

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS**

**Monyque Palagano da Rocha**

**Influência de resíduos industriais e agrícolas na qualidade da água do  
córrego Água Boa (Dourados, MS)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL**

**DOURADOS/MS  
2014**

**Monyque Palagano da Rocha**

**Influência de resíduos industriais e agrícolas na qualidade da água do  
córrego Água Boa (Dourados, MS)**

**ORIENTADORA: Profa. Dra. Kelly Mari Pires de Oliveira**

Dissertação de mestrado submetida ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia na área de concentração Ciência Ambiental

**DOURADOS/MS  
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil**

R672i Rocha, Monyque Palagado da.  
Influência de resíduos industriais e agrícolas na  
qualidade da água do córrego Água Boa (Dourados, MS)  
/ Monyque Palagano da Rocha – Dourados, MS : UFGD,  
2014.

47 f.

Orientadora: Profa. Dra. Kelly Mari Pires de  
Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia  
Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Água – Qualidade. 2. Recursos hídricos. 3.  
Resíduos industriais. I. Oliveira, Kelly Mari Pires de. II.  
Título.

CDD: 628.3



## Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Influência de resíduos industriais e agrários na qualidade da água do córrego Água Boa (Dourados, MS)”**, de autoria de **Monyque Palagano da Rocha**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

*Kelly Oliveira*

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Kelly Mari Pires de Oliveira  
(Orientadora - UFGD)  
Presidente da Banca Examinadora

*Jacinta Sanchez Pelayo*

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Jacinta Sanchez Pelayo  
Membro Examinador (UEL)

*Jorge Raposo Jr*

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jorge Luiz Raposo Júnior  
Membro Examinador (UFGD)

*Maricy Raquel Lindenbah Bonfá*

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Maricy Raquel Lindenbah Bonfá  
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 24 de abril de 2014.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos, que foram fundamentais em todos os momentos de minha vida, dando-me força para que eu concluísse meu mestrado.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela oportunidade de aprendizado e superação, me proporcionando saúde, equilíbrio e sabedoria para vivenciar e superar os momentos difíceis.

À orientadora Professora Dra. Kelly Mari Pires de Oliveira, pela orientação científica e por contribuir enormemente com minha formação profissional e pessoal. Obrigada pela confiança e pelas oportunidades de aprendizado e pelos valiosos conselhos nestes dois anos.

A Universidade da Grande Dourados juntamente com o programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, pelo apoio estrutural e científico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de Mestrado durante o período de estudo.

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect).

À técnica Ms. Fabiana Gomes da Silva, que me ajudou com as técnicas laboratoriais e sempre esteve a minha disposição quando precisei. Obrigada pelos conselhos e apoio no decorrer desses dois anos.

À Professora Dra. Alexeia Barufatti Grisolia pelo apoio na elaboração de meu projeto de pesquisa. Mesmo tendo uma agenda sempre concorrida, esteve disposta a ajudar sempre que necessitei. Obrigada pelo incentivo, para que não desanimasse e me dispusesse sempre a estudar e aprender mais.

Ao professor Dr. Gustavo Graciano Fonseca por ceder a aparelhagem do Laboratório de Análises Químicas de Alimentos (LANAQ).

Aos meus amados familiares, pais e irmã, meus grandes exemplos de vida e superação, que com amor incondicional me incentivaram e me apoiaram em todos os momentos e decisões na minha vida. À Jaci Palagano da Rocha, mas que uma mãe, minha melhor amiga, mulher forte e de grandes virtudes que tanto amo. Com conhecimento e sabedoria educou-me e ensinou-me a respeitar e amar o próximo. Obrigada pelo incentivo, por nunca me deixar desanimar, pelas conversas e discussões construtivas que sempre me guiam. Ao meu pai Antonio Monteiro da Rocha, com seu jeito singular, e de poucas palavras, no qual me espelhei para sempre encarar as adversidades da vida com força e determinação, ser perseverante e nunca desistir de nossos sonhos e objetivos.

Ao Willian Miyai Majolo, que sempre esteve ao meu lado alegre e compreensivo, seu apoio foi fundamental frente às dificuldades, sendo um amigo incondicional e inseparável. Obrigada pelo amor e amizade, pelas conversas e pelo seu ombro amigo aturando minhas reclamações e desabafos! Agradeço por sempre estar presente em minha vida.

À Priscila Leocadia Rosa Dourado, Obrigada pela amizade, incentivo e compreensão. Agradeço pelas conversas, desabafos e companhia nas coletas, “que coletas”. E também

pelos momentos divertidíssimos que passamos juntas, entre jantinhas, rodinhas de tererés, tardes de estudos, e é claro nossas cervejadas que sempre nos renderam boas risadas. Pri, obrigada por compartilhar seus conhecimentos e me auxiliar por tantas, e tantas vezes. Levo comigo lembranças maravilhosas do nosso convívio, e dessa parceria que fizemos nesse decorrer de dois anos.

À banca examinadora Dra. Jacinta Sanchez Pelayo, Dra. Maricy Raquel Lindenbah Bonfá e Dr. Jorge Luiz Raposo Junior por aceitarem o convite e pelas valiosas correções.

**Muito Obrigado!**

## RESUMO

O Córrego Água Boa tem sua nascente localizada no Parque Antenor Martins Dourados/MS, percorre bairros da periferia sul da cidade, áreas agrícolas, o Distrito Industrial onde recebe tributários efluentes do Distrito Industrial e da empresa de saneamento de Dourados até que desemboque no Rio Dourados. Possui cerca de 21 km de extensão; Sendo assim, objetivou-se monitorar a qualidade da água deste curso por meio de parâmetros físico-químicos, químicos, limnológicos e microbiológicos no período de Dezembro de 2012 a Outubro de 2013, sendo realizada cinco coletas em três pontos distintos no Córrego Água Boa, denominados: Ponto 1 (a jusante da zona urbana), Ponto 2 (a jusante do aterro sanitário e do distrito industrial) e Ponto 3 (próximo das monoculturas e da foz no Rio Dourados). A análise microbiológica de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* seguiu-se pela técnica dos tubos múltiplos, e o resultado foi expresso pelo Número Mais Provável (NMP) por 100 mL da amostra de água. Para a avaliação de *Salmonella* spp. e *Pseudomonas* spp. houve o pré enriquecimento das amostras e após 24 horas plaqueou-as em meios seletivos diferenciais, ágar XLD para a *Salmonella* spp. e ágar Cetrimide para a *Pseudomonas* spp.. O ponto 1 de coleta foi o que apresentou as maiores concentrações tanto para coliformes totais e quanto para os termotolerantes (média 836 NMP/100mL), o ponto 3 foi o que apresentou o maior número de isolados de *Pseudomonas* spp. (7). Para os parâmetros físico-químicos e químicos o ponto 2 foi o que apresentou os maiores valores. Foi possível notar a ausência de *Salmonella* spp. em todas as coletas realizadas. Podemos concluir que as atividades antrópicas como: descarte de efluentes, resíduos domésticos e industriais e as plantações de monoculturas são as principais atividades responsáveis pela degradação deste curso d'água, e que para se alternar esse quadro, seria necessário realizar a conscientização ambiental da população douradense sobre a importância da conservação dos ambientes naturais e dos cursos d'água e fiscalizar o cumprimento das legislações federais vigentes.

**Palavras Chaves:** biomonitoramento, análises microbiológicas, metais pesados, thiamethoxan, recursos hídricos



## ABSTRACT

The Água Boa Stream has its source located in the Antenor Martins Park Dourados/MS, runs through neighborhoods of southern outskirts of the city, agricultural areas, the Industrial District that receives effluent tax the Industrial District and sanitation company of Dourados until flows into the Dourados River. It has about 21 km long; Therefore, the objective was to monitor the water quality of this course through physico-chemical, chemical, microbiological and limnology parameters in the period December 2012 to October 2013, five collections being held at three different points in the Água Boa Stream, named: Point 1 (downstream of the urban area), point 2 (downstream from the landfill and industrial district) and point 3 (near the mouth of monocultures and the Dourados River). Microbiological analysis of total coliforms, *Escherichia coli* and thermotolerant followed by the multiple tubes technique, and the result was expressed by the Most Probable Number (MPN) per 100 mL of water sample. For the evaluation of *Salmonella* spp. and *Pseudomonas* spp. was pre enrichment of the samples and after 24 hours plated on selective media to the differential XLD agar for *Salmonella* spp. and Cetrimide agar for *Pseudomonas* spp.. The collection point 1 showed the higher concentrations for both total coliforms and as for thermotolerant (average 836 MPN/100mL), point 3 was the one with the largest number of isolates of *Pseudomonas* spp. (7). The physic-chemical and chemical parameters of point 2 showed the highest values. It was possible to notice the absence of *Salmonella* spp. in all samples taken. We can conclude that anthropogenic activities such as: effluent disposal, domestic and industrial waste and monoculture plantations are the main activities responsible for the degradation of the watercourse, and that to switch this situation, it would be necessary to conduct environmental awareness Douradense population about the importance of conservation of natural habitats and streams and monitor compliance with existing federal laws.

Key words: biomonitoring, microbiological, heavy metals, thiamethoxan, water resources

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Nome</b>	<b>Pag.</b>
1	Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água do Córrego Água Boa (Dourados, MS) expressos por ponto de coleta. ....	32
2	Análise da determinação de compostos inorgânicos nas amostras de água do Córrego Água Boa expressas em médias por ponto de coleta. ....	36
3	Averiguação dos compostos orgânicos. ....	37
4	Perfil de resistência das <i>E.coli</i> isoladas do córrego Água Boa. ....	45
5	Perfil de resistência das <i>Pseudomonas</i> spp. isoladas do córrego. ....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Nome</b>	<b>Pag.</b>
1	Mapa ilustrativo do Estado de Mato Grosso do Sul, delimitando o território do município de Dourados, o perímetro urbano e os pontos de coleta no Córrego Água Boa (Dourados MS). .....	25
2	Valores estimados de milímetros (mm) de chuva no decorrer de um mês antes das coletas de água realizadas no córrego Água Boa (EMBRAPA, 2014). .....	34
3	Valores de clorofila <i>a</i> (mg cm <sup>-2</sup> ) extraídos da comunidade perifítica expressos em média por ponto de coleta. ....	34
4	Presença de Coliformes Totais (NMP/100 mL) nas cinco coletas realizadas no Córrego Água Boa, nos pontos 1, 2 e 3. O símbolo (●) representa a presença de <i>E. coli</i> . .....	39
5	Resultados da média de coliformes totais e coliformes termotolerantes em NMP/100 mL, das cinco coletas realizadas. ....	40
6	Isolados de <i>Pseudomonas</i> spp. apresentados por ponto e coleta. ....	42

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELA .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURA .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Objetivo Especifico .....</b>	<b>11</b>
<b>3. CAPÍTULO 1 – Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. A ocupação desordenada do meio ambiente .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. A disponibilidade e a qualidade da água .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Ferramentas para o Biomonitoramento .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4. Referências .....</b>	<b>18</b>
<b>5. CAPÍTULO II - Influência de resíduos industriais e agrários na qualidade da água do córrego Água Boa (Dourados, MS) .....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>21</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>22</b>
<b>2. Materiais e Métodos .....</b>	<b>24</b>
<b>3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>32</b>
<b>4. Conclusão .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Agradecimentos .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Após a década de 90, com o crescente desenvolvimento populacional, industrial e agrário, houve um drástico aumento no consumo dos recursos naturais (matéria-prima) em busca de suprir as necessidades humanas. Os resíduos sólidos e líquido provenientes desse desenvolvimento, são muitas vezes descartados de formas inadequadas no ambiente, principalmente em cursos d'água, interferindo assim na qualidade natural dessa água.

A água doce é um elemento essencial ao abastecimento humano, ao desenvolvimento das atividades industriais e agrícolas, e vital ao ecossistema vegetal e animal. As alterações nas características naturais da água podem ser geradas pela introdução de elementos indesejáveis, como os subprodutos das atividades humanas como resíduos sólidos, os agroquímicos e o descarte de esgotos e efluentes urbanos industriais.

Para se avaliar as interferências que as atividades humanas exercem no ambiente aquático, mananciais hídricos e cursos d'água, é preciso adotar um conjunto de ferramentas que nos possibilitem biomonitorá-lo e mostrar as alterações que a água recebe pela ação antrópica como: os parâmetros físico-químicos (temperatura, condutividade elétrica, saturação de oxigênio e pH), químicos (compostos orgânicos), limnológicos (clorofila *a*) e microbiológicos (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Pseudomonas* spp.).

