

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

BARBARA FERREIRA DALLA COSTA

AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA  
DO CÓRREGO ÁGUA BOA, DOURADOS – MS

CAMPO GRANDE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

**BARBARA FERREIRA DALLA COSTA**

**AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE DA ÁGUA DA MICROBRACIA  
DO CÓRREGO ÁGUA BOA, DOURADOS – MS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Kennedy Francis Roche**

Data da defesa: 06/03/2015

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. Kennedy Francis Roche**  
Orientador – UFMS

**Prof. Dr. William Marcos da Silva**  
Instituição – UFMS

**Profa. Dra. Keila Roberta F. Oliveira Dassin**  
Instituição – UFMS

**Prof. Dr. Jorge Luiz Steffen (Suplente)**  
Instituição - UFMS

Campo Grande, MS  
2015

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre comigo, por me abençoar, proteger e ter me dado força e coragem para superar as dificuldades;

Ao Prof. Dr. Kennedy Francis Roche, pela orientação, ensinamentos, amizade, respeito, compreensão, incentivo e confiança para realização desse trabalho;

À CAPES, pelo suporte financeiro através da bolsa de estudos;

À minha família, pelo amor, paciência e apoio incondicional;

Ao amor da minha vida João Henrique Lima de Arcalá, pelo carinho, suporte, força, e sabedoria compartilhada;

Aos meus amigos pelo apoio, amizade e momentos compartilhados. Em especial à Caru, Dan, Jonas, Marcelão e Thainá pelas contribuições e parceria nas coletas;

Aos professores por todos os ensinamentos e conselhos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA) pelo apoio, oportunidade, e infraestrutura;

Obrigada!

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| AGRADECIMENTOS.....  | iii |
| SUMÁRIO.....   | 4   |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL .....  | 5   |
| 2. OBJETIVOS.....  | 8   |
| 2.1. Objetivo Geral .....  | 8   |
| 2.2. Objetivos Específicos.....  | 8   |
| 3. ARTIGO CIENTÍFICO .....   | 9   |
| Resumo .....   | 10  |
| Introdução .....   | 11  |
| Metodologia .....  | 12  |
| Resultados e Discussão.....  | 14  |
| Conclusões .....   | 19  |
| Referências .....  | 19  |
| 3.1. ORIENTAÇÕES AOS AUTORES – REVISTA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E<br>AMBIENTAL..... | 23  |
| 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....   | 29  |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 30  |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A água é um recurso natural indispensável à vida de todos os seres vivos. Estando o padrão de qualidade de vida da população humana diretamente relacionado à sua disponibilidade e qualidade. (Farias, 2006). No entanto, o aumento da população humana em conjunto com a aceleração da industrialização e urbanização tem agravado a degradação dos ecossistemas aquáticos, comprometendo a demanda e oferta dos recursos hídricos (Vargas, 1999).

Os poluentes podem contaminar os corpos hídricos através de várias rotas-chave, especialmente por descargas diretas de dutos de cidades, deposição atmosférica, e escoamento superficial pelo solo (Chiba *et al.*, 2011). Quando introduzidos em ambientes aquáticos, esses poluentes podem sofrer modificações por meio da interação com as variáveis da água natural, e podem ser tóxicos pela sua presença, ou por processos de degradação (Pettersen *et al.*, 1993).

Portanto, de forma a prever ou constatar riscos aos seres vivos nestes ecossistemas, se faz necessário o monitoramento dos recursos hídricos. Segundo Abel (1989), o monitoramento permite detectar e descrever as alterações ocorridas em um ambiente e entender as relações qualitativas e quantitativas entre a poluição e suas consequências biológicas.

O monitoramento ambiental foi durante anos baseado apenas em análises físico-químicas. No entanto, ao contrário dos ensaios ecotoxicológicos, essas análises somente identificam e quantificam as substâncias presentes na água ou sedimento, não detectando os seus possíveis efeitos sobre a biota (Zagatto & Bertoletti, 2006).

As análises ecotoxicológicas também têm como vantagem abranger uma grande variedade de substâncias biologicamente disponíveis em uma amostra ambiental, por meio de um único ensaio, possibilitando a detecção de efeitos de substâncias tóxicas novas que possam surgir no ecossistema aquático (Branco, 1989).

Jardim (2004) ressalta que a adoção de estudos ecotoxicológicos permite fazer predições sobre riscos de extinção, constituindo-se em uma ferramenta útil para compreensão da extensão dos impactos, pois os organismos vivos utilizados nos testes agem como verdadeiros “biosensores” que respondem à presença de contaminantes.

Os bioensaios são realizados com organismos indicadores, que devido ao seu pequeno limite de tolerância ecológica a determinadas substâncias químicas, apresentam alguma alteração quando expostos a determinados poluentes (Carvalho, 2011). As exposições são

realizadas em diferentes concentrações de substâncias e compostos químicos, amostras de efluentes ou água bruta, por um determinado período de tempo (Magalhães & Ferrão Filho, 2008). A exposição a um agente tóxico pode ser aguda, quando a concentração letal do agente tóxico é liberada em um único evento e rapidamente absorvida, ou crônica, quando o agente tóxico é liberado em eventos periodicamente repetidos, em concentrações subletais, durante um longo período de tempo (Schvartsman, 1991).

Os cladóceros, em especial os dafinídeos, são extensivamente utilizados em testes de toxicidade aquática, pelo fato de serem organismos bem adaptados às condições de laboratório e por apresentarem uma alta sensibilidade a produtos químicos. Além disso, servem como fonte de proteína animal de alto valor nutricional para peixes, exercendo um papel fundamental na comunidade aquática (Mount & Norberg, 1984).

Segundo Baudo (1987), o gênero *Daphnia* é o grupo mais antigo utilizado em testes de toxicidade. Dentro deste grupo, os organismos da espécie *Daphnia similis* são comumente utilizados na avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos (Jonsson & Maia, 1999).

Os peixes também estão entre os organismos mais recomendados para ensaios de avaliação da toxicidade aquática, sendo os organismos da espécie *Danio rerio* (popularmente chamado de “paulistinha”) considerados modelos padrão para testes de toxicidade. Seu uso em testes de toxicidade pode ser atribuído principalmente pelos seguintes fatores: ser uma espécie disponível comercialmente em muitos países; ser facilmente cultivável em laboratório; suportar grandes variações de temperatura, pH e dureza da água; possuir sensibilidade satisfatória para uma ampla gama de substâncias químicas e; ser internacionalmente reconhecido como espécie para uso em testes ecotoxicológicos (Knie & Lopes, 2004).

No Brasil, as referências legais para o controle de toxicidade em ambientes aquáticos constam na Resolução CONAMA N° 357 (Brasil, 2005), complementada e alterada pela Resolução CONAMA N° 430 (Brasil, 2011), e no Estado do Mato Grosso do Sul, na Deliberação CECA/MS N° 36 (Mato Grosso do Sul, 2012), que dispõem sobre a classificação dos corpos d’água e preconiza a realização de ensaios ecotoxicológicos para fins de classificação, avaliação e monitoramento da qualidade da água dos corpos hídricos.

A sub-bacia do Córrego Água Boa, integrante da bacia hidrográfica do Rio Dourados, está localizada na região sudoeste do município de Dourados (MS), Brasil, e caracteriza-se por ser, espacialmente, uma importante tendência de crescimento e desenvolvimento municipal (Pereira, 2007).

Ocupando uma área de aproximadamente 120,40 Km<sup>2</sup>, a mesma encontra-se inteiramente dentro dos limites do município de Dourados, sendo parte na área urbana e parte na zona rural. Seus principais tributários são os córregos Água Boa, Rego D'água e Paragem, sendo o primeiro de grande importância econômica para a região, pois abastece pisciculturas e sistemas de irrigação, e o último considerado como tributário mais importante do canal principal, por abranger uma área significativa do espaço urbano do oeste da bacia (Pereira, 2007).

Ao longo de seu percurso, recebe despejos de esgoto doméstico de bairros residenciais e do distrito industrial, que abriga indústrias de diversas tipologias instaladas no Núcleo Industrial, dentre elas: ração animal, adubo, farinheira, madeireira, processamento de soja, curtume e frigorífico. Além disso, há o desenvolvimento da agricultura na bacia.

Além do lançamento de efluentes, observam-se outros impactos causados pela expansão urbana e industrial sobre o córrego, tais como o assoreamento de alguns de seus trechos, principalmente próximo a Vila Cachoeirinha (bairro próximo ao ponto 2 deste estudo), que sofre com inundação no período de chuva; alto grau de degradação da mata ciliar; e acúmulo de resíduos sólidos em suas margens.

De acordo com o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul, realizado pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul desde o ano de 1992, durante o período 2005 a 2008 o córrego Água Boa foi o corpo hídrico que apresentou a pior qualidade dentre os cursos de água monitorados na sub-bacia do Ivinhema. Sendo o menor valor de IQA foi verificado no ponto de coleta localizado a jusante do núcleo urbano da cidade de Dourados e o maior valor foi observado na nascente, confirmando os impactos causados pela atividade humana (Mato Grosso do Sul, 2009).

Segundo seu mais recente relatório anual disponível, denominado Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, a qualidade da água do córrego foi classificada como "Aceitável" e "Boa" nos pontos de amostragem da Nascente e na sua Foz, estando enquadrado como Classe 2, com exceção do ponto de amostragem localizado na nascente do córrego Água Boa, considerado como Classe Especial (Mato Grosso do Sul, 2014).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade da água do Córrego Água Boa, Dourados - MS, por meio de ensaios ecotoxicológicos agudos com os organismos *Daphnia similis* e *Danio rerio*, parâmetros físicos e químicos.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- a) Avaliar os impactos à biota utilizando testes ecotoxicológicos agudos da água em dois períodos (seco e chuvoso), utilizando como bioindicadores *Daphnia similis* (Crustacea, Cladocera) e *Danio rerio* (Pisces, Cyprinidae);
- b) Verificar a variação temporal e espacial da toxicidade aguda;
- c) Analisar os efeitos da sazonalidade sobre os resultados obtidos.
- d) Análise dos seguintes parâmetros físicos e químicos: condutividade elétrica, turbidez, alcalinidade, dureza total, temperatura, OD, DBO<sub>5,20</sub>, pH, nitrogênio amoniacal total, fósforo total, Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn), para identificar possível relação com a toxicidade.

