (vi) estimando os parâmetros de posição, escala e forma de uma distribuição GEV e, utilizando sua função inversa de distribuição de probabilidade, calcula-se os quantis adimensionais associados aos respectivos tempos de retorno empíricos calculados em (v).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição da região homogênea

As curvas envoltórias assumem que, dentro de uma mesma região hidroclimática, a vazão máxima para uma bacia hidrográfica é similar à de outra, embora existam diferenças morfológicas e, segundo Orem & Pelletier (2016), essa suposição permite que dados esparsos ou de curta duração ao longo dessas regiões homogêneas sejam incorporados à análise e assim, fornecer informações em um maior intervalo possível.

Contudo, de acordo com Yevjevich (1992), as falhas nas observações que compõem a série histórica podem resultar na possibilidade de grandes incertezas quanto às estimativas de parâmetros estatísticos e, por esse motivo, não foram considerados neste estudo, os dados dos anos que apresentaram meses com mais de 10 falhas de registro de observação para a elaboração das séries de vazões máximas anuais.

O alinhamento das distribuições empíricas adimensionais é um indicador positivo de que a região é homogênea, conforme proposto por CPRM (2002), podendo ser observada na Figura 3.

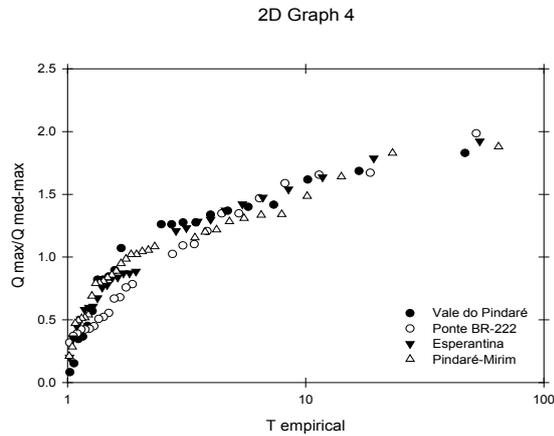


Figura 3: Curva de frequência adimensional para as estações analisadas.

3.2 Definição das curvas envoltórias empíricas

Com o valor de b a ser obtido pelo expoente do ajuste potencial (Figura 4) sobre a lei de escala proposta por Castellarin *et al.* (2005), pode-se calcular o valor do coeficiente linear a da curva envoltória por meio da aplicação direta da equação 3. Este procedimento é repetido para cada posto de uma região considerada homogênea, e o máximo valor do coeficiente linear a dentre as estações pertencentes a esta região é utilizado para o cálculo da envoltória.

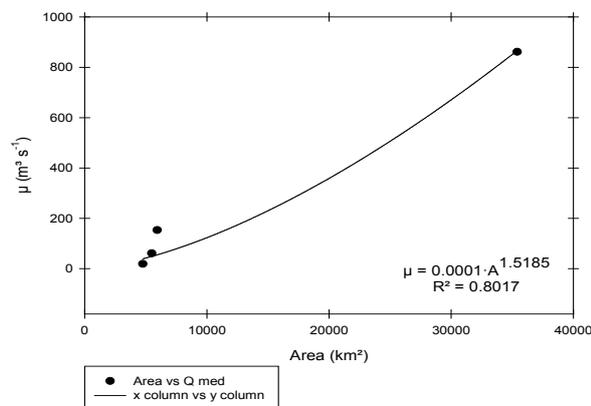


Figura 4: Ajuste potencial sobre a lei de escala para a bacia do Pindaré.

O cálculo da envoltória é realizado pela aplicação da equação 1. Os dados de vazões máximas anuais das séries históricas registradas pelas estações que compõem a região homogênea foram divididos pelas respectivas áreas de drenagem. Em seguida, foram tomados os valores dos logaritmos naturais desses resultados e compilados no eixo das ordenadas do gráfico da curva envoltória (Figura 5), enquanto o eixo das abscissas representa os logaritmos naturais das áreas de drenagem das respectivas estações fluviométricas pertencentes à região homogênea.

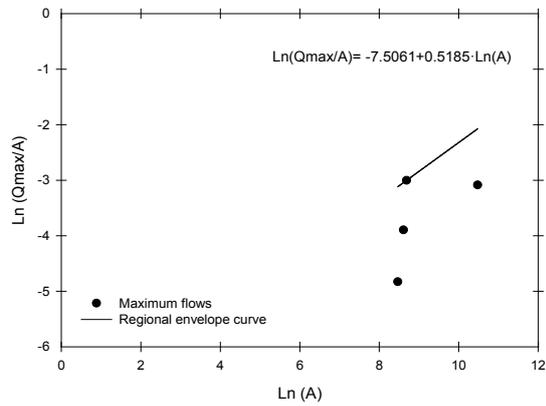


Figura 5: Curva envoltória traçada para a bacia do Pindaré.

3.3 Redução da variabilidade espacial dos dados amostrais

Castellarin (2007) ajustou um modelo de correlação cruzada usando as distâncias, $d_{i,j}$, entre os centroides das bacias hidrográficas formadas pela área de drenagem controlada pelas respectivas estações fluviométricas (equação 7).

Para simplificar a aplicação, considera-se que a distância refere-se àquela que separa as seções transversais de duas estações fluviométricas, tal como aplicado por Coelho Filho e Naghettini (2011), os quais mostraram que esse procedimento não irá resultar em alterações significativas para a aplicação da metodologia descrita por Castellarin (2007).

A modelagem da correlação cruzada é realizada a partir do cálculo da correlação entre as estações i e j , separadas pela distância $d_{i,j}$. Foram calculados os coeficientes de correlação para o período em comum de dados de vazões máximas, e combinados com as respectivas distâncias entre as estações. Desta maneira, pode-se construir a representação gráfica das distâncias entre as estações *versus* os valores dos coeficientes de correlação, conforme apresentado na Figura 6. Através de um ajuste exponencial sobre os dados contidos no gráfico, tem-se a calibração do modelo.

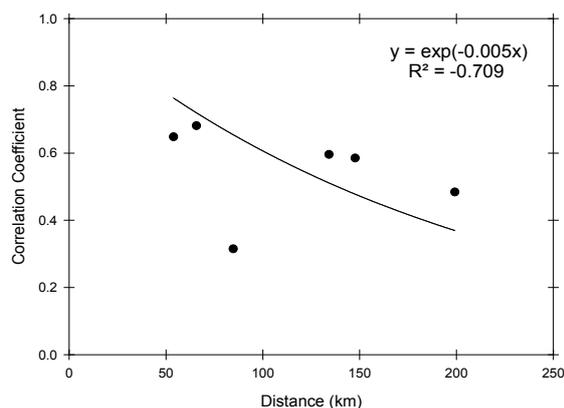


Figura 6: Calibração da equação 7 para a área de estudo.

3.4 Cálculo da posição de plotagem da GEV

O cálculo da probabilidade empírica η pode ser efetuado pela aplicação da equação 8, a qual é dependente apenas do parâmetro de forma k da distribuição GEV. Foi utilizado o método dos momentos-L para a estimativa dos parâmetros de forma locais das estações selecionadas para a região homogênea, tal como realizado por Guse et al. (2010) na Alemanha.

O parâmetro regional ($k = 0,241$) foi obtido pelas médias dos parâmetros locais, ponderadas pelos respectivos comprimentos das séries e, após essa etapa, o cálculo da probabilidade empírica η para a região homogênea pode ser obtida pela aplicação direta da equação 8 ($\eta = 0,328$).

3.5 Número efetivo de observações amostrais e associação do tempo de retorno à curva envoltória

Esta etapa consiste no cálculo do número efetivo de observações amostrais a serem efetivamente utilizados no estudo, dentre os registros de observações de vazões máximas anuais presentes nas M estações fluviométricas tomadas para análise. Assim, são definidos os subconjuntos regionais N_{sub} e o número de observações únicas n_r . De acordo com Castellarin (2007), esse procedimento busca a utilização das observações independentes entre as estações de monitoramento, reduzindo a correlação cruzada entre os postos utilizados na análise.

A obtenção do grau de correlação entre os subconjuntos regionais é realizada pela utilização do modelo de correlação cruzada proposto conforme a equação 7. Através da calibração por meio de um ajuste exponencial sobre os dados contidos da Figura 5, obtêm-se o coeficiente de correlação entre as estações que constituem os subconjuntos regionais.

Esse procedimento é repetido para os demais subconjuntos regionais, permitindo o cálculo dos termos $\overline{(1-\rho)^{0,376}}$ e $\overline{\rho^\beta}$ das equações 6 e 5, respectivamente, e em seguida efetua-se o cômputo do número de observações efetivas.

Após o cálculo da probabilidade empírica η , e do número efetivo de observações amostrais a serem utilizados no estudo, pode-se aplicar a equação 4 para estimar uma probabilidade de superação p , cujo inverso denota o tempo de retorno associado à curva envoltória traçada para a região homogênea em análise. A Tabela 1 apresenta o resumo dos relutados obtidos.

Cálculos Efetuados	
Número de estações	4
Número de observações	121
Número de observações únicas (n_i)	1
Número de observações efetivas (n_{ef})	108,149
Coefficiente angular (b)	0,5185
Coefficiente linear (a)	-7,5061
Parâmetro do modelo de correlação (λ)	-0,005
Probabilidade empírica (η)	0,328
Subconjuntos amostrais (N_{sub})	7
Probabilidade de excedência (p)	0,00619
Tempo de retorno (anos)	161,55

Tabela 1: Síntese dos resultados obtidos na aplicação da metodologia

3.5 Análise de desempenho da metodologia

O cálculo dos quantis de vazão máxima anual para as estações fluviométricas foi realizado pela metodologia de análise de frequência, onde se relacionou a magnitude dos eventos de vazão máxima anual com sua frequência de ocorrência, utilizando-se a função de probabilidades GEV, a qual foi aceita pela aplicação dos testes de aderência realizados (Qui-Quadrado e Anderson-Darling, usando um nível de significância de 5%).

A Figura 7 apresenta os quantis de vazões máximas, obtidos para diversos tempos de retorno, para as estações fluviométricas pertencentes à região homogênea.

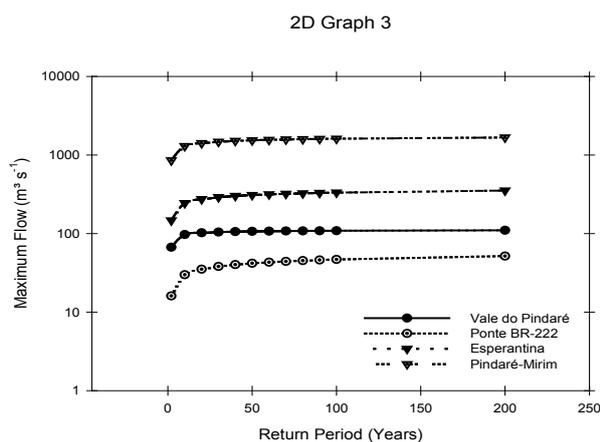


Figura 7: Quantis de vazões máximas associados a diversos tempos de retorno.