O planejamento dos recursos naturais, como o uso da água, envolve medidas de mitigação, prevenção e ações de manejo para conservação dos ambientes aquáticos. O Estado de Mato Grosso do Sul se destaca por ser rico em recursos hídricos, onde se faz necessário ressaltar a importância da conservação dos cursos d'água para que a presente e as futuras gerações possam usufruir do mesmo. Assim, buscamos monitorar um curso d'água pertencente ao município de Dourados MS, que nasce em seu perímetro urbano, percorrer toda a periferia sul o e Distrito industrial até desaguar no rio Dourados. Fez-se necessário biomonitorar o córrego Água Boa por meio de análises físico-químicas, químicas e microbiológicas para se avaliar os principais impactos que a agricultura e o distrito industrial exercem sobre a qualidade da água deste córrego.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Monitorar o córrego Água Boa utilizando-se análises físico-químicas, químicas e microbiológicas para avaliar o impacto da agricultura e do Distrito Industrial sobre a qualidade da água do córrego estudado.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as condições físico-químicas e limnológicas da água do córrego Água Boa;
- Analisar a presença de compostos inorgânicos e agroquímicos no córrego;
- Pesquisar Coliformes Totais, Termotolerantes, *E. coli*, *Salmonella* spp. e *Pseudomonas* spp. na água do córrego;
- Identificar o perfil de resistência dos microrganismos isolados;
- Correlacionar os parâmetros analisados com as interferências industriais e agrícolas que o córrego recebe.

### **3. CAPÍTULO I**

#### **Revisão da literatura**

### **3.1 A ocupação desordenada do meio ambiente**

Uma paisagem pode ser compreendida como um conjunto heterogêneo estruturado por várias unidades interativas agrupadas em um mesmo local. O grupo de unidades interativas de uma paisagem é formado por ecossistemas, tipos de cobertura, uso e ocupação do território. Existem três fatores que definem os limites entre grupos interativos de uma paisagem, sendo: o ambiente abiótico, as perturbações naturais e as antrópicas (Metzger, 2001).

Segundo Chaves et al. (2012), as alterações ambientais, provocadas por ações humanas podem modificar o equilíbrio ambiental dos mananciais hídricos e cursos d'água. A ocupação inadequada de locais próximos aos mananciais promove o lançamento de resíduos e o uso desordenado das águas pode comprometer de forma irreversível a estabilidade físico-química e o equilíbrio ecológico desses corpos d'água.

De acordo com a Resolução CONAMA N°01/1986, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Dessa forma, os ecossistemas aquáticos, nas últimas décadas, têm sido alterados por diversas atividades antrópicas, como por exemplo: uso do solo de forma inadequada, lançamento de esgotos domésticos e industriais, exploração da pesca predatória, mineração, entre outros. Em resposta a essas atividades inadequadas, ocorre uma desestruturação do ambiente físico, químico e biológico, acarretando na perda da qualidade da água e sua biodiversidade aquática (Goulart e Callisto, 2003; Livingstone, 1998).

A vulnerabilidade dos recursos hídricos é enfatizada pela Agenda 21, quando assinala que , “à medida que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países estão atingindo rapidamente condições de escassez da água ou se defrontando com limites para o desenvolvimento econômico” (Rios e Irigaray, 2005).



### **3.2 A disponibilidade e a qualidade da água**

Cerca de 97,13% das águas do mundo são salgadas e apenas 2,87% são doce, sendo que destas: 78,05% estão imobilizadas em geleiras, 21,32% no subsolo e apenas 0,63% estão disponíveis em lagos, rios e atmosfera. No Brasil encontram-se 11,6% destas águas, sendo que: 80% delas concentram-se na Amazônia, onde vivem 5% da população brasileira, e os 20% restante abastecem 95% da população brasileira (Benedetti, 2013).

A água doce é um elemento essencial ao abastecimento do consumo humano, ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas e é de importância vital a todos os ecossistemas (Rebolças et al., 2006). O crescimento da utilização dos recursos hídricos, segundo Mota (1997), tem resultado em problemas, não só de carência, como também na degradação da sua qualidade. Gradella et al. (2006), enfatizam que nas últimas décadas tem se verificado uma diminuição quantitativa e qualitativa das águas superficiais, fato que pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, estando diretamente ligado ao desequilíbrio averiguado nesses ambientes.

Embora sejam diversas as modalidades de uso da água, elas podem ser agrupadas em duas categorias: usos consultivos e não consultivos. No consultivo estão as modalidades de uso nas quais há efetivo consumo de água, ou em que o retorno da água captada ao manancial é pequeno, ou ocorre após significativa alteração de sua qualidade decorrido a algum tempo; já os usos não consultivos são aqueles que não implicam o consumo da água, ou consumo inexpressivo dela, que é mantida ou retorna aos mananciais sem alteração de sua qualidade (Rios e Irigaray, 2005).

A poluição hídrica caracteriza-se pela alteração da condição natural da água pela introdução de elementos indesejáveis, subprodutos das atividades humanas, sendo atualmente encarada sob dois aspectos: o ecológico (qualquer alteração no ecossistema, que danifique a interação do homem com o meio) e o sanitário (qualquer modificação nas qualidades químicas, físicas ou biológicas da água que afetem diretamente o homem ou prejudiquem a sua utilização por ele), (Silveira e Sant'na, 1989).

A água pode ser perfeitamente limpa, inodora, insípida e ainda constituir-se em água imprópria para o consumo. Os contaminantes que poluem a água são classificados

em três categorias: químicos orgânicos (biodegradáveis ou persistentes: proteínas, gorduras, hidratos de carbono, ceras, solventes entre outros) e os inorgânicos (ácidos, alcoóis, tóxicos, sais solúveis ou inertes); físicos (radioatividade, calor, modificação do sistema terrestre pela movimentação das terras) e biológicos (microscópicos como vírus, bactérias, protozoários, helmintos (platelmintos e nematelmintos) e as algas, macroscópicos como animais e plantas não pertencentes ao habitat natural (espécies exóticas), (Pelczar, 1997).

A poluição da água resulta da introdução de resíduos na forma de matéria ou energia, tornando-a prejudicial ao homem e a outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso estabelecido por lei. Quando a poluição resulta em um prejuízo à saúde do homem, diz-se que a mesma está contaminada. Uma água está contaminada quando contém um número elevado de microrganismos patogênicos ou substâncias químicas e radioativas, que podem causar doenças e ou morte ao homem (Mota, 1997).

Se as águas residuais não forem adequadamente tratadas, os efluentes gasosos e líquidos, bem como os resíduos sólidos, podem provocar odor desagradável, contaminação dos corpos de água superficiais, do solo e dos lençóis de água subterrâneos, proliferação de vetores de doenças e degradação da biodiversidade aquática (Ganem, 2007).

### **3.3 Ferramentas para o monitoramento de contaminantes ambientais**

A água é indispensável para diversas atividades humana, como abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação. A poluição das águas é gerada por efluentes domésticos (poluentes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias); efluentes industriais (poluentes orgânicos e inorgânicos dependendo da atividade industrial); poluentes agrícolas (advindos da drenagem dessas áreas contendo fertilizantes, defensivos agrícolas, fezes de animais e material em suspensão (Beló et al., 2010).

A alteração física da paisagem (estrutura de habitat) por lançamentos de efluentes e dejetos oriundos dessas alterações causam a eutrofização de córregos e lagos devido a altas taxas de nutrientes (Carpenter et al., 1998). Algumas espécies de microrganismos podem ser usadas como indicadoras de ambientes eutrofizados, pois

respondem rapidamente às alterações nas variáveis abióticas como, oxigênio dissolvido, turbidez, pH, condutividade elétrica e temperatura além de absorverem os compostos dissolvidos na água (Paiva e Silva-Neto, 2004; Elser e Urabe, 1999).

Podemos dizer que os compostos inorgânicos mais estudados atualmente são: o cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), manganês (Mn), mercúrio (Hg) e o zinco (Zn), devido a seus efeitos à saúde humana. A presença de metais pesados nos cursos d'água pode estar relacionada com resíduos industriais e domésticos e entradas atmosféricas (Amaraneni, 2006).

O estudo dos compostos inorgânicos vem sendo considerado prioritário nos programas de produção da saúde em escala mundial, por serem acumulativos no organismo humano e acarretarem em sérios problemas. O termo metal pesado se refere a uma classe de elementos químicos dos quais muitos são nocivos para os seres humanos por possuírem altas densidades em relação a outros metais comuns (Baird, 2002).

A contaminação dos cursos d'água por metais pesados podem estar relacionada com os compostos agroquímicos que possuem metais pesados em suas formulações, pois quando estes são aplicados nos solos em grandes quantidades, são também lixiviados pelas águas das chuvas, atingindo principalmente, águas superficiais como rios e lagos. Os efeitos desses agentes ao longo do tempo representam um grande risco para a saúde pública, sendo necessários o monitoramento e a vigilância desses produtos em águas, solos, alimentos e ar (Javaroni et al., 1991).

Uma vez no solo, podem se infiltrar e atingir as águas subterrâneas e os poços utilizados para abastecimento de água para uso doméstico ou para dessedentação de animais (Moreira e Cruz, 1996). A persistência do pesticida no solo depende também da eficiência de processos físicos de transformação, como evaporação, lixiviação, erosão e absorção pelas raízes das culturas. Fatores ambientais como temperatura, conteúdo de matéria orgânica, acidez, umidade e tipo de solo influenciam, também, as taxas de degradação de pesticidas. Reações químicas, como hidrólise, podem ser pré-requisitos para o ataque microbiano. Percebe-se, então, que pode haver interação dos agentes físicos, químicos e biológicos na degradação dos pesticidas (Bailey e White, 1970).

Outra maneira de se monitorar um ambiente aquático, são os testes para a detecção de indicadores de contaminação fecal na água, pois estes estão relacionados

com as possíveis contaminações por efluentes que esta possa receber, servindo como um sistema de alarme. Existem algumas características importantes dos microrganismos indicadores de contaminação fecal: estão presentes na água poluída e não na água potável, estão presentes quando os patogênicos estão presentes, o número de microrganismos indicadores está correlacionado com o índice de poluição, apresentam propriedades uniformes e estáveis e são facilmente evidenciados por técnicas laboratoriais padronizadas (Pelczar, 1997).

A determinação da concentração dos coliformes na água assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (Cetesb, 2008). Em termos biológicos, a presença de microrganismos patogênicos como a *Salmonella* spp. na água é essencial na interpretação de seu nível de poluição/contaminação (Felippe e Junior 2012), pois esta é um microrganismos que vivem no organismo de animais de sangue quente, e que muitas vezes são resistentes a processos químicos e biológicos. Segundo Tavares (2011) o estudo de *Pseudomonas* em água vem apresentando grande interesse pela comunidade científica, por apresentarem extrema versatilidade metabólica, poder de adaptação e resistência a vários ambientes e antibióticos. A bactéria *P. aeruginosa* é patógeno oportunista e quando introduzida em indivíduos imunocomprometidos, crianças doentes ou pessoas debilitadas, pode ao cair na corrente sanguínea, provocar septicemia fatal (Jawetz, 1980).

As análises microbiológica para detecção de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Pseudomonas* spp., os parâmetros físico-químicos podem subsidiar no planejamento do uso da água, bem como, nas ações de manejo para conservação e preservação dos ambientes aquáticos, pois o biomonitoramento é o uso das respostas dos organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas (Buss et al., 2003). Sendo assim, os organismos vivos transmitem informações temporalmente mais longas que as medidas físicas e químicas da água, devido sua permanência no ambiente durante todo o período de sua vida (Silveira, 2004).

#### 4. REFERÊNCIAS

Amaraneni SR. Distribution of pesticides, PAHs and heavy metals in prawn ponds near Kolleru lake wetland, India. *Environment International* 2006; 32:294-302p.

Bailey GW, White JL. Factors influencing the adsorption, desorption, and movement of pesticides in soil. *Residue Reviews* 1970; 32:29-92p.

Baird C, Cann M. *Química Ambiental*. Ed Bookman 2011; 4:844p.

Beló A, Quináia SP, Pletsch AL. Caracterização de sedimento superficial do Rio Jordão na Região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ambi água* 2010; 5(1):134-144p.

Benedetti E. Água-Fonte da vida-Considerações. *Veterinária Notícias* 2013; 18(1):1-5p.

Buss DF, Baptista DF, Nessimian JL. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad Saúde Pública* 2003; 19(2):465-473p.

Carpenter S R, Caraco NF, Correll DL, Howarth RW, Sharpley AN, Smith VH. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 1998; 8:559-568p.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2007. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente 2008.

