

João Dallamuta  
(Organizador)

**Estudos Transdisciplinares  
nas Engenharias 2**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**João Dallamuta**

(Organizador)

# Estudos Transdisciplinares nas Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de  
Oliveira Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos transdisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-356-9 DOI 10.22533/at.ed.569102905  1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Transdisciplinaridade. I. Dallamuta, João. II. Série.  CDD 620
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a),

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em ciências exatas, engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia e pesquisa de base são os pilares do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Uma visão ampla destes temas é portanda fundamental. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Optamos pela divisão da obra em dois volumes, como forma de organização e praticidade a você leitor. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO SEMI PROBABILÍSTICO E SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA O MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO APLICADO AO PROBLEMA DE FLEXÃO DE UMA VIGA	
Ana Carolina Carius Bruna Teixeira Silveira Ricardo Franciss Leonardo de Souza Corrêa João Vitor Curioni de Miranda Bruna Nogueira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
EVOLUÇÃO DIFERENCIAL APLICADA NA ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DE UM SISTEMA OSCILATÓRIO	
Iolanda Ortiz Bernardes Marcelo Favoretto Castoldi Alessandro Goedel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
GERAÇÃO DE UM ACELEROGRAMA SÍSMICO ARTIFICIAL A PARTIR DE UMA FUNÇÃO DENSIDADE ESPECTRAL DE POTÊNCIA COMPATÍVEL COM UM ESPECTRO DE RESPOSTA DE PROJETO	
Daniela Dalla Chiesa Letícia Fleck Fadel Miguel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>25</b>
GRUPO DE ESTUDOS E INTERVENÇÕES SOCIOAMBIENTAIS ENQUANTO PRÁTICA EDUCATIVA PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL: CICLOS QUE SE RETROALIMENTAM	
Gabriela de Souza Carvalho Julia Dedini Felício Lara Ramos Monteiro Silva Rhennan Mecca Bontempi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
MAPEAMENTO DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS E ESTUDO DA POTENCIALIDADE HÍDRICA DO SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ EM LONDRINA, PR	
Giselly Peterlini Maurício Moreira dos Santos Thiago Henrique da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029055</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>49</b>
MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM INVERSOR FONTE DE TENSÃO PARA ACIONAMENTO DE MOTORES DE INDUÇÃO	
Lucas Niquele Endrice Jakson Paulo Bonaldo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5691029056</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>67</b>
MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DE LEITE EM PÓ INTEGRAL: ÊNFASE NA ETAPA DE SECAGEM POR <i>SPRAY DRYING</i> Gustavo Storte Tonin Régis da Silva Pereira <b>DOI 10.22533/at.ed.5691029057</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>83</b>
NÍVEIS DE RUÍDO DE UM TRATOR AGRÍCOLA EM CONDIÇÃO ESTÁTICA Maria Rosa Alferes da Silva Letícia Rodrigues da Silva Rônega Boa Sorte Vargas Beethoven Gabriel Xavier Alves <b>DOI 10.22533/at.ed.5691029058</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>88</b>
O MÉTODO SORM DG E SUAS APLICAÇÕES NA ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ESTRUTURAL DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA Emmanoel Guasti Ferreira Marcílio Sousa da Rocha Freitas José Antônio da Rocha Pinto Geraldo Rossoni Sisquini <b>DOI 10.22533/at.ed.5691029059</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>106</b>
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA CRIAÇÃO DA ZONA DE SEGURANÇA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE CUIABÁ, MATO GROSSO Ibraim Fantin-Cruz Maria Ivoneide Vital Rodrigues Leandro Obadowiski Bruno Marcel Medinas de Campos <b>DOI 10.22533/at.ed.56910290510</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>123</b>
PROSPECÇÃO QUÍMICA DA CASCA DO FRUTO E DA SEMENTE DA <i>MAGONIA PUBENSCENS</i> A. ST.-HIL Amanda Silva Oliveira Arnaldo Ferreira Ribeiro Júnior Bruna Lane Malkut Fábio Gramani Saliba Júnior Maria Perpétua Oliveira Ramos <b>DOI 10.22533/at.ed.56910290511</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>128</b>
REÚSO DE EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO NO CULTIVO DO PIMENTÃO AMARELO EM SOLO DO CERRADO Delvio Sandri Waltoíres Reis da Silva Júnior Cícero Célio de Figueiredo Rodrigo Moura Pereira <b>DOI 10.22533/at.ed.56910290512</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>140</b>
SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICO	
Camila Dias de Jesus	
Márcio da Silva Vilela	
Leonardo Nazário Silva dos Santos	
Clarissa Vitória Borges dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56910290513</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>144</b>
SISTEMA RADICULAR DA CULTIVAR 'GOLD JEWEL' DE KALANCHOE BLOSSFELDIANA POELLN CULTIVADA EM SUBSTRATO COMERCIAL E EM DIFERENTES DOSAGENS DE IRRIGAÇÃO	
Fátima Cibele Soares	
Jumar Luís Russi	
Andressa Fernandes Leal	
Carine Brum Duran	
Francieli Ribeiro Corrêa	
Giordana Trindade de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56910290514</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>151</b>
UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINAS PARA AUXÍLIO NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO	
Jéfter Mateus de Oliveira Rezende	
Gustavo de Assis Costa	
Camila Dias de Jesus	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56910290515</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>164</b>
UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA OBTENÇÃO DO MAPA DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE <i>PINUS OOCARPA</i>	
Eduardo Hélio de Novais Miranda	
Rodrigo Allan Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56910290516</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>170</b>
UTILIZAÇÃO DE AGENTE DE SECAGEM NA PRODUÇÃO DE PAPEL CARTÃO	
Crivian Pelisser	
Márcio Antônio Fiori	
Josiane Maria Muneron de Mello	
Jaqueline Scapinello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.56910290517</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>184</b>

## PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA CRIAÇÃO DA ZONA DE SEGURANÇA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE CUIABÁ, MATO GROSSO

### **Ibraim Fantin-Cruz**

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFMT)

### **Maria Ivoneide Vital Rodrigues**

Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC)

### **Leandro Obadowiski Bruno**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT)

### **Marcel Medinas de Campos**

Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (UFMT)

**RESUMO:** A segurança hídrica tem sido uma tarefa árdua para os governantes atuais, que tem como objetivo assegurar a população o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável com a finalidade de sustentar a saúde humana e a saúde dos ecossistemas. O Brasil, o Estado de Mato Grosso e o Município de Cuiabá possuem legislações importantes e eficazes com diretrizes voltadas à gestão dos recursos hídricos, mas se tornam inconsistentes, uma vez que, até o momento, poucas ações foram colocadas em prática, em termos da implementação de políticas públicas eficazes, da participação integrada do Poder Público junto com os usuários e a comunidade no planejamento das ações, para garantir o uso múltiplo das águas. Assim, este trabalho

tem como objetivo propor uma intervenção para a criação da Zona de Segurança Hídrica de Cuiabá, que tem como finalidade garantir a quantidade e a qualidade da água bruta em mananciais que atendem aos sistemas de captação de água potável para a população. Para isso realizou-se um diagnóstico sobre os principais problemas e existentes na bacia e a proposição de estudos e medidas de intervenção e gestão para garantir a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade dos mananciais que atendem ao abastecimento urbano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Crise Hídrica; Gestão integrada; Segurança Hídrica; Qualidade da Água.