Na sequência foi realizada a comparação entre os quantis de vazão com tempo de retorno associado pela interpretação probabilística da curva envoltória, em relação àqueles obtidos pela análise de frequência local. Aos resultados são apresentados na Tabela 2.

Estação	A (km ²)	μ_{amostral} (m ³ /s)	μ_{estimado} (m ³ /s)	Q_{max} observada (m ³ /s)	Q_{max} estimada AF (m ³ /s)	Desvio %	Operação	
							Início	Fim
33025000	5.480,0	60,90	47,57	111,40	109,80	1,46	1979	-
33050000	4.750,0	19,14	38,29	38,00	50,06	-24,10	1979	-
33170000	5.930,0	153,28	53,63	294,80	347,44	-15,15	1972	-
33190000	35.400,0	861,49	808,47	1620,00	1658,27	-2,31	1971	-

Tabela 2: Comparação dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia da curva envoltória e da análise de frequência local

A Tabela 2 também mostra o comparativo das médias das vazões máximas anuais registradas pelas estações fluviométricas (μ_{amostral}), em relação à média estimada (μ_{estimado}) pela aplicação do ajuste potencial sobre a lei de escala proposta por Castellarin (2007).

Para o cálculo dos desvios percentuais entre as vazões obtidas pela análise de frequência local ($Q_{\text{max estimada AF}}$) e as vazões máximas que compõem a envoltória ($Q_{\text{max observada}}$), foi considerado o tempo de retorno obtido pela associação probabilística da curva, correspondente a 161,55 anos, sendo o desvio médio de 10%. A Figura 8 ilustra a proximidade dos valores de vazão da análise de frequência local, considerando o tempo de retorno de 161,55 anos, e dos máximos anuais que compõem a envoltória.

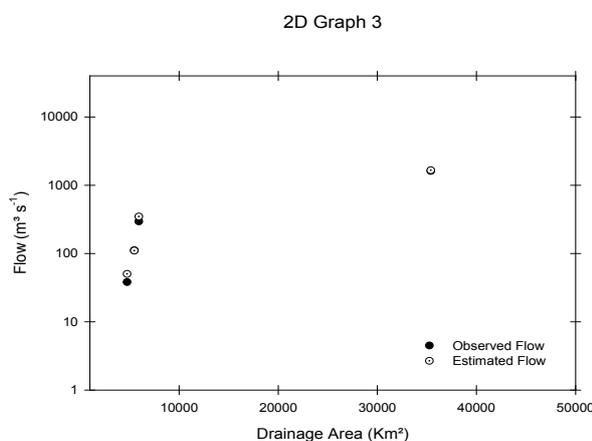


Figura 8: Comparativo das vazões observadas que compõem a envoltória em relação aos quantis obtidos pela análise de frequência considerando o tempo de retorno de 161,55 anos.

4 | CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo a interpretação probabilística da curva envoltória regional na bacia hidrográfica do rio Pindaré. A aplicação da metodologia indicou um tempo de retorno de 161,55 anos às vazões que compõem a envoltória. Os quantis de vazões máximas estimados pela aplicação da análise de frequência local, para o tempo de retorno associado à envoltória, foram próximos em relação

às vazões máximas da curva regional.

Um aspecto a ser destacado é a aplicação do método dos momentos-L para a estimativa do parâmetro de forma regional da distribuição GEV. Novos estudos podem ser conduzidos no sentido de se verificar outras metodologias de estimativa do parâmetro de forma, e como esse resultado irá refletir nos resultados da interpretação probabilística da envoltória.

Nesta aplicação, não foi verificada nenhuma tendência de qual metodologia (envoltória ou análise de frequência local) fornece uma estimativa de quantis de vazões máximas com valores sistematicamente maiores ou menores.

É importante mencionar que a presente aplicação não traz a pretensão de prover qual das duas metodologias fornece estimativas mais confiáveis de quantis de vazões máximas. A comparação foi realizada para a verificação da análise de desempenho da metodologia de associação de tempo de retorno à curva envoltória, uma vez que o procedimento de análise de frequência de variáveis hidrológicas, e a aplicação do método dos momentos-L para a estimativa dos parâmetros da distribuição de probabilidades, são consagrados na literatura técnica.

Diante dos resultados apresentados, e dentro dos limites das áreas de drenagem das estações que compõem a curva envoltória regional, os quantis de vazão máxima da curva podem ser utilizados para o dimensionamento de obras hidráulicas, considerando o tempo de retorno de 161,55 anos.

REFERÊNCIAS

- AHSAN, H.; MABI, G.; BOOTA, M. W.; ABBAS, T. Development of envelope curve for Indus and Jhelum River basin in Pakistan and estimation of upper bound using envelope curve. *Journal of Himalayan Earth Sciences*, v. 49, n.1, p. 98-109, 2016.
- ARNELL, N. W., M. BERAN, e J. R. M. HOSKING, Unbiased plotting positions for the general extreme value distribution, *Journal of Hydrology*, v. 86, p. 59– 69, 1986.
- BAYAZIT, M.; ÖNÖZ, B. Envelope curves for maximum floods in Turkey. *Teknik Dergi*, v. 15, n. 1, p. 3125-3130, 2004.
- CASTELLARIN, A. Probabilistic envelope curves for design flood estimation at ungauged sites. *Water Resources Research*, 43, 2007.
- CASTELLARIN, A.; MERZ, R.; BLÖSCHL, G. Probabilistic envelope curves for extreme rainfall events. *Journal of Hydrology*, v. 378, p. 263-271, 2009.
- CASTELLARIN, A.; VOGEL, R. M.; MATALAS, N. C. Probabilistic behavior of a regional envelope curve. *Water Resources Research*, 41, W06018, 2005.
- COELHO FILHO, J. A. P.; NAGHETTINI, M. C.; PINTO, E. J. A. Curvas Envoltórias Probabilísticas para a Estimação de Cheias de Projeto. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, p. 83-96, 2011.

Fortaleza. Regionalização de vazões da sub-bacia 33, Convênio ANEEL, Relatório-síntese. Fortaleza, 2002.

CREAGER, W. P.; JUSTIN, J. D.; HINDS, J. *Engineering for dams*. New York: John Wiley and Sons, 1945. (General Design, 1).

CRIPPEN, J. R.; BUE, C. D. *Maximum flood flows in the conterminous United States*. Geological Survey Water Supply Paper 1887, US GPO, Washington, 1977.

DALRYMPLE, T., *Flood-frequency analysis, Manual of Hydrology: Part.3. Flood-flow Techniques*, Geological Survey Water Supply Paper 1543-A, U.S. GPO, Washington, D.C., 80p., 1960.

DAVIS, E. G. e NAGHETTINI, M. C. *Estudo de Chuvas Intensas, Projeto Rio de Janeiro*, CPRM, Belo Horizonte, 2001.

DOUGLAS, E.M.; VOGEL, R.M. The probabilistic behavior of floods of record in the United States. *Journal of Hydrologic Engineering*, 2005.

ELETROBRÁS – Centrais Hidrelétricas S.A., Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores, Ministério das Minas e Energia, 1987.

FRANCOU, J.; RODIER, J. A. *Essai de classification des crues maximales observées dans le monde*. Cahiers ORSTOM, Série Hydrologie, V. IV (3), Paris, 1967.

FRÉCHET, M. Sur la loi de probabilité de l'écart maximum. *Annales de la Société Polonaise de Mathématique*, v.6, p. 93-117, 1927.

GUSE, B.; HOFHERR, T.; MERZ, B. Introducing empirical and probabilistic regional envelope curves into a mixed bounded distribution function. *Hydrology and Earth System Sciences*, v.14, p. 2465-2478, 2010.

HERSCHY, R. *World catalogue of maximum observed floods*. IAHS Publication 284, 2003.

HORTON, R. E. Hydrologic conditions as affecting the results of the application of methods of frequency analysis to flood records. *U.S. Geological Survey Water-Supply Papers*, n. 771, p. 433-449, 1936.

HOSKING, J. R. M.; WALLIS, J. R. *Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-moments*. 1ª ed. New York: Cambridge University Press, 1997, 224 p.

JARVIS, C. S. Flood flow characteristics. *Transactions ASCE*, 88, p. 985-1032, 1925.

KADOYA, M. Study on record flood peaks in Japan. *Proceedings of the Japanese Academy*, Series B, v. 68, p. 133-138, 1992.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. *Hidrologia Estatística*. 1ª ed. Belo Horizonte: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Superintendência Regional de Belo Horizonte, 2007.

OREM, C. A.; PELLETIER, J. D. Constraining frequency-magnitude-area relationships for rainfall and flood discharges using radar-derived precipitation estimates: example applications in the Upper and Lower Colorado river basins, USA. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 20, p.4483-4501, 2016.

VERSIANI, B. R.; CARNEIRO, R. M. F. Identificação de regiões homogêneas na análise regional de precipitações e de vazões máximas na bacia do rio São Francisco, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.6, n. 3, p. 67-80, 2001.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). *Estimation of probable maximum precipitation*. WMO Report no. 332, Geneva, 1973.

YEVJEVICH, V. *Flood and Society*, in: Rossi, G.; Harmancioglu, N.; Yevjevich, V. (ed.) – *Coping With Floods*, pp. 3 - 9, 1992.

VIDA NOVA AO VELHO RIO: O FINANCIAMENTO DO PROJETO ESTRATÉGICO META 2014 DENTRO DA POLÍTICA AMBIENTAL DO GOVERNO DE MINAS GERAIS

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 06/03/2020

Cristina de Souza Domingues Raposo

UEMG, Universidade do Estado de Minas Gerais

Belo Horizonte/ Minas Gerais

para.cristina@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste artigo é mostrar a descontinuidade do Projeto Estratégico Meta 2014, bem como evidenciar as consequências desta ação. A Meta 2014 foi um programa do Governo de Minas Gerais direcionado à revitalização do Rio das Velhas. A metodologia de investigação baseou-se na realização de entrevistas não estruturadas com os servidores da secretaria do meio ambiente (SEMAD) e também na análise dos dados orçamentários do governo mineiro. Os resultados evidenciam a opção política da remissão em detrimento de um maior rigor na fiscalização preventiva (licenciamento) e repressiva (multa). A conclusão é que o Governo de Minas poderia dispor de mais recursos financeiros para viabilizar essa política pública, se fosse mais estratégico na arrecadação e nos gastos.

PALAVRAS-CHAVE: Rio das Velhas.

Revitalização. Receitas. Despesas. Orçamento.

NEW LIFE TO THE OLD RIVER: THE PROJETO ESTRATÉGICO META 2014 FINANCING WITHIN THE ENVIRONMENT POLICIES OF THE MINAS GERAIS STATE GOVERNMENT

ABSTRACT: The goal of this article is to show the discontinuity of the Projeto Estratégico Meta 2014, as well as to put the consequences of this action into evidence. The Meta 2014 was a program of the Minas Gerais state government directed to the revitalization of the Rio das Velhas River. The investigation methodology was based on non-structured interviews with the public servants of the secretary of the environment (SEMAD) and also on the analysis of budget data of the Minas Gerais government. The results show the political option of remission to the detriment of a greater rigor in preventive (licensing) and repressive (fines) inspection. The conclusion is that the Minas Gerais government could have more financial resources to make this public policy viable, if it were more strategic in tax collection and expenses.