Chaves AAA, Lacerda MPC, Goedert WJ, Ramos MLG, Kato E. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. *Pesqui Agropecu Trop* 2012; 42(4):446-454P.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: 01/1986. Ed Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema) 1986; Brasília, 96p.

Elser JJ, Urabe J.. A estequiometria de reciclagem de nutrientes voltada ao consumidor: teoria, observações e conseqüências. *Ecologia* 1999; 80(3):735-751p.

Felipe MF, Júnior APM. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *Geografias* 2012; 8(2):8-23p.

Ganem SR. Curtumes: Aspectos Ambientais. Consultoria Legislativa-Câmara dos Deputados 2007; 16p.

Goulart MDC, Callisto M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM* 2003; 2(1):156-164p.

Gradella FSF, Neto JCAS, Echeverria JL, Leite EF, Silva G, Gentil RHP. Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. In: Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no

Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 96-105p.

Javaroni RCA, Talamoni J, Landgraf MD, Rezende MOO. Estudo da degradação de lindano em solução aquosa através da radiação gama. *Química Nova* 1991; 14(4):237-239p.

Jawetz E. *Microbiologia médica*. Ed. Guanabara Koogan 1980; 13:561p.

Lima JEFW. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. Ed Embrapa Cerrados 2001; 33:46p.

Livingstone DR. The fate of organic xenobiotics in aquatic ecosystems: quantitative and qualitative differences in biotransformation by invertebrates and fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 1998; 120(1):43-49p.

Metzger JP. O que é Ecologia de Paisagem?. *Biota Neotropica* 2001; 1(1).

Moreira LF, Cruz JCS. Uso correto e seguro de fitossanitários. Viçosa MG: EMATER 1996.

Mota S. *Introdução à Engenharia Ambiental*. Ed ABES 1997; 1:280p.

Paiva TS, Silva-Neto ID. Protistas ciliados de Cabiúnas Lagoon (Restinga de Jurubatiba, Macaé, Rio de Janeiro), com ênfase em espécies indicadoras da qualidade da água e descrição do *Oxytricha marcili* sp. n.. *Brazilian Journal of Biology* 2004; 64(3):465-478p.

Pelczar MJJ, Chan ECS, Krieg NR, Edwards DD, Pelczar MF. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. Ed Pearson Education do Brasil 1997; 2:524p.

Rebouças AC, Braga B, Tundisi JG. *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Ed Escrituras 2006; 3:768p.

Rios AVV, Irigaray CTH. *O direito e o desenvolvimento sustentável: curso de direito ambiental*. Ed Peirópolis 2005; 1:405p.

Rosenberg DM, Resh VH, King RS. Use of aquatic insects in biomonitoring: An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Ed Kendall/Hunt: Dubuque 1996; 3:87-97p.

Silveira MP. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente, Documentos 2004; 36.

Silveira SSB, Sant'ana FSP. *Poluição hídrica*. CENDEC 1989; 28p.

Tavares W. *Manual de antibióticos e quimioterápicos antinfeciosos*. Ed Atheneu 2011; 3:1216 p.

## **5. CAPÍTULO II**

**Influência de resíduos industriais e agrícolas na qualidade da água do córrego  
Água Boa (Dourados, MS)**

**As normas deste capítulo estão de acordo com a Revista Science of the Total  
Environment**

## **Influência de resíduos industriais e agrícolas na qualidade da água do córrego Água Boa (Dourados, MS)**

XXXXXX<sup>a</sup>, XXXXXX<sup>b</sup>, XXXXXX<sup>c</sup>

<sup>a</sup> FACET - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia / UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados - Dourados - Mato Grosso do Sul - Brasil

<sup>b</sup> FCBA - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais / Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados - Dourados - Mato Grosso do Sul – Brasil

<sup>c</sup> HU - Hospital Universitário da Grande Dourados - Rua Gerônimo Marques Matos, Dourados - Mato Grosso do Sul - Brasil

### **Abstract**

### **Resumo**

A ocupação desordenada do ambiente e o uso excessivo dos recursos naturais para suprirem as necessidades antropogênicas aumentaram drasticamente após a década de 90. Com o avanço industrial e tecnológico houve também o aumento do consumo dos recursos naturais e conseqüentemente na geração de resíduos sólidos e efluentes. O monitoramento da água é uma ferramenta utilizada para se averiguar as interferências que as atividades antrópicas podem ocasionar ao meio ambiente. Assim, foi avaliada a qualidade do córrego Água Boa pertencente ao município de Dourados MS por meio de análises físico-químicas, químicas, microbiológicas e extração de clorofila *a*. Foram realizadas cinco coletas no decorrer de Dezembro a Novembro de 2013, em três pontos distintos no córrego. As análises mostraram que a água do córrego Água Boa apresentou elevada concentração de matéria orgânica (sólidos totais dissolvidos), indicador de contaminação fecal (*E.coli*), *Pseudomonas* spp. resistentes, ausência de *Salmonella* spp., níveis detectáveis de compostos inorgânicos (Mg, Ca e Fe) e resíduo agroquímico (thiamethoxam). As atividades industriais e agrárias presentes nas proximidades da microbacia do córrego Água Boa, são provavelmente as atividades responsáveis pela interferência na qualidade da água, afetando em sua microbiota e podendo ocasionar problemas aos animais que ali habitam e até mesmos aos seres humanos que entram em contato com essa água. Conclui se que para reverter ou amenizar a presente contaminação do córrego, seria necessário melhorias das condições do local por meio do cumprimento das normativas já existentes e a participação da população para a preservação do ambiente.

**Palavras Chaves:** biomonitoramento, análises microbiológicas, metais pesados, thiamethoxan, recursos hídricos.



## 1. Introdução

O ambiente onde vivemos modifica-se continuamente devido às causas naturais e ações antrópicas (Goldemberg e Lucon, 2010). A ocupação desordenada do ambiente e a utilização dos recursos naturais de forma inadequada ocasionam sua escassez. Ao longo da evolução, o ser humano promoveu diversas modificações nas características de seu ambiente natural para suprir suas necessidades, como a agricultura, exploração de matéria-prima, construção de moradias e indústrias. Estas atividades influenciaram no uso e ocupação do espaço, vindo a comprometer de forma irreversível a estabilidade físico-química e o equilíbrio ecológico dos corpos d'água (Almeida et al., 2007).

A contaminação da água pode se dar pela falta de saneamento básico, liberação de águas residuais como esgotos em cursos d'água, disposição inadequada de resíduos sólidos, pelas superfícies de pastagens e lixiviação do solo sem a cobertura vegetal, por práticas inadequadas de irrigação e produção de alimentos e pelos usos industriais, descartes de efluentes sem tratamento e em grandes volumes (Rebouças et al., 2006; Tiefenthaler et al., 2011).

Dentre os principais problemas relacionados com as atividades inadequadas exercidas no ambiente principalmente na água, destacam-se a desestruturação do ambiente físico, químico e biológico, o assoreamento e homogeneização do leito de rios e córregos, a diminuição da diversidade de habitats e microhabitats, a eutrofização artificial (enriquecimento por aumento nas concentrações de fósforo e nitrogênio e consequente perda da qualidade ambiental da água) e a perda da biodiversidade aquática (Goulart e Callisto, 2003; Callisto e Gonçalves, 2002).

O biomonitoramento é o uso das respostas dos organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas (Buss, 2003), e dentre os bioindicadores mais utilizados estão aqueles capazes de evidenciar as interferências de origem antrópica, relacionados à fontes de poluição pontuais ou difusas (Callisto et al., 2005).

O estabelecimento de parâmetros que possam avaliar as interferências antrópicas, industriais e agrárias é essencial para se determinar a qualidade de um curso d'água. Dentre os parâmetros utilizados, pode se destacar: os parâmetros físico-

químicos (temperatura, pH, saturação de oxigênio, condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos (Okeke et al., 2011; Gemmell e Schmidt, 2013; Pereira et al., 2012)), as análises químicas de metais e de compostos orgânicos (Schipper et al., 2008; Matyar et al., 2008; Junior e Regitano, 2009), as análises microbiológicas de coliformes, *Escherichia coli*, *Salomonella* e *Pseudomonas* spp. (Rowny e Stewart, 2012; Gemmell e Schmidt, 2012; Kittinger et al., 2013; Master et al., 2011; Smith e Iglewski, 2003; Coelho et al., 2010) e a extração de clorofila *a* (Attayde e Bozelli, 1999; Siqueira e Rodrigues 2009).

Os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos têm diferentes origens e formas. O lançamento de compostos químicos nas águas resulta em concentrações muito superiores àquelas encontradas naturalmente, e como consequência, observam-se modificações no curso e composição físico-química natural dos rios, na cobertura vegetal, nas margens, na cor da água e na biota existente (Callisto et al., 2005). As análises microbiológicas para detecção de *E. coli*, *Salmonella* spp. e *Pseudomonas* spp., e os parâmetros físico-químicos podem subsidiar no uso e planejamento da água, bem como, nas ações de manejo para conservação e preservação dos ambientes aquáticos (Gemmell e Schmidt, 2013).

A clorofila *a* quando relacionada a fatores físicos e químicos, pode ser utilizada como um indicador das condições tróficas do ambiente (Atayde e Bozelli, 1998), pois as elevadas concentrações de clorofila *a* estão relacionadas com a alta concentração de algas e disponibilidade de nutrientes neste sistema lagunar. A explosão demográfica associada à falta de infra-estrutura de saneamento básico (tratamento e destino dos efluentes domésticos) são as principais fontes de nutrientes nos sistemas lagunar, sendo responsáveis pelo acelerado e intensificado processo de eutrofização das águas (Gomes et al., 2009).

Com aproximadamente 20,7 km de extensão o córrego Água Boa se destaca dentre os córregos pertencentes ao município de Dourados, pelo fato de que o mesmo nasce dentro do perímetro urbano no Parque Ambiental Antenor Martins que é aberto para o lazer (pesca, prática de esportes, caminhadas, encontros ambientais e eventos culturais) da sociedade douradense, percorre pela periferia sul e o Distrito industrial até desaguar no rio Dourados, onde é realizada a captação de 75% da água que abastece o

município. Diante do exposto, faz-se necessário o biomonitoramento da qualidade da água deste curso d'água para obtenção de conhecimentos referentes aos principais riscos que a sociedade tem em contato com a mesma. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto que os resíduos urbanos, agrícolas e industriais ocasionam na qualidade da água do córrego Água Boa, através de análises físico-químicas, químicas, microbiológicas e clorofila *a*.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O perímetro urbano de Dourados se localiza na porção austral do Estado do Mato Grosso do Sul sobre os divisores de águas dos rios Brillhante e Dourados que situam-se na sub-bacia do Rio Ivinhema, que, por sua vez, se insere na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. A cidade se encontra numa altitude média de 430 metros, próximo a Serra de Maracaju. Possui uma área total de 4.086,235 Km<sup>2</sup> e conta com uma população de 207.498 habitantes (IBGE, 2013). Dentre os oito córregos que se localizam na cidade de Dourados, o Córrego Água Boa é considerado o mais impactado, devido ao fato de sua nascente ser situada dentro do perímetro urbano, percorrer a periferia sul da cidade, passar nas proximidades do Distrito Industrial e desembocar no Rio Dourados. No decorrer de toda sua extensão, foi possível evidenciar que o córrego recebe efluentes domésticos, industriais e agrícolas, destacando em seu percurso os desmatamentos, a ocupação de sua área de preservação por atividades agropecuárias e o uso inadequado do solo.

### **2.2. Descrição dos pontos de coleta**

O estudo de monitoramento do Córrego Água Boa foi desenvolvido no período de Dezembro de 2012 a Outubro de 2013, totalizando 5 coletas em cada ponto de amostragem, a baixo segue a descrição de cada ponto de coleta.

- Ponto 1 – Localizado nas coordenadas geográficas S 22°31'06" e W 054°79'08", há aproximadamente 4,5 km do perímetro urbano de Dourados. Neste ponto os fatores que mais interferem na qualidade da água são os esgotos domésticos e a disposição inadequada de resíduos sólidos, recebe grande interferência antrópicas por sua nascente estar localizada dentro do perímetro urbano.

- Ponto 2 – Localizado nas coordenadas geográficas S 22°32'96" e W 054°79'10", recebe interferência de efluentes industriais, devido o mesmo se localizar nas proximidades do Distrito Industrial. O Curtume e o Abatedouro de Frango são as empresas que mais interferem na qualidade da água desse córrego por estarem mais próximas ao mesmo.

- Ponto 3 – Localizado nas coordenadas geográficas S 22°39'55" e W 54°78'40", há 0,49 km aproximadamente da foz no Rio Dourados, recebe grande interferência de produtos agroquímicos, devido as plantações de monoculturas (milho e soja) próximas às suas margens.