**ABSTRACT:** Water security has been an arduous task for current rulers, whose purpose is to ensure the population access to adequate quantities of water of acceptable quality for the purpose of sustaining human health and ecosystem health. Brazil, the State of Mato Grosso and the Municipality of Cuiabá have important and effective legislation with guidelines for water resources management, but they are inconsistent, since so far, few actions have been put into practice in terms of implementation of effective public policies, the integrated participation of the Public Power with the users and the community in the planning of actions, to guarantee the multiple use of water.

The objective of this study is to propose an intervention for the creation of the Water Security Zone of Cuiabá, whose purpose is to guarantee the quantity and quality of raw water in springs that serve the potable water abstraction systems for the population. For this, a diagnosis was made on the main problems and existing in the basin and the proposal of studies and measures of intervention and management to guarantee the water availability in quantity and quality of the sources that serve the urban supply.

**KEYWORDS:** Water crisis. Integrated management. Water Security. Water quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais enfrentados atualmente pelas cidades é a denominada Crise Hídrica, que tem atingido diversas regiões do Brasil, como demonstrado por Marengo et al. (2015); Bezerra; Bezerra (2016); Tavares et al. (2017), entre outros. Esses autores argumentam que, além da chuva, outros fatores podem levar à redução da disponibilidade hídrica em uma região, como o aumento efetivo do consumo e desperdício de água pela população, a alteração do uso do solo nas áreas de preservação permanente, a erosão e o assoreamento dos cursos d'água, a falta de planejamento e a má gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, as áreas onde estão localizados os mananciais de abastecimento público devem ter atenção especial no que tange os usos da bacia, bem como o estabelecimento de medidas protetivas que garantam os serviços ambientais por ela oferecidas.

Para isso, é necessária a implantação de um planejamento de recursos hídricos integrado ao uso e ocupação do solo, principalmente em ambiente urbano, que se constitua como um instrumento fundamental para o gerenciamento da água e da bacia hidrográfica em forma de zoneamento hídrico, uma vez que se possa induzir ou restringir o uso e ocupação do solo e a implantação de planos de desenvolvimento econômico em sua área de abrangência, pelo disciplinamento e controle do acesso e uso da água (LEAL 2012; SANTOS 2016). Que essas ações garantam a disponibilidade hídrica para o atendimento do abastecimento urbano, em quantidade suficiente e em qualidade adequada ao consumo humano, para a produção, para o lazer e para a manutenção de valores sociais tangíveis, como a igualdade de direitos de acesso, e intangíveis, como a paisagem e a cultura (ONU 2017).

Sendo assim, fazem-se necessárias as adoções de instrumentos que integrem a gestão dos recursos hídricos com o planejamento local, tendo em vista que, no Brasil, a gestão de recursos hídricos é de competência dos Estados e da União, enquanto que a gestão do uso e ocupação do solo é dos Municípios. Desta maneira, os Planos de Bacia estabelecem as diretrizes para a gestão hídrica em âmbito regional, os municípios definem as suas políticas urbanas, que geram impactos ambientais positivos e negativos de diversas magnitudes sobre os recursos hídricos em âmbito local/municipal, por meio de seu ordenamento territorial e dos usos do solo (PIZELLA 2015). Assim, demonstra-se que os municípios possuem uma grande responsabilidade

na proteção dos recursos hídricos e, sem seu apoio, não é possível integrar a gestão territorial e hídrica em âmbito de bacia hidrográfica e de modo a garantir a segurança hídrica para o abastecimento público das cidades.

Por fim, este estudo adotou o conceito de Melo (2016) para a segurança hídrica do abastecimento urbano como a garantia de provimento de quantidade e qualidade de água bruta suficiente para o fornecimento público, associado a um determinado risco de escassez, tendo como referencial a bacia hidrográfica. Desta forma, este autor amplia a perspectiva da avaliação do abastecimento para a escala da bacia hidrográfica, que possui outros usuários a montante e a jusante da captação para distribuição urbana de água e diversos usos múltiplos a serem garantidos, inclusive demandas ambientais.

## 2 | OBJETIVOS

Elaborar uma proposta de intervenção para a Criação da Zona de Segurança Hídrica de Cuiabá, a fim de proteger os mananciais que atendem aos sistemas de abastecimento público, conforme preconiza a Lei Complementar Municipal de Cuiabá nº 389, de Novembro de 2015, ampliando seu conceito e abrangência para a bacia hidrográfica.

## 3 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em três níveis de levantamento bibliográfico, organizados da seguinte forma:

O primeiro nível foi a realização de pesquisa bibliográfica, cuja reuniu a informação necessária à compreensão do conceito Segurança Hídrica, que permitisse estabelecer um marco referencial, baseando-se em organismos internacionais de ações amplas e específicas em água. Esta base permitiu a construção do modelo proposto neste trabalho, o qual avalia a ação de estressores na bacia, no manancial de abastecimento, seu padrão de comportamento, efeitos e severidade dos impactos causados.

O segundo nível consistiu-se no levantamento indireto de dados da cidade de Cuiabá, com o intuito de reunir as informações necessárias para a avaliação da Segurança Hídrica do município, identificando os principais estressores da bacia. As informações foram obtidas a partir de documentos acadêmicos e técnicos, como também de material disponibilizado pelo município, órgãos e instituições públicas, como a Concessionária de Água e Esgoto da Capital (Águas Cuiabá), Secretaria de Estado e Meio Ambiente (SEMA) e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

No terceiro nível, foram realizadas pesquisas em normas, resoluções e leis, sejam elas municipais, estaduais ou federais, que tratem ou regulamentem os agentes estressores identificados na bacia. Também foram feitas buscas de editais ou parcerias que tenham o potencial de oferecer orçamento para o desenvolvimento da proposta.