KEYWORDS: Rio das Velhas. Revitalization. Incomes. Expenses. Budget.

1 | INTRODUÇÃO

Minas Gerais é um estado que carrega no nome e em seu território a abundância mineral. Essa abundância pode ser encontrada nos metais nobres, nas pedras preciosas e na água. Nessa terra de numerosos recursos hídricos, nasce o Rio das Velhas. Segundo informações do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (MINAS GERAIS, 2005), a área ocupada por tal conjunto de cursos de água é de 29.173 km². O rio das Velhas atravessa 51 municípios mineiros e nasce na Cachoeira das Andorinhas – no município de Ouro Preto – desaguando no rio São Francisco – no município de Várzea da Palma.

Da nascente à foz, as águas sofrem a influência de diferentes tipos de atividades econômicas, concentrações populacionais e toda sorte de dejetos que ali são lançados. Ainda de acordo com o Plano Diretor (MINAS GERAIS, 2005), a área de maior influência é o Quadrilátero Ferrífero – onde se encontra a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Esta região apresenta elevados índices populacionais e atividades ligadas à extração mineral.

Segundo o Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia do Rio das Velhas (2010a), o setor doméstico – que é responsável por 73% do total de efluentes em superfície – se junta a atividade agropecuária, a indústria e a mineração e formam as principais causas da alteração das características qualitativas e quantitativas das águas do Rio das Velhas. Vale ressaltar também o efeito nocivo do despejo de lixo nas margens e no leito do rio.

Outro grande problema ambiental é a supressão da cobertura vegetal que atinge os topos de morros, as encostas, os vales dos rios e as matas ciliares. Muitas espécies de peixes (ictiofauna) desapareceram do Rio das Velhas devido a baixa qualidade da água, a construção de barragens (que impedem a migração e reprodução) e a inserção de espécies exóticas, que desequilibra o ecossistema natural.

Para tentar resolver os problemas ambientais do Rio das Velhas, foi lançado o Projeto Estratégico Meta 2014. As ações do Governo de Minas Gerais são fatores importantes para o enfrentamento da situação e a geração de mudanças no atual paradigma da gestão ambiental. Logo, é importante verificar a forma como são arrecadados os recursos financeiros necessários para a execução desse importante programa governamental.

Nesse sentido, o objetivo geral deste artigo é analisar o financiamento do Projeto Estratégico Meta 2014. Para tanto, os objetivos específicos são: identificar as fontes de recursos destinados a financiar essa política pública ambiental e especificar os fatos que aumentaram ou diminuíram o montante de receitas para a Meta 2014.

2 | FINANCIAMENTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Todo projeto, programa ou política pública precisa de recursos financeiros para que possa ser executado e resulte nos efeitos desejados. Esses recursos, por força da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, se transformam na receita pública – que são ingressos orçamentários, arrecadados pelo Estado, para a aplicação exclusiva em ações governamentais. Brasil (2004, p. 14) define receita pública como “[...] todos os ingressos de caráter não devolutivo auferidas pelo Poder Público, em qualquer esfera governamental, para alocação e cobertura das despesas públicas”.

A receita pública pode ser classificada em orçamentária e extra orçamentária. Ela é orçamentária quando seus valores constam no orçamento. Já a extra orçamentária, de acordo com Brasil (2016c), contém “valores provenientes de toda e qualquer arrecadação que não figure no orçamento e, conseqüentemente, toda arrecadação que não constitui renda do Estado”.

Outra classificação possível é a econômica, onde a receita pública é separada entre corrente e de capital. Receitas correntes se esgotam dentro do prazo de um ano – que corresponde ao período de execução orçamentária. Brasil (2004, p. 16) esclarece que tais fontes de recursos “são derivadas do poder de tributar ou da venda de produtos e serviços, que contribuem para a finalidade fundamental do órgão ou entidade pública”. Receitas correntes vêm dos impostos, taxas, contribuições, multas, juros de mora, indenizações, restituições, compensações financeiras, concessões, permissões, transferências correntes, etc.

As receitas de capital, por sua vez, vêm de operações de crédito, alienação de bens, empréstimos, transferências de capital, etc. Os ingressos de recursos financeiros – denominados receitas de capital – são assim chamadas porque

[...] são derivados da obtenção de recursos mediante a constituição de dívidas, amortização de empréstimos e financiamentos e/ou alienação de componentes do ativo permanente, constituindo-se em meios para atingir a finalidade fundamental do órgão ou entidade, ou mesmo, atividades não operacionais visando estímulo às atividades operacionais do ente (BRASIL, 2004, p. 18).

Toda receita pública deve atender a uma despesa também pública. Para atender uma necessidade da coletividade, o governo precisa gastar os recursos que estão previstos no orçamento para este fim. Brasil (2008, p. 18) entende despesa como o “[...] fluxo que deriva da utilização de crédito consignado no orçamento da entidade, podendo ou não diminuir a situação líquida patrimonial”.

A despesa pública também pode ser classificada em orçamentária e extra orçamentária – esta última quando não possui vínculo com o orçamento. Já a orçamentária é “[...] aquela executada por entidade pública e que depende de autorização legislativa para sua realização, por meio da Lei Orçamentária Anual ou de Créditos Adicionais, pertencendo ao exercício financeiro da emissão do

respectivo empenho” (BRASIL, 2008, p.18).

Na classificação econômica, temos as despesas correntes e de capital. A primeira é realizada para garantir o funcionamento dos órgãos do governo – pagamento de pessoal, encargos sociais, diárias, aquisição de materiais de consumo, juros e encargos da dívida pública, etc. Pela própria destinação das despesas correntes, pode-se concluir que existe pouca possibilidade de manejo das mesmas por parte dos gestores públicos. Já as despesas de capital são usadas para

[...] formar e/ou adquirir ativos reais, abrangendo, entre outras ações, o planejamento e a execução de obras, a compra de instalações, equipamentos, material permanente, títulos representativos do capital de empresas ou entidades de qualquer natureza, bem como as amortizações de dívida e concessões de empréstimos (BRASIL, 2016c).

Como a despesa de capital é usada para financiar os investimentos estatais, ela é mais propícia ao julgamento do gestor em relação a sua conveniência e oportunidade. Assim, a Administração Pública pode escolher o montante e para onde vão tais recursos. Ela também pode decidir pelo aumento de recursos para alguns investimentos e o corte do montante para outros – como no caso da política aqui estudada.

Por fim, existem também as despesas obrigatórias e as discricionárias. De acordo com Brasil (2016f) obrigatórias são as despesas em que o “[...] gestor público não possui discricionariedade quanto à determinação do seu montante, bem como ao momento de sua realização, por determinação legal ou constitucional”. Já as discricionárias são “aquelas que permitem ao gestor público flexibilidade quanto ao estabelecimento de seu montante, assim como quanto à oportunidade de sua execução, e são efetivamente as que concorrem para produção de bens e serviços públicos” (BRASIL, 2016e).

3 | O ORÇAMENTO PÚBLICO

Todo projeto, programa ou política pública precisa de recursos financeiros para que possa ser executado e resulte nos efeitos desejados. Esses recursos são a receita pública – ingressos orçamentários arrecadados pelo Estado. Toda receita deve atender a uma despesa. Dessa forma, para acatar uma necessidade da coletividade, o governo precisa gastar os recursos que estão previstos no orçamento para esse fim.

Muito mais do que uma mera estimativa de receitas e fixação de despesas, o orçamento brasileiro é um instrumento de planejamento governamental. Afinal, toda ação do governo deve ser estudada, toda meta deve ser traçada, todos os objetivos devem ser previamente esclarecidos. O orçamento público é, assim, um espelho de um governo e das decisões de seus governantes, pois lá estão listadas as escolhas

políticas, as ações prioritárias, quais obras serão feitas, etc.

Todos os recursos destinados ao financiamento dos programas e políticas públicas passam (pelo) e saem do orçamento. Dessa forma, o orçamento público é uma lei que trata da alocação de recursos públicos. Em outras palavras, o orçamento público é

[...] um instrumento de planejamento governamental em que constam as despesas da administração pública para um ano, em equilíbrio com a arrecadação das receitas previstas. É o documento onde o governo reúne todas as receitas arrecadadas e programa o que de fato vai ser feito com esses recursos. É onde aloca os recursos destinados a hospitais, manutenção das estradas, construção de escolas, pagamento de professores. É no orçamento onde estão previstos todos os recursos arrecadados e onde esses recursos serão destinados (BRASIL, 2016d).

De acordo com Matias-Pereira (2003), o planejamento é entendido como a racionalização coordenada de opções, a partir das quais é possível prever e avaliar os cursos das ações já tomadas ou das ações futuras. Essa racionalização tem como objetivo a tomada da decisão mais adequada. Assim, o planejamento é um processo que não está restrito apenas a elaboração do orçamento. “O planejamento apresenta-se, assim, como um processo contínuo que fundamenta, antecede e acompanha a elaboração orçamentária” (MATIAS-PEREIRA, 2003, p.124).

Não basta somente planejar, deve-se também executar, controlar e avaliar. Dessa forma, é necessário executar ações de acordo com o planejado, organizando as tarefas e delegando autoridades. Também é importante verificar se o plano foi seguido, se houveram desvios ou se correções são necessárias. E, antes de iniciar um novo planejamento, avaliar se e os resultados pretendidos foram alcançados, ou em que grau foram atingidos.

No entanto, como ressalva Matias-Pereira (2003, p. 132) “[...] nenhum planejamento, por mais crítico, criativo, criterioso e sofisticado, poderá substituir o controle democrático”. Para o autor, “o planejamento apresenta-se apenas como um instrumento essencial de viabilização para o atingimento do bem comum da sociedade” (MATIAS-PEREIRA, 2003, p. 132). Logo, o orçamento público é também um instrumento de controle político. Para que tal controle seja feito, no entanto, é necessário que o orçamento seja também um instrumento de registros contábeis. Não faria nenhum sentido elaborar um orçamento se não fosse para fiscalizar sua elaboração e execução. O controle político, por sua vez, visa impedir que o dinheiro público seja utilizado de forma errada.

Assim, o Legislativo pode conhecer as despesas e receitas, dando autorização para sua arrecadação e realização; pode impedir que o Executivo faça qualquer operação sem sua prévia autorização e pode ainda “conhecer o exato volume global das despesas projetadas pelo governo, a fim de autorizar a cobrança dos tributos

estritamente necessários para atendê-las” (GIACOMONI, 2007, p. 67).

É pelo orçamento que se controla a economia, pois seus recursos controlam oferta monetária (ajustando assim a inflação) e promovem o crescimento através da realização de investimentos.

O planejamento do desenvolvimento econômico têm como objetivos: aumentar a renda nacional; aumentar o emprego; melhorar a posição do balanço de pagamentos; diminuir os desníveis regionais; melhorar a distribuição de renda; aumentar a produtividade do setor agrícola; manter uma taxa adequada de crescimento real da renda nacional; promover a ocupação territorial, a integração nacional e a exploração dos recursos naturais; atingir níveis adequados de segurança e bem-estar social (MATIAS-PEREIRA, 2003, p.122).