A localização precisa dos pontos de coleta foi identificada por meio do GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global) como mostra a Fig. 1.

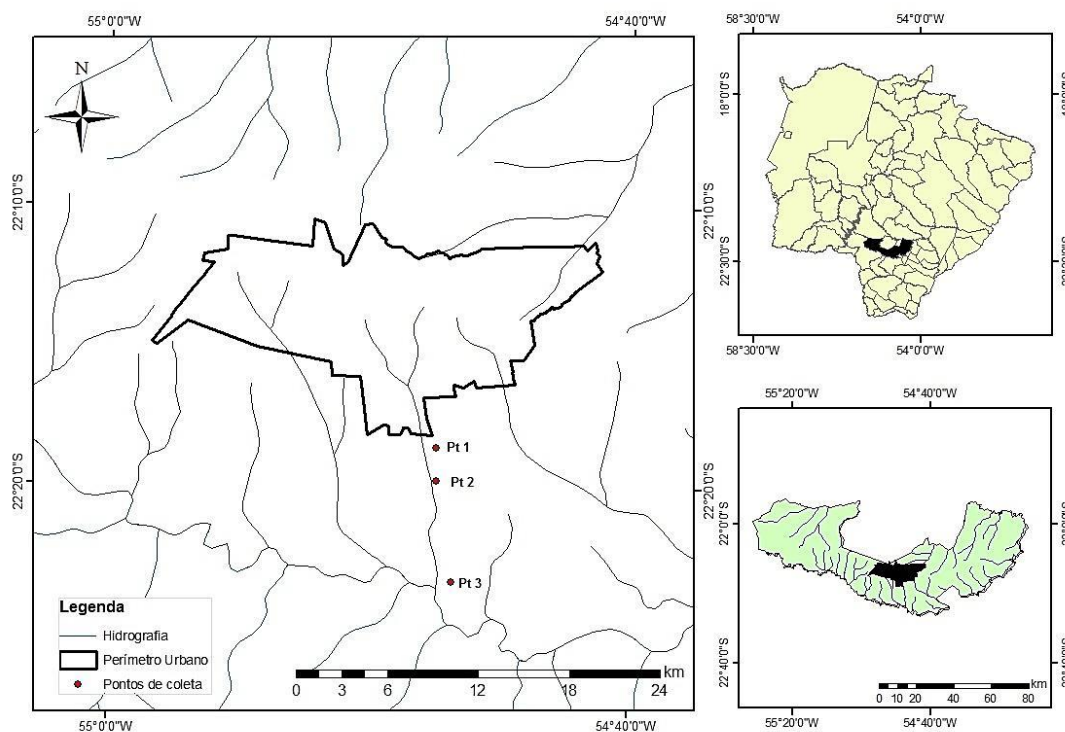


Fig. 1. Mapa ilustrativo do Estado de Mato Grosso do Sul, delimitando o território do município de Dourados, o perímetro urbano e os pontos de coleta no Córrego Água Boa (Dourados MS).

### **2.3. Procedimentos de coleta**

As amostras de água para as análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro de 500 mL previamente esterilizados, submergindo-os a uma profundidade de 20 cm de imersão na margem do córrego. As amostras foram transportadas em caixa térmica sob refrigeração, sendo que o tempo máximo estabelecido entre a coleta da água e o início do exame microbiológico foi de 8 horas. As técnicas adotadas para quantificar os microrganismos da água foram as estabelecidas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, publicado pela *American Public Health Association* (APHA, 2005).

Para as análises químicas (metais e pesticidas) as amostras de água foram coletadas em frascos âmbar com capacidade de 1 litro, e refrigeradas até o momento das análises. As amostras de água destinadas a determinação de metais foram acidificadas com ácido nítrico para obtenção do  $\text{pH} < 2$ , conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

### **2.4. Análises Físico-químicas**

Os parâmetros físico-químicos, temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH; saturação de oxigênio (%); condutividade elétrica ( $\text{uS cm}^{-2}$ ) e os sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foram aferidos nos locais de coleta por meio da sonda multiparâmetro HI 9829 da marca Hanna. Os dados pluviométricos do município de Dourados foram retirados do site da Embrapa Centro Oeste (EMBRAPA, 2014).

### **2.5. Extração de Clorofila *a***

A clorofila *a* foi extraída das algas pertencentes à comunidade perifítica, o experimento foi confeccionado com lâminas de garrafa PET com o formato de 2,5 x 7,5 cm, aproximadamente 18,75  $\text{cm}^2$ , um substrato artificial que contribuiu para o desenvolvimento da comunidade perifítica no mesmo. As lâminas foram instaladas no córrego no decorrer de 15 dias antes de cada coleta, de um modo que ficassem

submersas a uma profundidade de 30 cm da água, recebendo luz solar e favorecendo o crescimento da comunidade perifítica.

Após 15 dias as lâminas foram retiradas do córrego e colocadas em tubos Falcon de 50 mL preenchidos com a água do córrego. Estes foram armazenados em caixa térmica com gelo até o início dos procedimentos de extração da clorofila *a*. Para a extração da clorofila foram escolhidas três lâminas de cada ponto, e o perifíton foi removido com o auxílio de um bisturi sem corte e jatos de água destilada, tendo assim 100 mL de amostra e sendo imediatamente filtrados em bomba à vácuo com filtros de fibra de vidro de 47 mm de diâmetro (Macherey-Nagel), lote: 17670.0211. Em seguida, os filtros foram armazenados por 24 horas a 4°C em placas de petri com 8 mL acetona (90%).

Os filtros foram macerados com acetona (90%) por almofariz e pistilo e centrifugados a uma rotação de 3.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi retirado e o volume ajustado com acetona (90%) para 10 mL, a concentração de biomassa fotossintética ativa foi determinada pela leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Cary Varian) nos comprimentos de onda 663nm e 750nm (Golterman et al., 1979; Siqueira e Rodrigues, 2009).

## **2.6. Determinação de Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Ca e Mg**

Água ultrapura (resistividade 18,2 MΩ cm) obtida a partir de um deionizador *Millipore Milli-Q Academic* (Beadford<sup>®</sup>, EUA) foi utilizada para o preparo de todas as soluções de trabalho.

A determinação de Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Ca e Mg foi realizada no espectrômetro de absorção atômica em chama AA 240FS (*Agilent Technologies*<sup>®</sup>, EUA) equipado com lâmpadas de cátodo oco (LCO) monoelementares. As medidas de absorbância foram feitas utilizando as linhas analíticas de Cu (324,7 nm), Fe (248,3 nm), Mn (279,4 nm), Zn (213,8 nm), Cd (222,8 nm), Co (240,7 nm), Cr (357,9 nm), Pb (217,0 nm), Ni (232,0 nm), Ca (422,7nm) e Mg (202,6 nm). Com uma taxa de aspiração fixada em 5,0 mL min<sup>-1</sup>, as soluções foram aspiradas para o interior do sistema

nebulizador/queimador e os elementos foram atomizados sob as condições ideais para cada elemento. Todas as medidas foram feitas com 3 repetições.

Soluções estoque de 5,0% (m/v) de lantânio (La) foram preparadas dissolvendo-se aproximadamente 58,6 g  $\text{La}_2\text{O}_3$  99,9% (m/m) (Vetec<sup>®</sup>, Brasil) em 120 mL de HCl concentrado e diluindo a 1000 mL com água deionizada. Esta solução foi utilizada no preparo das soluções trabalho e amostras na determinação de Ca e Mg.

As soluções analíticas de calibração multielementares foram preparadas a cada rotina diária de trabalho por meio de diluição apropriada das soluções estoques monoelementares ( $1000 \text{ mg L}^{-1}$ , SpecSol<sup>®</sup>, Brasil) nos intervalos  $0,0 - 2,0 \text{ mg L}^{-1}$  Ca e Zn;  $0,0 - 4,0 \text{ mg L}^{-1}$  Mn;  $0,0 - 4,5 \text{ mg L}^{-1}$  Ca e Mg;  $0,0 - 10,0 \text{ mg L}^{-1}$  Co e Ni;  $0,0 - 15,0 \text{ mg L}^{-1}$  Cr e Pb em meio de 1,0% (m/v) La e 1,0% (v/v) de  $\text{HNO}_3$ .

Para o procedimento de preparo de amostra, foram transferidos 200,0 mL de água para um erlenmeyer, e a esta foram adicionados 10,0 mL de  $\text{HNO}_3$  37% (v/v) (Vetec<sup>®</sup>, Brasil). A mistura contendo amostra e reagentes foi levada para chapa de aquecimento a  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  para a etapa de pré-concentração da solução amostra. O volume foi reduzido até aproximadamente 30,0 mL e ajustado a 50,0 mL em balão volumétrico com água ultrapura do sistema *Milli-Q*.

A descontaminação dos materiais utilizados no preparo das soluções foi feita inicialmente com água corrente e posteriormente imersos em banho contendo solução 10% (v/v) de  $\text{HNO}_3$  por 24 horas. Em seguida os materiais eram enxaguados abundantemente com água deionizada.

Os principais parâmetros de confiabilidade analítica, como limite de detecção e de quantificação, foram calculados pelo método da IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) empregando programas como Microsoft Excel<sup>®</sup> e Microcal OriginPro<sup>®</sup> como ferramenta de cálculo.

## **2.7. Análises de thiamethoxam e carbendazim**

### 2.7.1. Extração dos constituintes

As amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e 200 mL de cada amostra sofreram o processo de extração de fase sólida (SPE). O processo consistiu em: ativação do cartucho 20 mL com metanol; acondicionamento com 20 mL de água ultrapura; inserção de 200 mL de amostra pelo cartucho; eluição com 20 mL de metanol e posteriormente com 20 mL de acetato de etila. As frações metanólica e acetato de etila de cada amostra foram unidas e evaporadas. Posteriormente foram rediluídas em 100 µL de metanol, passaram por membrana de 0,20 µm e foram analisadas por HPLC em no máximo dois dias após o preparo, sendo que neste período foram armazenadas em freezer -5 °C.

### 2.7.2. Condições cromatográficas

Considerando-se que dentre os neonicotinoides e os benzimóides destacam-se o Thiametoxan e Carbendazim como pesticidas e fungicidas utilizados em áreas agrícolas da região de Dourados. Dessa forma, foram realizadas análises para pesticidas thiamethoxam, carbendazim em cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC – do inglês High Performance Liquid Chromatography), modelo LC-6AD, sistema binário, detector espectrofotométrico (UV-VIS) com comprimentos de onda entre 200 a 800 nm, coluna Cromatográfica com fase estacionária C18 Phenomenex Gemini (25cm x 4,6mm x 5 µm) e pré-coluna de mesma fase.

### 2.7.3. Determinação analítica dos compostos

Os limites de detecção foram determinados por injeções de 20 µL (n = 5) de solução conhecida dos compostos e, em seguida, diminuindo as concentrações até a detecção de um pico com relação sinal/ruído de três. A concentração correspondente das amostras foi considerada como sendo a concentração mínima detectável. Os limites de quantificação foram determinados empregando a mesma metodologia, porém foi considerado o pico cromatográfico com relação sinal/ruído de dez.

A estimativa do conteúdo dos compostos nas amostras foi realizada por calibração externa. As soluções empregadas na curva analítica foram preparadas empregando as soluções de trabalho diluídas em metanol grau cromatográfico, resultando em diferentes concentrações. Aliquotas de 20 µL foram analisadas por HPLC, sendo cada determinação realizada cinco vezes. Uma regressão linear de



mínimos quadrados das áreas dos picos em função das concentrações foi realizada para determinar os coeficientes de correlação. Os parâmetros da equação (inclinação e intercepção) de cada curva padrão foram utilizados para obter os valores de concentração para as amostras. As amostras com uma concentração superior a analítica da curva analítica foram testadas novamente após a diluição adequada.

## **2.8. Pesquisa de Coliformes Totais, Termotolerantes e *E.coli***

Utilizou-se a Técnica dos Tubos Múltiplos, com diluição seriada até  $10^{-3}$ , passou-se 1,0 mL de cada diluição seriada para a triplicata de tubos contendo Caldo Lauril Triptose (MERCK) e incubou-se a 35-37°C por 24-48 horas. Os tubos que apresentaram crescimento e produção de gás foram inoculados com uma alçada em tubos de Caldo Bile Verde Brilhante (CBVB) (HIMEDIA) para a confirmação dos coliformes totais, e uma alçada para o Caldo EC (ISOFAR) para a confirmação dos coliformes termotolerantes. Os tubos de CBVB foram incubados em 35-37°C por 24-48 horas e os tubos de Caldo EC incubados a 44,5°C por 24-48 horas, sendo que os que apresentaram crescimento bacteriológico e produção de gás foram considerados presuntivamente positivos. O número de coliformes totais e termotolerantes foram expressos segundo a tabela específica do Número Mais Provável (NMP), (Silva et al., 2010; APHA, 2005).