## 4 | REFERENCIAL TEÓRICO

A Segurança Hídrica é uma temática que tem se destacado na área de recursos hídricos nos últimos anos, uma vez que conflitos gerados pelo uso da água e a ocorrência de desastres naturais vem se tornando cada vez mais frequentes. O tema ganhou repercussão internacional com o pronunciamento intergovernamental sobre a segurança hídrica na Declaração Ministerial do 2º Fórum Mundial da Água, em 2000 (MDH, 2000), que resultou em duas importantes contribuições. A primeira foi a definição de segurança hídrica, que foi conceituada como “garantia de que ecossistemas de água doce, costeira e outros relacionados sejam protegidos e melhorados, que o desenvolvimento sustentável e a estabilidade política sejam promovidos, que cada pessoa tenha acesso à água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à água”.

A segunda contribuição foi a lista com os setes principais desafios para a obtenção da segurança hídrica, sendo estes: Satisfação das necessidades básicas; Garantia do abastecimento de alimentos; Proteção aos ecossistemas; Compartilhamento de recursos hídricos; Gerenciamento de riscos; Valorização da água; e Controle racional da água.

Posteriormente, o Programa Hidrológico Internacional da UNESCO (2012) revisitou o termo Segurança Hídrica e definiu a capacidade de assegurar a uma população o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável, com a finalidade de sustentar a saúde humana e a saúde dos ecossistemas, em uma bacia hidrográfica, e também assegurar proteção eficiente da vida e da propriedade contra desastres relacionados a recursos hídricos (secas, enchentes, deslizamentos, afundamento de solos).

No Brasil, a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL 1997), que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), trouxe implicitamente em seu escopo diversos pontos inerentes à segurança hídrica, onde se pode destacar, entre seus fundamentos e objetivos, a garantia de que, em situação de escassez, o consumo humano e a dessedentação de animais terá prioridade sobre os outros usos; a garantia de que a atual e as futuras gerações terão assegurada a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a garantia de ações de prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; e a garantia de ações que incentivem e promovam a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

No entanto, o tema passou a ser abordado explicitamente a partir do ano de 2012, quando, das discussões sobre a elaboração do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), que culminou em 2014 na publicação do Termo de Referência, se estabeleceu critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas para a

elaboração deste plano (ANA, 2014). O PNSH tem como objetivo definir as principais intervenções estruturantes e estratégicas na gestão dos recursos hídricos, visando garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas e reduzir os riscos associados a eventos críticos. Para isso, o território brasileiro foi dividido em sete Grupos de Estados, numerados de I a VII, e classificados em três níveis de prioridade de execução dos trabalhos (A a C). Vale destacar na classificação do PNSH a região Centro-Oeste e seus respectivos estados, que se encontram na última posição em prioridade por não terem nenhuma bacia considerada crítica.

No ano de 2017, o tema voltou a ganhar ampla repercussão, uma vez que a Agência Nacional de Águas elaborou o Projeto Legado para a Gestão das Águas, que visa estabelecer uma agenda política para melhoria da gestão de águas no país. Neste documento, foram identificadas e detalhadas 20 propostas para o aperfeiçoamento dos marcos constitucional, legal e infralegal da gestão de águas no Brasil, entre elas está a necessidade de incorporar o conceito de segurança hídrica (ANA, 2017). Estas propostas foram apresentadas e discutidas no 8º Fórum Mundial da Água, ocorrido em Brasília, em março de 2018 (ANA, 2018).

No estado de Mato Grosso, a segurança hídrica também foi tratada implicitamente na Lei Estadual nº 6.945, de 05 de novembro de 1997 (MATO GROSSO 1997), que criou a Política Estadual de Recursos Hídricos. No Art. 35 desta Lei, são previstas diversas ações consideradas de Segurança Hídrica, como: (i) a instituição de áreas de proteção e conservação das águas utilizáveis para o abastecimento das populações; (ii) a conservação, a recuperação e a implantação de matas ciliares; (iii) o zoneamento do uso do solo em áreas de recarga de mananciais superficiais e subterrâneos; (iv) o zoneamento de áreas inundáveis, restringindo os usos incompatíveis nas áreas sujeitas a inundações frequentes; (v) implantação de sistemas de alerta, através da Defesa Civil, para garantir a segurança e saúde pública quando ocorrem eventos hidrológicos e/ou meteorológicos impactantes; (vi) prevenção da inundações, das secas e das erosões; (vii) o tratamento das águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos e industriais.

No município de Cuiabá, o tema foi tratado diretamente, pela Lei Complementar Municipal nº 389 de novembro de 2015, que em seu artigo 80º prevê áreas definidas como Zona de Segurança Hídrica do Município (CUIABÁ, 2015). Este artigo define as ZSH como áreas a montante e no entorno das instalações de captação de água bruta para tratamento e distribuição ao consumo humano, bem como a continuidade dos cursos hídricos. Apesar desta Lei abranger todas as captações, diagnóstico realizado no Plano Municipal de Saneamento de Cuiabá (PMSB, 2011), juntamente com outras pesquisas (ALVEZ 2009; RODRIGUES 2013; SILVA 2015; RIBEIRO 2016; MATTOS 2018) indicaram que a bacia do rio Coxipó encontra-se em situação mais crítica e, por isso, é a mais vulnerável à ocorrência de crises hídricas que possam comprometer o abastecimento público por água potável.

Baseado nestas evidências, a área de abrangência deste estudo compreende a Bacia do rio Coxipó, que atende ao Sistema Tijucal e por sua vez apresenta uma capacidade de produção de 1100 l/s e atende de 27% da população da capital (CUIABÁ 2011). Vale destacar que além do Sistema Tijucal, a zona urbana de Cuiabá possui o Sistema Ribeirão do Lipa, com capacidade de produção de 1250 l/s e atendimento de 65% da população e o Sistema Cophema, com produção de 190 l/s e atendimento de 8% da população, em ambos a captação é feita no rio Cuiabá (CUIABÁ 2011).



Figura 1- Sistemas de Captação e Tratamento de Água de Cuiabá.

Fonte: Plano Municipal de Saneamento de Cuiabá (CUIABÁ, 2011).