### **3. ARTIGO CIENTÍFICO**

Neste item, apresenta-se o artigo científico intitulado como “TOXICIDADE AGUDA EM ÁREA URBANA DA MICROBACIA DO CÓRREGO ÁGUA BOA – MS” como resultado das análises da água da Microbacia do Córrego Água Boa (Dourados – MS, Brasil), bem como as orientações aos autores da Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental (Qualis B1, Engenharias I) na qual o artigo será submetido (item 3.1.).

# 1 Toxicidade Aguda em Área Urbana da Microbacia do Córrego 2 Água Boa– MS

## 3 Acute Toxicity in Urban Area of the Microbasin of the Água Boa 4 Stream – MS

5 BÁRBARA FERREIRA DALLA COSTA

6 Engenheira Ambiental. Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de  
7 Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia.

8  
9 KENNEDY FRANCIS ROCHE

10 Biólogo. Doutor em Ecologia Animal pela Rijksuniversiteit te Gent (Bélgica). Professor da  
11 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e  
12 Urbanismo e Geografia.

### 13 Endereço para correspondência:

14 Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal de  
15 Mato Grosso do Sul. Cidade Universitária s/n - Caixa Postal 549, Campo Grande, MS, Brasil.  
16 Tel.:(67) 3345-7230 e-mail: engamb.barbara@gmail.com

### 17 Resumo

18 A bacia hidrográfica do Córrego Água Boa (Dourados/MS) sofre grande influência antrópica,  
19 tais como urbana e industrial. Levando-se em consideração sua importância para manutenção  
20 da fauna, flora, indústria e população local, o estudo teve como objetivo: avaliar a toxicidade  
21 de suas águas nos períodos seco e chuvoso de 2013, da nascente até próximo à sua foz, por  
22 meio de testes de toxicidade aguda com *D. similis* e *D. rerio*, além de análises físicas,  
23 químicas e de concentrações de metais pesados. Os resultados mostraram a variabilidade  
24 espacial e temporal dos parâmetros analisados. Além disso, constatou-se efeito tóxico no  
25 ponto 02 para *D. rerio* em ambos os períodos. As análises comprovaram a crítica situação de  
26 degradação do ambiente aquático estudado, e alertam para os cuidados que deverão ser  
27 tomados. Portanto, sugere-se maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais, bem como  
28 conscientização da população quanto à emissão de efluentes e resíduos no corpo hídrico, a  
29 fim de evitar sua degradação.

30 **Palavras chave:** *Danio rerio*, *Daphnia similis*, toxicidade aguda.

### 31 32 Abstract

33 The watershed of Água Boa Stream (Dourados/MS) suffers large human influence, such as  
34 urban and industrial. Taking into consideration its importance for maintenance of fauna, flora,  
35 industry and local population, this study aimed to: assess the toxicity of its waters during the  
36 dry and rainy seasons of 2013, near the source to its mouth, through acute toxicity essays with  
37 *D. similis* and *D. rerio*, and analysis of physicals, chemicals and heavy metal. The results  
38 showed spatial and temporal variability of the analyzed parameters. Furthermore, it was a  
39 toxic effect in point 02 for *D. rerio* in both periods. The analyzes confirmed the critical  
40 situation of degradation of the aquatic environment studied, and warns that precautions should  
41 be taken. Therefore, it is suggested that greater oversight by environmental agencies, as well  
42 as public awareness of the issue of waste and residues in the water body, to prevent its  
43 degradation.

44 **Keywords:** Acute toxicity, *Danio rerio*, *Daphnia similis*.

45

## 46 **Introdução**

47 Dentre as maiores fontes de poluição do ambiente aquático encontram-se os  
48 lançamentos de efluentes líquidos domésticos e industriais (Rubinger, 2009).

49 Avanços quanto ao tratamento de efluentes vêm ocorrendo no Brasil, onde a cobertura  
50 com coleta de esgotos sanitários, que era de 53% da população urbana em 2000, subiu para  
51 62% em 2010; e o percentual de esgoto tratado, que atingia 21 % do esgoto produzido em  
52 2000, passou para 30% em 2008 (ANA, 2013). Todavia, esse progresso ainda está longe de  
53 atingir a totalidade do acesso aos serviços de saneamento básico no país.

54 O município de Dourados, segundo maior município do Estado de Mato Grosso do  
55 Sul (IBGE, 2014), possui em seu perímetro urbano a microbacia do Córrego Água Boa, que  
56 vem apresentando vários problemas de degradação ambiental provocados pela ação antrópica  
57 (Pereira, 2007; Scaramal, 2005). Entre eles, a degradação da qualidade de suas águas nos  
58 últimos anos, por conta do lançamento de efluentes domésticos e industriais tanto no Córrego  
59 Água Boa quanto seus tributários (Rego D'água e Paragem), transformando-os em corredores  
60 de esgotos à céu aberto (Santos *et al.*, 2007). Sendo que além da agricultura desenvolvida na  
61 bacia, o Núcleo Industrial possui instaladas indústrias de diversas tipologias, dentre elas:  
62 ração animal, adubo, farinha, madeireira, processamento de soja, curtume e frigorífico.

63 No entanto, o despejo desses efluentes pode provocar danos de naturezas diversas,  
64 dependendo do volume e natureza dos esgotos, da vazão e características físicas, químicas,  
65 biológicas, radioativas e térmicas dessas águas receptoras (Silva & Pruskii, 2005).

66 Os danos podem compreender alteração de comportamento, enfermidades que  
67 impedem a reprodução, anomalias nos descendentes, e até, por exemplo, no caso de  
68 contaminação por metais pesados, pode haver alta mortalidade de indivíduos de espécies  
69 sensíveis e o aumento populacional de espécies tolerantes à poluição (Odum, 1988). Portanto,  
70 uma comunidade inteira pode ser perturbada ainda que apenas uma parcela dos seus  
71 organismos seja sensível à toxicidade dos elementos lançados, já que os demais serão afetados  
72 de forma indireta, seja por mudanças na cadeia alimentar ou em certas relações mutualísticas  
73 (Domingues & Bertoletti, 2006).

74 Entre os principais grupos de compostos causadores de poluição aquática, estão os  
75 metais pesados, conhecidos também como elementos traço ou metais traço (Branco & Rocha ,  
76 1980). Sendo suas principais fontes antrópicas os fertilizantes, pesticidas, combustão a carvão  
77 e óleo, emissões veiculares, água de irrigação contaminada, queima de biomassa na zona  
78 rural, incineração de resíduos urbanos e industriais, mineração, fundição e refinamento  
79 (Souza, 2007). Apesar de importantes para manutenção da vida, quando em concentrações  
80 elevadas, podem ser altamente prejudiciais aos organismos (Lacerda *et al.*, 1989).

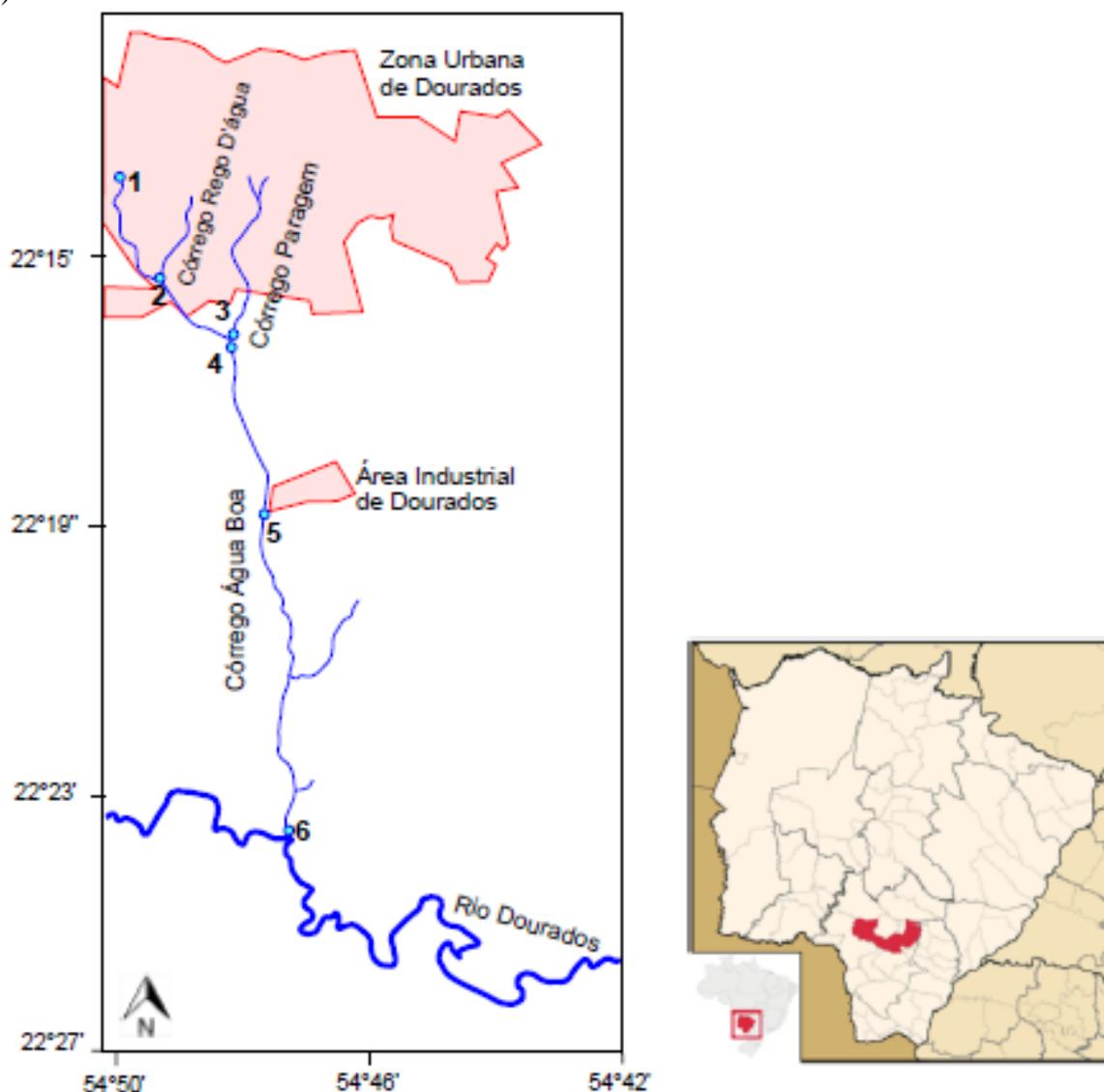
81 No Brasil, a referência legal para o controle de toxicidade consta na Resolução  
82 CONAMA N° 357 (Brasil, 2005), complementada e alterada pela Resolução CONAMA N°  
83 430 (Brasil, 2011), e no Estado do Mato Grosso do Sul, na Deliberação CECA/MS N° 36  
84 (Mato Grosso Do Sul, 2012), que dispõem sobre a classificação dos corpos d'água e  
85 preconiza a realização de ensaios ecotoxicológicos para fins de classificação, avaliação e  
86 monitoramento da qualidade da água dos corpos hídricos. Esses ensaios são ferramentas  
87 desejáveis para avaliar a carga poluidora que impacta os corpos hídricos, considerando que as  
88 análises físico-químicas apenas identificam e quantificam as substâncias presentes na água ou  
89 sedimento, mas não detectam os efeitos sobre a biota (Zagatto & Bertoletti, 2006).

