

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**

IZABELA APARECIDA DA SILVA MENDES

**AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO
SEDIMENTO NO CÓRREGO TRIPUÍ, OURO PRETO – MG.**

**BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

IZABELA APARECIDA DA SILVA MENDES

**AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO
SEDIMENTO NO CÓRREGO TRIPUÍ, OURO PRETO – MG.**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Campus Pampulha, como parte das exigências para obtenção do grau de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos

Orientadora: Arnola Cecília Rietzler

**BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

Aos meus pais e irmãos...

Exemplo de coragem e determinação!

Que se fizeram presentes e apoiaram todos meus sonhos...

Amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me permitido viver experiências únicas durante todo o período da Especialização.

À Professora Arnola Cecília Rietzler, primeiramente por ter acreditado em mim e por me conceder um espaço no seu laboratório, segundo por toda orientação para realização deste trabalho.

À minha eterna mãe de BH professora e amiga Elizêne Veloso Ribeiro, que com todo amor e carinho me cedeu abrigo para minimizar meu cansaço nos dias de aula. Por sempre estar do meu lado, aconselhando, se fazendo presente e acreditando em mim. Por toda orientação, confiança e dedicação sempre.

À Marcela Martins Ribeiro por todo auxílio para condução das análises no laboratório.

À minha mãe Solange que sempre se mostrou forte perante os filhos e nos ensinou a encarar a vida sempre com a cabeça erguida. Que sempre orientou meus passos e me ensinou a ser a pessoa que hoje sou.

Ao meu pai Paulo Afonso que me ensinou que aventuras podem sim ser divertidas. Que gastou grande parte do seu tempo me esperando assistir as aulas no ICB. Que me auxiliou em todas as coletas para realização deste trabalho. Que arriscou sua vida nas tantas indas e vindas de OP-BH e vice versa.

À minha avó Terezinha que espalha ternura e amor por onde passa, que sempre se dispôs a ouvir meus lamentos e nunca se esqueceu de mim em suas orações.

À minha eterna estrela guia Paula, que sempre me cativou com seu sorriso, isso sempre foi o suficiente. Sei que você esta feliz, onde quer que você esteja, por mim, por mais esta etapa vencida na minha vida. Eu sempre vou te amar!

Ao meu único e amoroso irmão Guilherme, que hoje apesar da distância sempre consegue me consolar e lembrar que sou capaz. Obrigada por cada abraço, cada carinho, cada briga, isso só mostra que cada vez mais meu amor por você é enorme e o quanto você é importante na minha vida.

Aos meus padrinhos Rachel e José Roberto, por serem os melhores segundos pais do mundo!

À minha tentação, Rossiny, que compreendeu minha ausência e se fez presente mesmo que a distância. Obrigada por todo companheirismo, e principalmente pela amizade e carinho todos estes anos.

À toda minha família por todo amor, força, amizade e carinho todos esses anos, isso foi essencial para mais esta conquista.

Aos meus queridos alunos do CEOP que fizeram da minha trajetória na escola a mais agradável possível, agradeço por todo carinho, atenção e compreensão, isso foi peça fundamental para realização de um bom trabalho.

Todo Caminho

Todo caminho da gente é resvaloso.
Mas também, cair não prejudica demais.
A gente levanta, a gente sobe, a gente volta!...
O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim:
Esquenta e esfria,
Aperta e daí afrouxa,
Sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.
Ser capaz de ficar alegre e mais alegre no meio da alegria,
E ainda mais alegre no meio da tristeza...
Guimarães Rosa

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
3. A QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO E A ECOTOXICOLOGIA	19
3.2- <i>A Ecotoxicologia e os Ensaios de Toxicidade</i>	22
3.2.1- <i>Ensaio de Toxicidade Aguda</i>	24
3.2.2- <i>Ensaio de Toxicidade Crônica</i>	24
3.2.3- <i>Espécies utilizadas nos Ensaios de Toxicidade</i>	25
3.2.4- <i>Vantagens e Limitações dos Ensaios/Testes de Toxicidade</i>	26
4. ÁREA DE ESTUDO	28
4.1- <i>Aspectos Hidrográficos</i>	30
4.2- <i>Histórico do Uso do Solo</i>	32
5. MATERIAIS E MÉTODOS	37
5.1- <i>Trabalhos de Campo</i>	37
5.2- <i>Pontos de Amostragem</i>	37
5.2.1- <i>Caracterização dos Pontos de Amostragem</i>	39
5.3- <i>Ensaios de Toxicidade</i>	45
5.3.1- <i>Ensaios de Toxicidade com amostras de água</i>	46
5.3.2- <i>Ensaios de Toxicidade com amostras de sedimento</i>	47
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
6.1- <i>Resultados dos Ensaios de Toxicidade da água no Córrego Tripuí</i>	48
6.2 <i>Resultados dos Ensaios de Toxicidade do sedimento no Córrego Tripuí</i>	51
7. CONCLUSÕES	54

8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	–	Área de Preservação Permanente
CE	–	Condutividade Elétrica
CONAMA	–	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EET	–	Estação Ecológica Tripuí
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
pH	–	Potencial Hidrogeniônico
SNRH	–	Sistema Nacional dos Recursos Hídricos
UPGRH	–	Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa de localização do município de Ouro Preto inserido na Microrregião de Ouro Preto e na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.	28
FIGURA 2 – Mapa do Contexto Regional da Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto – Minas Gerais. .	31
FIGURA 3 – Bacia Hidrográfica do Córrego Tripuí – Ouro Preto, Minas Gerais.....	32
FIGURA 4 – Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto – Minas Gerais.....	34
FIGURA 5 – Índice de Degradação da Qualidade da água na Bacia do Córrego Tripuí na Estação Seca (Junho/2011) e Chuvosa (Dezembro/2011).	36
FIGURA 6 – Mapa com a localização dos pontos de amostragem no Córrego Tripuí – Ouro Preto, Minas Gerais.	38
FIGURA 7 – Localização e entrada da nascente, propriedade particular do SESC – MG (A); nascente do Córrego Tripuí (B); e Barramento de drenagem próximo à nascente (C e D).	40
FIGURA 8 – Localização do ponto P2 (A); Depósito de areia com minério de ferro e cascalho nas margens do Córrego Tripuí (B).	41
FIGURA 9 – Empresa de extração de Topázio (A e B), a montante de P2.	41
FIGURA 10 – Presença de criações de animais próximo ao Córrego em estudo (A e B).	41
FIGURA 11 – Localização da barragem de rejeito, extração de topázio e indústria metalúrgica próximas ao ponto de amostragem P2.....	42
FIGURA 12 – Córrego Tripuí no período de seca (A); Córrego Tripuí no período chuvoso (B).....	43
FIGURA 13 – Córrego Tripuí próximo ao Bairro Barra (A); Presença de casas e lançamento de efluentes domésticos no Córrego (B).	43
FIGURA 14 – Localização de indústria metalúrgica, próxima ao ponto de amostragem P3.....	44
FIGURA 15 – Córrego Tripuí no período de seca (A) e Córrego Tripuí no período chuvoso (B).	44
FIGURA 16 – Foz do Córrego Tripuí e contenção ao redor do Córrego (A e B); Presença de casas e lançamento de efluentes no Córrego (C e D).	45
FIGURA 17 – Porcentagem de imobilidade da <i>Daphnia similis</i> em ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.....	48
FIGURA 18 – Porcentagem de imobilidade da <i>Daphnia similis</i> , no segundo ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.	49
FIGURA 19 – Número total de neonatas produzidas por <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> em ensaio de toxicidade crônica com amostras de água coletadas em junho de 2014.....	49
FIGURA 20 – Número total de neonatas produzidas por <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> em ensaio de toxicidade crônica, durante o segundo ensaio realizado com amostras de água coletadas em junho de 2014.....	50

FIGURA 21 – Porcentagem de imobilidade de <i>Chironomus xanthus</i> em ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.....	51
FIGURA 22 – Número total de neonatas produzidas por <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> em ensaio de toxicidade crônica com amostras de sedimento coletadas em junho de 2014.....	52
FIGURA 23 – Número total de neonatas produzidas por <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> em ensaio de toxicidade crônica, durante o segundo ensaio realizado, com amostras de sedimento coletadas em junho de 2014.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Vantagens e Limitações dos Ensaios/Testes de Toxicidade **Erro!** **Indicador** **não definido.**

TABELA 2 – Pontos de Amostragem e coordenadas dos pontos no Córrego Tripuí..... 39

RESUMO

A Bacia do Córrego Tripuí localizada no município de Ouro Preto, importante na história da região, devido a sua utilização durante o período colonial para exploração aurífera, encontra-se hoje em processo de degradação devido ao grande crescimento populacional e exploração industrial. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo reavaliar a qualidade da água e sedimento da Bacia do Córrego Tripuí, do ponto de vista ecotoxicológico, complementando estudo realizado por Mendes (2012), que mostrou, através de análises dos parâmetros físicos e químicos, indícios de degradação da qualidade da água na região. Foram realizadas duas coletas em quatro pontos de amostragem ao longo do trecho estudado em junho de 2014, levando-se em consideração o uso e ocupação da bacia. Foram conduzidos ensaios de toxicidade aguda e crônica com amostras de água e sedimento, em laboratório, utilizando os cladóceros *Ceriodaphnia silvestrii* e *Daphnia similis*, e o quironomídeo *Chironomus xanthus* como organismos-teste. Foi verificado efeito de toxicidade aguda nas amostras de água de dois pontos do córrego estudado, para a água coletada em finais de semana, quando suspeita-se que haja o despejo de resíduos no córrego. Em relação às amostras de sedimento, nenhum dos pontos apresentou efeito de toxicidade aguda, provavelmente devido à granulometria do sedimento, principalmente arenoso. Os efeitos de toxicidade verificados podem estar relacionados a atividades de exploração de topázio e uma indústria metalúrgica, próximas dos pontos de amostragem. Assim, as ações que influenciam, diretamente ou não, na qualidade da água e do sedimento mostram a necessidade de monitoramento constante, como forma de contribuir para a conservação de ecossistemas aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Ecotoxicologia, Córrego Tripuí, Qualidade de água e sedimento, Cladóceros e Quironomídeos.