O orçamento é também uma arena onde as forças políticas e as forças sociais disputam recursos. Nessa arena, quem tiver mais poder de pressão leva vantagem. Mas, só é possível atender realmente as demandas da sociedade se o orçamento for construído em um ambiente democrático. Afinal, ainda que os interesses e forças sejam diferentes, todas as partes devem ouvidas para que as ações governamentais possam se adequar a realidade.

A existência de múltiplas instâncias de intervenção no planejamento permite, além disso, que a participação assuma um caráter dinâmico e não meramente formal de homologação, como também possibilita sucessivas reformulações no desenho original de políticas e programas, seja porque mudaram as necessidades, seja porque mudou a percepção da população sobre as prioridades que se deve atribuir a elas (GUIMARÃES, 1990, p. 135).

O orçamento brasileiro é definido pela interação dos poderes Executivo e Legislativo. De acordo com o artigo 84, inciso XXIII, da Constituição Federal, compete privativamente ao Presidente da República enviar ao Congresso Nacional o Plano Plurianual, o projeto de Lei de Diretrizes Orçamentárias e as propostas do orçamento.

O Congresso Nacional deve analisar o orçamento, conforme os incisos II, IV e XIII do artigo 48, da Constituição Federal. Com a sanção do Presidente da República, o Congresso pode dispor, entre outras matérias, sobre o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias, o orçamento anual, planos e programas regionais e setoriais de desenvolvimento e sobre a matéria financeira.

Dessa forma, o orçamento brasileiro é misto e autorizativo, pois a sua execução (exceto no caso das despesas obrigatórias) depende da aprovação do Legislativo e autorização do Executivo. Isso quer dizer que o administrador público pode estabelecer suas prioridades na gestão orçamentária. Tal fato não exime a responsabilidade dos legisladores de acompanhar e fiscalizar a execução do orçamento.

É importante destacar que, apesar da LOA ser um documento formal, aprovado pelo Poder Legislativo, ela não é impositiva e, sim, autorizativa. Dessa forma, o Poder Executivo tem a faculdade de executar ou não as despesas nela

programadas, cabendo à população e aos demais órgãos de controle externo atuarem a fim de fiscalizarem a execução da lei orçamentária anual (AGUILAR, 2012, p. 298).

A Constituição Federal de 1988, no artigo 165, consolidou a necessidade do planejamento governamental ao instituir os instrumentos: Plano Plurianual (PPA), Lei Orçamentária Anual (LOA) e Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO). O Plano Plurianual reflete um planejamento de médio prazo – contemplando um período de quatro anos – e que, de forma regionalizada, define as diretrizes, os objetivos e as metas do governo para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para os programas de duração continuada.

À exceção das despesas com o serviço da dívida – amortização e encargos –, todas as demais serão planejadas por meio das ações que integrarão o PPA. Trata-se, portanto, de lei debatida e aprovada pelo Congresso Nacional, que engloba todas as ações do governo: prestação de serviços, atividades de manutenção da máquina administrativa e os investimentos, na área social e infraestrutura. Assim, o plano plurianual tem como objetivo formular as diretrizes para as finanças públicas no período do plano, incluindo a política de fomento e o programa de aplicação das agências financeiras de crédito, identificar e avaliar os recursos disponíveis para o desenvolvimento de ações a cargo da administração pública, incluindo os provenientes de financiamento, estabelecer as despesas, segundo função, subfunção e programa de governo, entre outras definições (MATIAS-PEREIRA, 2003, p. 150).

De acordo com Giacomoni (2007), o Plano Plurianual é elaborado no primeiro ano do exercício, mas não coincide com o mandato do chefe do executivo. Dessa forma, o presidente, o governador, ou o prefeito administra o ente da federação, no primeiro ano do mandato, conforme o PPA de seu antecessor. Somente no segundo ano do exercício é que o chefe do executivo pode governar segundo seu próprio plano.

Em Minas Gerais, existe o Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG).

Os programas que compõem o PPAG são as suas unidades básicas e funcionam como elementos integradores do planejamento, orçamento e gestão. A lógica de sua criação inicia-se no reconhecimento de uma carência/demanda da sociedade ou um pleito administrativo, social ou econômico. Essas informações irão nortear o gestor na definição de ações que serão tomadas por parte do Estado para atacar tais problemas (MINAS GERAIS, 2016d).

O PPAG e os programas estaduais, regionais e setoriais – previstos na Constituição do Estado de Minas Gerais – são elaborados de acordo com o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI). O PMDI é hierarquicamente superior ao PPAG, pois pretende alcançar objetivos em longo prazo – num período de 12 anos.

O PMDI é uma inovação da Constituição do Estado de Minas Gerais e estabelece “diretrizes que balizarão a formulação dos demais instrumentos de planejamento” (MINAS GERAIS, 2016c). A atual edição do PMDI contempla o período de 2016 a 2027, tendo como eixo sintetizador “o desenvolvimento econômico social sustentável,

com o objetivo maior de promover a redução das desigualdades sociais e regionais” (MINAS GERAIS, 2016e).

A partir do PPA é elaborada a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO). De acordo com o artigo 165 da Constituição Federal de 1998, a LDO tem quatro funções: apresenta as metas e prioridades da administração pública; orienta a elaboração da LOA; trata de mudanças da legislação tributária; e estabelece a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento.

A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), de 4 de maio de 2000, fortaleceu a LDO acrescentando à sua estrutura os Anexos de Metas Fiscais e de Riscos Fiscais. Tais anexos trazem os objetivos das políticas monetárias, creditícia e cambial, além das metas de inflação para o ano seguinte.

Uma lei de diretrizes, aprovada previamente, composta de definições sobre prioridades e metas, investimentos, metas fiscais, mudanças na legislação sobre tributos e políticas de fomento a cargo de bancos oficiais, possibilitará a compreensão partilhada entre Executivo e Legislativo sobre os vários aspectos da economia e da administração do setor público, facilitando sobremaneira a elaboração da proposta orçamentária anual e sua discussão e aprovação no âmbito legislativo (GIACOMONI, 2007, p. 221).

Matias-Pereira (2003) esclarece que a LRF visa trazer responsabilidade e responsabilização para a gestão fiscal. Assim, a LRF é

uma lei que busca permitir maior transparência e equilíbrio nas contas públicas, exigindo-se dos administradores uma gestão orçamentária e financeira responsável com eficiência e eficácia. Ela define punições para quem não cumprir com o exigido. [...] permitindo uma melhor avaliação da gestão de prefeitos, governadores e do Presidente da República ao reduzir fortemente os passivos financeiros, além de permitir a participação da população na discussão da LDO e proposta orçamentária, ajudando a direcionar a ação do governo ao interesse da sociedade e impedindo que sejam transferidas heranças financeiras desastrosas de uma gestão para outra (MATIAS-PEREIRA, 2003, p. 184).

Em consonância com o PPA, a LDO e a LRF é elaborada a Lei Orçamentária Anual. Para Aguilar (2012, p. 297) a LOA é “[...] um documento que expressa em termos monetários as receitas previstas e as despesas públicas fixadas, que o governo pretende realizar no período de um exercício financeiro [...]”.

A LOA é constituída por três orçamentos: fiscal, seguridade social e investimentos das empresas. O orçamento fiscal abrange os três poderes, seus fundos, órgãos e entidades da administração pública (direta e indireta), inclusive fundações públicas. O orçamento da seguridade social inclui órgãos e entidades vinculados à saúde, previdência social e seguridade social da administração (direta e indireta), os fundos e as fundações mantidas pelo Poder Público. Já o orçamento de investimento das empresas compreende [...] “os investimentos realizados pelas empresas em que o Poder Público, direta ou indiretamente, detenha a maioria do capital social com direito a voto” (GIACOMONI, 2007, p. 223).

4 | O PROJETO ESTRATÉGICO META 2014

O PMDI de 2007 a 2023 traz a revitalização do Rio das Velhas e traça como resultado finalístico a melhora do Índice de Qualidade da Água (IQA). A medição do IQA é feita com um bioindicador obtido através de estudos com os macrovertebrados bentônicos. Os macrovertebrados bentônicos são “organismos que vivem sobre o sedimento ou no sedimento, tais como larvas, insetos, moluscos, anelídeos, entre outros” (MINAS GERAIS, 2012). Devido ao fato de não possuírem capacidade de locomoção, pelo seu ciclo de vida longo e por serem de fácil visualização, esses bioindicadores podem refletir a qualidade da água, os níveis de distúrbio dos ecossistemas ocasionados pela poluição, destruição de mata ciliar, assoreamento, entre outros. De acordo com Minas Gerais (2006, p. 35) pretendia-se aumentar o IQA de 58,5 em 2005; para 67 em 2011; e 75 em 2023.

O PMDI de 2012 a 2030, porém, trouxe um novo indicador. Segundo Minas Gerais (2011, p. 88), o novo indicador funciona através das medições de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O DBO determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável na água através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração. “Quando a carga dos esgotos lançados excede a capacidade de autodepuração do corpo de água, o rio fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos e liberação de odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos, os peixes morrem não por toxicidade, mas por asfixia” (PADILHA; SILVA; VALENTE, 2007). Em 2010, foi medido um DBO de 93,7%. A meta para o DBO é de 100% para os anos seguintes, de 2015 até 2030.

O Projeto Estratégico Meta 2014 consta tanto no Plano Plurianual de Ação Governamental de 2008-2011, quanto no de 2012-2015. No primeiro – a então chamada Meta 2010 – pretendia “aprimorar a gestão de bacias hidrográficas, visando à disponibilidade e à qualidade da água e a redução dos conflitos em torno de seu uso” (MINAS GERAIS, 2008b, p. 275). No PPAG de 2012-2015, a Meta 2014 pretendia “viabilizar a revitalização da bacia do Rio das Velhas, de forma a assegurar a volta do peixe e o nadar na RMBH ” (MINAS GERAIS, 2013, p. 325).

Na tentativa de recuperar a tão degradada bacia foi criada a Meta 2010. A antecessora da Meta 2014 era um programa estruturador do Governo de Minas Gerais. Programas estruturadores são tidos como prioritários para o governo e pretendem garantir “um alinhamento maior entre os instrumentos de planejamento e os resultados dos programas e ações necessários para se atingir os objetivos futuros do Estado” (Fonseca e Fonseca, 2015, p. 3).

De acordo com diagnóstico preliminar elaborado por responsáveis pelo Projeto Manuelzão – uma atividade de Pesquisa e Extensão da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – a Meta 2010 apresentou alguns resultados

positivos.

Podemos afirmar que, numa avaliação qualitativa, a Meta 2010, atingiu 60% do esperado. O rio não só deixou de piorar, da forma vegetativa esperada, como melhorou [...]. Demonstrou na prática que a sociedade pode reverter o processo de degradação desde que estabeleça esse objetivo como uma meta política pactuada entre sociedade e Estado. Infelizmente os avanços não foram suficientes para nadar na região metropolitana, em função do alto índice de coliformes nesta região (POLIGNANO et al., 2012, p.11).