90 Considerando-se a necessidade crescente de monitoramento e avaliação dos sistemas  
91 hídricos, em especial o Córrego Água Boa, o presente estudo tem como objetivos : avaliar os  
92 impactos à biota com testes ecotoxicológicos agudos da água, utilizando como bioindicadores  
93 *Daphnia similis* e *Danio rerio*; verificar a variação da toxicidade aguda ao longo do corpo  
94 hídrico, devido às diferentes atividades desenvolvidas em seu entorno; analisar os efeitos da  
95 sazonalidade sobre os resultados obtidos.

96

97 **Metodologia**98 Área de Estudo

99 A microbacia do Córrego Água Boa, formada pelos córregos Água Boa, Rego D'água  
 100 e Paragem, pertence à microbacia hidrográfica do Rio Dourados, integrante da sub-bacia do  
 101 Rio Ivinhema e Bacia-hidrográfica do Rio Paraná, caracteriza-se por ser, especialmente, uma  
 102 importante tendência de crescimento e desenvolvimento municipal (Pereira, 2007). Ocupando  
 103 uma área de aproximadamente 120,40 Km<sup>2</sup>, a mesma encontra-se inteiramente dentro dos  
 104 limites do município de Dourados, sendo parte na área urbana e parte na zona rural (Figura  
 105 01).



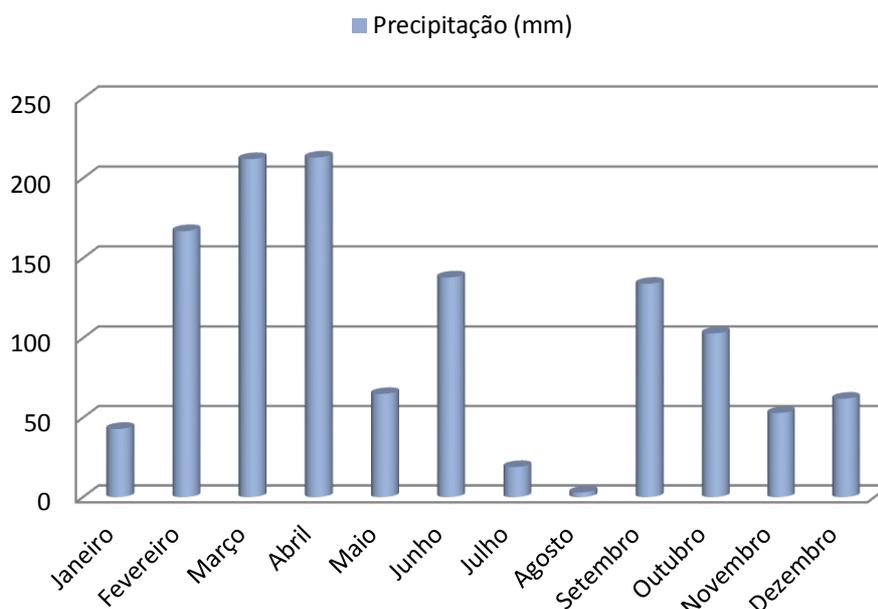
106

107 **Figura 01.** Localização dos pontos de amostragem e do município de Dourados no Estado do  
 108 Mato Grosso do Sul.

109 Coleta das amostras e pontos de amostragem

110 Para verificar a influência da sazonalidade na toxicidade da água realizaram-se duas  
 111 campanhas de amostragem, sendo a primeira em agosto de 2013, no período seco, e a segunda  
 112 em dezembro de 2013, no período chuvoso (Figura 02).

### Precipitação Mensal Acumulada 2013



113  
114 **Figura 02.** Dados da precipitação mensal acumulada para o município de Dourados – MS em  
115 2013. Fonte: INMET (2014).

116 As amostras foram coletadas em 06 (seis) pontos ao longo do Córrego Água Boa  
117 (Figura 01), da nascente (P1) até próximo da sua foz (P6), no Rio Dourados, conforme  
118 coordenadas geográficas e características apresentadas na Tabela 01.

119 **Tabela 01.** Descrição dos pontos de amostragem.

| Pontos | Coordenadas UTM (m)  | Características dos Pontos                         |
|--------|----------------------|--|
| P1     | 723564 S ; 7540198 E | Nascente Córrego Água Boa no Prq. Antenor Martins. |
| P2     | 724626 S; 7537186 E  | Córrego Rego D'água no perímetro urbano.           |
| P3     | 726520 S; 7535457 E  | Córrego Paragem                                    |
| P4     | 726537 S; 7535427 E  | Montante Distrito Industrial                       |
| P5     | 727454 S; 7530104 E  | Jusante Distrito Industrial                        |
| P6     | 728139 S; 7521702 E  | Montante Foz Rio Dourados                          |

120 Com uma sonda multiparamétrica Horiba U10 foram medidos *in loco* a condutividade  
121 e temperatura da água em cada ponto de amostragem.

#### 122 Ensaio Ecotoxicológicos

123 A avaliação da toxicidade das águas foi realizada por meio de ensaios  
124 ecotoxicológicos agudos. O cultivo dos organismos e os bioensaios com *Daphnia similis*  
125 (Crustacea, Cladocera) e *Danio rerio* (Pisces, Cyprinidae) foram realizados em conformidade  
126 com as normas técnicas NBR 12.713/2009 e NBR 15.088/2011, respectivamente.

127 O princípio do método consiste na exposição dos organismos a amostras brutas e a  
128 água de cultivo para realização do controle. Sendo o meio de cultivo composto por água de  
129 poço reconstituída, com dureza e pH controlados.

130 Os testes com o bioindicador *D. similis* foram realizados em duplicata (10 indivíduos  
131 por réplica), mantidos com temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 8 h: 16 h (escuro: claro).

132 Após 48 horas, fez-se a leitura da quantidade de organismos mortos ou imóveis (que não  
133 respondiam a estímulos mecânicos leves ou flutuantes na superfície).

134 Nos testes preliminares de toxicidade aguda com peixes (*D. rerio*), os recipientes com  
135 as soluções-teste, em duplicata (3 indivíduos por réplica), foram mantidos também durante 48  
136 horas (ensaio estático) com temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 8 h: 16 h (escuro:  
137 claro), sendo registrada a letalidade ao seu término.

138 A toxicidade apresentada pelas amostras analisadas foi considerada como a  
139 imobilidade e/ou letalidade de 50% + 1 dos organismos em cada ponto.

#### 140 Análises Físico-químicas

141 Paralelamente aos bioensaios, foram realizadas análises contemplando os seguintes  
142 parâmetros físico-químicos listados na tabela 02, juntamente com as respectivas metodologias  
143 utilizadas.

144 **Tabela 02.** Parâmetros e métodos para as análises físicas e químicas APHA *et al* (2012).

| Parâmetros                                  | Unidade                              | Metodologia Standard Methods                                      |
|---|--------------------------------------|---|
| Alcalinidade                                | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> | Titulométrico 2320 B  |
| Turbidez                                    | NTU                                  | Nefelométrico 2130 B  |
| OD  | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    | Titulométrico WINKLER<br>modificado pela azida sódica<br>4500-O C |
| DBO <sub>5,20</sub>                         | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    | Diluição e incubação a 20°C e 5<br>dias 5210 B                    |
| Dureza Total                                | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> | Titulométrico 2340 C  |
| pH  | -                                    | Eletrométrico 4500-H <sup>+</sup> B                               |
| Condutividade Elétrica                      | µS·cm <sup>-1</sup>                  | Condutimetria 2510 A  |
| Nitrogênio Amoniacal                        | mg·L <sup>-1</sup> N                 | Titulométrico 4500 NH <sub>3</sub> B                              |
| Fósforo Total                               | mg·L <sup>-1</sup> P                 | Cloreto Estanoso 4500-P D   |
| Metais (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb<br>e Zn) | mg·L <sup>-1</sup>                   | Espectrometria de Absorção<br>Atômica 3111 B                      |

#### 145 **Resultados**

146 Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos das Coletas 1 (período seco)  
147 e 2 (período chuvoso) são apresentados na tabela 03.