ABSTRACT

Stream Tripuí located in Ouro Preto, important in the history of the region due to its use during the colonial period for gold mining, is in a process of degradation due to high population growth and industrial exploitation. In this context, this work aimed to reassess the quality of water and sediment of Stream Tripuí, from an ecotoxicological point of view, complementing a study by Mendes (2012), which showed through analyses of physical and chemical parameters, indication of water quality degradation in this stream. Two samplings were carried out in four sites along the stream in June 2014, taking into consideration the use and occupation of the basin. Acute and chronic toxicity assays were conducted with water and sediment samples in laboratory, using *Ceriodaphnia silvestrii*, *Daphnia similis* and *Chironomus xanthus* as test-organisms. Among the results, there was acute toxicity effect of water samples from two sites of the stream, collected on weekends when we suspect there is waste release into the stream. With regard to sediment samples, none of the points presented acute toxicity effect, probably due to sediment grain size, mainly sandy. The toxicity effects observed may be related to the exploitation of topaz, and metallurgical activities near the sampling points. Thus, actions that influence, directly or not, water and sediment quality show the need of constant monitoring as a way to contribute to the conservation of aquatic ecosystems.

KEYWORDS: Ecotoxicology, Tripuí Stream, water and sediment quality, cladocerans and chironomids.

1. INTRODUÇÃO

A água e o sedimento são importantes reservatórios de substâncias tóxicas, capazes de armazenar informações sobre uma região. A concentração de determinada substância tóxica no sedimento pode variar em função da geologia local e das características físicas e químicas da água, mas, também pode variar em função das alterações antropogênicas no meio ambiente. A sua composição e os processos metabólicos que nele ocorrem, podem modificar todo o sistema aquático, influenciando, conseqüentemente, a estrutura de toda biota.

O desenvolvimento das civilizações está inteiramente ligado aos cursos de água e diretamente relacionado às formas de contaminação deste recurso, interferindo de forma negativa na qualidade do meio ambiente. As diversas formas de contaminação da água, em geral estão relacionadas ao uso e ocupação do solo, onde a contaminação do solo muitas vezes pode estar diretamente ligada à contaminação da água. O resultado dessas alterações representa uma queda acentuada da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alterações na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas (CALLISTO *et al.*, 2001b).

Cada vez mais pesquisadores e cientistas tem mostrado que as análises, físicas, químicas e biológicas, da água e sedimento são fundamentais para a detecção de diferentes substâncias químicas, muitas vezes produzidas pelo homem, que quando em contato com o ambiente aquoso ou sedimento podem apresentar diferentes efeitos e características sobre os organismos.

A Ecotoxicologia representa um instrumento fundamental na análise da qualidade da água e dos sedimentos nos ambientes aquáticos, tendo como objetivo “estudar as modalidades de contaminação do ambiente pelos poluentes naturais ou sintéticos, produzidos através das atividades humanas, seus mecanismos de ação e seus efeitos sobre o conjunto de seres vivos que habitam a biosfera” (RAMADE, 1977 *apud* ZAGATTO & BERTOLETTI, 2008).

Cada vez mais, a Ecotoxicologia tem ganhado espaço frente à necessidade de monitoramento de ambientes aquáticos comprometidos do ponto de vista qualitativo. É neste contexto que se insere este trabalho, destacando as interferências do uso e ocupação do solo na qualidade da biota aquática. Com o crescimento desordenado das áreas urbanas ao longo dos anos, diversas alterações no ambiente podem ser observadas, incluindo o crescente aumento do lançamento de resíduos domésticos, o aumento de captação de água para

consumo, a modificação da cobertura vegetal para implantação da área urbana e explorações minerárias, as quais influenciam na qualidade dos ambientes aquáticos.

Se tratando dos cursos de água em áreas urbanas um dos principais problemas encontrados é a falta de tratamento prévio dos esgotos domésticos, muitas vezes lançados *in natura* nos cursos dos rios. Assim, o presente trabalho buscou estudar como a utilização de bioindicadores podem auxiliar na avaliação da qualidade da água na região que compreende o município de Ouro Preto, procurando responder as seguintes questões:

As diferenças encontradas na área estudada, comparando-se área de preservação permanente e área urbana pode resultar em uma variação na qualidade da água, que pode ser demonstrada através dos bioindicadores de qualidade da água?

- A presença de empresas de extração de topázio e bauxita próximo da área de estudo influenciam na qualidade da água do córrego?
- O aumento de lançamento de efluentes, devido ao crescimento urbano, influencia diretamente na qualidade da água do córrego?

Desta forma, o presente trabalho buscou analisar como ações antrópicas no município de Ouro Preto influenciam na qualidade da água do Córrego Tripuí, tendo em vista a importância histórica deste córrego, no qual vem sofrendo processo de degradação desde a colonização do município para exploração do ouro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água e do sedimento no Córrego Tripuí do ponto de vista ecotoxicológico, por meio de ensaios de toxicidade aguda e crônica.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar os possíveis efeitos de toxicidade aguda da água do Córrego em estudo utilizando *Daphnia similis* como organismo-teste;
- Avaliar a qualidade do sedimento presente no Córrego Tripuí a partir de ensaios de toxicidade aguda utilizando *Chironomus xanthus*;
- Realizar ensaios de toxicidade crônica com amostras de água e sedimento utilizando *Ceriodaphnia silvestrii* como bioindicador.

3. A QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTO E A ECOTOXICOLOGIA

3.1- Considerações Gerais

A importância da água pode ser observada ao longo da história da humanidade, onde a localização das cidades sempre esteve ligada aos cursos de água com o propósito de favorecer suprimentos para consumo, higiene, além das facilidades para despejos e também para defesa e navegação. Sendo assim, as cidades são as construções humanas de maior impacto na superfície terrestre (BRAGA, 2003), pois, as cidades tem o poder de alterar todos os componentes presentes na paisagem.

Quanto mais o ser humano aumenta a sua capacidade tecnológica de intervir na natureza, com o propósito de satisfazer suas necessidades diárias, cada vez mais surgem conflitos com relação à utilização do espaço, dos recursos disponíveis e da disposição final dos resíduos no ambiente (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2008). E com esse crescente avanço tecnológico, os sinais de poluição no ambiente tornam-se mais evidentes.

Cada vez mais os ecossistemas aquáticos vem sofrendo com os impactos provindos das atividades humanas. Desta forma, a crescente demanda por recursos hídricos, causadas pelo crescimento populacional, urbanização, industrialização e irrigação podem levar a uma rápida e contínua degradação deste ambiente (MEDEIROS, 2005).

A população de microrganismos presentes no ambiente aquático reflete as condições terrestres circundantes, mostrando os efeitos de práticas domésticas, agrícolas e industriais no meio ambiente, refletindo assim na degradação da qualidade da água decorrente do impacto das atividades antrópicas. As condições físicas, químicas e biológicas presentes nos ambientes aquáticos são determinantes para presença de microrganismos nestes locais.

Desta forma podemos considerar que a qualidade da água é o produto resultante da relação dos fenômenos naturais e a atuação do homem sobre o meio ambiente. Sendo assim, “a forma como o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água” (VON SPERLING, M. 2007, p. 23).

Vale ressaltar que o termo “qualidade de água” não se refere necessariamente ao estado de pureza, mas sim as suas características físicas, químicas e biológicas e de acordo com estas características, os diferentes usos da água são determinados. Logo, uma água pode apresentar determinada qualidade para um fim específico e ao mesmo tempo ser considerada imprópria para outra forma de utilização.

Desde os primórdios, o homem evidencia preocupação com a água. Fonseca (2004) destaca que esta preocupação esteve inicialmente ligada a fatores como cheiro, paladar, cor e até mesmo questões religiosas, mas que, nos dias de hoje, evidentemente não são as únicas preocupações observadas, uma vez que tem considerado outros aspectos qualitativos, incluindo problemas com a eutrofização, a presença de metais pesados, patógenos, entre outros.

As atividades antrópicas, com a ausência de planejamento, a degradação da qualidade da água, por meio de lançamento de resíduos sem tratamento e utilização inadequada do uso do solo, vem comprometendo a utilização das águas, em proporções globais (LOPES, CARVALHO e MAGALHÃES, 2011). A falta de preocupação, a utilização desordenada da água e, a falta de planejamento no que diz respeito principalmente ao saneamento básico e tratamento da água, resulta em sérios problemas que colocam em risco a sobrevivência de inúmeras espécies incluindo os seres humanos (MENDES, 2012). Um dos resultados dessas alterações é uma queda acentuada da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alterações na dinâmica e estrutura das comunidades biológicas (CALLISTO *et al.*, 2001b).

Como a água, os sedimentos são importantes reservatórios de substâncias tóxicas. A concentração de determinada substância tóxica no sedimento pode variar em função da geologia local e das características físicas e químicas da água, bem como das alterações antropogênicas no meio ambiente. A sua composição e os processos metabólicos que nele ocorrem, modificam todo o sistema a ele ligado e influenciando, conseqüentemente, na estrutura de toda biota, sendo assim um dos compartimentos de informação mais importante desse ecossistema (ESTEVES, 1998).

Na grande maioria dos ecossistemas, é possível diferenciar duas camadas de sedimento: a recente (2 a 6 cm) e a permanente logo abaixo. A camada recente é rica em matéria orgânica e no que se refere à atividade biótica é bastante expressiva, sendo ela o hábitat da grande maioria de organismos como bactérias e invertebrados bentônicos. A camada permanente apesar de ser pobre em matéria orgânica, apresentando baixa atividade biológica, pode estar em intensa atividade química (SALES, 2009; ESTEVES, 1998). Desta forma, a avaliação da concentração de determinadas substâncias em sedimentos é importante, pois ela pode mostrar muitas informações que podem passar despercebidas somente nas análises da água.

Com o aumento da preocupação de que a água é um recurso que está em constante ameaça e é finito, crescem, cada vez mais, as discussões sobre a qualidade dos recursos

hídricos juntamente com qualidade do meio ambiente e a vida das pessoas. Assim, pesquisadores vêm buscando formas de atenuar as ações humanas sobre o meio ambiente, almejando a preservação da qualidade da água.