A partir dos tubos positivos (crescimento com produção de gás) para coliformes termotolerantes (EC), transferiu-se uma alçada para o meio Ágar EMB (EosinMethylene Blue Ágar) (HIMEDIA) seletivo para *Escherichia coli*, e incubadas a 37°C por 24-48 horas. As placas que apresentaram crescimento de colônias com o brilho verde metálico foram consideradas positivas. Em seguida as *E.coli* isoladas foram armazenadas em Ágar Nutriente mantidas em freezer -20°C até serem identificadas pelo equipamento automatizado VITEK® (bioMérieux) (Silva et al., 2010; APHA, 2005).

## **2.9. Pesquisa de *Salmonella* spp.**

Para o pré-enriquecimento da amostra foi adicionado 25 mL da amostra de água em 225 mL de Água Peptonada Tamponada (HIMEDIA) e incubada a 37°C durante 24 horas. Em seguida transferiu-se 1 mL do caldo de pré-enriquecimento para 9 mL de Caldo Selenito Cistina (SC) (ISO FAR) e 0,1 mL para 9 mL de Caldo de Rappaport Vassiliadis (RV) (ISO FAR) para enriquecimento seletivo. Incubou-se o SC a 35-37°C por 24 horas, e o RV a 42°C por 48 horas. Após o enriquecimento seletivo foi inoculado em duplicata por estrias descontinuas o SC e RV no Ágar de Desoxicolato-Lisina-Xilose (XLD) (ISO FAR) e incubado a 37°C por 24 horas (Silva et al., 2010; APHA, 2005). As colônias com o halo transparente e um ponto negro foram pré identificadas por métodos bioquímicos TSI (Agar Tríplice Açúcar Ferro), MIO (Motilidade, Indol e Ornitina), Uréia e identificadas pelo equipamento automatizado VITEK® (bioMérieux).

## **2.10. Pesquisa de *Pseudomonas* spp.**

Para a pesquisa de *Pseudomonas* spp., 25 mL da amostra de água foi enriquecida em 225 mL de Água Peptonada Tamponada (HIMEDIA) e incubada a 37°C durante 24 horas. Após o enriquecimento inoculou-se a amostra por estrias descontinuas em duplicata em placas de Ágar Cetrimide (MERCK) seletivo de *Pseudomonas* spp. e incubou-se a 37°C por 24-48h. As placas que apresentaram crescimento bacteriológico foram consideradas positivas para *Pseudomonas* spp. (Silva et al., 2010; APHA, 2005). Em seguida, estas foram isoladas e identificadas pelo equipamento automatizado VITEK® (bioMérieux).

## **2.11. Perfil de Resistência**

Os isolados de *E. coli* e *Pseudomonas* spp. foram submetidos ao teste de antibiograma, realizado pelo sistema automatizado VITEK® 2 Systems da bioMérieux Inc, sendo testados os seguintes antibióticos: Amicacina, Ampicilina, Ampicilina/sulbactam, Cefepima, Cefoxitina, Ceftazidima, Ceftriaxona, Cefuroxima,

Cefuroxima Axetil, Ciprofloxacina, Colistina, Ertapenem, Gentamicina, Imipenem, Meropenem, Piperacilina/Tazobactam e Tigeciclina.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Análises físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos da água (Tabela 1) estão diretamente relacionados com a qualidade do curso d'água, pois os mesmos apontam as possíveis contaminações do curso d'água com resíduos urbanos, descarga de efluentes e lixiviação de produtos agroquímicos associadas às interferência antrópicas.

Tabela 1

Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água do Córrego Água Boa (Dourados, MS) expressos por ponto de coleta.

Parâmetros mensurados	Pontos de Coleta		
	1	2	3
Temperatura da Água (°C)	20,7	22,7	23,0
pH	8,0	7,9	7,6
Saturação de O <sub>2</sub> (%)	98,2	85,0	82,6
Condutividade Elétrica (uS cm <sup>-2</sup> )	212,0	279,0	272,0
Sólidos Totais Dissolvidos - TDS (mg L <sup>-1</sup> )	109,0	141,0	137,0

A média da temperatura e do pH da água do córrego se mostrou parecida com outro trabalho realizado com água doce no Estado do Mato Grosso do Sul (MS) que apresentou temperaturas entre 20 e 25 °C e pH entre 7 a 8 (Paula et al., 2013), isso pode ser justificado devido a Dourados MS pertencer a uma região de clima Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), onde a temperatura do mês mais frio (junho e julho) é inferior a 18°C e a do mês mais quente (janeiro) é superior a 22°C (Fietz e Fisch, 2008).

Pereira et al. (2012) descreveram que a condutividade elétrica da água está relacionada à presença de partículas carregadas eletricamente (cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos), e que os altos valores de condutividade elétrica se dão em função do aumento do conteúdo mineral na água. Segundo a CETESB (2014), níveis superiores a 100 uS cm<sup>-2</sup> indicam ambientes impactados, e a partir de 50 uS cm<sup>-2</sup> já é possível evidenciar a contaminação por esgotos domésticos, fertilizantes do solo, insumos agrícolas e efluentes industriais na água.

Os resultados de condutividade elétrica de todos os pontos de coletas foram acima de 100 uS cm<sup>-2</sup>, resultados que nos permitem dizer que o curso d'água se encontra impactado. O ponto 1 foi o que apresentou a menor média de condutividade elétrica (212,0 uS cm<sup>-2</sup>), esse resultado pode ser explicado pelo mesmo sofrer interferência de resíduos urbanos, já o ponto 2 apresentou a maior média (279,0 uS cm<sup>-2</sup>), este local sofre interferências por resíduos industriais oriundos do Distrito Industrial. Ao comparar nossos resultados de condutividade elétrica (CE) com os resultados do trabalho de Colzani e Alves (2013) desenvolvido no mesmo Estado, foi possível concluir que os resultados apresentados por eles se encontram bem inferiores aos nossos, sendo que o maior valor encontrado de CE foi (0,081 uS cm<sup>-2</sup>) e o menor (0,013 uS cm<sup>-2</sup>).

O aumento da carga contaminante nos cursos d'águas tem sido atribuído a uma variedade de fatores, tais como hidrológicos, geológicos e climáticos, e bem como a intensidade e tipo de usos do solo e das bacias hidrográficas. O principal mecanismo proposto para este fenômeno é que os poluentes que se acumularam entre tempestades, particularmente aqueles em superfícies impermeáveis (SI), são rapidamente lavados pela primeira chuva que ocorrer (Rowny e Stewart, 2012). Entretanto no presente estudo as coletas que apresentaram os menores índices de pluviosidade (Fig. 2), foram também as que apresentaram as maiores médias de coliformes.

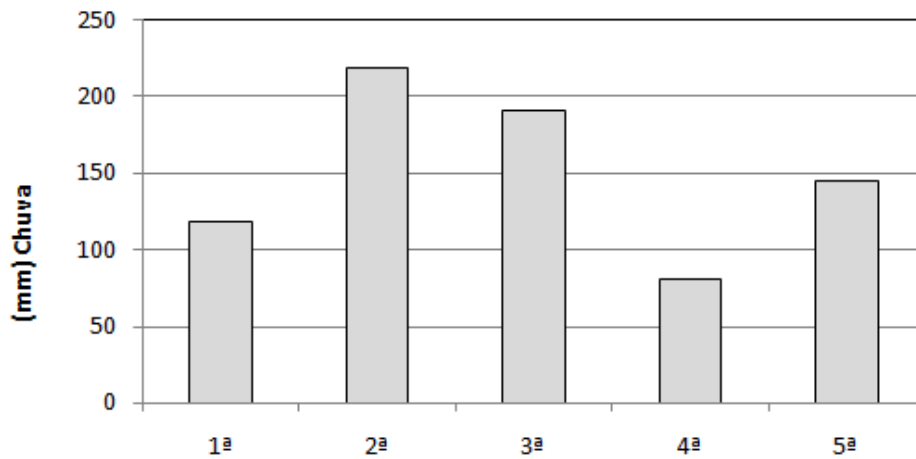


Fig. 2. Valores estimados de milímetros (mm) de chuva no decorrer de um mês antes das coletas de água realizadas no córrego Água Boa (EMBRAPA, 2014).

### 3.2. Clorofila *a*

A clorofila *a* é considerada uma medida eficiente na avaliação da biomassa fotossintética da comunidade fitoperifítica em ambientes aquáticos, e quando relacionada a fatores físicos e químicos, pode ser utilizada como um indicador das condições tróficas do ambiente (Attayde e Bozelli, 1999). Os valores de clorofila *a* estão apresentados na Fig. 3.

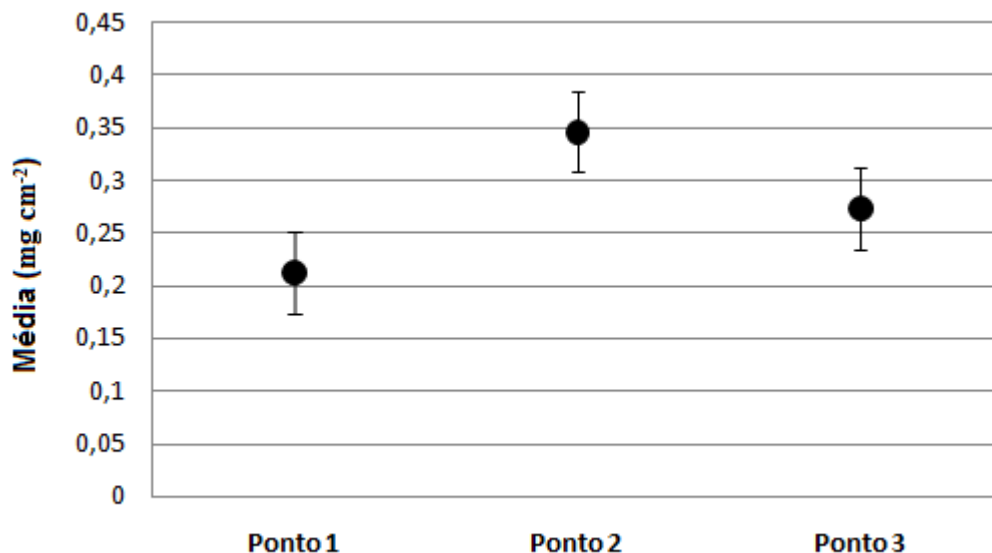


Fig. 3. Valores de clorofila *a* (mg cm<sup>-2</sup>) extraídos da comunidade perifítica expressos em média por ponto de coleta.

O ponto 2 foi o que apresentou a maior média de clorofila *a* (0,354 mg cm<sup>-2</sup>), pode-se notar também que as maiores médias de sólidos totais dissolvidos e de condutividade elétrica também foi presenciada neste ponto. Esses resultados podem estar diretamente relacionados com a presença de efluentes industriais, pois quanto mais nutrientes na água maior a reprodução de cianofíceas resultando também em um aumento de sólidos totais dissolvidos (TDS) da água.

Comparando os resultados de clorofila *a* obtidos com os resultados de Siqueira e Rodrigues (2009), que obtiveram 1,0 (mg cm<sup>-2</sup>) como sua menor média e 4,5 (mg cm<sup>-2</sup>) como a maior, pode-se dizer que o córrego estudado apresenta um valor bem inferior ao encontrado por ele em tanques-redes de criação de peixe, já que os tanques apresenta um ambiente lântico, e já o córrego estudado apresenta um ambiente lótico.

### **3.3. Determinação de Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Ca e Mg**

As principais fontes de contaminação de metais pesados no córrego Água Boa estão relacionadas com as atividades antrópicas (resíduos e esgotos urbanos), agrárias (através dos resíduos provenientes dos inseticidas, herbicidas, fungicidas e fertilizantes) e industriais (efluentes não tratados e contaminados por metais). Os resultados da determinação de metais pesados por ponto de coleta do córrego estão apresentados na Tabela 2.

Dentre todos os valores obtidos na análise dos compostos inorgânicos, pode-se observar que os valores de cobre, cádmio e chumbo em todos os pontos de coleta se encontraram acima do permitido pela resolução do COMANA 357/2005 para água de classe 3, que é a classe que se enquadra o córrego estudado, já os valores de ferro, manganês, zinco, cobalto, cromo e níquel estavam dentro dos limites estabelecidos por esta resolução.