## 5 | DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Rio Coxipó possui área de drenagem de aproximadamente 688 km<sup>2</sup> e abrange os municípios de Chapada dos Guimarães e Cuiabá. Tem sua nascente na Área de Proteção Ambiental de Chapada dos Guimarães (APA) e o Parque Nacional de Chapada Dos Guimarães (PARNA), próxima da estrada que vai para a localidade de Água Fria, com altitude aproximada de 868 metros, a noroeste da cidade de Chapada dos Guimarães (Figura 2). A bacia possui uma baixa suscetibilidade a enchentes, uma vez que o coeficiente de compacidade observado foi de 2,33, e o de forma de 0,073. A hierarquização do sistema da drenagem mostrou que o rio Coxipó em seu exutório é de 5ª ordem. Outro fator quem também pode indicar o potencial de uma bacia para inundação é a densidade de drenagem, que, neste estudo, foi de 0,83 km/km<sup>2</sup>, o que indica uma drenagem regular, representando uma resposta lenta da bacia a uma precipitação.

O rio Coxipó tem como seus principais afluentes na margem esquerda os Córregos Coxipó Mirim, Castelhana e Tijuca, e, à margem direita, os rios Claro, Paciência, Salgadeira, Mutuca, Peixes e os córregos do Piçarão, do Doutor, Pirapora, Urumbanda, Ribeirão da Ponte, Moinho e Urubu (ALVES 2009). Destes, os córregos

do Moinho e Castelhana estão em trecho urbano. A bacia ocupa cerca de 21,70% da área urbana do município de Cuiabá, compreendendo 54 bairros e uma população estimada de 117.300 habitantes (RODRIGUES 2013).

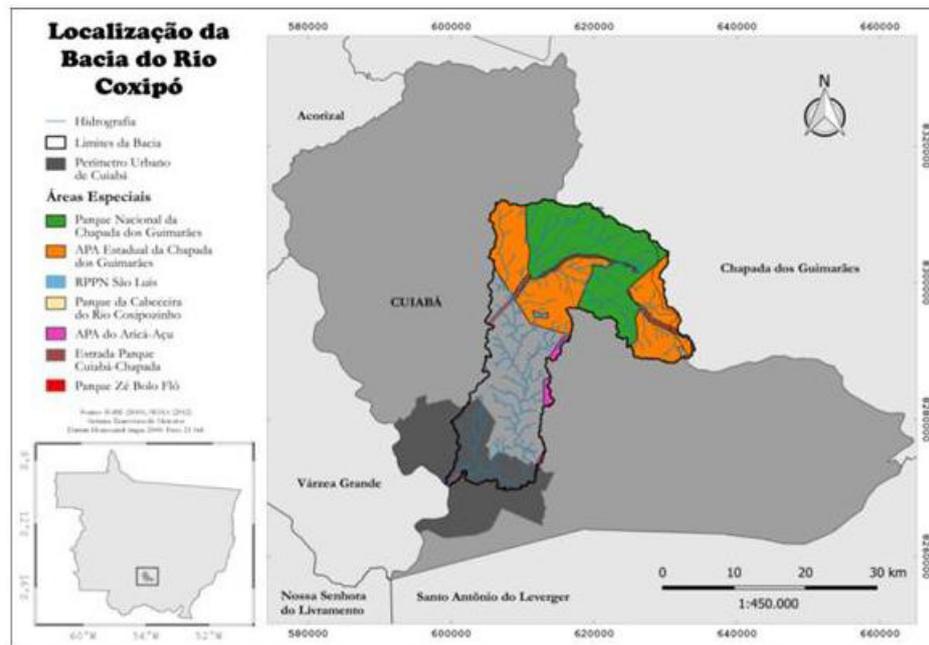


Figura 2- Localização da bacia do rio Coxipó, perímetro urbano do município de Cuiabá e unidades de conservação.

## 6 | IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Entre os três sistemas de captação e tratamento de água, o Sistema Tijucal é o mais vulnerável, principalmente no aspecto qualitativo. Estudos realizados na bacia do Rio Coxipó, que avaliaram o Índice de Qualidade da Água (IQA), mostraram que a qualidade da água na zona urbana, parte baixa da bacia, está comprometida, principalmente no período de estiagem, quando 67% das amostras de água foram classificadas como ruim e 35% como razoável (Figura 3a). No período chuvoso, a qualidade apresenta uma pequena melhora, com 58% das amostras classificadas como ruim e 42% como boa (Figura 3a). Já, na zona rural da bacia, parte alta e média da bacia, a qualidade da água está aceitável, uma vez que as amostras de água foram classificadas como razoável (48 e 50%) e boa (48 e 50%), em ambos os períodos hidrológicos (Figura 3b). Além disso, segundo Alves (2009), a água do rio Coxipó na zona urbana de Cuiabá é imprópria para balneabilidade, com Coliformes Termotolerantes acima de 2500 NMP/100mL e *Escherichia coli* acima de 2000 NMP/100mL, nos dois períodos hidrológicos.

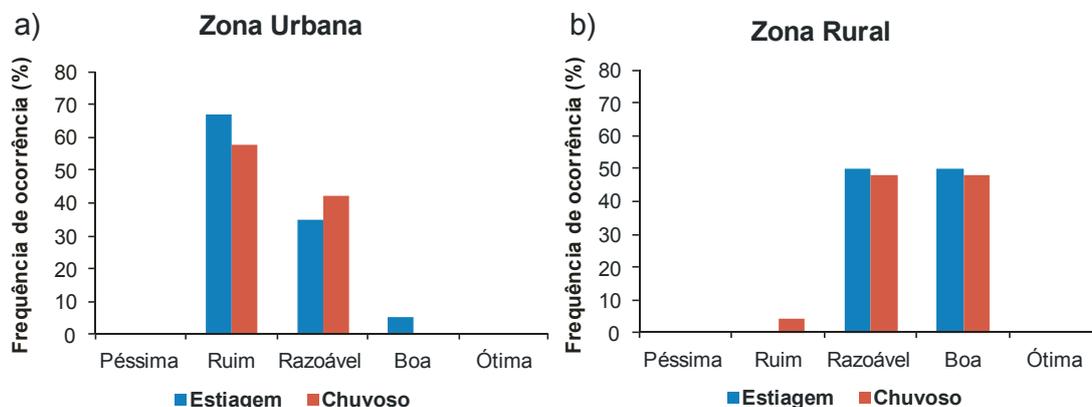


Figura 3- Índice de Qualidade de Água (IQA) da bacia do Rio Coxipó nas Zonas Urbana (a) e Rural (b), nos períodos de estiagem e chuvoso. A amostragem foi realizada no período entre os anos de 2009 e 2015, no total de 177 amostras, sendo 118 realizadas na zona urbana e 59 na zona rural.