Os problemas que se relacionam à degradação da água levaram a mobilização política e social em vários países, e nos dias de hoje estão entre os principais focos de atenção das políticas ambientais em nível global (MAGALHÃES Júnior, 2007). No Brasil, este tema vem sofrendo um constante amadurecimento com relação às discussões e reformas no campo da gestão das águas.

Assim, o desenvolvimento da temática da gestão das águas no Brasil, foi marcado por algumas fases distintas. No final dos anos 1990, de acordo com a Lei 9.433/97 (Constituição Federal de 1997) foi estabelecida a Política Nacional de Recursos Hídricos e o SNGRH (Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos) (MAGALHÃES Júnior, 2007). Sendo assim, a partir da preocupação com a preservação dos recursos hídricos, pesquisadores começaram a desenvolver modelos de qualidade de água com o objetivo de planejar, gerenciar e prever condições futuras, na função de auxiliar na avaliação da qualidade de água em um sistema.

Estes modelos propõem explicar as causas e efeitos dos processos do ambiente, diferenciando fontes poluidoras (naturais e antropogênicas), avaliando o tempo de recuperação de um corpo hídrico com a implantação de um programa de redução de contaminantes, entre muitas outras aplicações que podem ser utilizadas de acordo com o modelo a ser utilizado (PEREIRA, 2003).

Quando são utilizados estudos de modelagem da qualidade da água, usualmente busca-se avaliar se os cenários ou as medidas de controle estão de acordo com a legislação ambiental. O Brasil apresenta diversas resoluções que não só determinam as concentrações aceitáveis de substâncias, como também classificam água e sedimento de acordo com sua composição e grau de contaminação. Esta classificação facilita os trabalhos de monitoramento e identificação de ambientes ainda não impactados, bem como a criação de políticas públicas voltadas à recuperação das áreas que já se encontram degradadas dentro do CONAMA 20/86; CONAMA 344/04 e CONAMA 357/05 (SALES, 2009).

Sendo assim, é possível observar que o resultado da qualidade da água depende diretamente das ações de uso e ocupação do solo. Neste sentido, a água como recurso natural deve ser conservado e a urbanização e os avanços industriais e tecnológicos, vistos como fatores que auxiliam na degradação do recurso hídrico e, devem ser dispostos em uma ordem em que a preservação da água seja vista como fator primordial para que os problemas com a

degradação e a qualidade da água sejam enfim sanados. Assim, é necessário apontar questões que abordem o planejamento de uso e ocupação do solo juntamente com as diversas utilizações da água, lembrando que a escolha dos parâmetros para avaliação da qualidade da água são necessários no auxílio para manutenção e preservação deste recurso.

3.2- *A Ecotoxicologia e os Ensaio de Toxicidade*

A Ecologia, ciência que estuda a relação entre os seres vivos e o ambiente, e a Toxicologia, ciência que estuda os efeitos adversos de determinada substância em um determinado organismo e busca compreender o mecanismo de ação tóxica no mesmo, apresentam estruturas e direcionamentos divergentes. Entretanto, ambas estão ligadas aos problemas de poluição ambiental.

Graças a questões que eram comuns e que ligavam estas duas ciências, toxicologistas e ecologistas perceberam que a associação destas duas áreas do conhecimento faria com que a Ecotoxicologia seria muito importante no âmbito das pesquisas e na área acadêmica. Assim, a Ecotoxicologia ficou definida como a:

“ciência que estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio nos quais os organismos vivem num contexto integrado” (PLAA, 1982; CAIRNS & NIEDERLEHNER, 1995, apud ZAGATTO & BERTOLETTI, 2008).

Assim, fica claro que a Ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos dos poluentes sobre os organismos e como esses interagem com seus habitats, logo é considerada uma ferramenta de monitoramento ambiental, que permite avaliar os danos ocorridos nos diversos ecossistemas após contaminação e também prever impactos futuros, com relação à comercialização de produtos químicos e/ou lançamento de resíduos em um determinado ambiente.

Muitas vezes os resultados das análises químicas e físicas por si só não retratam o impacto ambiental causado pelos poluentes, pois estas análises não demonstram os efeitos do poluente sobre o ecossistema. Somente os sistemas biológicos podem detectar os efeitos tóxicos das substâncias. Por isso, a aplicação dos testes de toxicidade na análise ambiental vem crescendo cada vez mais, e sua importância aumenta na proporção que cresce a

complexidade das transformações químicas no meio ambiente (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Os primeiros relatos utilizando organismos aquáticos em testes de toxicidade datam da década de 1920, sendo que os peixes foram os primeiros organismos a serem utilizados nestes ensaios (ARAGÃO, M. A. & ARAÚJO, R. P. A., 2008). Os avanços tecnológicos e as pesquisas auxiliaram para a melhoria dos ensaios de toxicidade, permitindo que estes fossem mais precisos. Assim, hoje eles permitem avaliar a contaminação ambiental por diversas fontes poluidoras.

Os ensaios de toxicidade têm se mostrado importantes para verificar a presença de toxicidade no sedimento, pois levando em consideração que o sedimento reflete os processos presentes nos ecossistemas aquáticos, ele pode ser usado para avaliar o estado trófico ou mesmo o nível de poluição deste sistema (ZAGATTO, 2008). Os ensaios de toxicidade são úteis e necessários para caracterização de amostras ambientais, pois permitem observações de efeitos drásticos, como a letalidade, até alterações sutis de comportamento ou mesmo alterações em reações bioquímicas (ARAGÃO, M. A. & ARAÚJO, R. P. A., 2008).

A toxicidade de agentes químicos (naturais ou antrópicos) no meio hídrico é avaliada por meio de ensaios ou testes ecotoxicológicos com organismos representativos da coluna de água ou dos sedimentos de ambientes aquáticos. As informações da toxicidade desses agentes em diferentes organismos aquáticos possibilitam o estabelecimento de limites permissíveis de várias substâncias químicas para a proteção da vida aquática e também avaliar o impacto momentâneo que esses poluentes causam à biota presente na água (ARAGÃO, M. A. & ARAÚJO, R. P. A., 2008).

Alguns fatores podem afetar os resultados dos ensaios de toxicidade com organismos aquáticos, como os fatores bióticos que estão relacionados ao estágio de vida, tamanho, estado nutricional e idade dos organismos. Sendo assim, sabe-se que os organismos jovens são geralmente mais sensíveis às substâncias tóxicas do que os adultos, por esta razão é recomendado que os organismos a serem utilizados em um ensaio devem ter aproximadamente a mesma idade e devem ser provenientes de uma mesma cultura (USEPA, 2002b, *apud* ARAGÃO, M. A. & ARAÚJO, R. P. A., 2008).

Geralmente, podem ser usados testes simples, testes de curto prazo para avaliação dos efeitos agudos e, conforme o objetivo e necessidade do trabalho podem ser utilizados testes mais complexos, testes de longo prazo para avaliação dos efeitos crônicos.

3.2.1- *Ensaio de Toxicidade Aguda*

O ensaio de toxicidade aguda pode ser caracterizado como aquele que avalia os efeitos, em geral severos e rápidos, sofridos pelos organismos expostos ao agente químico, em um curto período de tempo, geralmente de um a quatro dias, e os critérios de avaliação usualmente utilizados são a mortalidade e a imobilidade dos organismos-testes (BIRG, *et al* 1985 apud TALLINI, 2010).

Durante os ensaios de toxicidade aguda, normalmente, tenta-se estimar qual a concentração da substância que está sendo testada, causa efeito a 50% da população exposta (imobilidade ou mortalidade) durante um período determinado, sendo 24, 48, 72 ou 96 horas (BURATINI & BERTOLETTI, 2008).

No Brasil, os testes de toxicidade aguda vêm sendo empregados no monitoramento de efluentes industriais, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental, monitorar as estações de tratamento, como requisito para obtenção e manutenção de licenças junto aos órgãos ambientais de alguns Estados, além deste teste ainda ser usado em muitas pesquisas para avaliação de diferentes ambientes aquáticos (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

3.2.2- *Ensaio de Toxicidade Crônica*

Devido ao poder de diluição da água, muitas vezes os organismos estão expostos a níveis subletais dos poluentes, cujas concentrações não apresentam efeitos agudos nos organismos testes. Nestes casos torna-se necessária a utilização de testes de toxicidade crônica para avaliar o potencial de substâncias tóxicas à biota aquática (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2008).

Desta forma, os testes de toxicidade crônica dependem diretamente dos resultados dos testes de toxicidade aguda (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008). O teste de toxicidade crônica pode ser caracterizado como aquele que avalia os efeitos adversos mais sutis aos organismos expostos, incluindo como parâmetros de avaliação a sobrevivência, reprodução e crescimento.

O emprego de testes com maior tempo de exposição são importantes, pois tendem a mostrar efeitos subletais dos contaminantes aos organismos-teste, mostrando serem de fundamental importância na avaliação da dinâmica populacional e também das extrapolações para os prováveis efeitos à saúde ambiental e humana (DORNFELD, 2006). Este tipo de teste também é utilizado sempre que os testes de toxicidade aguda não são suficientes para

caracterizar um efeito tóxico mensurável, ou seja, para detectar indícios de toxicidade aguda (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

3.2.3- *Espécies utilizadas nos Ensaios de Toxicidade*

Muitas espécies vêm sendo empregadas em testes de toxicidade aguda e crônica, gerando subsídios para uma melhor avaliação e caracterização dos agentes tóxicos no ambiente. Dentre os principais grupos de organismos, utilizados em ensaios laboratoriais, é possível destacar: microalgas, microcrustáceos, equinóides, poliquetas, oligoquetas, peixes e bactérias, representando os mais diversos ecossistemas e níveis tróficos (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Alguns critérios de seleção são utilizados para a escolha do organismo-teste como por exemplo: abundância e disponibilidade; significativa representação ecológica dentro das biocenoses; conhecimento da sua biologia; fisiologia e hábitos alimentares; sensibilidade constante e apurada; baixo índice de sazonalidade; estabilidade genética e uniformidade de suas populações; cosmopolitismo da espécie; importância comercial; facilidade de cultivo em laboratório e, a espécie deve ser nativa para melhor representatividade dos ecossistemas (RAND & PETROCELLI, 1995).