148 **Tabela 03.** Parâmetros físico-químicos no período seco (Coleta 1) e chuvoso (Coleta 2).

| Parâmetros               | P1   | P2    | P3    | P4    | P5    | P6    | Unidades                             |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| Alcalinidade             | 22,0 | 95,0  | 45,0  | 55,0  | 52,0  | 34,0  | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> |
| Turbidez                 | 1,1  | 6,0   | 8,1   | 7,1   | 10,6  | 6,3   | NTU                                  |
| OD                       | 4,8* | 6,2   | 5,4   | 4,0*  | 0,8*  | 5,0   | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    |
| DBO <sub>5,20</sub>      | 1,6  | 8,0*  | 30,6* | 32,0* | 25,0* | 14,0* | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    |
| Dureza                   | 61,0 | 101,0 | 64,0  | 70,0  | 76,0  | 43,0  | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> |
| pH                       | 6,1  | 7,8   | 7,3   | 7,3   | 7,2   | 7,2   | -                                    |
| Condutividade            | 87,8 | 480,0 | 320,0 | 280,0 | 220,  | 180,0 | µS·cm <sup>-1</sup>                  |
| Nitrogênio<br>Amon.Total | <0,1 | <0,1  | <0,1  | <0,1  | <0,1  | <0,1  | mg·L <sup>-1</sup> N                 |
| Fósforo Total            | <0,1 | 1,37* | 1,31* | 0,59* | 0,39* | 0,49* | mg·L <sup>-1</sup> P                 |
| Temperatura              | 19,0 | 25,0  | 23,0  | 24,0  | 26,0  | 24,0  | °C                                   |

Coleta 01 (Seco)

|                     |                        |       |       |       |       |        |        |                                      |
|---------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------------------------------------|
| Coleta 02 (Chuvoso) | Alcalinidade           | 32,0  | 104,0 | 56,0  | 64,0  | 68,0   | 47     | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> |
|                     | Turbidez               | 0,3   | 6,2   | 52,7  | 51,4  | 127,0* | 146,0* | NTU                                  |
|                     | OD                     | 4,0*  | 5,7   | 2,7*  | -**   | 2,2*   | 3,6*   | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    |
|                     | DBO <sub>5,20</sub>    | 1,2   | 8,9*  | 6,0*  | 10,3* | 9,4*   | 6,0*   | mg·L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>    |
|                     | Dureza                 | 58,0  | 112,0 | 88,0  | 73,0  | 79,0   | 54,0   | mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> |
|                     | pH                     | 6,0   | 7,9   | 7,6   | 7,4   | 7,3    | 7,1    | -                                    |
|                     | Condutividade          | 105,2 | 604,0 | 364,0 | 355,0 | 249,0  | 171,8  | μS.cm <sup>-1</sup>                  |
|                     | Nitrogênio Amon. Total | <0,1  | <0,1  | 5,2*  | 4,8*  | 4,8*   | <0,1   | mg·L <sup>-1</sup> N                 |
|                     | Fósforo Total          | <0,1  | 1,75* | 0,78* | 0,78* | 0,81*  | 0,28*  | mg·L <sup>-1</sup> P                 |
|                     | Temperatura            | 26,0  | 34,0  | 30,0  | 30,0  | 30,0   | 30,0   | °C                                   |

149 \*Parâmetros com valores em desconformidade com os limites permitidos para a Classe 2 (Res. CONAMA N°  
 150 357/2005): pH: 6,0 a 9,0; OD ≥ 5 mg·L<sup>-1</sup>; DBO<sub>5,20</sub> ≤ 5 mg·L<sup>-1</sup>; Amônia ≤ 3,7 mg·L<sup>-1</sup> (para pH ≤ 7,5) e ≤ 2,0  
 151 mg·L<sup>-1</sup> (para 7,5 < pH ≤ 8,0); Fósforo Total ≤ 0,1 mg·L<sup>-1</sup> P e; Turbidez ≤ 100 UNT.  
 152 \*\* Não foi possível realizar a análise.

153 Os resultados das concentrações de metais pesados para ambas as coletas encontram-se  
 154 se na Tabela 04.

155 **Tabela 04.** Concentrações de metais pesados nas amostras de água (mg·L<sup>-1</sup>).

| Coleta         | Ponto | Fe    | Mn   | Cd | Pb   | Zn   | Cr   | Cu   | Ni   |
|----------------|-------|-------|------|----|------|------|------|------|------|
| 1<br>(Seco)    | P1    | 0,1   | ND   | ND | ND   | 0,5* | ND   | ND   | ND   |
|                | P2    | 0,2   | ND   | ND | ND   | 0,1  | ND   | ND   | ND   |
|                | P3    | 3,5*  | ND   | ND | ND   | 0,1  | ND   | ND   | ND   |
|                | P4    | 5,9*  | 0,1  | ND | ND   | 0,2* | ND   | ND   | ND   |
|                | P5    | 37,7* | 5,1* | ND | ND   | 0,1  | ND   | ND   | ND   |
|                | P6    | 3,2*  | ND   | ND | ND   | 0,4* | ND   | ND   | ND   |
| 2<br>(Chuvoso) | P1    | 10,3* | 0,2* | ND | 0,1* | 0,1  | ND   | ND   | ND   |
|                | P2    | 1,0*  | 0,3* | ND | ND   | 0,1  | ND   | 0,1* | ND   |
|                | P3    | 3,6*  | 0,6* | ND | ND   | 0,1  | ND   | 0,2* | ND   |
|                | P4    | 6,9*  | 0,3* | ND | 0,1* | 0,3* | 0,8* | 0,1* | 0,1* |
|                | P5    | 2,4*  | 0,6* | ND | ND   | 0,2* | 0,4* | 0,1* | ND   |
|                | P6    | 0,3   | 0,8* | ND | ND   | 0,2* | 0,1* | 0,2* | ND   |

156 ND = Não Detectado.

157 \*Concentrações acima dos limites permitidos (Res. CONAMA N° 357/2005) – Classes Especial e 2: Fe 0,3  
 158 mg·L<sup>-1</sup>; Mn 0,1 mg·L<sup>-1</sup>; Cd 0,001 mg·L<sup>-1</sup>; Pb 0,01 mg·L<sup>-1</sup>; Zn 0,18 mg·L<sup>-1</sup>; Ni 0,025 mg·L<sup>-1</sup>; Cr 0,05 mg·L<sup>-1</sup>; e Cu  
 159 0,009 mg·L<sup>-1</sup>.

160 Os resultados obtidos nos ensaios para os dois organismos utilizados encontram-se na  
 161 Tabela 05. Ressalta-se que nenhuma pesquisa na área de ecotoxicologia aquática foi realizada  
 162 nesta região.

163 **Tabela 05.** Imobilidade (%) de *D. similis* e de letalidade de *D. rerio* expostos às amostras.

| Coleta      | Amostras | <i>Daphnia similis</i> | <i>Danio rerio</i> |
|-------------|----------|------------------------|--------------------|
|             |          | Controle               | 0                  |
| 1<br>(Seco) | P1       | 0                      | 0                  |
|             | P2       | 22,2(NT)               | 0 (NT)             |
|             | P3       | 0 (NT)                 | 66,7*              |
|             | P4       | 0 (NT)                 | 0 (NT)             |
|             | P5       | 0 (NT)                 | 0 (NT)             |
|             | P6       | 0 (NT)                 | 0 (NT)             |

|                |    | Controle | 0        | 0      |
|----------------|----|----------|----------|--------|
| 2<br>(Chuvoso) | P1 |          | 35,0(NT) | 0 (NT) |
|                | P2 |          | 25,0(NT) | 66,7*  |
|                | P3 |          | 0 (NT)   | 0 (NT) |
|                | P4 |          | 0 (NT)   | 0 (NT) |
|                | P5 |          | 0 (NT)   | 0 (NT) |
|                | P6 |          | 0 (NT)   | 0 (NT) |

164 \*Tóxico; NT = Não tóxico.

## 165 **Discussão**

166 Assim como Scaramal (2005) e Pereira (2007), durante as coletas verificaram-se  
 167 pontos de degradação ambiental, incluindo acúmulo de resíduo em suas margens, pontos de  
 168 erosão e assoreamento, além de construções irregulares que ferem o Código Florestal quanto  
 169 as Áreas de Preservação Permanente.

170 Nos corpos hídricos em estudo constataram-se altos valores de  $DBO_{5,20}$  para todos os  
 171 pontos, com exceção da nascente (P1). Sendo que os piores valores foram encontrados no  
 172 período seco. Segundo Corrêa (2014), um valor de  $DBO_{5,20}$  alto pode significar presença de  
 173 poluição através da matéria orgânica proveniente de fontes pontuais e/ou difusas de origem  
 174 doméstica ou industrial.

175 Observa-se também o aumento da condutividade elétrica, alcalinidade, fósforo e  
 176 dureza de todos os pontos quando comparados à nascente. Sendo que na maioria dos pontos  
 177 esses parâmetros aumentaram no período chuvoso, com exceção do ponto 06 para  
 178 condutividade, dureza no ponto 01 e fósforo para os pontos 03 e 06.

179 Em contra partida, os valores de OD diminuíram no período chuvoso, com exceção de  
 180 P5, e estiveram em desconformidade com a legislação para os pontos 01, 04 e 05 no período  
 181 seco, e 01, 03, 05 e 06 no período chuvoso. Já os valores de pH se mantiveram praticamente  
 182 inalterados.

183 Os valores de turbidez se mantiveram inalterados para os pontos 01 e 02. Mas nos  
 184 outros pontos houve aumento significativo de valores no período chuvoso, provavelmente  
 185 devido ao carreamento de sedimentos para os corpos hídricos.