Fonte: Compilação de ALVEZ (2009), RODRIGUES (2013) E SILVA (2015).

A deterioração da qualidade da água no rio Coxipó pode ser atribuída a três fatores: ao lançamento de efluentes urbanos e de piscicultura; e a ausência de práticas conservacionista de proteção do solo.

Considerando apenas os lançamentos de efluentes outorgados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA, 2016), a bacia possui dez outorgas, todas elas tendo como finalidade o esgotamento sanitário de condomínios residenciais e rede pública (Figura 4). Essas outorgas indisponibilizam uma vazão de  $0,74\text{m}^3/\text{s}$ , que corresponde apenas a 15% da vazão de referência (Q95) no exutório da bacia, que é de  $4,78\text{ m}^3/\text{s}$ , segundo Rodrigues (2013). Porém, de todo o efluente gerado na bacia, apenas 10% é coletado e devidamente tratado (CUIABÁ, 2011), o restante é lançado diretamente em córregos e galerias pluviais. Levantamento realizado por Silva (2015) identificou 22 pontos de lançamentos de efluentes apenas no rio Coxipó, ou seja, considerando apenas esse rio, 50% dos lançamentos são irregulares. Além disso, a Prefeitura de Cuiabá, através do Decreto Municipal nº 5621, de 04 de novembro de 2014 (CUIABÁ 2014), revogado pelo Decreto Municipal Nº 6714 de 03 setembro de 2018 (CUIABÁ 2018), poderá autorizar o lançamento de efluente tratado em galerias de águas pluviais, em locais onde não houver rede coletora de esgoto, desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nas Resoluções específicas sobre o tema (CONAMA 357:2005 e CONAMA 430:2011). Esta regulamentação vem contribuindo para a degradação da qualidade da água dos córregos urbanos, que são afluentes diretos do rio Coxipó.

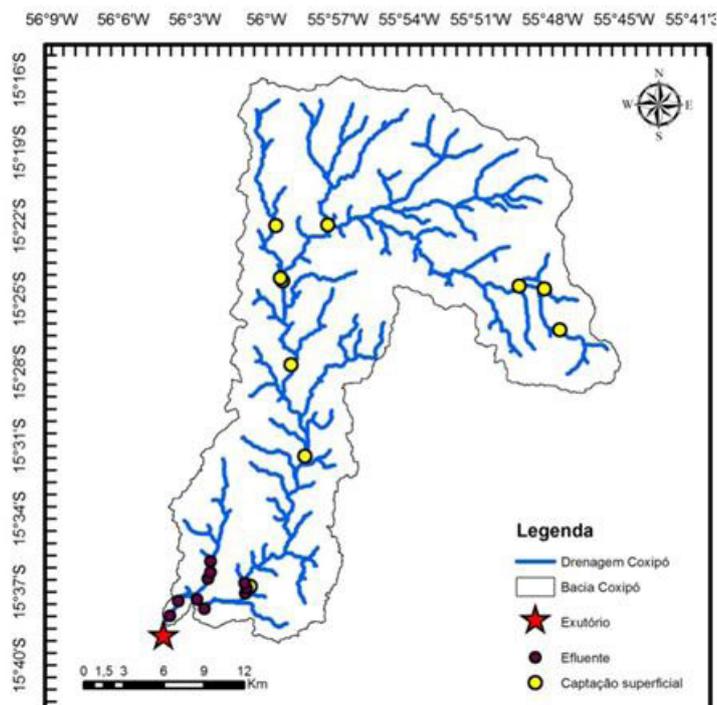


Figura 4: Outorgas de usos da água na bacia do rio Coxipó.

Fonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (2016).

Demais atividades na bacia, como pocilgas, pisciculturas, extração mineral de pequeno porte, dentre outras, também são fontes de nutrientes para os rios. Essas atividades, por serem de pequeno porte, não estão outorgadas e, portanto, não foram quantificadas, mas no conjunto constituem importantes fontes de nutrientes para o rio. Nas bacias dos rios Coxipó e Cuiabá, a expansão da atividade de piscicultura tem gerado discussões sobre seus efeitos sobre a qualidade da água, principalmente para os sistemas de abastecimento público. Levantamento realizado por Silva (2007), até o ano de 2004, quantificou 815 empreendimentos piscícolas na região metropolitana de Cuiabá. Em 2016, esse número passou para 1695 empreendimentos, que, na sua maioria, estão localizadas às margens dos rios, incluindo áreas de preservação permanente (SIQUEIRA et al. 2017).

Os viveiros de peixes são ambientes favoráveis para a eutrofização, uma vez que apresenta elevado tempo de residência da água, e de matéria orgânica alóctone e autóctone, formada pelas sobras de alimentos e pelas fezes dos animais (CYRINO et al., 2010). Esses fatores criam condições favoráveis para o desenvolvimento de altas densidades de algas, formando florações que se tornam um problema de saúde pública quando essas são formadas por cianobactérias potencialmente tóxicas (COSTA et al., 2017). O principal impacto da piscicultura intensiva está na geração de efluentes ricos em nitrogênio, fósforo e altas densidades de cianobactérias, que são lançados nos corpos de água ao final dos ciclos de cultivos. Estudos realizados na região demonstraram que viveiros de piscicultura podem gerar uma carga orgânica de efluente de até 259,3 kg/dia de DBO (SILVA, 2007), com densidades de cianobactérias

superiores a 8.000.000 cel/ml (COSTA et al., 2017). As consequências desta atividade já estão sendo refletidas na qualidade das águas utilizadas para abastecimento em Cuiabá. Um levantamento realizado por Siqueira et al. (2017) constatou o aumento da ocorrência de densidades superiores a 20.000 cel/ml no rio Cuiabá, próximo aos locais de captação de água para abastecimento público. Segundo esses autores, entre os anos de 2012 e 2014 não foram registrados eventos com densidades superiores a 20.000 cel/ml, passando para uma frequência de ocorrência de 28 e 22% das amostras de água, nos anos de 2015 e 2016. Esse valor é definido pela Portaria de Consolidação nº 05/2017, do Ministério de Saúde, como nível de alerta, sendo necessária para este caso a realização de análises de cianotoxinas no corpo de água (BRASIL 2017).