Sendo assim é possível considerar a dificuldade em encontrar uma espécie que se enquadra em todas as características descritas acima. Por este motivo, existem muitas espécies padronizadas que podem ser utilizadas, sendo necessária a realização de bioensaios com espécies representativas do ambiente de estudo, pois respondem melhor as condições encontradas nos ambientes naturais em que vivem (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Os cladóceros são muito utilizados em bioensaios, por serem de fácil cultivo e manutenção, apresentarem sensibilidade à substâncias químicas e ciclo de vida relativamente curto, o que facilita a condução de ensaios crônicos, são um bom grupo para representar os invertebrados aquáticos (SALES, 2009).

As espécies do gênero *Daphnia*, popularmente conhecidas como “pulgas d’água”, são importantes fonte de alimento para os peixes e são frequentemente utilizadas como bioindicadores em ensaios de toxicidade aguda (DOMINGUES & BERTOLETTI, 2008; SALES, 2009).

As espécies do gênero *Ceriodaphnia* são muito utilizadas em ensaios de toxicidade crônica, por apresentarem rápida reprodução, sendo possível assim condução dos

experimentos em oito dias, período recomendável para armazenamento de amostras de água (SALES, 2009).

Em geral os quironomídeos representam a maior porcentagem de biomassa de invertebrados bentônicos associados com sedimentos de água doce e são uma significativa porção na dieta de peixes e invertebrados predadores. Sendo assim, os quironomídeos são importantes na transferência de contaminantes do sedimento para níveis tróficos superiores. Esses organismos tem sido frequentemente utilizados em estudos sobre a toxicidade do sedimento porque possuem seu ciclo de vida intimamente em contato com o sedimento e alimentam-se de detritos e algas associados a eles (DORNFELD, 2006).

Estudos com as espécies descritas acima se mostraram eficazes como o de Baptista *et al.* (2000) que avaliaram a eficiência de uma estação de tratamento de efluentes de uma indústria têxtil, utilizando três organismos bioindicadores, representantes de diferentes níveis tróficos: o crustáceo *Daphnia magna*, o peixe *Poecilia reticulata* e a bactéria *Vibrio fischeri*. Os testes de toxicidade aguda não mostraram efeitos para *D. magna* e *P. reticulata*. Entretanto, com *V. fischeri* o efluente tratado apresentou toxicidade aguda. Este estudo mostrou, assim, a importância de avaliar ecotoxicologicamente a eficiência de estações de tratamento de efluentes, e de se utilizar espécies representativas de diferentes níveis tróficos (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Novelli (2005), utilizando *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* verificou efeito de toxicidade aguda nas amostras de água e sedimento no rio Monjolinho, em São Paulo, sendo que estes resultados apresentaram correlação com as concentrações de metais e concentrações de matéria orgânica detectados no sistema em estudo.

Dornfeld (2006), caracterizou a bacia do rio Monjolinho com a utilização de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Com o uso de quironomídeos pode indicar que houve aplicação de produtos químicos em épocas passadas e que atualmente estão sendo lixiviados pela ação da chuva e chegando ao corpo hídrico ou mesmo que está havendo recentemente o uso clandestino de produtos químicos por produtores agrícolas da região.

3.2.4- *Vantagens e Limitações dos Ensaios/Testes de Toxicidade*

Apesar da Ecotoxicologia possibilitar a detecção da toxicidade da amostra como um todo, avaliando-se os efeitos combinados dos diferentes constituintes da amostra ela apresenta vantagens e limitações na sua utilização.

Sales (2009), Magalhães & Ferrão Filho (2008), Zagatto e Bertoletti (2008) e Callisto *et al.* (2001b) destacam algumas vantagens e limitações da utilização dos ensaios de toxicidade, apresentados na tabela a seguir.

TABELA 1 – Vantagens e Limitações dos ensaios/testes de Toxicidade em laboratório.

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> • Fornecer uma estimativa dos efeitos letais e subletais nos organismos-testes; • Fornecer sinal de alarme ou prever os potenciais danos ao ambiente; • Medir a toxicidade quando o agente tóxico não é identificado quimicamente; • Avaliar os efeitos das misturas tóxicas podendo um efluente quimicamente complexo ser avaliado genericamente como um único poluente. 	<ul style="list-style-type: none"> • A substância tóxica não pode ser identificada; • Os organismos-teste não são expostos a situações de stress durante a realização do ensaio, uma vez que não ocorre variabilidade natural dos fatores ambientais; • São utilizadas apenas algumas espécies das muitas presentes nos ecossistemas; • A sensibilidade de um organismo a um poluente pode variar, ou seja, um nível seguro para uma espécie “A” pode não ser para a espécie “B” que faz parte da mesma comunidade biológica.

Adaptado de: Sales, 2009; Magalhães & Ferrão Filho, 2008; Zagatto & Bertoletti, 2008; Callisto *et al.*, 2001b.

Entretanto, mesmo apresentando algumas limitações os testes de toxicidade tornam-se ferramentas importantes por complementarem as abordagens biológicas e químicas, quando realizam em conjunto análises químicas e bioensaios durante o processo de identificação da toxicidade. E, ainda os procedimentos ecotoxicológicos apresentam maior preocupação em caracterizar os efeitos causados por uma substância tóxica sem a preocupação de identificar os agentes tóxicos isoladamente.

4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no município de Ouro Preto (Figura 1). De acordo com a regionalização do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área em estudo pertencente à macrorregião metropolitana Campo das Vertentes, e mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, que por sua vez, está inserida na microrregião de Ouro Preto, abrangendo os municípios de Mariana, Itabirito e Diogo de Vasconcelos (MENDES, 2012).

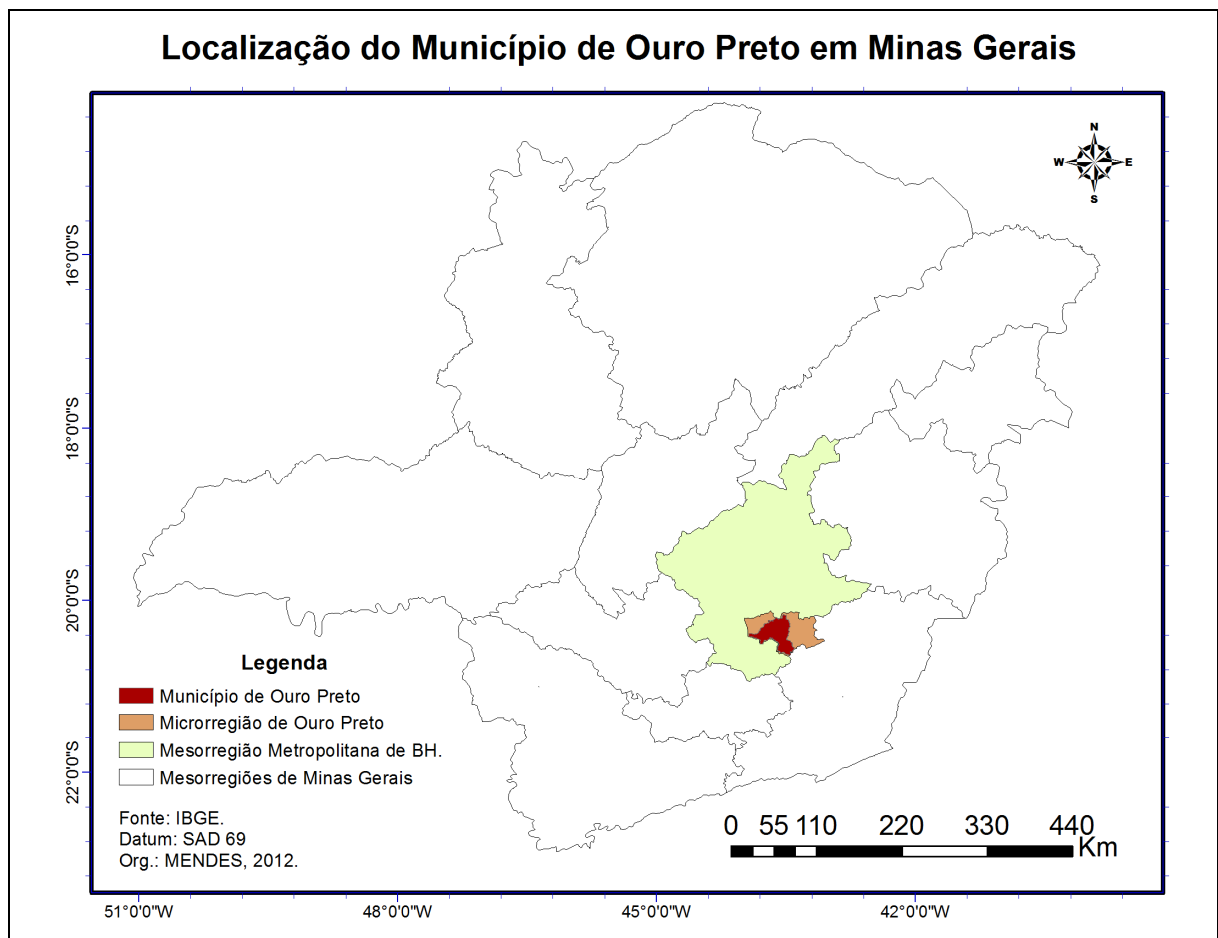


FIGURA 1 – Mapa de localização do município de Ouro Preto inserido na Microrregião de Ouro Preto e na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.
Fonte: Mendes, 2012.

O Senso brasileiro realizado no ano de 2010 pelo IBGE, mostrou que o município apresenta uma população total de 70 281 habitantes, distribuídos nas áreas urbana e rural.

O município apresenta uma altitude média de 1.179m. Por se localizar na região do Quadrilátero Ferrífero, representando uma região do Pré-Cambriano, é formado por quatro unidades litoestratigráficas, que são caracterizadas da base para o topo: o Embasamento

Cristalino, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e o Grupo Itacolomi (ALVES, 2001; SILVA, 2007; PARRA, 2006). Representa uma das áreas economicamente mais ricas do estado, com grande quantidade de minério de ferro itabirítico e hematítico de alto teor, muito valorizados pela indústria metalúrgica, pois rendem maior extração de ferro puro por tonelada de minério (MOURA, 2010), sendo, portanto, um importante produto para economia do estado.