186 O nitrogênio amoniacal total esteve em desconformidade com a legislação nos pontos  
 187 03, 04 e 05 no período chuvoso. Segundo EPA (2013), a amônia é uma das várias formas de  
 188 nitrogênio que existem em ambientes aquáticos. Ao contrário de outras formas de nitrogênio,  
 189 que podem causar a eutrofização de um corpo de água em concentrações elevadas e efeitos  
 190 indiretos sobre a vida aquática, a amônia provoca efeitos tóxicos diretos sobre os organismos.  
 191 Pois, quando a mesma está presente na água em níveis bastante altos, é difícil para os  
 192 organismos aquáticos de excretarem suficientemente a substância tóxica, levando à  
 193 acumulação de toxinas nos tecidos internos e sangue e, potencialmente, a morte.

194 As concentrações de metais na água foram, de modo geral, maiores no período  
 195 chuvoso, o que pode estar relacionado à lavagem superficial do solo pelas chuvas (Morris,  
 196 1974).

197 A maior detecção de alguns metais no período chuvoso, de ser explicado pelo  
 198 carreamento desses metais das localidades próximas para o córrego. Pois, no perímetro  
 199 urbano, as redes de drenagem de superfícies urbanas são fontes conhecidas de metais pesados  
 200 e de outros contaminantes (Bollmann & Marques, 2006). Considerando que os metais podem  
 201 ser carreados para os recursos hídricos pelas águas pluviais, é possível ter ocorrido um  
 202 acúmulo desses na superfície da microbacia durante a época de estiagem e no período  
 203 chuvoso os mesmos foram carregados pela água para os córregos, resultando no aumento dos  
 204 seus níveis.

205 Já no meio rural, a agricultura constitui uma das mais importantes fontes não pontuais  
 206 de poluição por metais em corpos d'água. Sendo que as principais fontes liberadoras são os

207 fertilizantes, pesticidas, preservativos de madeira e dejetos de produção intensiva de bovinos,  
208 suínos e aves (Lima, 2013). Além do mais, segundo Pedrozo e Lima (2001) os resíduos  
209 sólidos, como o lixo doméstico e aqueles procedentes da agricultura em processos de  
210 compostagem são fontes riquíssimas de elementos metálicos. O lixiviado oriundo desses  
211 processos é rico em metais, os quais também são carregados para os rios pelo escoamento de  
212 águas superficiais provenientes das chuvas, o que pode ter contribuído para o aumento  
213 observado.

214 Como pode se observar, não foram detectadas concentrações de Cádmio (Cd) e Níquel  
215 (Ni) em nenhuma das amostras, estando este último presente apenas no P4 na segunda coleta.  
216 No entanto, as concentrações de Zinco (Zn) acima do limite permitido ocorreram no ponto P1,  
217 P4 e P6 na primeira campanha e em P4, P5 e P6 na segunda. De acordo com Santos (2009), a  
218 CL50:96h estimada para lambaris (*Astyanax bimaculatus*) foi  $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de Zn na água. Onde  
219 CL50 (Concentração Letal Cinquenta) é a concentração de um agente num meio que causa  
220 mortalidade em cinquenta por cento (50%) da população exposta, durante um determinado  
221 período de tempo.

222 O Cobre (Cu) esteve ausente na Coleta 1 (período seco), mas apresentou  
223 concentrações acima do limite permitido em todos os pontos da Coleta 2 (período chuvoso),  
224 com exceção de P1, podendo causar toxicidade à biota. Campagna *et. al* (2008) encontrou  
225 como menor concentração letal para indivíduos juvenis de *D. rerio*  $20,0 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{Cu}\cdot\text{L}^{-1}$  e  
226  $\text{CL50:96h} = 73,83 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{Cu}\cdot\text{L}^{-1}$ . No entanto, sabe-se que os organismos jovens são geralmente  
227 mais sensíveis às substâncias tóxicas do que os adultos (Alves, 2010).

228 O Chumbo (Pb) foi detectado apenas nos pontos P1 e P4, no período chuvoso, em  
229 concentrações acima do permitido. Os resultados dos estudos de Offem e Ayotunde (2008)  
230 mostraram que concentrações de Pb superiores a  $0,19 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e  $0,30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  podem ser  
231 potencialmente nocivo para *Daphnia magna* e *Cyclop spp* respectivamente.

232 As concentrações de Cromo (Cr) foram encontradas somente nos pontos P4, P5 e P6  
233 da segunda coleta, estando até cerca de dezesseis vezes acima do máximo permitido para a  
234 Classe 2. O estudo sobre a toxicidade aguda do Cromo III para *Daphnia similis* realizado por  
235 Freitas e Melnikov (2011) apresentou  $\text{CL50:48h} = 3,24 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e concentração mínima que  
236 não demonstrou qualquer toxicidade igual a  $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

237 As concentrações de Ferro (Fe) em geral ultrapassaram o limite nas duas coletas,  
238 exceto do P1 e P2 na Coleta 1 e do P6 na Coleta 2. Esse elemento é um dos metais mais  
239 abundantes na terra e essencial para todos os organismos, mas em excesso é tóxico. (Bury &  
240 Grosell, 2003). Abdullah *et al.* (2007) encontrou em seu estudo com *Labeo rohita* como  
241 concentração letal (100% de mortalidade) de  $87,02 \pm 1.41 \text{ mg Fe}\cdot\text{L}^{-1}$  e  $\text{CL50:96h} = 54,30$   
242  $\pm 3.37 \text{ mg Fe}\cdot\text{L}^{-1}$

243 O Manganês (Mn) foi encontrado em concentrações acima do limite permitido apenas  
244 no ponto 5 do período seco e, em todos os pontos de amostragem do período chuvoso.  
245 Ensaios de toxicidade com *Megalonias nervosa* e *Lampsilis siliquoidea* estimaram valores  
246 de  $\text{CL50:96h} = 31,5 \text{ mg Mn}\cdot\text{L}^{-1}$  e  $43,3 \text{ mg Mn}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivamente. (USEPA, 2010).

247 Ressalta-se que Souza (2007) registrou altas concentrações de metais no Córrego  
248 Água Boa, que teve sua água de sua nascente classificada como PÉSSIMA em 60% das  
249 amostragens, e dos pontos 2, 3 (montante e jusante ao abatedouro de aves) e 4 (foz no Rio  
250 Dourados) como PÉSSIMA em 90% das campanhas.

251 Cabe lembrar que a elevada concentração de metais na água, sedimentos e organismos  
252 aumenta a vulnerabilidade da saúde humana por meio da bioacumulação. Essa resulta na  
253 contaminação por metais pesados através de duas rotas: beber água contaminada que passou  
254 por tratamento inadequado, expondo a população à ingestão de metais em doses toleráveis, ou  
255 a ingestão através de alimentos contaminados, como por exemplo, peixe (Chiba *et al.*, 2011).

256 Em relação aos bioensaios, como pode ser observado na tabela 05, o limite de 10% de  
257 mortalidade no controle foi assegurado para garantir a qualidade dos testes agudos.

258 Os pontos P3, P4, P5 e P6 não apresentaram traços de toxicidade aguda, apesar das  
259 concentrações de metais pesados acima dos limites permitidos pela legislação brasileira, além  
260 da baixa concentração de OD em P3, P4 e P5 e da alta concentração de Amônia em P3, P4 e  
261 P5 no período chuvoso. Cabe lembrar que a alta dureza pode ter diminuído o efeito tóxico dos  
262 metais nos organismos em estudo, uma vez tem sido reconhecido que a toxicidade de alguns  
263 metais pesados para peixes de água doce é reduzida em águas duras (Pascoe *et al.* 1986).

264 Contudo, a nascente (P1) apresentou indício de toxicidade as *Daphnias* em ambos os  
265 períodos. Provavelmente devido aos problemas de desmatamento de sua mata ciliar e de  
266 habitações próximas a ela, o que aumenta a chance de contaminação da mesma. Segundo  
267 Krupek e Felski (2006), a destruição da mata ciliar altera o índice de luminosidade incidente,  
268 a composição química e a temperatura da água, interferindo diretamente sobre as diferentes  
269 espécies ali encontradas, além de não reter poluentes e sedimentos que chegam aos cursos  
270 d'água.

271 Já o ponto 2 (área urbana) apresentou efeitos tóxicos agudos aos organismos *D. rerio*  
272 em ambos os períodos e indício de toxicidade para *D. similis* na segunda coleta, o que pode  
273 ser atribuído ao recebimento clandestinos de efluentes domésticos. Uma vez que os sistemas  
274 de águas residuais domésticos recebem muitos produtos químicos que são indevidamente  
275 descartados, incluindo cloro, solventes orgânicos e pesticidas. Sendo que, alguns sabões e  
276 detergentes comumente usados, particularmente detergentes comerciais, têm se mostrado  
277 altamente tóxicos se inadequadamente tratados antes do descarte em corpos hídricos (SETAC,  
278 2004).

279 Além disso, são comumente encontrados em águas residuais, assim como em águas  
280 superficiais do mundo todo, fármacos, produtos para cuidados pessoais, estrogênios  
281 (sintéticos e naturais) e subprodutos industriais entre outras substâncias (Sodré *et al.*, 2010).  
282 No entanto, segundo Leite *et al.* (2010) os contaminantes provenientes de fármacos (de uso  
283 humano e animal) e produtos de limpeza e de higiene pessoal, presentes nos esgotos sanitários  
284 em concentrações da ordem de microgramas por litro ou nanogramas por litro, exercem  
285 efeitos tóxicos sobre animais silvestres, tais como a desregulação endócrina.

286 Cabe ressaltar que, apesar dos valores de dureza estarem acima do valor recomendado  
287 pela norma (10 a 60 mg CaCO<sub>3</sub>), segundo Nüsslein-Volhard e Dahm, R. (2002), o *Danio*  
288 *rerio* é classificado como uma espécie de “água dura”, preferindo valores de dureza próximos  
289 a 100 mg.L<sup>-1</sup>. Também sabe-se que estes organismos se adaptam bem a diversas durezas de  
290 água (NBR 15.088:2011). Sendo assim os valores de dureza não seriam a causa da letalidade  
291 dos organismos.