Além destes fatores, os acelerados processos de urbanização e de crescimento populacional alteram severamente a paisagem, marcada por diferentes intervenções no meio físico, que, em regiões litologicamente vulneráveis, podem desencadear grave degradação ambiental. Feições erosivas decorrentes da má gestão do uso do solo e da falta de planejamento urbano provocam impactos ambientais pela produção de sedimentos que podem comprometer, não só a qualidade de água durante o período chuvoso, mas, também, causar assoreamento e o aumento da ocorrência de enchentes.

Os efeitos da urbanização sobre os recursos hídricos podem ser observados em toda a área urbana de Cuiabá, porém, a situação é mais crítica na região que compõe a Bacia do rio Coxipó. A partir de 2010, ações governamentais e privadas vêm promovendo um acelerado adensamento populacional nessa bacia com a implantação de seis conjuntos habitacionais, os quais estão em fase de finalização, e mais dois em fase de projeto, que preveem a adição de mais 3.500 unidades habitacionais (RIBEIRO, 2016). O desmatamento das áreas de implantação e falhas no planejamento e execução de serviços de terraplenagem têm implicado em generalizada e intensa ação de processos erosivos, que, segundo Ribeiro (2016), estão provocando alterações nos parâmetros de cor e turbidez da água bruta, ocasionando paralisações constantes da captação no período chuvoso, com prejuízos ao abastecimento da população atendida pelo Sistema Tijucal. Esses efeitos foram comprovados por Mattos (2018), que mostrou que os valores máximos mensais de turbidez no rio Coxipó, no ponto de captação para o Sistema Tijucal, têm aumentado gradativamente nos últimos anos. A partir de 2013, foram registrados picos superiores a 4000NTU, chegando a 10000NTU em 2016 (Figura 5).



Figura 5 - Evolução dos valores máximos mensais da turbidez no rio Coxipó, no ponto de captação de água para o Sistema Tijucal.

Fonte: MATTOS, 2018.

A alta produção de sedimentos na bacia do Coxipó também está associada às suas características naturais, segundo Maranholi et al. (2016). Essa bacia possui 40% de sua área classificada como vulnerável por apresentar propensão a processos erosivos, devido a fragilidade do solo e relevo (Figura 6). Esses autores também mencionam que uma característica importante da pedologia local é a presença de solos ferruginosos, os quais dificultam a penetração da água de chuva e, até mesmo, a penetração de raízes, podendo, às vezes, impedir ou dificultar o desenvolvimento de uma vegetação mais densa. Além disso, várias nascentes dos cursos d'água, inclusive do principal (rio Coxipó), estão localizadas na área vulnerável, fato este que compromete qualquer tipo de ação que não seja devidamente planejada.

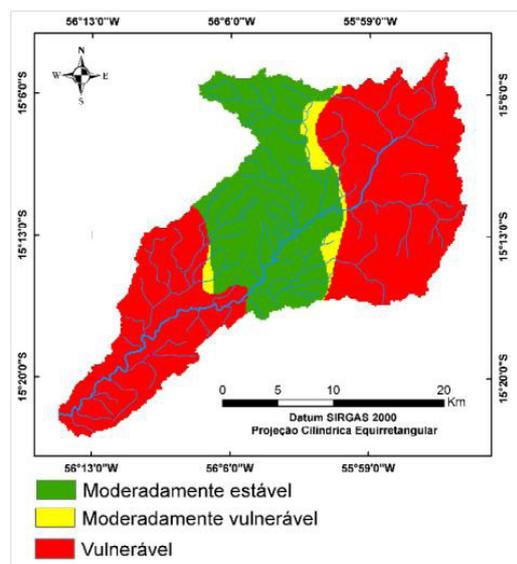


Figura 6 - Vulnerabilidade natural da bacia do rio Coxipó.

Fonte: MARANHOLI et al., 2016.

## 7 | AÇÕES DE INTERVENÇÃO

### 7.1 Proteção da bacia

A proteção dos mananciais e de sua bacia contribuinte é determinante para a sustentabilidade do abastecimento urbano, de médio e longo prazo, e dos demais usos múltiplos de água. A conservação da bacia tem relação direta com sua cobertura vegetal, sendo garantida por lei a proteção de nascentes, olhos d'água, vegetação ciliar, áreas úmidas, encostas e topos de morros (BRASIL, 2012).

Além das feições especificadas em lei, existem outras também relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre, como, por exemplo, as zonas de recarga de aquíferos e com alto potencial de produção de sedimentos.

As zonas de recarga de aquíferos são áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e recarga natural dos aquíferos, revestindo-se de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água, a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração (LOPES 2014).

Do mesmo modo, áreas com alto potencial em produção de sedimentos, quando sofrem modificação de sua cobertura vegetal, seja ela urbana (construções, limpeza e terraplanagem de terrenos para loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias) ou rural (substituição de vegetação nativa), aceleram o processo de produção e transporte de sedimentos, o que contribui para a degradação dessas áreas, aumenta a carga sólida sedimentar nos cursos hídricos, provocando o assoreamento e o comprometimento do atendimento do abastecimento (TUCCI; COLLISCHONN, 2000).

Sendo assim, a primeira etapa para uma ação de intervenção é a identificação e mapeamento destas feições, em escala compatível com sua ocorrência. A exemplo das nascentes, onde é necessária a realização de buscas ativas em campo para identificar sua ocorrência e características (FELIPPE, 2013). Para os usos em feições onde restrições não são determinadas por lei, é necessário definir quais usos são compatíveis com cada feição e quais são as condicionantes que permitem o seu uso.

As discussões sobre as formas de usos das áreas identificadas como de segurança hídrica devem ser pautadas por embasamento técnico científico, mas precisam contar com amplo debate e participação social, seja dentro de órgãos colegiados (Conselho Municipal de Meio Ambiente de Cuiabá e Chapada dos Guimarães, Conselhos Estaduais de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e no Comitê de Bacia dos Afluentes da Margem Esquerda do rio Cuiabá), bem como em forma de audiências públicas.

## 7.2 Infraestrutura

A variabilidade no volume de água disponível é um dos grandes desafios para a segurança hídrica. A realização de obras de infraestrutura, especialmente barragens, busca minimizar a variabilidade e aumentar a disponibilidade para o abastecimento. No entanto, dentro de um horizonte de planejamento de 35 anos, não há necessidade de obras estruturantes com esta finalidade, caso seja mantida e ampliada a conservação da bacia (CUIABÁ, 2011).