Em 2010, o IQA – um dos indicadores que classificam a saúde de corpos hídricos – apresentaram “3% dos resultados medidos como ‘Muito Ruim’, 39% como ‘Ruim’, 46% como ‘Médio’ e 12% como ‘Bom’” (MINAS GERAIS, 2016f).

A Meta 2014 foi elaborada com o intuito de assegurar a volta do peixe e do nadar no Rio das Velhas. Para isso, o Governo de Minas Gerais – através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), do Instituto Estadual de Florestas (IEF), da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU), do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas) e da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) – se junta a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), ao Ministério das Cidades e ao Projeto Manuelzão.

O Projeto Estratégico Meta 2014 é constituído por 11 grupos de ações do Governo de Minas Gerais como saneamento rural; saneamento urbano; despoluição da Lagoa da Pampulha; qualificação de gestores municipais e educadores; capacitação de operadores de estação de tratamento de esgotos (ETEs), aterros sanitários (ASs) e usinas de triagem e compostagem (UTCs); expedição Nadando com o Theo pelo Velhas; efluentes industriais; resíduos sólidos urbanos; boas práticas; monitoramento da qualidade da água e a conservação da biodiversidade com a manutenção de áreas de preservação. O Projeto Estratégico Meta 2014 durou 4 anos. Ele foi iniciado em 01/01/12 e finalizado em 31/12/15.

5 | METODOLOGIA

O estudo feito por meio de entrevistas não-estruturadas – realizadas com servidores da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) – e pesquisas documental e bibliográfica.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 11 grupos de atividades que compõem o Projeto Estratégico Meta 2014, 3 são de responsabilidade da Copasa: saneamento rural, saneamento urbano e

despoluição da Lagoa da Pampulha. Para realizar essas atividades foram investidos R\$ 1.6 bilhões. O valor se refere ao período entre 2012 a 2014. O valor referente ao ano de 2015 não foi informado.

Assim, coube ao Governo de Minas Gerais financiar os 8 grupos de atividades restantes. No entanto, tanto o controle de efluentes industriais, quanto o “boas práticas” (que engloba o controle de atividades dos caminhões limpa-fossa e o conceito oficina verde) não foram realizados. O primeiro devido a problemas na licitação e o segundo devido a falta de recursos financeiros.

Para realizar as demais atividades foram usados recursos diretamente arrecadados e recursos vindos da compensação financeira por utilização de recursos hídricos. Dessa forma, a compensação é um pagamento pelo uso da água na geração de energia elétrica e um ressarcimento pela ocupação de áreas por usinas hidrelétricas.

A Compensação Financeira [...] corresponde a 6,75% do valor da energia gerada. Esse valor é pago pelos concessionários de geração de energia, sendo 6% destinados aos Estados, Municípios e Distrito Federal que são atingidos pelas águas represadas ou que abrigam as instalações de usinas hidrelétricas com potência superior a 30MW e, também, a órgãos da administração pública da União. O percentual restante (0,75%) é destinado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e constitui pagamento pelo uso da água (BRASIL, 2005, p.09).

O repasse financeiro pela utilização de recursos hídricos é um tipo de royalty e também é uma obrigação legal presente na Constituição da República Federativa do Brasil:

Art. 20 § 1º É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração (BRASIL, 2016a).

A outra parte dos recursos é obtida através do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA). O SISEMA não recebe recursos do Tesouro Estadual e possui arrecadação própria vinda de licenciamento, multa, taxa de fiscalização ambiental, taxa florestal, compensação ambiental, reposição florestal, reposição da pesca, outorga de uso de recursos hídricos, entre outros. O Meta 2014 foi financiado, especificamente, pela receita advinda de licenciamento ambiental e multa por infração à legislação ambiental.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) define licenciamento ambiental como

uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas mais expressivas características a participação social na

tomada de decisão, por meio da realização de audiências públicas como parte do processo (BRASIL, 2016b).

A tabela abaixo mostra os valores do crédito orçamentário constantes nas Leis Orçamentárias Anuais do estado de Minas Gerais, assim como a despesa efetivamente realizada entre os anos de 2012 a 2015. São também dados constantes na tabela as fontes de recursos e a parte da despesa que foi realizada em relação às mesmas fontes.

Ano	Crédito Inicial	Despesa Realizada	Fonte de Recurso	Despesa Realizada por fonte de recurso
2012	5.000.000,00	996.112,06	Compensação financeira	990.382,06
			Recursos diretamente arrecadados	5.730,00
2013	4.560.000,00	2.271.412,64	Compensação financeira	331.950,59
			Recursos diretamente arrecadados	1.939.462,05
2014	1.160.000,00	191.566,68	Compensação financeira	191.566,68
2015	2.590.605,00	13.589,28	Compensação financeira	13.589,28
TOTAL	13.310.605,00	3.472.680,66		3.472.680,66

Tabela 1. Crédito orçamentário (LOA) e despesa realizada por fonte de recurso (em R\$) referentes aos anos de 2012 a 2015

Fonte: Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI/ MG.

Ao analisar os dados é possível notar a discrepância entre os valores constantes na LOA e a despesa efetivamente realizada em todos os anos. As discrepâncias encontradas são resultado de dificuldades financeiras enfrentadas pelo governo mineiro entre 2012 a 2014. Nestes anos – durante o governo Antonio Anastasia – foram realizados cortes como o que visava suprir a perda de cerca de R\$ 1,3 bilhão, devido a queda na arrecadação com o ICMS (SOUTO, 2013).

O Projeto Estratégico Meta 2014 foi gerido três governadores: Antônio Augusto Junho Anastasia, Alberto Pinto Coelho e Fernando Damata Pimentel. Alberto Pinto Coelho assumiu o governo do estado no período de 04 de abril de 2014 a 1º de janeiro de 2015. Nesse período, o então governador Antônio Anastasia se desincompatibilizou do cargo a fim de contribuir com a elaboração do programa de governo de Aécio Neves, que na época era candidato à Presidência da República (AMARAL, 2014).

Em 2015, o então governador Fernando Pimentel tomou posse e administrou o estado segundo o Plano Plurianual do seu antecessor – Antônio Anastasia. Apesar de não extinguir por completo a fonte de recursos da Meta 2014, a política pública foi seriamente prejudicada, uma vez que os recursos a ela destinados em 2015 representaram pouco mais de mil reais por mês. A decisão de cortar recursos para a Meta 2014 (no ano de 2015) também pode ser explicada pela atual situação

financeira do estado. Em 6 de abril de 2015, o governador Fernando Pimentel apresentou resultados de uma auditoria realizada nos 3 primeiros meses de sua gestão. Tais resultados compõem o “Diagnóstico MG – Qual é a real situação do Estado?” e mostram a difícil situação das contas e da administração pública mineira (MINAS GERAIS, 2016b).

Diante disso, foi realizado o contingenciamento de recursos para o pagamento de pessoal, da dívida pública e outras despesas obrigatórias. Como a revitalização do Rio das Velhas é um programa do Governo Anastasia e se constitui, portanto, em uma despesa discricionária, ela pode ser alvo de redução de gastos.

No entanto, é prudente reforçar que o Projeto Estratégico Meta 2010 era um programa estruturador do Governo de Minas – constante no PMDI (2007-2023) e nos PPAGs de 2008-2011 e 2012-2015 – e que ele deveria ter mais peso e protagonismo, não importando qual fosse o governante que o gerisse. A descontinuidade prejudicou seriamente a política de revitalização do Rio das Velhas, atrapalhando o atingimento dos seus objetivos.

A descontinuidade é um dos principais problemas da administração pública. Mesmo que existam instrumentos de planejamento de médio (PPAG) e longo prazo (PMDI), os governantes tendem a rejeitar as políticas passadas enquanto priorizam suas próprias ações de gestão.

[...] as transições que acontecem periodicamente nos setores públicos contribuem para a dissociação do projeto macro de estruturação, pela falta de um planejamento de longo prazo, prejudicado pela administração focada na gestão personalizada a cada quatro anos. Esse intervalo alavanca o corporativismo e distancia o significado do bem-estar social (NETA; NONATO, 2013, p. 188).

Analisando os dados da tabela é possível verificar que o governo mineiro investiu, nos 4 anos do Projeto Estratégico Meta 2014, a quantia de R\$ 3.472.680,66. O número é inferior ao crédito inicial do ano de 2012, que era de 5 milhões de reais. As dificuldades financeiras levaram aos cortes, mas porque, ao invés de cortar despesas, não se aumenta a receita? Um aumento de impostos penalizaria ainda mais a população, mas essa não é a única forma de se elevar a arrecadação. Essa análise pretende mostrar que é possível arrecadar mais para o Meta 2014 sem aumentar os impostos, basta que os mecanismos de arrecadação sejam mais inteligentes. Para tanto, é preciso mudar a atuação estatal.

7 | LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Dos quase 3 milhões e meio de reais, R\$ 1.527.488,61 são provenientes de compensação financeira e R\$ 1.945.192,05 são oriundos de recursos diretamente arrecadados. Conforme já dito, essa arrecadação vem de licenciamento ambiental e

multas. Um dos pontos críticos apontados pelo resultado da auditoria – encomendada pelo governo de Fernando Pimentel sobre a situação do estado – é a demora nos processos de licenciamentos.

Há cerca de 2,7 mil processos de licenciamento ambiental engavetados na Secretaria de Meio Ambiente [...]. Isso acontece porque, se a burocracia emperra, decisões sobre a proteção de áreas verdes, por exemplo, vão sendo adiadas, o que coloca essas regiões em risco. O outro problema é a paralisação de atividades econômicas inteiras (MINAS GERAIS, 2016b).

Ao não agilizar os processos de licenciamento ambiental, o governo não só deixa de arrecadar sobre isso, como também gera um ciclo vicioso. Neste ciclo, os processos parados estagnam as atividades econômicas que poderiam também gerar receita para o estado, através dos tributos devidos.

Em 2015, os servidores do SISEMA realizaram uma greve que durou quase um ano e dificultou a realização de processos como licenciamentos, outorgas, manejo florestal e autos de infração. Poucos dias após o fim da greve, o Governo de Minas criou uma força-tarefa que, de uma só vez, concedeu cerca de 60 licenciamentos ambientais. O que chama a atenção na iniciativa do governo mineiro é que a composição da força-tarefa não incluía membros da sociedade civil (DINIZ, 2015).

O processo de licenciamento ambiental deve ser feito de forma cuidadosa e criteriosa para que o meio ambiente não pague um preço alto demais. Mesmo que os processos estivessem estagnados por diversos motivos – incluindo a greve dos servidores do SISEMA – o fato de que a atividade é potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente deve ser levado em conta com tanta, ou até mais importância, do que o elemento econômico. Defende-se, portanto, uma maior agilidade nesses processos, mas que eles não sejam feitos de qualquer maneira e que nunca deixem de lado a participação social.