292 Todavia, a toxicidade pode ter sido causada pelos efeitos do sinergismo entre os  
293 metais analisados. Wah Chu e Chow (2002) analisaram o sinergismo de 10 metais pesados e  
294 observaram o aumento da taxa de mortalidade de *Caenorhabditis elegans* mesmo que em  
295 baixas concentrações de metais. Mostrando que a determinação da concentração desses metais  
296 e os ensaios realizados com cada um deles separadamente poderiam subestimar os riscos aos  
297 organismos.

298 Deste modo, por mais que se conheçam tais situações, é muito difícil prever qual ou  
299 quais poluentes são responsáveis pela toxicidade apresentada à biota aquática. Haja vista que  
300 a toxicidade de uma amostra, nem sempre depende da presença de um único componente, mas  
301 sim da interação de diferentes tipos e condições favoráveis, que podem resultar em alterações  
302 ou sinergismos, reduzindo ou acentuando os efeitos tóxicos individuais (Meybeck & Helmer,  
303 1992).

## 304 **Conclusões**

305 Observou-se a influência da sazonalidade nos resultados obtidos, uma vez que as  
306 concentrações de DBO<sub>5,20</sub> foram maiores no período seco em comparação ao período  
307 chuvoso. Enquanto as concentrações de metais pesados foram maiores no período chuvoso do  
308 que no seco, ocorrendo ainda a detecção de outros metais no período chuvoso.

309 Além disso, notou-se maior sensibilidade do organismo *D. rerio* nos ensaios  
310 realizados em relação a *D. similis*, e que ocorreram efeitos tóxicos nos pontos na área urbana,  
311 devido à baixa qualidade da água do córrego possivelmente ocasionada pelo lançamento de  
312 efluentes domésticos sem tratamento e disposição incorreta de resíduos sólidos.

313 Recomenda-se a realização de ensaios ecotoxicológicos crônicos e de mutagenicidade  
314 ambiental, bem como análise do sedimento, uma vez que o sedimento age como um depósito,  
315 e os poluentes nele presentes podem retornar à coluna d'água e ocasionar diversos impactos  
316 ao ecossistema aquático.

317 Portanto, de modo que esses recursos se mantenham propícios ao desenvolvimento e  
318 manutenção da vida aquática, são necessários esforços tanto governamentais, quanto da  
319 comunidade habitante dessa microbacia, bem como ações corretivas e o contínuo  
320 monitoramento da toxicidade nesta bacia.

## 321 **Referências**

322 ABDULLAH, S.; JAVED M.; JAVID A. (2007) Studies on Acute Toxicity of Metals to the  
323 Fish (*Labeo rohita*). *International Journal of Agriculture & Biology*, v. 09, n. 02, p. 333-337.

324 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009) *NBR 12.713: Ecotoxicologia*  
325 *aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com Daphnia spp (Cladocera, Crustacea)*,  
326 Rio de Janeiro, Brasil, 23p.

327 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2011) *NBR 15.088: Ecotoxicologia*  
328 *aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes*, Rio de Janeiro, Brasil, 22p.

329 ALVES, S.D. (2010) *Estudo Comparativo da Sensibilidade de Dois Organismos Expostos a*  
330 *Efluentes Líquidos*. Rio de Janeiro, 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)  
331 Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

332 ANA - Agência Nacional de Águas. (2013) *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil:*  
333 *2013*. Brasília, 432p. Disponível em: < [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 03 de fevereiro de  
334 2014.

335 American Public Health Association, American Water Works Association, Water  
336 Environment Federation (2012) *Standard Methods for the Examination of Water and*  
337 *Wastewater*, 22<sup>a</sup> ed. American Public Health Association. Washington, DC, USA. 1496 pp.

338 BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. M. (2006) Influência da densidade populacional  
339 nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados  
340 em áreas com baixa cobertura sanitária. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.11, p.343-352.

341 BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. (1980) *Ecologia: educação Ambiental, ciências do*  
342 *ambiente para universitários*. São Paulo: CETESB. 80p.

343 BRASIL (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente.  
344 *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Brasília, 27p.

- 345 BRASIL. (2011) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente.  
346 *Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011*. Brasília, 9p.
- 347 BURY, N.; GROSELL, M. (2003) Iron acquisition by teleost fish. *Comp Biochem Physiol C*  
348 *Toxicol Pharmacol.* 13, p. 97-105.
- 349 CAMPAGNA, A.F.; FRACÁCIO, R.; RODRIGUES, B.K.; ELER, M.N.; FENERICH-  
350 VERANI, N.; ESPÍNDOLA, E.L.G. (2008) Effects of the copper in the survival, growth and  
351 gill morphology of *Danio rerio* (Cypriniformes, Cyprinidae). *Acta Limnol. Bras.*, vol. 20, n.  
352 3, p. 253-259.
- 353 CHIBA W.A.C, PASSERINI M.D., BAIO J.A.F, TORRES J.C., TUNDISI J.G. (2011)  
354 Seasonal study of contamination by metal in water and sediment in a sub-basin in the  
355 southeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology.* 71(4): p. 833-843.
- 356 CORRÊA, J.C.S. (2014) *Reuso de Água*. Uberlândia. 29p. Monografia (Graduação em  
357 Engenharia Química) Universidade Federal de Uberlândia.
- 358 DOMINGUES, D. F., BERTOLETTI, E. (2006) Seleção, Manutenção e Cultivo de  
359 Organismos Aquáticos. In: ZAGATTO, P. A. & BERTOLETTI, E. *Ecotoxicologia Aquática*  
360 – *Princípios e Aplicações*. São Carlos: RiMa, p. 153-184.
- 361 EPA – Environmental Protection Agency. (2013) *Aquatic Life Ambient Water Quality*  
362 *Criteria for Ammonia – Freshwater*. Disponível em: <[http:// water.epa.gov](http://water.epa.gov)> Acesso em: 24  
363 de novembro de 2014.
- 364 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2014) Disponível em: <  
365 [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa\\_dou.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/estimativa_dou.shtm)>.  
366 Acesso em: 16 de dezembro de 2014.
- 367 INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. (2014) Disponível em:  
368 <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.
- 369 KRUPEK, R A.; FELSKI, G. (2006) Avaliação da Cobertura Ripária de Rios e Riachos da  
370 Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. *Revista*  
371 *Ciências Exatas e Naturais*, V. 8, n.2, P. 179-188.
- 372 LACERDA, L. D.; CARVALHO, C. E. V.; GOMES, M. P. (1989) Nota sobre a distribuição  
373 de Mn, Zn e Cu em Siris da Baía de Sepetiba. *Revista Brasileira de Biologia*, 49 (3): 847 –  
374 849.
- 375 LEITE, G.S.; AFONSO, R.J.C.F.; AQUINO, S.F. (2010) Caracterização de contaminantes  
376 presentes em sistemas de tratamento de esgotos, por cromatografia líquida acoplada à  
377 espectrofotometria de massas tandem em alta resolução. *Química Nova*, v. 33, n.3, p. 734-  
378 738.
- 379 LIMA D.P. (2013) *Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da*  
380 *bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil*. Macapá, 147 p. Dissertação  
381 (Mestrado em Biodiversidade Tropical) Universidade Federal do Amapá.

- 382 MATO GROSSO DO SUL (2012). Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul.  
383 Conselho Estadual de Controle Ambiental. *Deliberação nº 36, de 27 de junho de 2012.*  
384 Campo Grande, 23p.
- 385 MELNIKOV, P.; FREITAS, T.C.M. de. (2011) Evaluation of Acute Chromium (III) Toxicity  
386 in Relation to *Daphnia similis*. *Journal of Water Resource and Protection*, v. 03, p. 127-130.
- 387 MEYBECK, M.; HELMER, R. (1992) An Introduction to Water quality In CHAPMAN, D.  
388 *Water quality Assessment*. Cambridge, University Press. 585p.
- 389 MORRIS, A. W. (1974) *Seasonal variation of dissolved metals in inshore waters of the*  
390 *Menai Straits*. *Marine Pollution Bulletin*, p. 54-59, 1974.
- 391 NÜSSLEIN-VOLHARD, C.; DAHM, R. (2002) *Zebrafish: a practical approach*. New York:  
392 Oxford University Press, 303p.
- 393 ODUM, E. P. (1988) *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara. 434p.
- 394 OFFEM, B.O.; AYOTUNDE, E.O. (2008) Toxicity of Lead to Freshwater Invertebrates  
395 (Water fleas; *Daphnia magna* and *Cyclop sp*) in Fish Ponds in a Tropical Floodplain. *Water,*  
396 *Air and Soil Pollution*, vol. 192, p. 39-46, doi:10.1007/s11270-008-9632-0.
- 397 PASCOE, D.; EVANS, S. A.; WOODWORTH, J. (1986) Heavy metal toxicity to fish and the  
398 influence of water hardness. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 15, 481-487.
- 399 PEDROZO; M.F.M.; LIMA, I.V. (2001) *Ecotoxicologia do cobre e seus compostos*.  
400 Salvador: CRA, 128p.
- 401 PEREIRA, N.A. (2007) *Subsídio às Políticas de Atuação Meio Ambiente Urbano: Bacia do*  
402 *Córrego Água Boa, Dourados – MS*. Aquidauana, 113p. Dissertação (Mestrado em  
403 Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- 404 RUBINGER, C.F. (2009) *Seleção de Métodos Biológicos para a Avaliação Toxicológica de*  
405 *Efluentes Industriais*. Belo Horizonte, 71p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio  
406 Ambiente e Recursos Hídricos) Universidade Federal de Minas Gerais.
- 407 SANTOS, D.C.M. (2009) *Toxidez Aguda do Zinco em *Lambaris Astyanax aff. bimaculatus**  
408 *(Linnaeus, 1758)*. Viçosa, 125p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) Universidade  
409 Federal de Viçosa.
- 410 SANTOS, G.N; CRISTALDO, P.F; ARCE, C.M; SILVA, A.L.L; NAKAGAKI, J.M. (2007)  
411 *Composição e Distribuição de Larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) nos Córregos*  
412 *Curral de Arame e Água Boa, Dourados, MS*. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil,  
413 Caxambu. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br>>. Acesso em: 15 de fevereiro de  
414 2014.
- 415 SCARAMAL, K. (2005) *Qualidade das Águas do Córrego Água Boa em Relação a Efluentes*  
416 *Industriais*. Dourados, 28p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade  
417 Estadual de Mato Grosso do Sul.