Tabela 2

Análise da determinação de compostos inorgânicos nas amostras de água do Córrego Água Boa expressas em médias por ponto de coleta.

<b>Metais</b>	<b>CONAMA*</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>
<b>Cobre (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,013	0,0445	0,0536	0,0461
<b>Ferro (mg L<sup>-1</sup>)</b>	5,0	0,6075	1,2531	0,8604
<b>Manganês (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,5	<LQ	0,032	<LQ
<b>Zinco (mg L<sup>-1</sup>)</b>	5,0	<LQ	<LQ	<LQ
<b>Cádmio (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,01	0,0305	0,0468	0,0328
<b>Cobalto (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,2	0,1548	0,1627	0,1613
<b>Cromo (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,05	<LQ	<LQ	<LQ
<b>Chumbo (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,033	0,2320	0,2377	0,2132
<b>Níquel (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,025	0,2947	0,1985	0,186
<b>Cálcio (mg L<sup>-1</sup>)</b>		11,796	11,524	10,2877
<b>Magnésio (mg L<sup>-1</sup>)</b>		2,318	1,9309	1,01

Limite de quantificação (LQ), 0,026 mg L<sup>-1</sup> (Cu), 0,049 mg L<sup>-1</sup> (Fe), 0,017 mg L<sup>-1</sup> (Mn), 0,011 mg L<sup>-1</sup> (Zn), 0,029 mg L<sup>-1</sup> (Cd), 0,073 mg L<sup>-1</sup> (Co), 0,109 mg L<sup>-1</sup> (Cr), 0,203 mg L<sup>-1</sup> (Pb), 0,014 mg L<sup>-1</sup> (Ca), 0,139 mg L<sup>-1</sup> (Mg), 0,062 mg L<sup>-1</sup> (Ni). CONAMA\* limites permitidos de compostos inorgânicos pela resolução CONAMA 357/2005 para água de classe 3.

As atividades humanas, incluindo a indústria, mineração e agricultura, são citadas como as fontes de metais mais importantes que contribuem para a incorporação destes no ambiente (Bermudez et al., 2009). Os maiores valores encontrados em todos os pontos de coletas foram para Ca e Mg, isso pode ser justificado pela influência que a agricultura exerce no solo da região, pois, esses elementos são utilizados na prática de correção de solo conhecida como calagem.

Ao analisar os pontos separadamente pode se notar que os pontos 2 e 3 sofrem maiores interferências por efluentes industriais e pela lixiviação de produtos agroquímicos no solo, e apresentaram as maiores concentrações para Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Pb, dentre esses metais os que sempre estão presentes nos insumos agrícolas são: chumbo, arsênico, cádmio e manganês (Schipper et al., 2008).

### 3.4. Análise de Compostos Orgânicos

O transporte dos compostos agroquímicos pode ocorrer de diversas formas no ambiente, como por lixiviação que é o movimento vertical dos pesticidas no solo, pela volatilização que é a transformação da fase líquida para a gasosa e pelo escoamento superficial (Scorza-Júnior e Rigitano, 2012). Os pesticidas após atingirem as pragas, seu alvo principal, sobra somente o resíduo deste no meio ambiente, aumentando assim os riscos de contaminação de água superficial e subterrânea. Por ter baixa sorção ao solo e elevada solubilidade em água, o thiamethoxam apresenta alto risco de contaminação ambiental, principalmente por meio de lixiviação (Banerjee et al., 2008).

Dentre os compostos estudados estão o carbendazim, um fungicida indicado para aplicação por pulverização nas culturas de soja e milho e no tratamento das sementes do milho e da soja (Nortox, 2014) e o thiamethoxam, um inseticida neonicotinóide contra cupins, baratas, pulgas, formigas e moscas adultas e larvas (Syngenta, 2014). O composto orgânico Carbendazim não foi encontrado em nenhum ponto de coleta (Tabela 3), já o Thiamethoxam, foi evidenciado em todos os pontos de coleta.

Tabela 3  
Averiguação dos compostos orgânicos.

Pontos	Compostos Orgânicos	
	Carbendazim ( $\mu\text{g/L}$ )	Thiamethoxam ( $\mu\text{g/L}$ )
1	ND	1,23
2	ND	1,45
3	ND	1,58

Legenda: ND (não determinado), Limite de detecção (LD)  $0,37 \text{ ug L}^{-1}$  (thiamethoxam);  $0,36 \text{ ug L}^{-1}$  (carbendazim).

Mesmo não apresentando plantações de monoculturas próximo as margens do córrego Água Boa, foi possível quantificar o Thiamethoxam nos pontos 1 e 2, esse fato pode ser devido a forte influência que a agricultura exerce na microbacia do córrego Água Boa. A maior concentração de Thiamethoxam foi evidenciado no ponto 3, local



que sofre interferências das plantações de monoculturas (milho e soja) nos dois lados das margens do córrego durante o ano todo.

O Thiamethoxam é um composto que sofre fotodecomposição, tendo um tempo de meia vida de 19,2 dias. A área estudada recebe constante radiação solar, fato que pode vir a contribuir na degradação do Thiamethoxam no solo, mas, mesmo assim foi possível detectá-lo na água do córrego (Peña et al., 2011; Gupta et al., 2006). O que se torna preocupante, pois, os compostos agroquímicos são hepatotóxico e hepatocancerígeno para os seres humanos, podendo vir comprometer a saúde dos animais presentes no curso d'água e até mesmo dos animais que a consomem esta água contaminada para a dessedentação (Green et al., 2006; Shukla et al., 2001).

### **3.5. Coliformes totais, termotolerantes e *E.coli***

A utilização das bactérias indicadoras de contaminação fecal, como o grupo de coliformes, é uma excelente ferramenta para se averiguar as possíveis interferências que as atividades antrópicas exercem neste curso d'água. Kittinger et al. (2013) dizem que os altos números de contaminação fecal da água estão diretamente relacionados com as atividades antrópicas, e que esta contaminação pode se dar por fontes pontuais, como descarga de águas residuais tratadas e não tratadas ou por fontes difusas como as descargas das áreas urbanas ou escoamento agrícolas.

Pode-se notar que os pontos de amostragem estudados no córrego Água Boa recebem interferências tanto por fontes difusas quanto pelas pontuais sendo: ponto 1 - interferência difusa, efluentes da área urbana; ponto 2 - interferência pontual e difusa, pois recebe descargas de efluentes das empresas instaladas no Distrito Industrial como o Curtume e o Abatedouro de Frango e a percolação de produtos agroquímicos utilizados na agricultura; ponto 3 - fonte pontual, escoamento agrícolas.

Comparando-se os resultados obtidos para coliformes totais por ponto de coleta (Fig.4), pode-se notar que o ponto 1 foi o que apresentou a maior contaminação por coliformes, atingindo os valores de 1.100 (NMP/100 mL) na 1ª e na 2ª coleta, e > 1.100 (NMP/100 mL) na 4ª coleta. Não foi possível associar *E. coli* a elevadas concentrações

de coliforme totais, uma vez que esta foi isolada em elevadas e baixas concentrações de coliformes totais.

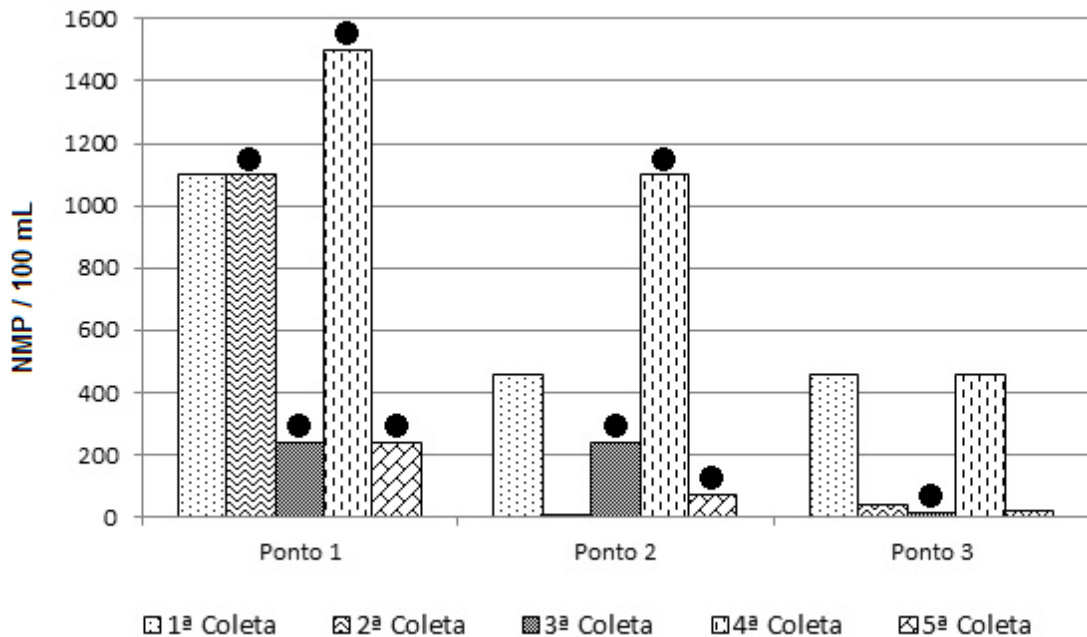


Fig.4. Presença de Coliformes Totais (NMP/100 mL) nas cinco coletas realizadas no Córrego Água Boa, nos pontos 1, 2 e 3. O símbolo (●) representa a presença de *E. coli*.

Existem normativas que especificam os limites permitidos de coliformes para a água de consumo humano, ausência de coliformes totais e *E. coli* por 100 mL de água (Portaria MS nº 2.914/2011; COMANA 357/2005; WHO, 2011), quanto para a água de irrigação de culturas, que é de  $\leq 1000$  coliformes termotolerantes por 100 mL de água (COMANA 020/1986; WHO, 2006). Pode-se observar que todas as amostras analisadas estavam fora do limite de água para consumo humano e 4 amostras estavam fora do limite mencionado para irrigação de culturas, sendo 3 amostras no ponto 1 e 1 amostra do ponto 2.

As bactérias indicadoras de contaminação fecal estão normalmente presentes em alta concentração nas fezes humanas e nos animais de sangue quente. Os indicadores de contaminação fecal e os patógenos possuem a mesma origem, no entanto, os indicadores estão em maior número, sobrevivem mais tempo, e são de fácil detecção e quantificação em laboratório de microbiologia (Maimon et al., 2010). Nos Estados Unidos, bactérias como os coliformes termotolerantes foi o indicador microbiológico mais utilizado no monitoramento de cursos d'água, embora uma medida mais específica, a presença a *Escherichia coli*, está se tornando mais comum nos dias atuais,

mas, ambas as medidas de quantificação de bactérias de indicação fecal (FIB) podem servir como sinais de contaminação na água superficial e subterrâneas (Rowny e Stewart, 2012). Podemos relatar que essa medida também vem sendo adotada pelas resoluções e portarias vigentes no Brasil.

Quando analisado as médias de coliformes totais por coleta realizada (Fig. 5), pode-se notar que as maiores médias tanto para coliformes totais quanto para termotolerantes (1.020 NMP/100 mL) foi evidenciada na mesma coleta (4ª coleta), já as menores médias foram evidenciadas em coletas diferentes, sendo que a quinta coleta apresentou a menor média para coliformes totais (113 NMP/100 mL) e a terceira coleta para coliformes termotolerantes (81,7 NMP/100 mL). Diferente de nossos resultados, em todas as coletas realizadas por Poma et al. (2012) e Gemmell e Schmidt (2013), foi possível notar que os maiores e menores valores tanto de coliformes totais quanto de termotolerantes foram evidenciados nas mesmas coletas.