8 | MULTA POR INFRAÇÃO AMBIENTAL

Por outro lado, o estado poderia arrecadar uma quantia significativa com o pagamento das multas ambientais. No entanto, ao que parece, essa questão não tem a relevância que deveria ter, uma vez que foi promulgada, em 3 de agosto de 2015, a Lei Estadual nº 21.735. Tal Lei institui a remissão dos créditos não tributários cujo valor original seja igual ou inferior a R\$ 15.000,00 e cujo auto de fiscalização ou boletim de ocorrência e de infração tenha sido emitido até 31 de dezembro de 2012. Ficam também remetidos os créditos referentes a infrações classificadas como leves, emitidos entre 1º de janeiro de 2013 e 31 de dezembro de 2014, e que tenham “valor original igual ou inferior a R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), inscrito ou não em dívida ativa, ajuizada ou não sua cobrança (...)” (MINAS GERAIS, 2015a).

Alguns esclarecimentos em relação a “remissão”, “créditos não tributários” e

“valor original” são necessários. Embora a ementa da referida Lei fale de remissão e anistia, este último termo não está presente no restante do texto. Remissão é o “perdão, renúncia; liberação de uma dívida, por parte do credor ao devedor, isto é, renúncia espontânea do direito creditório, em benefício do próprio devedor, eximindo-o, assim, da obrigação assumida” (SANTOS, 2001, p. 215). Já a anistia é o “ato pelo qual o poder público declara impuníveis, por motivo de utilidade social, todos quantos, até certo dia, perpetraram determinados delitos, em geral políticos, seja fazendo cessar as diligências persecutórias, seja tornando nulas e de nenhum efeito as condenações; perdão geral” (SANTOS, 2001, p. 35). Enquanto a anistia se refere ao perdão geral, inclusive da conduta, a remissão perdoa somente a dívida. Dessa forma, outras penalidades como (por exemplo) a obrigação de reparar o dano causado persistem.

Créditos não tributários não vêm de impostos, taxas, contribuições de melhoria ou de empréstimos compulsórios. Os créditos estaduais não tributários são aqueles que não se originam da obrigação legal relativa a tributos e respectivos adicionais e multas, passíveis de compor a Dívida Ativa não Tributária da Fazenda Pública (Parágrafo 2º do art. 39 da Lei Federal nº 4.320, de 17 de março de 1964). Já o valor original é o valor sem acréscimos como juros e correção monetária.

Os motivos da remissão estão presentes na mensagem do governador nº 16/2015 que foi enviada ao legislativo.

Conforme estudos conhecidos e amplamente divulgados, atualmente é de cerca de R\$16.000,00 (dezesesseis mil reais), por processo, o custo de uma execução fiscal (tributária), sendo de 11 (onze) anos a duração média do mesmo. Se observada a proporção, o custo anual seria de cerca R\$1.500,00 (mil e quinhentos reais). (MINAS GERAIS, 2015b).

Nesse sentido, o conhecimento do quanto o governo deixou de arrecadar seria uma visão parcial da questão, uma vez que deve ser considerado também o quanto o governo deixou de gastar. Além disso, alguns créditos – mesmo os que foram ajuizados – podem estar prescritos, tornando mais vantajoso para o governo deixar de cobrá-los, conforme o art. 3º da Lei nº 21.735/2015: “constituído definitivamente o crédito não tributário, mediante regular processo administrativo, prescreve em cinco anos a pretensão de exigí-lo” (MINAS GERAIS, 2015a). Nesse ponto, a discussão aqui proposta extrapola a face financeira do problema, considerando também outros elementos como a prevenção da reincidência em infrações ambientais.

Pela exposição dos motivos da remissão parece, num primeiro momento, que o governo mineiro está fazendo economia. No entanto, multas não são somente fontes de arrecadação, elas também carregam um caráter educativo – de acordo com uma teoria do direito conhecida como *Punitive Damages* (ou teoria do valor do desestímulo).

O instituto do “*punitive damages*”, também conhecido como “*exemplary damages*”, “*vindictive damages*” ou ainda “*smart money*”, visa imputar uma indenização pecuniária ao ofensor, capaz de puni-lo pelo ato ilícito praticado, visando assim inibir a repetição da conduta danosa e ainda servir de exemplo para a sociedade, servindo como uma ferramenta preventiva contra o cometimento de atos ilícitos. Assim, pode-se dizer que o “*punitive damages*” fundamenta-se no binômio: punição x prevenção (JOÃO, 2013).

Dessa forma, o objetivo da multa é, ao mesmo tempo, educar e desestimular a prática de outro ato ilícito. Quando o governo dá remissão a essas multas, ele está se eximindo de punir e educar o infrator, mesmo que, pelos termos da Lei nº 21.735 (art. 4º, III), para se beneficiar com a remissão, o devedor precise assinar um Termo de Compromisso (TC) e Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Um TAC ou TC não dá certeza de que o ato ilícito não seja cometido novamente, tanto que a própria Lei – no art. 14 – fala de penalidades decorrentes do descumprimento dessas obrigações.

A remissão dos créditos não tributários cujo valor original seja igual ou inferior a R\$ 15.000,00 traz também outro problema. Esses créditos que foram remetidos – aqueles cujo auto de fiscalização ou boletim de ocorrência e de infração tenha sido emitido até 31 de dezembro de 2012 – não se referem somente às infrações ambientais leves. Analisando o disposto no Decreto nº 44.844/2008 (MINAS GERAIS, 2008a) e os valores das multas que vigoravam em 2010 (MINAS GERAIS, 2014a) é possível verificar que infrações classificadas como graves ou gravíssimas podem ser remetidas.

Para exemplificar a questão, uma empresa de porte inferior (desde que não reincidente) podia pagar, em 2010, o valor máximo de R\$ 11.031,34 – referente à multa por infração ambiental considerada como gravíssima. De acordo com Minas Gerais (2008a), uma das infrações consideradas gravíssimas é “poluir ou causar dano aos recursos hídricos, contribuindo para que o corpo de água fique em classe de qualidade inferior ao enquadramento oficial”. Segundo a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as águas doces são classificadas em: classes 1, 2, 3, 4 e especial. A classe especial é a que permite mais usos da água, incluindo o abastecimento para consumo humano (desde que seja feita a desinfecção). Já as águas doces da classe 4 não são adequadas para consumo humano ou animal e, tampouco, a pesca. O uso dessas águas só é possível para navegação ou harmonia paisagística.

A remissão das multas pode favorecer empresas que poluíram um corpo d’água a ponto de rebaixar sua posição no enquadramento oficial. Tal poluição poderia contaminar a água, matar peixes e trazer diversos outros danos, dependendo do tamanho do impacto gerado. Além disso, ao levar em conta somente o aspecto

financeiro, o governo pode não só remitir multas de infrações graves ou gravíssimas, como também pode encorajar a reincidência.

O governo sente “no bolso” as consequências de uma reincidência em ato de infração ambiental. Por exemplo, ficaria cada vez mais difícil e oneroso revitalizar o Rio das Velhas se todos os seus poluidores fossem encorajados a poluir e, depois, entrar com um recurso para contestar a multa. A remissão não só deixa de punir quem está contestando a multa, através de recursos no Poder Judiciário. Ela também desencoraja aquele que pagou sua obrigação sem contestá-la, uma vez que os valores já pagos jamais serão ressarcidos (art. 6º § 3º). Que tipo de mensagem se passa para a sociedade e para as empresas, quando vale mais a pena entrar com um recurso para protelar o pagamento da multa do que pagá-la no prazo estipulado?

Uma opção melhor – mas ainda não ideal – para lidar com o problema seria o disposto nos artigos 8, 9 e 10 da mesma Lei. Tais artigos trazem a possibilidade do parcelamento dos créditos não tributários e o programa de incentivo de pagamento para quem realizar “a confissão irretratável do débito e a expressa renúncia ou desistência de qualquer recurso, administrativo ou judicial, ou de ação judicial a ele relativa” (MINAS GERAIS, 2015a). Incentivar o pagamento de multas – mesmo que através do desconto de até 90% sobre o valor juros e correção da multa (art. 10) – é muito melhor do que a remissão, seja do ponto de vista econômico, punitivo ou educativo.

9 | COMPENSAÇÃO FINANCEIRA

As compensações financeiras são pagas porque as atividades econômicas podem gerar danos ao meio ambiente. Toda atividade gera impacto, mas um acidente em uma plataforma de petróleo pode gerar uma grande tragédia ambiental, além da perda de vidas humanas e animais. Uma empresa que realiza extração de minério, por exemplo, deve apresentar uma contrapartida financeira que será revertida para a região que é afetada por suas atividades. Isso é estabelecido porque os moradores daquele local (sejam humanos ou animais) são e serão os mais prejudicados por um acidente, ou pela negligência criminosa da companhia. Enquanto o lucro é remetido para outras localidades, resta aos que ali vivem conviver em um local exaurido de seus recursos naturais ou devastado pela catástrofe ambiental. Sendo assim, o pagamento de compensações é justo e necessário. Mas, o mesmo pode ser dito em relação a quantidade arrecadada?

A compensação da exploração dos recursos hídricos corresponde a 6,75% da energia elétrica gerada. Já a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) corresponde a 3% do valor do faturamento líquido resultante

da venda do produto mineral. Por ser um *royalty ad valorem*, ele é dedutível na apuração do imposto de renda. De acordo com Brasil (2013), o *royalty ad valorem* é calculado como uma porcentagem do valor do produto mineral, não levando em consideração os custos de produção e a rentabilidade obtida pela empresa. Segundo Minas Gerais (2010b), o valor do *royalty* ainda varia de acordo com o mineral sendo, por exemplo, 3% para o manganês e 0,2% para pedras preciosas. De acordo com Brasil (2013), os royalties pagos no território nacional são inferiores aos da China (2% a 4% da venda), da Indonésia (3% a 5% da venda) e do Uzbequistão (7,9% a 24% da venda).

Como os exemplos mostram os valores da compensação por extração de recursos minerais brasileiros são baixos em relação aos de outros países do mundo – mesmo aqueles que são considerados menos desenvolvidos em relação ao Brasil. Com alíquotas tão baixas o termo “compensação” parece não fazer sentido.

Após essa breve reflexão acerca da compensação financeira, cabe relacioná-la com os fatores que influenciaram na arrecadação de recursos para o SISEMA, comprometendo, assim, a Meta 2014.

Em 2013 faltavam recursos para ações de investimento estatais. No entanto, isso não impediu que R\$ 63 milhões – oriundos da CFEM – fossem destinados ao pagamento do consórcio Minas Arena. O Consórcio Minas Arena é composto por empreiteiras encarregadas de reformar e administrar o estádio de futebol Governador Magalhães Pinto, popularmente conhecido como Mineirão.

O art. 8º da Lei nº 7990, de 28 de dezembro de 1989, dita que os recursos da CFEM não podem ser usados para pagamento de dívida e no quadro permanente de pessoal. Mas, no entendimento do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE-MG), os recursos foram utilizados para o pagamento de dívidas do estado.