Segundo Gomes *et al.* (1998) a cidade de Ouro Preto está estabelecida em um grande vale limitado pelas serras de Ouro Preto a norte e Itacolomi a sul, onde corre o Ribeirão do Funil (Córrego Tripui), em estudo neste trabalho. A morfologia local pode ser descrita por altas montanhas de desenvolvimento linear, com altitudes diversas e vales alongados, muitas vezes bem encaixados. Regiões escarpadas são comuns em toda a área urbana. Próximo de 40% da área urbana possui feições com declividade entre 20 a 45%, e 30% da área com declividade entre 5 a 20% (MENDES, 2012).

Vertentes bem íngremes e vales profundos e encaixados determinam os traços presentes no relevo, e apresentam a submissão deste à geologia local. A Serra de Ouro Preto representa o flanco sul de uma grande estrutura regional conhecida com Anticlinal de Mariana, e é o divisor de duas grandes bacias de drenagem regionais, do rio das Velhas e do rio Doce, a cidade estando nas cabeceiras deste último rio, “A malha urbana estende-se ocupando tanto o vale principal, como as vertentes e contrafortes das serras, principalmente a Serra de Ouro Preto”, (Pinheiro *et al.*, 2004, p. 89). Desta forma, os cursos dos rios se encontram muito influenciados pela estrutura das rochas. A Bacia do Córrego Tripui é um dos contribuintes indiretos da Bacia do Rio Doce; o alto curso localiza-se próximo a serra de Ouro Preto e a drenagem apresenta forte controle estrutural.

O município de Ouro Preto apresenta um clima tropical de altitude úmido com elevada pluviosidade, característico das regiões montanhosas. As precipitações no município são distribuídas de forma irregular, com maiores frequências entre os meses de outubro a março.

Ab’Saber (1977) enquadra a região na área de transição entre os “Domínios da Floresta Atlântica e dos Cerrados” no seu mapa dos Domínios Morfoclimáticos da América do Sul. As formações de campos rupestres se apresentam em grande proporção no município. Grande parte da vegetação cresce sobre ou entre as rochas, ou em solo raso, pedregoso ou arenoso.

A cobertura vegetal passou por intenso processo de degradação ao longo dos anos. Desde o período colonial vivenciado pelo município com a exploração de ouro, até os dias

atuais, com o intenso processo de mineração e exploração dos minerais encontrados principalmente na região que corresponde ao Quadrilátero Ferrífero. A chegada das indústrias foi outro fator que favoreceu este processo de degradação da cobertura vegetal.

4.1- Aspectos Hidrográficos

O município de Ouro Preto abriga a nascente do rio das Velhas localizado na Cachoeira das Andorinhas, um dos maiores afluentes do Rio São Francisco. O município também abriga as nascentes dos rios Piracicaba (Bacia do Doce), Gualaxo do Norte, Gualaxo do Sul, Mainart e Ribeirão Funil.

A Bacia do Rio Doce, representada pelos rios Mainart, Piracicaba e Gualaxo, ocupa a maior parte do município, e sua sede, localizada no município de Ouro Preto, é banhada pelo Ribeirão Funil, formador do Rio do Carmo. Foi no seu afluente, Córrego Tripuí que, se descobriram os “granitos cor de aço” responsáveis pelo povoamento, pelo desenvolvimento inicial e pela própria denominação do município (ALVES, 2001).

A bacia hidrográfica do Córrego Tripuí, área em estudo, possui sua nascente e a maior parte do percurso de seu córrego localizado no município de Ouro Preto, sendo a foz localizada no distrito de Passagem de Mariana (Figura 2), pertencente ao município de Mariana. Como grande parte da bacia¹ do Córrego pertence ao município de Ouro Preto, para a caracterização da área considerou-se a maior proporção da bacia pertencente ao município de Ouro Preto.

¹ Destaca-se a questão do uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. “A vantagem é que a rede de drenagem de uma bacia consiste num dos caminhos preferenciais de boa parte das relações causa efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico. As desvantagens são que nem sempre os limites municipais e estaduais respeitam os divisores da bacia e, conseqüentemente, a dimensão espacial de algumas relações causa-efeito de caráter econômico e político.”(LANA, 1995, p. 63)

Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto - Minas Gerais

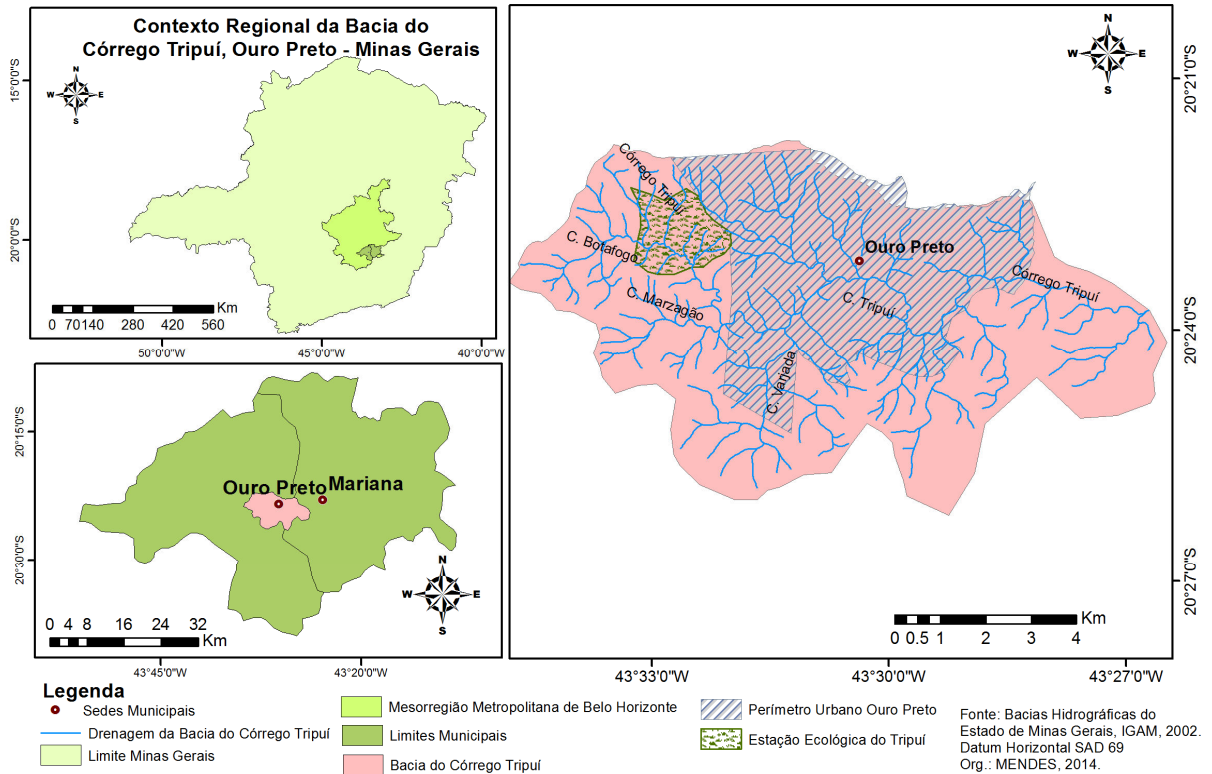


FIGURA 2 – Mapa do Contexto Regional da Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto – Minas Gerais.

Localmente, destaca-se a denominação de Córrego Tripuí no alto Curso e de Ribeirão do Funil no baixo curso da bacia que neste trabalho é denominada como Bacia do Córrego Tripuí, fazendo referência ao Segmento da Nascente até a Foz no Rio do Carmo em Passagem de Mariana. A opção por essa denominação se deve ao contexto da própria Estação Ecológica do Tripuí, regionalmente conhecida (MENDES, 2012).

A bacia hidrográfica do Córrego Tripuí, é um dos afluentes do Rio do Carmo, afluente do Rio Gualaxo do Sul, uma das sub-bacias da Bacia do Rio Doce. O Rio Gualaxo do Sul apresenta confluência com o Rio Gualaxo do Norte, localizado próximo a sede municipal de Barra Longa (Mariana), em que a partir deste segmento tem-se a confluência com o Rio Piranga dando assim origem ao Rio Doce. De acordo com a regionalização do Instituto de Gestão de Águas (IGAM) por Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) a área em estudo está inserida na Unidade de Planejamento da Bacia do Rio Doce 1 (DO1) no alto curso (MENDES, 2012).

A nascente do Córrego Tripuí localiza-se a montante da Estação Ecológica Tripuí, esta, por sua vez, tem sua área drenada pelo córrego até o limite com o perímetro urbano do município de Ouro Preto. Dentre os afluentes destacam-se aqueles localizados no alto curso da bacia do Córrego Tripuí, como o Córrego Botafogo, localizado na margem esquerda do rio principal; o Córrego Marzagão, o Córrego Varjada, afluentes localizados na margem direita do rio principal, todos são córregos encontrados na área da Estação Ecológica do Tripuí (Figura 3).