## 7.3 Controle de poluição

A coleta e o tratamento de esgoto são os principais fatores para melhoria da qualidade das águas em áreas urbanas, porém, outras fontes decorrentes da própria drenagem urbana, como demais atividades de uso e ocupação do solo e práticas agrícolas na bacia de contribuição, devem ser consideradas no controle da poluição.

Como anteriormente abordado, em Cuiabá o que tem comprometido a qualidade das águas é lei que autoriza o lançamento de esgoto tratado nas galerias pluviais, que, por sua vez é despejado nos córregos urbanos. A responsabilidade sobre a coleta e o tratamento do esgoto é do Prestador de Serviços de Água e Esgoto (Águas Cuiabá), que tem como meta atender a 90% da população Cuiabana até 2020 (CUIABÁ, 2011). Porém, desde a concessão dos serviços em 2012, a concessionária CAB-Cuiabá não vinha atendendo às metas de universalização previstas em contrato, e, em maio de 2016, o Prefeito de Cuiabá decretara sua intervenção, com o objetivo de se garantir a continuidade da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, que durou até julho de 2017, quando a nova concessionária assumiu a gestão. Desta forma, novos prazos para a universalização estão sendo definidos e pactuados, os quais serão elencados na revisão do Plano de Saneamento Básico de Cuiabá, com previsão de divulgação ainda em 2018 (ARSEC, 2018).

Assim, cabe aos órgãos fiscalizadores (Prefeitura de Cuiabá, Agência Municipal de Serviços Públicos Delegado, Ministério Público Estadual e usuários do serviço) acompanhar e cobrar melhorias no saneamento básico, em especial na coleta e tratamento de esgoto, haja visto que apenas 35% de todo o esgoto gerado na Capital é devidamente coletado e tratado, o restante é destinado de maneira irregular aos córregos, comprometendo, assim, o próprio abastecimento.

Outra importante fonte de poluição detectada neste estudo é o lançamento de efluentes de piscicultura, devido ao grande número de empreendimentos na bacia que aceleram o processo de eutrofização dos mananciais por causa das altas concentrações de nutrientes, organismos patogênicos e substâncias tóxicas, comprometendo, portanto, o funcionamento do ecossistema aquático, bem como trazendo riscos potenciais para a saúde pública (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES 2010). O maior risco referente a essa atividade sobre mananciais de abastecimento está na proliferação de algas, em especial de cianobactérias, cujas têm o potencial de produção de cianotoxinas, seja

pela ingestão de água seja pelo contato em atividades de recreação no ambiente. As florações destes organismos também acarretam consequências negativas sobre a eficiência e o custo do tratamento da água, pois podem ocasionar disfunções operacionais nas várias etapas de tratamento, tais como dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (FUNASA 2003).

O desafio no controle dos efeitos desta atividade sobre os mananciais que atendem ao abastecimento urbano é a realização de estudos que estabeleçam qual a capacidade de suporte do corpo hídrico em assimilar estes efluentes sem que haja o comprometimento das metas de qualidade exigidas pelo enquadramento (BRASIL 2005). Porém, a legislação vigente não permite qualquer tipo de controle sobre “pequenos” piscicultores, uma vez que a Lei Nº 10.669, de 16 de Janeiro de 2018, determina que piscicultores com até cinco hectares de lâmina d’água em tanque escavado e represa de até 10.000 (dez mil) metros cúbicos de água em tanque-rede ficam dispensados de licenciamento ambiental e outorga (MATO GROSSO, 2018).

No entanto, a Resolução do CEHIDRO nº 42, de 20 de outubro de 2011, determina que independam de outorga os lançamentos de efluentes em corpos de água superficiais, cujas concentrações de DBO sejam iguais ou inferiores às concentrações de referência, estabelecidas para as respectivas classes de enquadramento dos corpos receptores, em consonância com a legislação vigente. A respeito do lançamento de efluentes, a Resolução CONAMA nº 430:2011 determina que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências previstas (BRASIL 2011).

Com base nessas resoluções e no potencial poluidor, os efluentes gerados pela atividade de piscicultura e sua destinação no manancial deveriam ser outorgáveis, mesmo aquelas em pequena lâmina de água. A justificativa é que o efeito individual pode ser insignificante, mas o efeito acumulativo dos 1.695 empreendimentos aquícolas pode degradar de forma significativa a qualidade da água na bacia, comprometendo a garantia do atendimento dos usos múltiplos dos recursos hídricos. Desta forma, a outorga deveria ser aplicada como instrumento de gestão no controle das características do efluente, bem como no volume, duração e frequência dos lançamentos, compatibilizando os diversos usos da bacia e indicando quando a capacidade de suporte para assimilação de efluentes foram alcançadas, sem que ocorra a degradação da qualidade.

## **8 | CONCLUSÃO**

Esta proposta de intervenção avaliou o nível de segurança hídrica para o abastecimento urbano de Cuiabá, e a Bacia do Rio Coxipó, que atende ao Sistema de Abastecimento Tijucal, se encontra em maior risco e vulnerabilidade no atendimento

da população. Foram identificados três grandes problemas que estão comprometendo e degradando a qualidade da água para o abastecimento da Capital: o lançamento de esgoto nas galerias pluviais e, conseqüentemente, nos córregos urbanos; o lançamento de efluentes de piscicultura com alto potencial de contaminação; e o manejo irregular do solo que tem gerado assoreamento e altas concentrações de sedimentos. Assim, para lidar com esses problemas, propôs-se a criação de uma Zona de Segurança Hídrica, ampliando o conceito e a abrangência especificados na Lei Complementar Municipal de Cuiabá nº 389, de 2015, dos limites municipais para a bacia hidrográfica, passando a responsabilidade de conduzir os estudos e os debates para sua execução ao Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes da Margem Esquerda do Rio Cuiabá.