Quando da abertura de vista, o Estado se limitou a dizer que a utilização dos referidos recursos é unicamente direcionada a setores que promovem, com resultados impactantes, a diversificação das atividades econômicas nos locais em que atuam, não explicando os motivos que levaram o Governo a utilizar tais recursos para efetivar pagamentos que se referem à contraprestação da concessionária Minas Arena, ficando evidenciada no relatório técnico, que a caracterização da parcela limitada, uma das componentes do pagamento feito pelo Estado para a concessionária, deve ser entendida como dívida do ente federativo. Portanto, não resta dúvida de que o pagamento feito à concessionária Minas Arena com recursos da CFEM foi feito de forma indevida (MINAS GERAIS, 2014b, p. 37).

O TCE-MG recomendou, entre outras medidas, que o governo Antônio Anastasia cessasse o pagamento da contraprestação à concessionária Minas Arena com recursos da CFEM. Ele também recomendou que as receitas advindas do CFEM fossem utilizadas nos municípios mineradores – de acordo com o disposto nos artigos 252 e 253 da Constituição do Estado. A indicação do TCE-MG foi feita para que esses recursos se “revertam em prol da comunidade local, na forma de

melhoria de infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e da educação. Esse é o próprio objetivo de sua criação, sendo inadmissível a desvirtuação de sua utilização” (MINAS GERAIS, 2014b, p. 37).

De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (2005), um dos principais problemas ambientais da bacia é causado pela extração mineral. A partir disso, não é demasiado concluir que as atividades econômicas realizadas no rio contribuíram para a formação dos recursos da CFEM. No entanto, a quantia de R\$ 63 milhões – que é mais de dezessete vezes superior a tudo o que foi gasto nos quatro anos da Meta 2014 – foi gasta não só para reformar e adequar um estádio de futebol, mas também para outras atividades, conforme aponta o relatório do TCE-MG:

[...] ressalte-se que se verificou também o financiamento, com recursos da CFEM do Programa 264 - Apoio Financeiro à Implementação de Contratos de PPP e, ainda, dos Programas 040, 104, 111, 137, 150, 157, 167, 195, 284 e 289, todos integrantes da Rede de Desenvolvimento Econômico Sustentável, tratada às fls. 1913 a 1938 do relatório técnico, não se observando o cumprimento da determinação constitucional de aplicação prioritária desses recursos na assistência aos municípios mineradores. [...] Da mesma forma, verificou-se o financiamento indevido, com recursos da CFEM, da Ação 1312 - Mobilidade na Copa pertencente ao Programa 007 - Copa do Mundo 2014, pertencente à Rede Cidades, pelos motivos já explicitados (MINAS GERAIS, 2014b, p. 37-38).

Vale ressaltar que a arrecadação (mesmo vinda de multas e de compensações financeiras) pode ser usada em outras áreas – mesmo que distintas da área ambiental. Isso se deve ao fato do orçamento brasileiro ser misto e autorizativo. Conforme já mencionado neste artigo, a execução do orçamento depende da aprovação do Legislativo e autorização do Executivo. Dessa forma, ainda que as receitas arrecadadas pelo SISEMA representem quantias vultosas, não existem garantias de que estas sejam gastas no Projeto Estratégico Meta 2014.

O que se discute, porém, não é a legalidade do gasto, mas a moralidade do mesmo. Entende-se como moral aquela advinda do princípio da moralidade (expresso no Art. 37 caput da CRFB/88), na qual não basta diferenciar o que é certo do que é errado, é necessário também visar o interesse público. Ou, em outras palavras:

O princípio da moralidade impõe que o administrador público não dispense os preceitos éticos que devem estar presentes em sua conduta. Deve não só averiguar os critérios de conveniência, oportunidade e justiça em suas ações, mas também distinguir o que é honesto do que é desonesto (FILHO, 2015, p.22).

Deve-se perguntar se o gasto – da forma como foi realizado – atendeu ao interesse público. É importante questionar também se é de interesse público que licenciamentos ambientais sejam feitos sem que a população seja ouvida, ou ainda se a remissão de multas ambientais vai ao encontro dos anseios da coletividade.

10 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Revitalizar um curso d'água como o Rio das Velhas não é uma tarefa simples. Décadas de degradação e intensa exploração deixaram o rio extremamente poluído. Assim, os problemas se multiplicam e vão desde o lançamento de esgoto no leito do rio, até a supressão da cobertura vegetal de áreas que deveriam ser protegidas.

Se a tarefa não é simples, ela tampouco é barata. Não é sem razão que a Copasa investiu mais de 1 bilhão e meio de reais no Projeto Estratégico Meta 2014. O Governo de Minas Gerais, no entanto, deixou a desejar investindo cerca de 3 milhões e meio de reais.

É possível reverter décadas de danos ambientais e trazer de novo um rio com água de qualidade e em quantidade. O Rio Reno – que nasce na Suíça e atravessa outros 5 países europeus – é um bom exemplo disso. De acordo com Crescenti (2004), o esforço conjunto dos governos dos países banhados pelo Reno e da iniciativa privada conseguiu trazer de volta os peixes e a qualidade para o curso d'água. Todos os 1.230 quilômetros de extensão do rio foram revitalizados e o investimento foi de mais de 15 bilhões de dólares.

A revitalização do Rio das Velhas, porém, sofreu a influência de vários problemas, incluindo a falta de continuidade. Ela não deveria ser tratada como um programa de governo, passível de ser eliminado quando um novo governante fosse eleito. Demorou 20 anos para o Reno – que era muito menos extenso que o Rio das Velhas (que tem 29.173 km²) – fosse revitalizado. É ingênuo pensar que a situação mineira poderia ser resolvida com menos dinheiro e menos tempo. Para melhorar o rio são necessários esforços árduos, sérios, constantes e prolongados. Até porque, uma vez revitalizado o rio, é obrigatório fiscalizar a exploração do mesmo para que ele não se torne um mero esgoto a céu aberto.

O que se sugere aqui é a continuidade da Meta 2014 como uma política prioritária para todos os governos estaduais. A continuidade é fundamental. Afinal, se não houver manutenção das atividades de fiscalização e recuperação do rio, todos os investimentos serão feitos em vão. Não adianta gastar muito e negligenciar completamente a política depois. Não adianta também executar uma atividade em parte e, por qualquer razão, abandonar o restante da ação. Meias ações não combinam com grandes investimentos. A melhora da quantidade e qualidade da água só acontece com dispêndios significativos aliados a uma ação concreta, eficaz e constante.

A Meta 2014 não conseguiu cumprir o que foi planejado, uma vez que dois – dos onze grupos de ações – sequer saíram do papel. Não se pode nadar e pescar no Rio das Velhas com segurança, logo as ações do governo não alcançaram seu audacioso objetivo central.

Frente a difícil situação econômica em que se encontra o governo mineiro foram realizados cortes de gastos que atingiram diversas secretarias – inclusive a de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Cortar gastos é uma atitude necessária para se gerar o equilíbrio entre receitas e despesas governamentais. Mas, por outro lado, o aumento da arrecadação também é importante.

Uma outra forma de se administrar receitas e despesas poderia contribuir ainda mais para a limpeza dos leitos dos rios, preservação de florestas, conservação da biodiversidade, realização de amplas atividades de saneamento, disposição adequada de resíduos sólidos e tantas outras práticas que trariam o equilíbrio para o meio ambiente, assim como uma melhoria da qualidade de vida da população.

A Meta 2014 poderia ter mais recursos que viabilizassem uma melhor execução de seus objetivos, se o estado fosse mais estratégico ao lidar com a arrecadação e mais ético ao tratar dos gastos. Uma melhoria que causasse mais agilidade aos processos de licenciamento, uma cobrança mais severa das multas e a conversão das receitas vindas da área ambiental em investimentos para conservação e recuperação do meio ambiente, poderiam trazer mais recursos financeiros para o SISEMA que, por conseguinte, poderia contribuir para revitalizar o Rio das Velhas.

Para além da questão financeira, é necessário pensar também em ações educacionais e no fortalecimento da participação e do controle social. Não adianta, porém, investir somente em ações educacionais – como o “Nadando com o Theo pelo Velhas” – se a impunidade mostra, concretamente, que vale a pena poluir e degradar o ambiente. Assim, remissões de multas por infrações ambientais não devem ser concedidas – mesmo que, num primeiro momento, sejam economicamente viáveis para o governo.

Medidas educacionais imediatistas não resolvem o problema. A (des)educação e a impunidade têm preço um alto. Esse preço é monetário, social, educacional, ético e moral. Tudo o que os beneficiados com a remissão das multas ambientais deixaram de aprender pode voltar, com juros, em forma de degradação ambiental. Se é possível poluir, estragar e desmatar sem punições severas, as más práticas contra o ambiente valem a pena. E, se valem a pena, voltarão a ser feitas sempre que for conveniente. Dessa forma, o custo de políticas como a Meta 2014 crescerá, representando um duplo problema para o estado, já que ele precisará gastar mais em ações reparadoras e nos sucessivos recursos judiciais com caráter protelatório.

Ao invés de oferecer remissões de multas ambientais – que somente agravam o problema – o governo deveria incentivar a participação e o controle social. Tal ação deve vir de dentro dos gabinetes, de forma que deve ser inconcebível realizar processos de licenciamento ambiental sem a participação daqueles que serão os mais afetados pelas atividades econômicas potencialmente degradadoras.

Para dar vida nova ao velho rio é necessária a união e o comprometimento de

todos nós, assim como uma cobrança real, não só do governo do estado, mas de todos os exploradores e beneficiados pelo Rio das Velhas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores da UEMG, em especial: Míriam Lúcia Barbosa; Rafael Divino Vasconcelos; Renato Francisco dos Reis e Stefania Becattini Vaccaro. Agradeço também os servidores da SEMAD; Karla Danitza Almeida e meus familiares.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, Adélia Martins de. Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) / Lei Orçamentária Anual (LOA). In: AMABILE, Antônio Eduardo de Noronha; CASTRO, Carmem Lúcia Freitas de; GONTIJO, Cynthia Rúbia Braga (Orgs.). **Dicionário de políticas públicas**. Barbacena: Eduemg, 2012, p. 297-298. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/0016339049620b36a7dac>>. Acesso em 10 jul. 2017.

AMARAL. Iracema. Minas tem novo governador; toma posse na ALMG Alberto Pinto Coelho. **Estado de Minas**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/politica/2014/04/04/interna_politica,515473/minas-tem-novo-governador-toma-posse-na-almg-alberto-pinto-coelho.shtml>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para geração de energia**. Brasília, 2005a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno2capa.pdf>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Câmara dos Deputados. LIMA, Paulo César Ribeiro. **Compensações Financeiras no Setor Mineral**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema16/2013_20876.pdf>. Acesso em 02 out. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Presidência da República, 2016a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em 02 out. 2016.