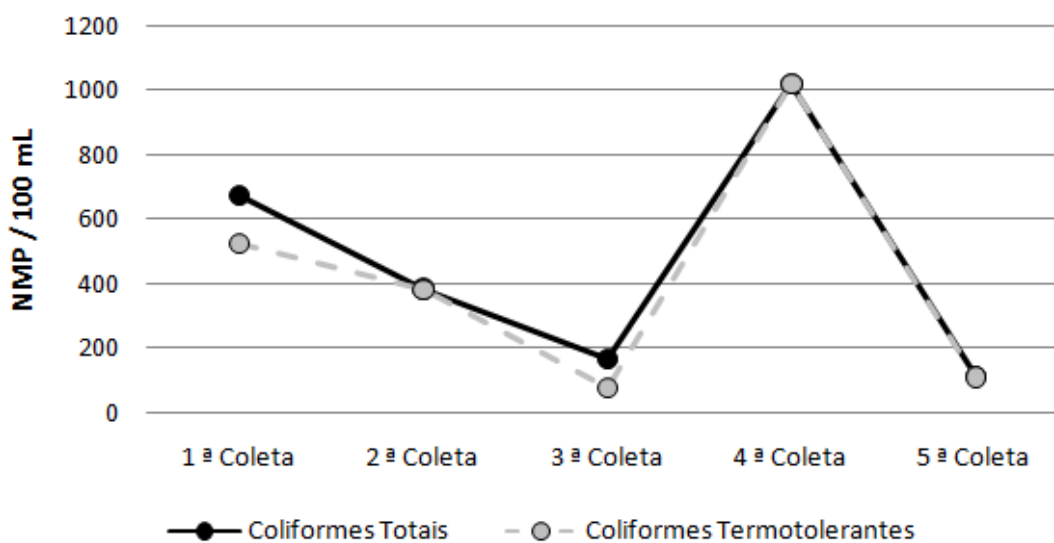


Fig. 5. Resultados da média de coliformes totais e coliformes termotolerantes em NMP/100 mL, das cinco coletas realizadas.

### 3.6. *Salmonella* spp.

Vários trabalhos que pesquisam a qualidade microbiológica de cursos d'água doce (Kittinger et al., 2013, Gemmell e Schmidt, 2013) fez-se necessário realizar a análise de *Salmonella* spp. (microrganismos entéricos causadores de infecções gastrointestinais, febre entérica e septicemia) para se saber os possíveis riscos que o

contato com aquela água contaminada pode causar a saúde do homem. Em vários países não há recomendações para a análise de *Salmonella* spp.. No Brasil não existe recomendações para essas análises, mas realizou-se a pesquisa de *Salmonella* spp. para se ter uma melhor avaliação microbiológica da água do córrego Água Boa.

A pesquisa de *Salmonella* spp. foi realizada em todas as coletas, mas não foi possível isolada-lá no curso d'água estudado. No entanto, Kittinger et al. (2013) ressaltaram também que em seu país, a análise de *Salmonella* spp. não é estabelecida, e que o uso dessa análise permitiu que isolassem *Salmonella* spp. em 45% de todos os seus pontos de amostragem no rio Mur na Áustria, onde *Salmonella* spp. não só surgiu em conjunto com as altas concentrações de Enterococos Intestinais (EI) e *E.coli* (E.C), mas também foi isolada em 30% dos pontos de amostragem com baixas concentrações de E.I e E.C.

### **3.7. *Pseudomonas* spp.**

*Pseudomonas* spp. são bastonetes gram-negativos que causam inúmeras doenças em indivíduos imunocomprometidos, crianças, idosos e pacientes hospitalizados, tornando assim um importante problema de saúde nos últimos anos, pois a mesma vem sendo identificada como responsável por uma série de infecções oportunistas hospitalares (Master et al., 2011). Vários estudos (Smith e Iglewski, 2003; Suzuki et al., 2013; Vasconcelos et al., 2006) vêm trabalhando com o isolamento de *Pseudomonas* spp. em água doce, mas a mesma pode ser encontrada também no solo e em efluentes.

De todas as coletas realizadas, foram isoladas 13 cepas de *Pseudomonas* spp., sendo 11 *Pseudomonas aeruginosa* e 2 *Pseudomonas putida*, (Fig. 9). O ponto 3 foi o que apresentou o maior número de isolados (7 *Pseudomonas* spp.) e o ponto 1 o menor (2 *Pseudomonas* spp). Segundo Smith e Iglewski (2003), a *Pseudomonas aeruginosa* é considerado um microrganismo metabolicamente mais versátil que os coliformes, capaz de persistir por mais tempo na água e tende a resistir aos agentes cáusticos do ambiente por mecanismos ainda desconhecidos.

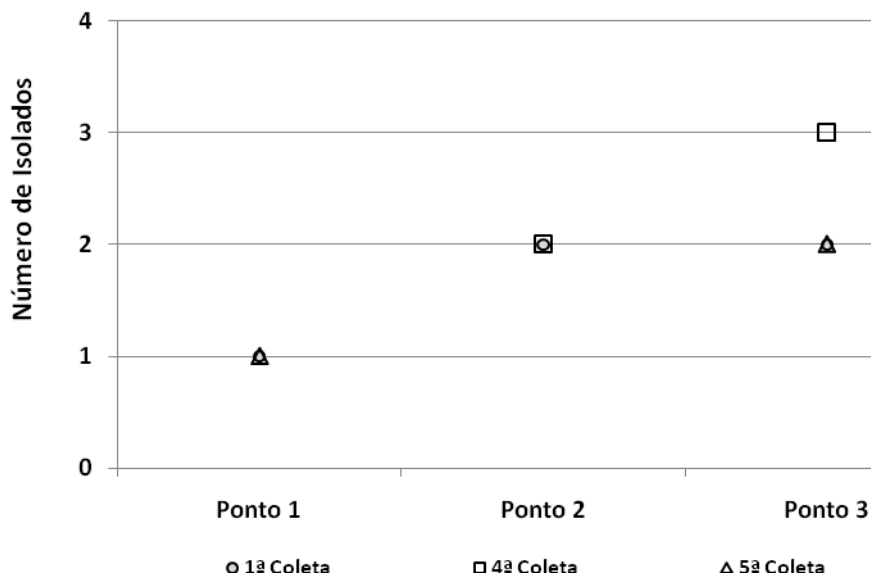


Fig. 6. Isolados de *Pseudomonas* spp. apresentados por ponto e coleta.

Quando comparados os resultados de *Pseudomonas* spp. e Coliformes por ponto de coleta pode-se notar que eles são inversamente proporcionais, pois o ponto que apresentou a maior concentração de *Pseudomonas* spp. (ponto 3) foi o que apresentou a menor concentração de coliformes, já o ponto 1 que apresentou o menor número de isolados de *Pseudomonas* spp. apresentou a maior concentração de coliformes. A atividade antimicrobiana de *P. aeruginosa* sobre os coliformes foi verificada em um estudo sobre o antagonismo entre *P. aeruginosa* e bactérias indicadoras de contaminação fecal em água (Vasconcelos et al., 2006, Guilherme et al. (2000). *P. aeruginosa* produzem uma substância denominada “Pseudocin” (PLS), que age com um efeito bacteriostático sobre o crescimento do grupo dos coliformes, *E. coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella* sp., dificultando o isolamento destes e alterando os resultados da pesquisa (Coelho et al., 2010).

Vários estudos de biomonitoramento ambiental de água utilizam *P. aeruginosa* como um parâmetro microbiológico e ressaltam que este microrganismo deveria ser monitorado assim como coliformes totais e *E. coli*. Suzuki et al. (2013), isolaram 298 *Pseudomonas aeruginosa* do rio Kiyotake, e 218 *Pseudomona aeruginosa* do rio Yae no Japão, ele relatou que estes altos índices de contaminação dos rios estão relacionados com a entrada de águas residuais domésticas e urbanas, fato este que pode explicar também a contaminação microbiológica que encontramos no córrego Água Boa.

### 3.8. Perfil de Resistência

A contaminação da água por resíduos de antibióticos está diretamente relacionada com a administração do mesmo, além de serem utilizados no tratamento de doenças humanas e animais, os antibióticos vêm sendo utilizado em larga escala nas rações de animais como agentes promotores de crescimento, principalmente na avicultura (Tortora et al., 2012). Mesmo em pequenas quantidades (subinibitórias) os agentes antimicrobianos presentes nos ambientes aquáticos fazem com que os microrganismos que ali habitam se tornem mais resistentes devido a pressão seletiva que os mesmos sofrem, ou seja, os antibióticos em contato com os microrganismos exercerão sua atividade, levando à morte as cepas sensíveis e sobrevivendo então as resistentes (Okeke et al., 2011).

Após a identificação dos organismos isolados, foi averiguado o perfil de resistência dos mesmos, tendo no total 10 *E. coli*, onde somente 1 isolado apresentou resistência a Penicilina semi-sintética amplamente utilizada (Ampicilina) e a Ampicilina/sulbactam (Aminopenicilinas lábeis + inibidor), (Tabela 4). Pereira et al. (2013), analisaram o perfil de resistência de 220 isolados de *E. coli* do Rio Tejo, no sul de Portugal, e constataram que os microrganismos estudados apresentarão uma maior resistência as penicilinas e aos aminoglicosídeos.

Dentre as 13 *Pseudomonas* spp. isoladas, 3 (23%) apresentaram perfil de resistência, aos antibióticos testados (Tabela 5), sendo 1 *Pseudomonas aeruginosa* resistente a Imipenem, Meropenem, Piperacilina/Tazobactam, Cefepima, Ceftazidima, 1 *Pseudomonas putida* com resistência intrínseca a Piperacilina/Tazobactam, e 1 *Pseudomonas putida* com resistência a Cefepima e Gentamicina. Fuentesfria et al. (2008) constataram que 31% de seus isolados de *Pseudomonas aeruginosa* de água superficial, também apresentaram resistência a imipenem ou meropenem.

*Pseudomonas aeruginosa* apresentam resistência intrínseca a vários antibióticos como: ampicilina, amoxicilina, amoxicilina/ ácido clavulânico, cefalosporinas de 1ª e 2ª gerações, cefotaxima, ceftriaxona, ácido nalidíxico, ácido pipemídico, tetraciclina, kanamicina, cloranfenicol e sulfametoxazol/ trimetoprim (Livermore, 2002).

Vários estudos que isolaram *Pseudomonas spp.* em ambientes aquáticos não constataram a presença da *P. putida* nas amostras analisadas (Suzuki et al., 2013; Fuentefria et al., 2008), entretanto encontramos 2 isolado de *P. putida* com perfil de resistência a pelo menos 1 antibiótico (resistência a Gentamicina e resistência intrínseca a Piperacilina/Tazobactam) na água do córrego Água Boa. Segundo Schneider e Dorn, 2001, a *P. putida* é uma bactéria ubíqua do solo, e que vem sendo utilizada em uma série de processos bioquímicos, tais como na produção de compostos naturais, na biorremediação de inúmeros compostos em ambientes poluídos, e na utilização de estirpes para controlar as doenças das plantas, fato que pode ter contribuído para o isolamento da mesma.

Dentre os isolados resistentes encontrados, pode-se dizer que uma das *Pseudomonas aeruginosa* analisadas apresentou ser multiresistente, fato que a torna preocupante, uma vez que este é um isolado de um ambiente, que não sofreu seleção por antibióticos. Suzuki et al, 2013, analisaram o perfil de resistência de 516 isolados de *Pseudomonas aeruginosa* de água de rio, e constaram que não havia nem uma cepa multiresistentes.

Tabela 4

Perfil de resistência das *E.coli* isoladas do córrego Água Boa

Grupo	Antibiótico	MIC (µg/mL) / Interpretação*									
		<i>E.coli</i>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aminoglicosídeos	Amicacina	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S
Aminopenicilinas lábeis	Ampicilina	<=2/S	<=2/S	4/S	<=2/S	8/S	<=2/S	>=32/R	<=2/S	4/S	<=2/S
Aminopenicilinas lábeis + inibidor beta-lactamase	Ampicilina/sulbactam	<=2/S	<=2/S	4/S	<=2/S	4/S	<=2/S	>=32/R	<=2/S	4/S	<=2/S
Cefalosporinas de 4ª geração	Cefepima	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S
Cefamicinas	Cefoxitina	<=4/S	8/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S
Cefalosporinas de 3ª geração	Ceftazidima	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S
Cefalosporinas de 3ª geração	Ceftriaxona	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S
Cefalosporinas de 2ª geração	Cefuroxima	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S
Cefalosporinas de 2ª geração	Cefuroxima Axetil	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S
Quinolona	Ciprofloxacina	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S
Polipeptídeos	Colistina	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S
Carbapenêmicos	Ertapenem	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=05/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S
Aminoglicosídeos	Gentamicina	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S
Carbapenêmicos	Imipenem	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S
Carbapenêmicos	Meropenem	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S
Tetraciclina	Piperacilina/Tazobactam	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S	<=4/S
Tetraciclina	Tigeciclina	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S

Legenda: MIC – Concentração Inibitória Mínima, \* de acordo com a CSLI 2013.