## 9 | AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Édio Ferras Ribeiro e Danilo Bravo da Concessionária de Água e Esgoto da Capital (Águas Cuiabá) pelas relevantes informações e contrições com dados e material biobibliográfico que fundamentaram este trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E.C.R.F. **Monitoramento quali-quantitativo da Bacia Hidrográfica do rio Coxipó – MT: Uma ferramenta para implementação da gestão participativa dos recursos hídricos.** 2009. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

ANA - Agência Nacional de Águas. **ANA apresenta Projeto Legado no 8º Fórum Mundial da Água.** 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/ana-apresenta-projeto-legado-no-forum-mundial-da-agua>. Acesso em: ago. 2018.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Segurança Hídrica: critérios, seleção e detalhamento de intervenções estratégicas (Termo de Referência).** 2014. Disponível em: [http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes\\_Docs/Attachments/32/TDR\\_PNSH\\_Preliminar.pdf](http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/32/TDR_PNSH_Preliminar.pdf). Acesso em: mar. 2018.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Projeto Legado: 20 propostas para o aperfeiçoamento dos marcos constitucional, legal e infralegal da gestão das águas no Brasil.** 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/programas-e-projetos/projeto-legado/documento-base-versao-1-0-6-dezembro-2017.pdf>. Acesso em: jul. 2018.

ARSEC - Agência Municipal de Serviços Públicos Delegados. **Cuiabá prepara revisão do Plano Municipal Saneamento Básico com foco na universalização dos serviços.** 2018. Disponível em: <http://www.arsec.cuiaba.mt.gov.br/conteudo/show/secao/1/materia/114>. Acesso em: jul. 2018.

BEZERRA, M.B.; BEZERRA, A.P.P.S. **A crise hídrica como reflexo da seca: o Nordeste Setentrional em alerta.** *Revista de Geociências do Nordeste*, 2: 623-632, 2016.

BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, Diário Oficial da União, de 18 de março de 2005.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430**, Diário Oficial da União, de 16 de maio de 2011.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5**, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017.

COSTA, R.L.; TODESCHINI, T; RIBEIRO, M.J.P.; TEIXEIRA-OLIVEIRA M. **Florações de cianobactérias potencialmente tóxicas em tanques de pisciculturas da região centro sul do Estado de Mato Grosso**. *Biodiversidade*, 16: 33-45, 2017.

CUIABÁ. **Plano de Saneamento Básico de Cuiabá** – MT. 2011. Disponível em: [http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/plano\\_municipal\\_de\\_saneamento\\_vale.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/plano_municipal_de_saneamento_vale.pdf). Acesso em: fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 5621**, de 04 de novembro de 2014. Estabelece procedimento padrão para aprovação de projetos urbanísticos, análise e recebimento dos projetos de esgotamento sanitário protocolados no município de Cuiabá para os interessados que pretendam obter licença de construção e “habite-se”. 2014. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276583>. Acesso em: mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 6714**, de 03 setembro de 2018. Estabelece procedimento padrão para análise, aprovação e recebimento de projetos de esgotamento sanitário protocolados no Município de Cuiabá para os interessados que pretendam obter alvará de obras, habite-se, projetos urbanísticos e licenças e adequação ambiental e dá outras providências. 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367269>. Acesso em: jan. 2019.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, Á.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIK, J.K.OJI. **A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 68-87, 2010.

FELIPPE, M.F.; MAGALHAES JR., A. P. **Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d’água e propostas de especialistas**. *Geografias*, 9: 70-81, 2013.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. 2003. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/cianobacterias.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

LEAL, A.C. **Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos**. *Entre-Lugar*, 3: 65-84, 2012.

LOPES, A.C. **Comparação de metodologias para identificação de áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada). Departamento de Geologia, Universidade de Lisboa.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, E.L.H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações**. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36: 149-163, 2010.

MARANHOLI, H.N.; MATOS, L.A. ; ROQUE, W.F. ; LIMA, T.E. ; NEVES, S.M. A.S. ; GONZALEZ, A.Z. D. **Análise da vulnerabilidade natural da bacia do Rio Coxipó Açu - MT**. In: 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2016, Cuiabá. Anais do 6º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2016.

MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A.; SELUCHI, M.E.; CUARTAS, A.; ALVES, L.M.; MENDIONDO, E.M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo**. *Revista USP*, 106: 31-44, 2015.

MATO GROSSO. **Lei nº 6.945**, de 05 de novembro de 1997. Dispões sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: <http://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/leis/lei-6945-1997.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.669**, de 16 de janeiro de 2018. Altera e revoga dispositivos da Lei nº 8.464, de 04 de abril de 2006, altera dispositivo da Lei nº 9.408, de 01 de julho de 2010. 2018. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/leis/lei-10669-2018.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

MATTOS, C.S. **Dados de turbidez da ETA Tijucal III**. Relatório Águas Cuiabá (Inguá-Cuiabá), 2018.

MDH, Ministerial Declaration of the Hague. **Water Security in the 21st Century**, 2nd World Water Forum, 2000. Disponível em: [http://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World\\_Water\\_Forum\\_02/The\\_Hague\\_Declaration.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World_Water_Forum_02/The_Hague_Declaration.pdf). Acesso em: mar. 2018.

MELO, M.C. **Segurança hídrica para abastecimento urbano: proposta de modelo analítico e aplicação na Bacia do rio das Velhas, Minas Gerais**. 2016. Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 08 mar. 2016.

PIZELLA, D.G.A. **Relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica**. *Ambiente & Água*, 10(3): 635-645, 2015.

RIBEIRO, E.F. **Breve histórico do abastecimento de água potável em Cuiabá, ameaças e medidas de proteção**. Relatório CAB-Cuiabá, 2016.

RODRIGUES, A.C.J. **Aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos “outorga” e “enquadramento” para o setor de saneamento no perímetro urbano da bacia do rio Coxipó – Cuiabá/MT**. 2013. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

SANTOS, B.B.M. **Segurança hídrica na região metropolitana do Rio de Janeiro: contribuições para o debate**. *Ambiente e Sociedade*, 1: 103-120, 2016.

SILVA, P.A.J.G. **Limnologia e qualidade da água da bacia do rio Coxipó (MT): subsídios à gestão dos recursos hídricos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

SIQUEIRA, A.; RIBEIRO, E.F.; SANTOS, M.F. **O impacto dos efluentes de piscicultura na qualidade das águas de abastecimento público de Cuiabá**. Relatório CAB-Cuiabá, 2017.

TAVARES, A.M.F.; VASCONCELOS, F.G.; BENFICA, S.R.; CAMPOS, F.I.; LACERDA, B.F.C. **A crise hídrica no Distrito Federal no panorama atual (2016-2017)**. *ANAIS SNCMA*, 8: 1-27, 2017.

TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. **Drenagem urbana e controle de erosão**. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. da M. M. (Org.). Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: EDUFRGS, 2000.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **International Hydrological Programme – IHP**. 20th Session of the Intergovernmental Council. Paris, June 2012. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216434E.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**João Dallamuta:** Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-356-9