BRASIL. **Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000**. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 4320, de 17 de março de 1964**. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Brasília, 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4320.htm>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 7990, de 28 de dezembro de 1989**. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7990.htm>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Glossário**. Brasília, 2016c. Disponível em: <<http://www.tesouro.gov.br/-/glossario.jsessionid=wavJq8i99yvaCKST3YXKBXpS>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Manual Técnico de Contabilidade Aplicada ao Setor Público: Aplicado à União, Estados, Distrito Federal e Municípios a partir da elaboração e execução da lei orçamentária de 2009. Volume II. Manual de Despesa Nacional**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/perfil/profissional-da-saude/grupo-tecnico-de-acoes-estrategicas-gtae/programa-sorria-sp-2015/orientacoes-gerais-e-informacoes-correlatadas/manual_despesa_nacional.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005c. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 09 nov. 2016.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **O que é Orçamento Público?** Brasília, 2016d. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/servicos/faq/orcamento-da-uniao/conceitos-sobre-orcamento/o-que-e-orcamento-publico>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Despesa Discricionária**. Brasília, 2016e. Disponível em: <<http://www.orcamentofederal.gov.br/glossario-1/despesa-discricionaria>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Despesa Obrigatória**. Brasília, 2016f. Disponível em: <<http://www.orcamentofederal.gov.br/glossario-1/despesa-obrigatoria>>. Acesso em 10 jul. 2017.

BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. **Portaria nº 219, de 29 de abril de 2004**. Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.fnede.gov.br/fndelegis/action/UriPublicasAction.php?acao=getAtoPublico&sgl_tipo=POR&num_ato=00000219&seq_ato=000&vlr_ano=2004&sgl_orgao=STN>. Acesso em 10 jul. 2017.

CASTRO, Carmem Lúcia Freitas de. Plano Plurianual - PPA. In: AMABILE, Antônio Eduardo de Noronha; CASTRO, Carmem Lúcia Freitas de; GONTIJO, Cynthia Rúbia Braga (Orgs.) **Dicionário de políticas públicas**. Barbacena: Eduemg, 2012, p. 380-381. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/0016339049620b36a7dac>>. Acesso em 10 jul. 2017.

CRESCENTI, Marcelo. Limpeza do Reno custou US\$ 15 bilhões. **BBC Brasil**. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/story/2004/01/040121_spreno.shtml>. Acesso em 10 jul. 2017.

DINIZ, Angélica. Minas Gerais libera dezenas de licenciamentos de uma vez. **O Tempo**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.otempo.com.br/minas-gerais-libera-dezenas-de-licenciamentos-de-uma-vez-1.1023591>>. Acesso em 10 jul. 2017.

FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo**. 28. ed. – São Paulo: Atlas, 2015.

FONSECA, Guilherme Parentoni Senra; FONSECA, Rafael Parentoni Senra. O modelo de gerenciamento de projetos aplicado aos projetos estruturadores e associados: um estudo comparativo. In: **CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA**, 8., 2015, Brasília. Anais... CONSAD, 2015. Disponível em: <http://www.escoladegestao.pr.gov.br/arquivos/File/2015/VIII_Consad/058.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

GIACOMONI, James. **Orçamento Público**. 14. ed. – São Paulo: Atlas, 2007.

GUIMARÃES, Roberto P. A busca da igualdade: restrições institucionais e políticas para o desenvolvimento social da América Latina. **Revista de Administração Pública**. Brasília, v.24, n. 3, p. 115-141, maio/ jul., 1990. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/9041>>. Acesso em 10 jul. 2017.

JOÃO, Mayana Barros Jorge. *Punitive damages* ou teoria do valor do desestímulo – análise crítica da sua aplicação no direito brasileiro. *Âmbito Jurídico*. Rio Grande, n. 115, ago. 2013. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=13550>. Acesso em 10 jul. 2017.

MATIAS-PEREIRA, José. **Finanças Públicas: a política orçamentária no Brasil**. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2003.

MINAS GERAIS. Constituição (1989). **Constituição do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2016a. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/index.html?aba=js_tabConstituicaoEstadual>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Diagnóstico MG – Qual é a real situação do Estado?** Belo Horizonte, 2016b. Disponível em: <<http://www.diagnostico.mg.gov.br/situacoes/meio-ambiente/>>. Acesso em 02 out. 2016.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008**. Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Belo Horizonte, 2008a. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7966>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Plano para incremento do percentual de tratamento de esgotos sanitários na Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2010a. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/Flavia/pite%20bhrv%20final%20-%2029-12-10.pdf>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo**. Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.). Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/Textos%20mobilizacao/plano_diretor_completo.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Planejamento e Orçamento**. Belo Horizonte, 2016c. Disponível em: <<http://www.planejamento.mg.gov.br/planejamento-e-orcamento>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Plano Plurianual de Ação Governamental – PPAG**. Belo Horizonte, 2016d. Disponível em: <<http://www.planejamento.mg.gov.br/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-de-acao-governamental>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2007 – 2023: Estratégia de Desenvolvimento Estado para Resultados**. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <www.planejamento.mg.gov.br/component/phocadownload/category/21-politicas-organizacionais?download=1275>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2011 – 2030: Gestão para a Cidadania**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://intranet.uemg.br/comunicacao/arquivos/PlanoMineirodeDesenvolvimentoIntegrado-2011-2030.pdf>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2016 – 2027: Desenvolvimento Econômico e Social Sustentável de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2016e. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/acompanhe/planejamento_orcamento_publico/pmdi/>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.735, de 3 de agosto de 2015**. Dispõe sobre a constituição de crédito estadual não tributário, fixa critérios para sua atualização, regula seu parcelamento, institui remissão e anistia e dá outras providências. Belo Horizonte, 2015a. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2015/l21735_2015.htm>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Mensagem nº 16/2015**. Belo Horizonte, 2015b. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/texto.html?a=2015&n=36&t=MSG>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. **Por que revitalizar o Velhas?** Belo Horizonte, 2016f. Disponível em: <<http://meta2014.meioambiente.mg.gov.br/o-projeto/justificativa>>. Acesso em: 12 maio 2016.

MINAS GERAIS. **Resolução conjunta SEMAD/ FEAM/ IEF/ IGAM, nº 2.223, 26 de novembro de 2014**. Dispõe sobre a correção anual dos valores das multas aplicadas às infrações por descumprimento das normas previstas no Decreto Estadual nº 44.844, de 25 de junho de 2008. Diário Oficial de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014a. Disponível em: <<http://jornal.iof.mg.gov.br/xmlui/handle/123456789/134651>>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Fazenda. **Sistema Integrado de Administração Financeira**. Armazém de Informações. Belo Horizonte, 2016g.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Planejamento e Gestão. **Plano Plurianual de Ação Governamental 2008-2011**. Belo Horizonte, 2008b. Disponível em: <http://www.planejamento.mg.gov.br/images/documentos/ppag/2008-2011/planejamento/ppag_2008_2011_v1.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. **Plano Plurianual de Ação Governamental 2012-2015**. Exercício 2013. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.planejamento.mg.gov.br/images/documentos/ppag/ppag_2015-2015/revis%C3%A3o_2013/Vol_II_PPAG_Progr_e_A%C3%A7%C3%B5es_por_Setor_de_Governo_Final_2013.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **A busca pela revitalização da Bacia do Rio das Velhas** – ações do Governo de Minas Gerais para os anos de 2012 à 2015. BOUCHARDET, Mariana Parreiras; MAGALHÃES, Adriano; SANTOS, Viviane Pereira dos. Belo Horizonte, 2012.

MINAS GERAIS. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **CFEM Fácil**. Belo Horizonte, 2010b. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/cartilha_cfem/cartilha_cfem.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

MINAS GERAIS. Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais. **Balanco Geral do Estado – Exercício de 2013**. Belo Horizonte, 2014b. Disponível em: <<http://tcjuris.tce.mg.gov.br/Nota/BuscarArquivo/709957>>. Acesso em 10 jul. 2017.

NETA, Maria do Carmo Santos; NONATO, Rafael Vinicius. Descontinuidade administrativa: seus efeitos em uma nova gestão. **Mal-Estar e Sociedade**, Barbacena, ano VI, n. 11, jul./dez., p. 117-130, 2013. Disponível em: <<http://www.uemg.br/openjournal/index.php/malestar/article/view/457>>. Acesso em 02 out. 2016.

PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques; VALENTE, José Pedro Serra. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Eclética Química**. São Paulo, v.22, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005>. Acesso em 10 jul. 2017.

POLIGNANO, Marcus Vinicius. et al. **Diagnóstico Preliminar Meta 2014: Revitalização da Bacia do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/>>

Biblioteca_Virtual/DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20POLUICAO%20DIFUSA%20-%20META2014.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

SANTOS, Washington dos. **Dicionário Jurídico Brasileiro**. Belo Horizonte: Del Rey, 2001.

SOUTO, Isabella. Cortes no governo de Minas podem economizar R\$ 1,1 bi. **Estado de Minas**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/politica/2013/08/01/interna_politica,430042/cortes-no-governo-de-minas-podem-economizar-r-1-1-bi.shtml>. Acesso em 10 jul. 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR:

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA: Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas, fragilidade ambiental e sítios urbanos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açude 54, 56, 59, 60, 64

Água 17, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 85, 92, 93, 94, 99, 103, 106

Ambientes 19, 21, 31, 32

Análise 19, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 45, 51, 54, 60, 61, 62, 66, 67, 69, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 96, 107, 110

Aquáticos 31, 32, 35, 50, 92

Avaliação 29, 31, 32, 35, 38, 52, 67, 68, 69, 91, 93

B

Balneabilidade 37, 38

Balneários 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

C

Cabeceira 40, 42

Castanhão 54, 56, 59, 60, 64

Clima 2, 16, 19, 46, 58

Cromatografia 40, 41, 44, 49, 51

D

Degradação 17, 18, 19, 25, 32, 43, 51, 93, 103, 104

Demanda 1, 7, 10, 16, 40, 44, 49, 50, 58, 60, 90, 92, 108

Demarcación Hidrográfica Del Río Segura 1

Despesas 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 96, 104

E

Enchente 20, 68, 72

F

Fortaleza 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 82

Frequência 67, 69, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81

G

Gestão 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,

25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

H

Hidrobiogeoquímica 41

Hidrologia 29, 67, 82

I

Inovaciones tecnológicas 1, 4

Inundação 67

Íons 40, 41, 44, 47, 49, 50, 51

M

Meio Ambiente 19, 26, 37, 38, 39, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 65, 66, 84, 93, 94, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 108

Microbacia 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52

Minas Gerais 82, 84, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108

Mudanças 21, 22, 52, 55, 85, 91

O

Obras 4, 10, 14, 66, 69, 81, 87, 88

Orçamento 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 102, 106, 107

P

Parâmetros 29, 40, 41, 44, 46, 51, 52, 58, 69, 74, 75, 78, 81, 108

População 17, 19, 20, 27, 28, 32, 34, 37, 42, 89, 90, 91, 96, 102, 104

Precipitação 68

Protocolos 31, 32, 35, 36, 38

R

Receitas 32, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 101, 102, 104

Região geográfica 68

Revitalização 84, 92, 96, 103, 108

Rio Paranapanema 34, 59, 60, 84, 85, 92, 93, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 108

S

Santiago Pontones 1

Sequías 1, 3, 9, 15

Solo 2, 17, 19, 20, 25, 27, 28, 29, 40, 41, 45, 46, 50, 51, 52, 58

Subterrânea 17, 18, 21, 66

Z

Zona litorânea 18

Zoneamento 19

 **Atena**
Editora

2 0 2 0