- 418 SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry. (2004) *Technical issue paper:*  
419 *Whole Effluent Toxicity Testing*. Pensacola, 4p. Disponível em: <www.setac.org> Acesso em  
420 19 de dezembro de 2014.
- 421 SILVA, D.D. da; PRUSKI, F.F. (2005) *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais,*  
422 *econômicos e sociais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre:  
423 Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 659p.
- 424 SODRÉ F.F.; LOCATELLI M.A.F.; JARDIM W.F. (2010) Occurrence of Emerging  
425 Contaminants in Brazilian Drinking Waters: A Sewage-To-Tap Issue. *Water Air Soil*  
426 *Pollution* 206, p. 57-67.
- 427 SOUZA, R. A. de. (2007) *Avaliação de Metais em Águas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio*  
428 *Ivinhema, Mato Grosso do Sul*. Campo Grande, 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias  
429 Ambientais) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- 430 USEPA - United States Environmental Protection Agency. (2010) *Final Report on Acute and*  
431 *Chronic Toxicity of Nitrate, Nitrite, Boron, Manganese, Fluoride, Chloride and Sulfate to*  
432 *Several Aquatic Animal Species*. EPA 905-R-10-002, Chicago, 174p.
- 433 WAH CHU K., CHOW K.L. (2002) Synergistic toxicity of multiple heavy metals is revealed  
434 by a biological assay using a nematode and its transgenic derivative. *Aquatic Toxicology*.  
435 61(1): 53-64.
- 436 ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (2006). *Ecotoxicologia aquática*. Princípios e  
437 aplicações. São Carlos: Rima, 464p.

### **3.1. ORIENTAÇÕES AOS AUTORES – REVISTA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

#### **1. Objetivo**

O presente regulamento objetiva uniformizar a apresentação das contribuições a serem encaminhadas para publicação na Revista Engenharia Sanitária e Ambiental.

#### **2. Formas de contribuição**

2.1 As formas de contribuição são:

- Artigo Técnico
- Nota Técnica
- Revisão da Literatura
- Discussão de Nota Técnica, Artigo Técnico ou Revisão da Literatura

2.2. Artigo Técnico é uma exposição completa e original, totalmente documentada e interpretada, de um trabalho de relevância.

2.3. Nota Técnica corresponde a um trabalho sumário podendo corresponder a:

- artigo com resultados ainda parciais
- considerações sobre aspectos pouco abrangentes da área
- desenvolvimento de considerações técnicas relativas a algum aspecto da engenharia sanitária e ambiental
- alguma outra abordagem sumária pertinente, a juízo dos Editores.

2.4. Revisão da Literatura corresponde a um artigo no qual é levantado o estado da arte de algum tema relevante e inovador na área de engenharia sanitária e ambiental, cuja abordagem deve ser suficientemente crítica e capaz de identificar avanços, lacunas e desafios científicos no tema, à luz da literatura nacional e internacional. Trabalhos de revisão sistemática e meta-análise podem ser incluídos nessa categoria de artigo.

2.5. Discussão é uma avaliação crítica ou ampliação do conteúdo de uma Nota Técnica, Artigo Técnico ou Revisão da Literatura publicado na Revista. As discussões serão publicadas, sempre que possível, conjuntamente com a resposta do(s) autor(es). A Revista tem como linha editorial o incentivo à publicação de artigos de discussão.

2.6 Não serão aceitos relatórios, traduções e nem artigos já publicados ou submetidos a publicação em outros veículos, ou que impliquem em promoção comercial de determinada marca, produto ou empresa.

### **3. Encaminhamento das contribuições**

3.1. A inscrição de contribuições será feita por meio do sistema de Envio de Artigos que estará disponível no portal da ABES na Internet, [www.abes-dn.org.br](http://www.abes-dn.org.br), até o final do ano de 2010. Enquanto o sistema não estiver disponível, a remessa deve ser para o endereço eletrônico [resa@abes-dn.org.br](mailto:resa@abes-dn.org.br). Não serão aceitas inscrições por fax.

3.2. Autores devem usar o acesso “Submeter Artigo” constante do menu do Portal da Revista quando da submissão de suas contribuições.

3.3. Para cada contribuição submetida, deverá ser preenchida a Ficha com os dados da Contribuição que se abre automaticamente quando do acesso em Submeter Artigo. Todos os campos da Ficha devem ser criteriosamente preenchidos, sem exceção. Recomenda-se o fornecimento de endereço eletrônico pessoal e que não solicite visualização de senha para envio.

3.4. As contribuições podem ser submetidas em português ou em inglês.

3.5. Autores poderão acompanhar o processamento das suas contribuições pelo Portal da Revista, acessando “Meus Artigos” no menu do Portal.

### **4. Formato das contribuições**

4.1. As contribuições devem ser preparadas pelos autores no formato “.doc” usando o recurso de numeração de linhas do Microsoft Word (Arquivo – Configurar página – Layout – Números de linha – Numerar linhas – Contínua - OK – OK).

4.2 As contribuições devem ser enviadas no formato “.doc” pelo sistema de Envio de Artigos.

4.3. Após o processo avaliativo as contribuições aprovadas para publicação deverão sofrer correções e ser enviadas em sua versão final no formato “.doc” para diagramação.

4.4. Poderão ser incluídos figuras, gráficos e ilustrações, desde que o tamanho do arquivo não ultrapasse 2 MB.

4.5. O texto integral do artigo não poderá exceder 12 (doze) páginas para Artigo Técnico e Revisão da Literatura e 8 (oito) páginas para Nota Técnica e Discussão, atendendo ao formato estabelecido nos itens a seguir.

4.6. O Artigo Técnico e a Nota Técnica deverão seguir a seguinte sequência de apresentação:

- Título do artigo em português e em inglês
- Nome do(s) autor(es)
- Currículo resumido(s) do(s) autor(es) em no máximo três linhas
- Endereço para correspondência (profissional)
- Resumo em português (10 linhas) e em inglês (10 linhas)
- Palavras-chave em português e em inglês

- Título resumido do artigo em português (até 60 caracteres) para o cabeçalho
- Texto do artigo (sem divisão em colunas)
- Referências
- Anexos (se houver)

4.6.1 – Agradecimentos, se houver, deverão ser incluídos somente na versão final do artigo aprovado para publicação.

4.7. O texto deverá ser formatado para um tamanho de página A-4, com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5cm. As páginas deverão ser devidamente numeradas. Deve ser empregada fonte Times New Roman, corpo 12, exceto no título que deverá ter corpo 16. O espaçamento entre as linhas deverá ser simples.

4.8. Após o título deverão aparecer o nome, formação e cargo atual do(s) autor(es), centralizados. No caso de mais de um autor, cada nome deverá iniciar em uma nova linha. Em seguida deverão constar endereço, telefone, fax e endereço eletrônico do primeiro autor.

4.9. O corpo do artigo deve ser organizado segundo um encadeamento lógico, segundo subtítulos “Introdução”, “Metodologia”, “Resultados”, “Discussão”, “Conclusões” e “Referências”. Na redação não deve ser empregada a primeira pessoa e o estilo a ser adotado deve ser objetivo e sóbrio, compatível com o recomendável para um texto científico.

4.10. Deverá ser evitada a subdivisão do texto em um grande número de subtítulos ou itens, admitindo-se um máximo de cabeçalhos de terceira ordem.

4.11. O conteúdo do trabalho deve ser submetido a criteriosa revisão ortográfica.

4.12. Termos grafados em itálico ou negrito poderão ser utilizados no corpo do artigo.

4.13. As discussões deverão ser submetidas no máximo até 6 (seis) meses após a publicação do Artigo, Nota Técnica ou Revisão da Literatura.

## **5. Figuras e ilustrações**

As figuras e ilustrações devem observar os seguintes critérios:

5.1. Os arquivos das figuras e ilustrações, sem bordas ao redor, devem ser inseridas no arquivo do texto, de maneira que possam ser editados através do MS Word for Windows.

5.2. Os textos e legendas não devem ficar muito pequenos ou muito grandes em relação à figura.

5.3. As figuras devem ser intercaladas nos locais apropriados, e apresentar um título.

5.4. A inclusão de fotografias não é aconselhável; porém se os autores julgarem que são importantes para esclarecer aspectos relevantes do artigo, deverão ser inseridas em resolução mínima de 300 dpi.

5.5. Todos os gráficos, desenhos, figuras e fotografias devem ser denominados de “Figura”, e numerados sequencialmente em algarismos arábicos. Toda figura deve ser mencionada no texto.

5.6. O número e título da Figura deve ser colocado imediatamente abaixo da figura. O título deve ser claro e autoexplicativo.

5.7. As páginas internas da Revista são impressas em uma só cor, não sendo permitida, portanto a adoção de cores na diferenciação das variáveis nos gráficos e diagramas.

## **6. Quadros e tabelas**

Os quadros e tabelas deverão atender os seguintes critérios:

6.1. Os quadros e tabelas devem ser claros e objetivos, sem linhas de grade. As unidades correspondentes a todos os termos usados devem ser claramente identificadas.

6.2. Todos os quadros ou tabelas devem ser denominados “Quadro” ou “Tabela”, numerados sequencialmente em algarismos arábicos e mencionados no texto.

6.3. Cada quadro e tabela, além da numeração, deve possuir um título. O número e o título devem ser colocados centralizados, imediatamente acima do quadro ou tabela. O título deve ser claro e autoexplicativo.

6.4. Um quadro e uma tabela não poderão ser maiores do que uma folha A-4.

6.5. Quadros e tabelas devem aparecer, preferencialmente, intercaladas nos locais apropriados do texto, a critério do autor.