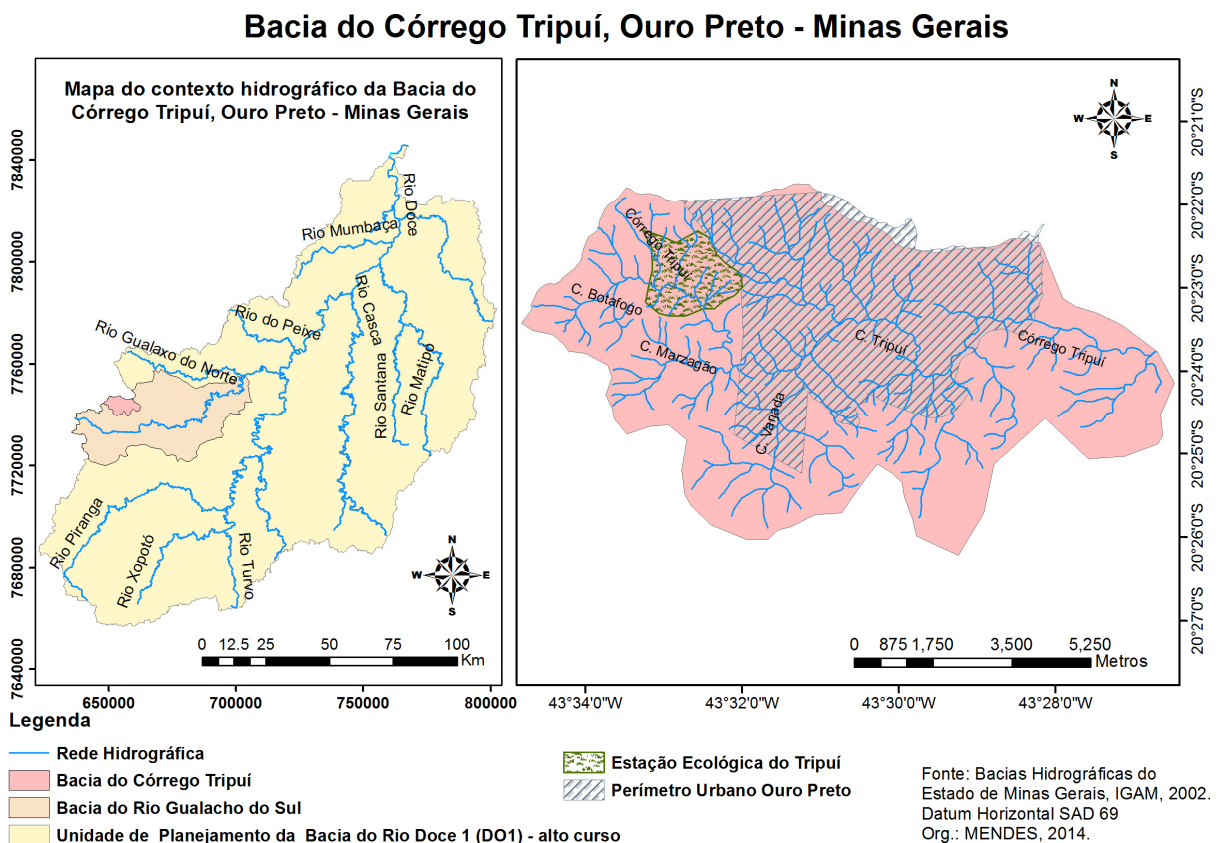


FIGURA 3 – Bacia Hidrográfica do Córrego Tripuí – Ouro Preto, Minas Gerais.

4.2- Histórico do Uso do Solo

O município de Ouro Preto possui sua formação ligada ao desenvolvimento da mineração, inicialmente com a exploração de ouro e posteriormente ferro e manganês na siderurgia. No caso do ouro, os trabalhos de exploração deram-se, principalmente, nos vales, no interior e nas encostas das montanhas, nos leitos dos rios e nas margens, com a presença de mão de obra escrava. A água era, e ainda é, peça fundamental para os trabalhos de mineração.

Assim Guimarães-Silva *et al* (2007) enfocam que, dentre os principais danos que a exploração de minério e garimpo deixou no meio físico e biótico na região de Ouro Preto, foram o assoreamento dos cursos de água, o desmatamento, geração de pilhas de rejeitos e aumento da concentração de finos transportados.

Alves (2001) ressalta que a principal atividade da cidade, a mineração, tinha suporte nos produtos que vinham de outras regiões do país, assim a produção local ficava em segundo plano, pois o governo restringiu as atividades pecuárias, lavouras e industriais e estimulou a atividade de exploração da mineração.

Com a decadência da mineração a cidade se manteve apenas como centro político, perdendo esta função mais tarde com a transferência da capital de Minas Gerais para Belo Horizonte. Ouro Preto começou a se reerguer novamente após a instalação da primeira indústria metalúrgica, Alcan – atual Novelis, no município, atraindo cada vez mais pessoas em busca de empregos, tendo sempre como base da economia a exploração do uso do solo.

Outras atividades presentes no município, não em grande escala, são a agricultura e a pecuária, que interferem diretamente no uso do solo, contribuindo muitas vezes para sua degradação e, podendo influenciar diretamente no curso de um rio, pois, estas atividades dependem diretamente do uso da água.

O córrego em estudo apresenta uma diversidade entre área da unidade de conservação, usos do solo diversos e área urbana específica e, estas características podem ser observadas de acordo com o histórico do uso e ocupação do solo. Desta forma, observa-se que a Bacia hidrográfica pertencente a área em estudo, apresenta uma grande diversidade quanto ao seu uso e ocupação do solo, desde sua nascente, localizada em uma área de preservação, até a sua foz no distrito de Passagem de Mariana, em processo de urbanização.

Através de imagens aéreas obtidas com o auxílio do Google Earth, sobrepondo a drenagem da bacia do Córrego Tripuí, é possível observar a variação encontrada no uso e ocupação do solo em todo o perfil da bacia (Figura 4).

Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto - Minas Gerais

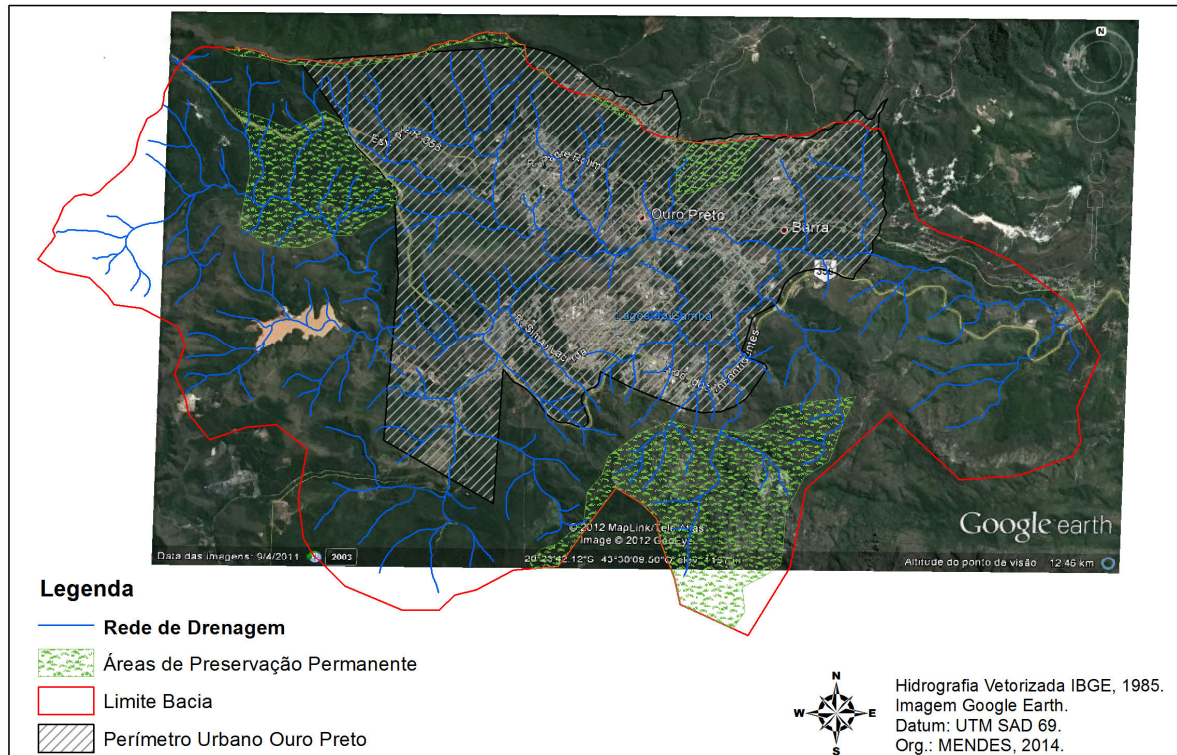


FIGURA 4 – Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto – Minas Gerais.

No baixo curso, a bacia recebe efluentes domésticos em seu leito. Uma característica interessante é a mencionada mudança do nome (segundo a carta topográfica do IBGE 1:50.000 folha SF. 23-X-A-III-4) do Córrego ao chegar ao perímetro urbano, este passa a se chamar Córrego Fúnil, onde deságua no Rio do Carmo², que é uma das sub-bacias do Rio Doce.

No alto curso da bacia, está localizada a Estação Ecológica do Tripuí. De acordo com a Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981 que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências, em seu art. 1º - Estações Ecológicas são: “áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista” (MENDES. 2012).

O município de Ouro Preto possui ainda Unidades de Conservação como o Parque Municipal da Cachoeira das Andorinhas, em que encontramos a APA Cachoeira das

² O Rio do Carmo já localizado no Município de Mariana é conhecido por ser um importante afluente do Rio Gualaxo do Sul, apresentando-se como uma das sub-bacias da Bacia do Rio Doce.

Andorinhas, o Parque Estadual Itacolomi, e a Estação Ecológica do Tripuí, que abrange a área em estudo.

Mendes e Ribeiro (2013) observaram, que na bacia do Córrego Tripuí, em dois períodos de amostragem (estação seca e chuvosa), através da análise conjunta de alguns parâmetros físico-químicos, determinado Índice de Degradação³, a qualidade da água na área de estudo varia de acordo com o uso e ocupação do solo (Figura 5). O Índice de Degradação desenvolvido por Mendes e Ribeiro (2013) indicou uma relação direta com o uso do solo, apresentando uma maior degradação na bacia no seu médio e baixo curso, onde são observadas áreas urbanizadas e com presença de indústrias.

Em linhas gerais, o Índice de Degradação mostra que a estação chuvosa apresenta os maiores problemas associados à qualidade da água, apresentando o maior valor registrado na área de influência da mineração de topázio e da indústria metalúrgica Novelis. É possível perceber ainda que, entre as duas estações de coleta, as áreas em que se encontram as nascentes apresentam os menores valores, conseqüentemente os menores índices de degradação (MENDES & RIBEIRO, 2013). Entretanto, à medida que ocorre a variação do uso e ocupação do solo no entorno da bacia, os valores registrados são maiores, sendo assim, são encontrados os maiores índices de degradação da água no médio e baixo curso da bacia do Córrego Tripuí.

³ O Índice de Degradação foi calculado tendo como referência os Limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA/357, em função da análise conjunta dos parâmetros Turbidez, Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos. A escolha desses parâmetros se justifica pelos limites que permitem o cálculo.