Tabela 5

Perfil de resistência das *Pseudomonas* spp. isoladas do córrego Água Boa

Grupo	Antibiótico	MIC (µg/mL) / Interpretação*												
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>											<i>P. putida</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2
Aminoglicosídeos	Amicacina	<=2/S	4/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S	<=2/S
Cefalosporinas de 4ª geração	Cefepima	2/S	<b>2/R</b>	<=1/S	2/S	<=1/S	2/S	2/S	2/S	2/S	2/S	2/S	2/S	8/S
Cefalosporinas de 3ª geração	Ceftazidima	4/S	<b>4/R</b>	4/S	4/S	2/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S	4/S
Quinolona	Ciprofloxacina	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	<=0,25/S	0,5/S
Polipeptídeos	Colistina	2 / S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	<=0,5/S	2 / S	1 / S	<=0,5/S	<=0,5/S
Aminoglicosídeos	Gentamicina	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<=1/S	<b>&gt;=16/R</b>
Carbapenêmicos	Imipenem	1/S	<b>8/R</b>	1/S	<1/S	2/S	2/S	2/S	2/S	0,5/S	1/S	1/S	0,5/S	2/S
Carbapenêmicos	Meropenem	<=0,25/S	<b>4/R</b>	<=0,25/S	<=0,25/S	1/S	1/S	1/S	1/S	<=0,25/S	0,5/S	0,5/S	0,5/S	-
Tetraciclina	Piperacilina/ Tazobactam	8/S	<b>8/R</b>	<=4/S	8/S	8/S	8/S	8/S	8/S	8/S	8/S	8/S	<b>32/I</b>	-

Legenda: MIC – Concentração Inibitória Mínima, \* de acordo com a CSLI.

#### **4. Conclusão**

A partir do monitoramento do Córrego Água Boa, conclui-se que esta água apresenta-se imprópria para a irrigação de culturas e dessedentação de animais, devido as interferências que a mesma sofre pela indústria e agricultura. O conjunto de parâmetros analisados (físico-químicos, químicos, limnológicos e microbiológicos), indicaram o elevado nível de matéria orgânica (sólidos totais dissolvidos), presença de agente indicadores de contaminação fecal (*E.coli*) e *Pseudomonas* spp. resistentes, contaminação por compostos inorgânicos (cobre, cádmio e chumbo) e resíduos agroquímicos (thiamethoxam) na água. Os problemas do contato com essa água podem ser de imediato, como as infecções gastrointestinais devido às altas concentrações dos agentes patogênicos, ou em longo prazo devido aos agentes químicos contidos na água que se acumulam em nosso organismo e acarretam em problemas à saúde humana como os metais pesados (problemas nos sistemas respiratório, cardiovascular e nervoso) e o thiamethoxam (hepatotóxico e hepatocancerígeno). Para reverter ou amenizar a presente contaminação do córrego, seria necessário melhorias das condições do local por meio de políticas públicas e participação da população para a preservação do ambiente.

#### **5. Agradecimentos**

Ao Fundect pelo apoio financeiro e o CNPq pela bolsa de Mestrado.

#### **6. Referencias**

Almeida CM, Câmara G, Monteiro AMV. Geoinformação em urbanismo: Cidade Real x Cidade Virtual. Ed Oficina de Textos 2007; 1:368p.

APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington DC 2005, 21.

Attayde JL, Bozelli RL. Environmental heterogeneity patterns and predictive models of chlorophyll a in a Brazilian coastal lagoon. Hydrobiologia 1998; 390:129-139p.

Banerjee K, Patil SH, Dasgupta S, Oulkar DP, Adsule PG. Sorption of thiamethoxam in three Indian soils. J Environ Sci Health B 2008; 43(2):151-156p.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União 2011.

Buss DF, Baptista DF, Nessimian JL. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. Cad Saúde Pública 2003; 19(2):465-473p.

Callisto M, Gonçalves Jr JF, Moreno P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais 2005; 1:1-12p.

Callisto M, Gonçalves Jr JF. A vida nas águas das montanhas. Ciência Hoje 2002; 31(182): 68-71p.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade das águas, 2014. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>. Acessados em: 03/04/2014.

Coelho MIS, Mendes ES, Cruz MCS, Bezerra SS, Silva RPP. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais consumidas na região metropolitana de Recife, Estado de Pernambuco. Acta Sci Health Sci 2010; 32(1):1-8p.

Colzani E, Alves MAM. Riqueza e distribuição de eucariontes unicelulares em três córregos sob influência antrópica na cidade de Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil. Ambi Água 2013; 8(2):192-203p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Guia Clima, 2014. Disponível em: [http://www.cpa.embrapa.br/clima/?lc=site/banco-dados/base\\_dados](http://www.cpa.embrapa.br/clima/?lc=site/banco-dados/base_dados). Acessado em: 24/03/2014.

Fietz CR, Fisch GF. O clima da região de Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos 2008; 32p.

Fuentefria DB, Ferreira AE, Gräf T, Corção G. Pseudomonas aeruginosa: disseminação de resistência antimicrobiana em efluente hospitalar e água superficial. Rev Soc Bras Med Trop 2008; 41(5):470-473p.

Gemmell ME, Schmidt S. Is the microbiological quality of the Msunduzi River (KwaZulu-Natal, South Africa) suitable for domestic, recreational, and agricultural purposes?. Environ Sci Pollut Res Int 2013; 20(9):6551-6562p.

Gemmell ME, Schmidt S. Microbiological assessment of river water used for the irrigation of fresh produce in a sub-urban community in Sobantu, South Africa. Food Res Int 2012; 47(2):300-305p.

Goldemberg J, Lucon O. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. Ed Edusp 2010; 1:400p.

Golterman HL, Clymo RS, Ohnstad MAM. Methods for physical and chemical analyses of fresh waters. Ed Blackwell Science Inc 1979; 2:224p.

Gomes AMA, Sampaio PL, Ferrão-Filho AS, Magalhães VF, Marinho M.M, Oliveira ACP, Santos VB, Domingos P, Azevedo SMFO. Florações de cianobactérias tóxicas em uma lagoa costeira hipereutrófica do Rio de Janeiro/RJ (Brasil) e suas consequências para saúde humana. Oecol Bras 2009; 13(2):329-345p.

Bermudez GMA, Rodriguez JH, Pignata ML. Comparison of the air pollution biomonitoring ability of three Tillandsia species and the lichen Ramalina celastri in Argentina. Environ Res 2009; 109(1):6-14p.

Goulart MDC, Callisto M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM 2003; 2(1):156-164p.

Green T, Toghil A, Lee R, Waechter F, Weber E, Noakes J. Thiamethoxam induced mouse liver tumors and their relevance to humans part 1: mode of action studies in the mouse. Toxicol Sci 2005; 86(1):36-47p.

Guilherme EFM, Silva JAM, Otto SS. Pseudomonas aeruginosa, como indicador de contaminação hídrica. Hig aliment 2000; 14(76):43-47p.

Gupta S, Gajbhiye VT, Gupta RK. Effect of ultraviolet and sunlight on persistence of thiamethoxam in soil. Pestic Res J 2006; 18(2):211-214p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades 2013. Disponível em:<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=500370&search=mato-grosso-do-sul+dourados>. Acessado em: 24/03/2014.

Junior RPS, Rigitano RLO. Comportamento ambiental do inseticida Thiamethoxam em um Latossolo Vermelho Distroférrico em Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste 2009; 22p.

Kittinger C, Marth E, Reinthaler FF, Zarfel G, Pichler-Semmelrock F, Mascher W, Mascher G, Mascher F. Water quality assessment of a Central European River-Does the Directive 2000/60/EC cover all the needs for a comprehensive classification?. Sci Total Environ 2013; 447:424-429p.

Livermore DM. Multiple mechanisms of antimicrobial resistance in Pseudomonas aeruginosa: our worst nightmare? Clin Infect Dis 2002; 34(5):634-640p.

Maimon A, Tal A, Friedler E, Gross A. Safe on-site reuse of greywater for irrigation - A critical review of current guidelines. Environ Sci Technol 2010; 44(9):3213-3220p.

Master RN, Clark RB, Karlowsky JA, Ramirez J, Bordon JM. Analysis of resistance, cross-resistance and antimicrobial combinations for Pseudomonas aeruginosa isolates from 1997 to 2009. Int J Antimicrob Agents 2011; 38(4):291-295p.

Matyar F, Kaya A, Dinçer S. Antibacterial agents and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun Bay, Turkey. *Sci Total Environ* 2008; 407(1):279-285p.

Nortex. Produtos, 2014. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/detprod.php?id=33>. Acessado em: 24/03/2014.

Okeke BC, Thomson MS, Moss EM. Occurrence, molecular characterization and antibiogram of water quality indicator bacteria in river water serving a water treatment plant. *Sci Total Environ* 2011; 409(23):4979-4985p.

Paula SM, Ramires I, Dantas FGS, Teodósio TKC, Campos KBG, Brabes KCS, Negrão FJ. Qualidade da água do rio Dourados, MS – parâmetros físico-químicos e microbiológicos. *Evidência* 2013; 13(2):83-100p.

Peña A, Rodríguez-Liébana JA, Mingorance MD. Persistence of two neonicotinoid insecticides in wastewater, and in aqueous solutions of surfactants and dissolved organic matter. *Chemosphere* 2011; 84(4):464-470p.

Pereira A, Santos A, Tação M, Alves A, Henriques I, Correia A. Genetic diversity and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* from Tagus estuary (Portugal). *Sci Total Environ* 2013; 461:65-71p.

Pereira PS, Fernandes LAC, Oliveira JLM, Baptista DF (2012). Avaliação da integridade ecológica de rios em áreas do zoneamento ecológico econômico do complexo hidrográfico Guapiaçu-Macacu, RJ, Brasil. *Ambi-Agua* 2012; 7(1):157-168p.

Poma HR, Gutiérrez Cacciabue D, Garcé B, Gonzo EE, Rajal VB. Towards a rational strategy for monitoring of microbiological quality of ambient waters. *Sci Total Environ* 2012; 433:98-109p.

Rebouças AC, Braga B, Tundisi JG. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. Ed Escrituras 2006; 3:768p.

Rowny JG, Stewart JR. Characterization of nonpoint source microbial contamination in an urbanizing watershed serving as a municipal water supply. *Water Res* 2012; 46(18):6143-6153p.

Schipper PNM, Bonten LTC, Plette ACC, Moolenaar SW. Measures to diminish leaching of heavy metals to surface waters from agricultural soils. *Desalination* 2008; 226(1):89-96p.

Schneider M, Dorn A. Infectividade Diferencial de dois *Pseudomonas* espécies ea resposta imune no bug serralha, *Oncopeltus fasciatus* (Insecta, Hemiptera). *J Invert Pathol* 2001; 78:135-140p.

Scorza-Júnior RP, Rigitano RLO. Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. *Rev Bras Eng Agríc Ambient* 2012; 16(5):564-572p.

Shukla VK, Rastogi AN, Adukia TK, Raizada RB, Reddy DC, Singh S. Organochlorine pesticides in carcinoma of the gallbladder: a case control study. *Eur J Cancer Prev* 2001, 10(2):153-156p.

Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Santos RFS, Gomes RAR. Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos e água. Ed Varela 2010; 4:624p.

Siqueira NS, Rodrigues L. Biomassa Perifítica em Tanques-Rede de Criação de Tilápia do Nilo-Oreochromis niloticus (Linneau, 1758). *B Inst Pesca* 2009; 35(2):181-190p.

Smith RS, Iglewski BH. P.aeruginosa quorum-sensing systems and virulence. *Curr Opin Microbiol* 2003; 6(1):56-60p.

Suzuki Y, Kajii S, Nishiyama M, Iguchi A. Susceptibility of Pseudomonas aeruginosa isolates collected from river water in Japan to antipseudomonal agents. *Sci Total Environ* 2013; 450:48-154p.

Syngenta. Inseticida, 2014. Disponível em:<http://www.syngenta.com/global/corporate/en/products-and-innovation/product-brands/crop-protection/insecticides/pages/actara.aspx>. Acessado em: 24/03/2014.

Tiefenthaler L, Stein ED, Schiff KC. Levels and patterns of fecal indicator bacteria in stormwater runoff from homogenous land use sites and urban watersheds. *J Water Health* 2011; 9(2):279-290p.

Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. Ed Artmed 2012; 10:240p.

Vasconcelos U, Medeiros LV, Andrade MAG, Calazans GMT. Evidência do antagonismo entre Pseudomonas aeruginosa e bactérias indicadoras de contaminação fecal em água. *Rev Hig Alim* 2006; 20(140):127-130p.

WHO - World Health Organisation. Guidelines for drinking-water quality. Ed World Health Organisation 2011; 4:564p.

WHO - World Health Organisation. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: Excreta and greywater use in agriculture. Ed World Health Organisation 2006; 4:182p. Almeida CM, Camara G, Monteiro AMV. Geoinformação em urbanismo: Cidade Real x Cidade Virtual. Ed Oficina de Textos 2007; 1:368p.