6.6. As páginas internas da Revista são impressas em uma só cor, não sendo permitida, portanto a adoção de cores na diferenciação das variáveis nos quadros e tabelas.

## **7. Equações**

As equações podem ser editadas pela equipe responsável pela diagramação. Portanto, os seguintes critérios devem ser satisfeitos:

7.1. As equações devem ser claras e legíveis, e serem escritas com a mesma fonte do corpo do texto, sem a utilização de itálico ou negrito.

7.2. As equações e fórmulas devem ser denominadas de “Equação” e numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. A numeração à direita da equação deve ser entre parênteses. Todas as equações devem ser mencionadas no texto.

7.3. Todos os símbolos usados devem ser definidos imediatamente após a equação (caso não tenham sido definidos anteriormente), incluindo as suas unidades ou dimensões.

## **8. Unidades**

8.1 Todas as unidades mencionadas no texto, tabelas, quadros e figuras devem ser expressas de acordo com o Sistema Internacional de unidades (SI).

8.2 Deve-se evitar o uso da barra de fração na expressão das unidades. Exemplo: Ao invés de mg/L ou m<sup>3</sup>/s, deve-se utilizar mg.L<sup>-1</sup> e m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

## 9. Referências

As referências citadas no texto e listadas ao final do artigo deverão estar de acordo com a norma NBR 6023/2002. A título de esclarecimento são apresentadas algumas diretrizes:

9.1. As referências citadas no texto devem conter o sobrenome do (s) autor (es), em caixa baixa, seguido pelo ano da publicação, observando-se os seguintes critérios:

9.1.1. Quando houver mais de um trabalho, as citações devem ser em ordem alfabética.

9.1.2. Trabalhos com mais de três autores devem ser referenciados ao primeiro autor, seguido por “*et al.*” (em itálico e com ponto).

9.1.3. Quando houver mais de uma publicação do mesmo autor, no mesmo ano, o ano da publicação deve ser seguido dos componentes “a, b, c...”, em ordem alfabética. Exemplos: ... estudos efetuados por Silva (1994a, 1994b) e por Machado et al. (1995a) revelaram...; ... estudos recentes (Souza, 1993; Silva, Wilson e Oliveira, 1994; Machado et al., 1995b) revelaram...

9.2. Ao final do trabalho deverá ser apresentada uma lista de todas as referências citadas no texto, de acordo com os seguintes critérios, entre outros:

9.2.1. As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, de acordo com o sobrenome do primeiro autor.

9.2.2. Devem ser referenciados todos os autores (independentemente do número de autores), pelo sobrenome seguido pelas iniciais de cada autor, separados por vírgulas. Exemplo: SMITH, P.J.; WATSON, L.R.M.; GREEN, C.M...

9.2.3. O título do periódico referenciado deverá ser apresentado em itálico. As indicações de volume, número e página deverão ser identificados pela letra inicial (“v”, “n” ou “p”), seguida de ponto. Não devem ser utilizadas aspas antes e depois do título do trabalho. Exemplo: JEWELL, W.J.; NELSON, Y.M.; WILSON, M.S. (1992) Methanotrophic bacteria for nutrient removal from wastewater: attached film systems. *Water Environment Research*, v. 64, n. 6, p. 756-65.

9.2.4. O título do livro deve ser apresentado em itálico. Devem ser incluídos a edição, o local, a editora, o número de páginas e a data: Exemplo: FRANÇA, J.L.; VASCONCELOS A. C. (2007) *Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 8 ed. Belo Horizonte. Ed. UFMG, 255 p.

9.2.5. Em capítulos de livros e trabalhos de congressos, a obra principal (título do livro ou denominação do congresso) é referenciado em itálico e vem precedida da expressão “In”.

Exemplos: Anais - CAIXINHAS, R.D (1992). Avaliação do impacto ambiental de empreendimentos hidro-agrícolas. In: *V Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Anais... Lisboa: APRH, p, 203-11.

Capítulo de Livro - KUKOR, J.J.; OLSEN, R.H.; IVES, K. (1989). Diversity of toluene degradation following exposure to BTEX in situ. In: KAMELY, D.; CHAKABARTY, A.; OLSEN, R.H. (EDS.) *Biotechnology and Biodegradation*. Portfolio Publishing Company, The Woodlands, E.U.A., 405-421.

## **10. Julgamento**

10.1. Após avaliação prévia realizada pelos Editores da Revista, se considerado pertinente, cópias da contribuição, sem identificação dos autores, serão enviadas a pelo menos dois avaliadores, especialistas da área, indicados pelos Editores.

10.2. Em qualquer etapa de julgamento do trabalho, será levadas em consideração a obediência às disposições regulamentares, o relacionamento do tema à Engenharia Sanitária e Ambiental, adequação do título, do resumo e das palavras-chave, existência de encadeamento lógico, ineditismo, e qualidade da contribuição.

10.3. Na análise dos editores e dos avaliadores a contribuição será classificada segundo uma das seguintes categorias:

- Aceito, sem modificações;
- Aceito, com sugestão de revisões;
- Devolvido, com sugestões de revisões e incentivo a nova submissão e
- Recusado.

## **11. Comunicação aos autores**

O autor principal será comunicado do resultado da avaliação. Os autores dos artigos recusados receberão as devidas explicações.

## **12. Responsabilidades e direitos**

O conteúdo dos artigos são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es). Os autores que encaminharem seus artigos cedem à ABES os respectivos direitos de reprodução e/ou publicação. Os casos omissos serão resolvidos pelos editores do periódico.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do presente estudo permitiram observar que as análises físicas e químicas da água auxiliaram na caracterização do ambiente aquático. No entanto, não foi possível correlacionar a toxicidade ocorrida com alguma substância, pois no ambiente aquático pode haver uma quantidade muito maior de compostos, tais como: hidrocarbonetos aromáticos, agrotóxicos e outros metais que não foram avaliados neste estudo.

Porém, através dos dados obtidos, foi possível caracterizar a microbacia em estudo como impactada pelas diferentes formas de intervenção antrópica, como foi verificado pela toxicidade encontrada no ponto 2 (área urbana) e pelas elevadas concentrações de metais em alguns pontos em determinados períodos de amostragem. Evidenciando a influência da sazonalidade sobre os resultados obtidos, uma vez que as maiores concentrações de metais pesados ocorreram no período chuvoso, enquanto a  $DBO_{5,20}$  se mostrou maior no período seco.

Neste sentido, deve-se realizar o contínuo monitoramento de toxicidade nesta bacia, tendo em vista que os resultados provenientes dos estudos ecotoxicológicos, assim como este, podem ser empregados como instrumento de fiscalização e subsidiar a elaboração de ações mitigadoras e preventivas de controle ambiental, garantindo a melhora de sua qualidade.

Contudo, recomenda-se a realização de ensaios de mutagenicidade ambiental e de ecotoxicológicos crônicos, uma vez que compostos tóxicos podem não causar toxicidade aguda devido estarem presentes em baixas concentrações no ambiente. Além disso, é importante realizar a análise do sedimento, uma vez que o sedimento age como um depósito, e os poluentes nele presentes podem retornar à coluna d'água e ocasionar diversos impactos ao ecossistema aquático.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, P.D. **Water Pollution Biology**. New York: John Wiley & Son, p.230. 1989.
- BAUDO, R. **Ecotoxicological testing with *Daphnia***. Instituto Italiana di Idrobiologia 45: 461-482. 1987.
- BRANCO, S.M. **Considerações sobre a Nova Legislação Brasileira de Qualidade de Águas**. Revista DAE, 49 (157): 185-187. 1989.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, 27p, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília, 9p, 2011.
- CARVALHO, A.E.F. **Análise limnológica e ecotoxicológica de sistemas lóticos e lênticos da bacia hidrográfica dos rios Itaqueri e Lobo (Itirapina/ Brotas-SP)**. São Carlos, 2011. 226p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- CHIBA, W.A.C.; PASSERINI, M.D.; TUNDISI, J.G. **Metal contamination in benthic macroinvertebrates in a sub-basin in the southeast of Brazil**. Brazilian Journal of Biology, v.71, n.2, p.391-399, 2011.
- FARIAS, M.S.S. de. **Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande.
- JARDIM, G. M. **Estudos ecotoxicológicos da água e do sedimento do Rio Corumbataí, SP**. Piracicaba, 2004. 126p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- JONSSON, C.M.; MAIA, A.H.N. Toxicidade dos herbicidas clomazone e quinclorac para o invertebrado aquático *Daphnia similis* na presença e ausência de sedimento. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v.9, p.145-153, 1999.
- KNIE, J.L.W.; LOPES, E.W.B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA, 288p, 2004.

MAGALHÃES, D.P.; FERRÃO FILHO, A.S. Ecologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. In: **Oecol. Bras.** 12 (3): 355-381. 2008.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Conselho Estadual de Controle Ambiental. **Deliberação nº 36, de 27 de junho de 2012.** Campo Grande, 23p, 2012.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Desenvolvimento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2008.** Campo Grande, 240p, 2009.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Desenvolvimento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2013.** Campo Grande, 160p, 2014.

MOUNT D.I.; NORBERG, T.J. A seven-day life cycle cladoceran toxicity test. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.3, 425-434, 1984.

PEREIRA, N.A. Subsídio às Políticas de Atuação Meio Ambiente Urbano: **Bacia do Córrego Água Boa, Dourados – MS.** Aquidauana, 2007. 113p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

PETTERSEN C. *et al.* **Metal speciation in a humic surface water system polluted by acidic leachates from a mine deposit in Sweden.** Water Research, vol. 27, p. 863-871. doi:10.1016/0043-1354(93)90151-7. 1993.

SCHVARTSMAN, S. **Intoxicações agudas.** 4 ed. Savier, São Paulo, 355p. 1991.

VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Ambient. soc. [online].** 1999, n.5, pp. 109-134. ISSN 1809-4422.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações.** São Carlos: Editora Rima, p.246. 2006.