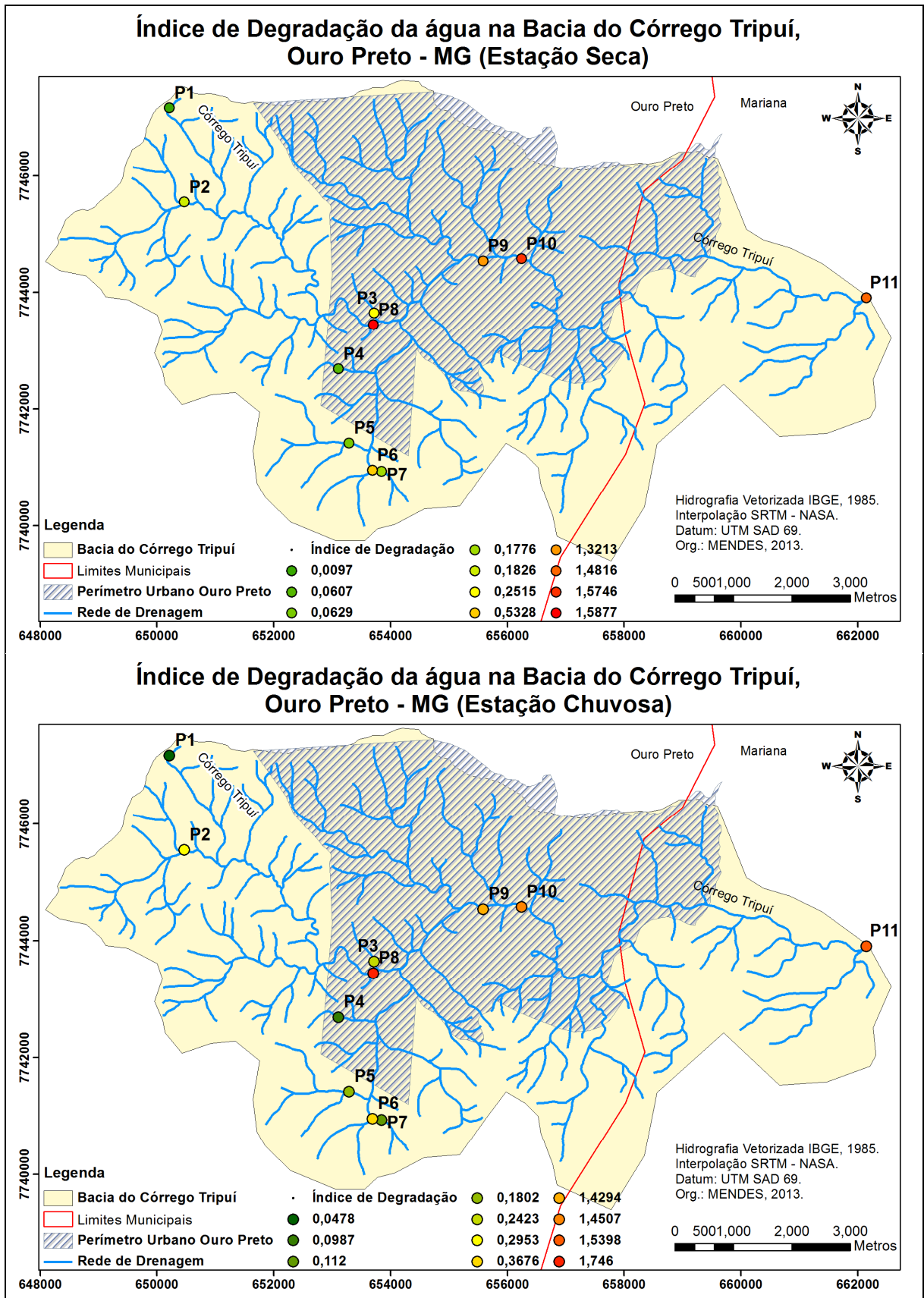


FIGURA 5 – Índice de Degradação da Qualidade da água na Bacia do Córrego Tripuí na Estação Seca (Junho/2011) e Chuvosa (Dezembro/2011).
 Fonte: Mendes & Ribeiro, 2013.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1- Trabalhos de Campo

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram realizados trabalhos de campo, no mês de junho de 2014, percorrendo-se todo o perfil do córrego em estudo, para caracterização da área de estudo, coleta de amostras e realização dos ensaios de toxicidade em laboratório. Foram coletadas quatro amostras em duas campanhas na área em estudo.

As amostras de água e sedimento coletadas nos pontos foram acondicionadas em galões plásticos mantidas, dentro da caixa de isopor até chegar ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração a 4° C para utilização nos ensaios de toxicidade. Para as amostras de sedimento, procurou-se coletar os primeiros 6 cm de profundidade. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos de 1 Kg e mantido em isopor até a chegada ao laboratório.

5.2- Pontos de Amostragem

Os pontos de amostragem foram determinados considerando os pontos que apresentaram maior variação nos resultados encontrados por Mendes & Ribeiro (2013), com exceção da nascente que apresentou os menores valores de degradação, servindo, assim, como controle de campo para este estudo (Figura 6). Cabe ressaltar que também foi levada em consideração a variação no uso e ocupação do solo ao longo do córrego em estudo.

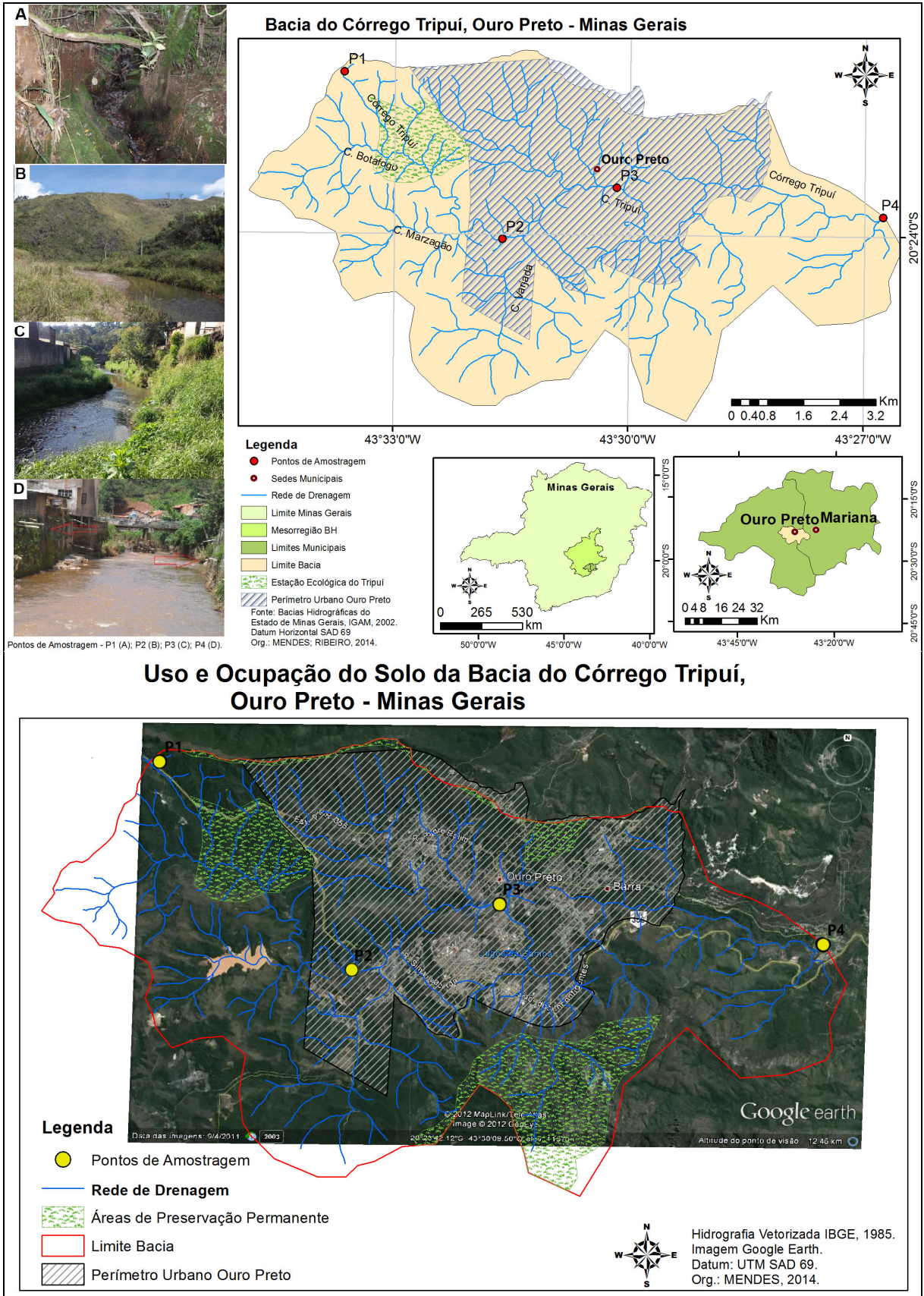


FIGURA 6 – Mapa com a localização dos pontos de amostragem no Córrego Tripuí – Ouro Preto, Minas Gerais.

A Tabela 2 apresenta os quatro pontos de amostragem analisados, suas coordenadas UTM e seus respectivos nomes de acordo com a caracterização do uso e ocupação do solo.

TABELA 2 – Pontos de Amostragem e coordenadas dos pontos no Córrego Tripuí.

Pontos de Amostragem	Coordenadas (UTM 23K)	Nome do Ponto
Ponto 1	0650185 / 7747188	Nascente do Córrego Tripuí: próximo a Estalagem
Ponto 2	0653701 / 7743467	Córrego Tripuí: Abaixo da Empresa de extração de Topázio
Ponto 3	0656264 / 7744590	Córrego Tripuí: Bairro Barra
Ponto 4	0662229 / 7743889	Foz do Córrego Tripuí: Distrito de Passagem de Mariana

Para identificação e determinação dos pontos de amostragem na área de estudo, considerou-se o trecho desde a nascente do Córrego Tripuí, e todo o seu percurso até a sua foz no Ribeirão do Carmo.

5.2.1- *Caracterização dos Pontos de Amostragem*

O primeiro ponto (P1) encontra-se na nascente do Córrego Tripuí, próximo a BR – 356, localizado em uma propriedade particular do SESC e caracterizado por uma mata ciliar fechada, apresentando baixa profundidade na lâmina de água (aproximadamente 10cm) e uma estreita largura do canal na nascente. A nascente apresenta fundo do leito rochoso e próximo, há um barramento de drenagem, podendo ser comparado a uma represa de controle de vazão em que a água é armazenada (Figura 7).



FIGURA 7 – Localização e entrada da nascente, propriedade particular do SESC – MG (A); nascente do Córrego Tripuí (B); e Barramento de drenagem próximo à nascente (C e D).

O segundo ponto de amostragem (P2) está localizado próximo a BR 356 – Rodovia dos Inconfidentes, no lado esquerdo da estrada no sentido para cidade de Belo Horizonte. Nas margens do córrego há um grande depósito de areia com minério de ferro e de cascalho, sendo que o volume de água neste ponto de amostragem é maior comparado com a nascente. O sedimento neste ponto apresenta características arenosas, em função da grande deposição de minério de ferro no córrego (Figura 8).

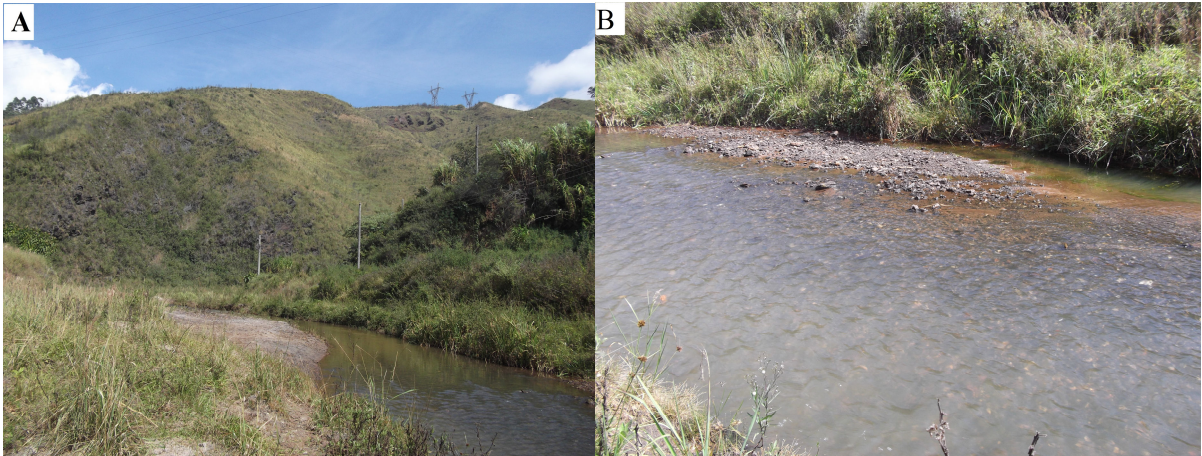


FIGURA 8 – Localização do ponto P2 (A); Depósito de areia com minério de ferro e cascalho nas margens do Córrego Tripuí (B).

Acima deste ponto de amostragem está localizada uma extração de topázio (Figura 9), e próximo dele há uma empresa de exploração de alumínio (NOVELIS). Na margem do córrego ainda é possível observar criações de animais como bois, porcos e galinhas (Figura 10).

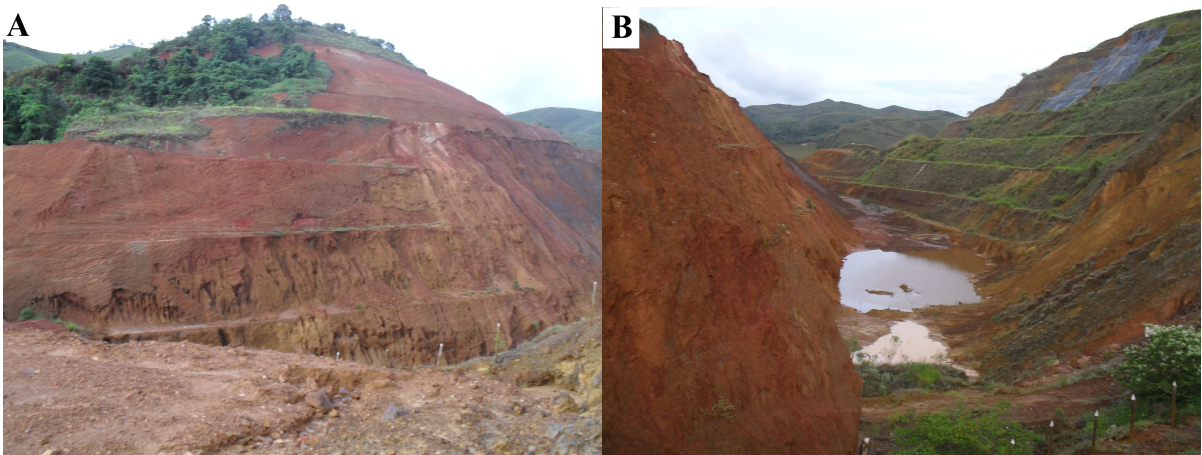


FIGURA 9 – Empresa de extração de Topázio (A e B), a montante de P2.



FIGURA 10 – Presença de criações de animais próximo ao Córrego em estudo (A e B).

Com auxílio de imagens de satélite (Google Earth) (Figura 11) é possível observar a proximidade do segundo ponto de amostragem com relação à extração de topázio, a barragem de rejeitos e, ainda que o ponto P2 está à montante da Indústria Metalúrgica Novelis.

A exploração de topázio e a indústria metalúrgica estão situadas no trecho médio do córrego Tripuí, e no baixo curso até a foz encontra-se o perímetro urbano do município de Ouro Preto, mostrando a mudança na utilização do solo no entorno deste córrego.



FIGURA 11 – Localização da barragem de rejeito, extração de topázio e indústria metalúrgica próximas ao ponto de amostragem P2.

Ressalta-se ainda a diferença na coloração da água durante as estações secas e chuvosas no ponto de amostragem como observado por Mendes (2012). O volume de sedimentos no leito do córrego é maior durante o período chuvoso. Destaca-se a hipótese de que esta coloração se dá em função da barragem de rejeitos próxima do córrego, onde provavelmente sua comporta é aberta para evitar possíveis extravasamentos (Figura 12).

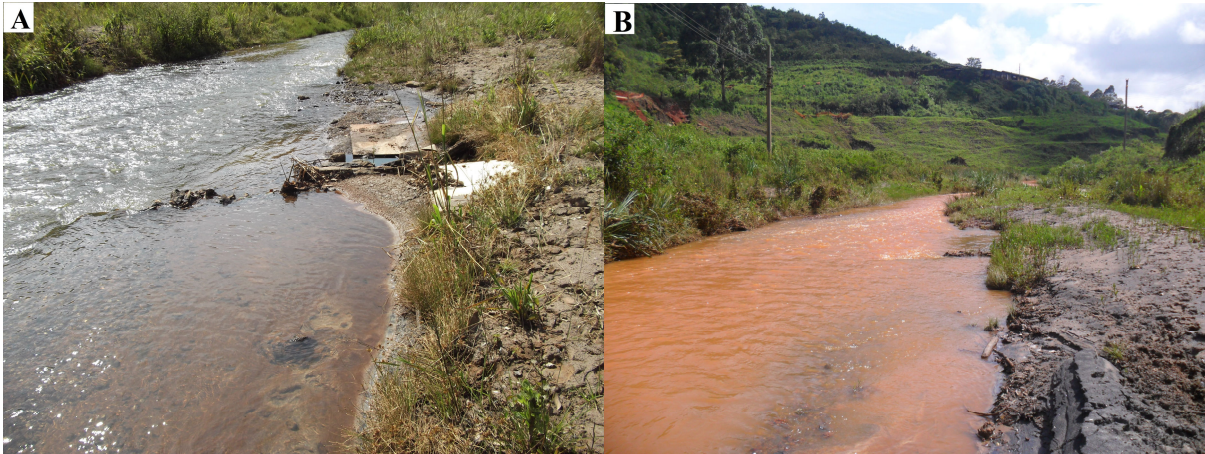


FIGURA 12 – Córrego Tripuí no período de seca (A); Córrego Tripuí no período chuvoso (B).
Fonte: Mendes, 2012.

O terceiro ponto de amostragem (P3), localizado no Bairro Barra próximo da ponte e do campo de futebol, apresenta o fundo do leito rochoso. Observa-se também a presença de encanamentos que despejam efluentes domésticos no córrego e mau cheiro intenso (Figura 13).



FIGURA 13 – Córrego Tripuí próximo ao Bairro Barra (A); Presença de casas e lançamento de efluentes domésticos no Córrego (B).

Novamente com auxílio de imagens de satélite (Google Earth) (Figura 14) é possível observar a proximidade do terceiro ponto de amostragem da Indústria Metalúrgica Novelis.



FIGURA 14 – Localização de indústria metalúrgica, próxima ao ponto de amostragem P3.

Mendes (2012) ressaltou a diferença na coloração da água durante as estações secas e chuvosas neste ponto de amostragem (Figura 15), destacando o maior volume de sedimentos no leito do córrego durante o período chuvoso com influencia da barragem de rejeitos durante a estação chuvosa.



FIGURA 15 – Córrego Tripuí no período de seca (A) e Córrego Tripuí no período chuvoso (B).
Fonte: Mendes, 2012.

O quarto e último ponto de amostragem (P4) encontra-se na foz do Córrego Tripuí, localizado no Ribeirão do Carmo após a área de confluência com o Ribeirão do Chinês, já em Passagem de Mariana, distrito pertencente ao Município de Mariana. Neste ponto, o mau cheiro é intenso e, é visível a presença de casas próximo ao leito do córrego e de canos que

despejam efluentes domésticos no córrego. É também possível observar neste ponto o fundo rochoso do leito do córrego (Figura 16 – A e B).

Foi realizada uma obra de contenção ao redor do córrego. Entretanto, os canos das residências localizadas nas proximidades do córrego continuam a despejar resíduos domésticos no leito do rio. Assim, embora com uma obra de contenção, o saneamento básico, necessário para preservação do rio não foi feito (Figura 16 – C e D) .

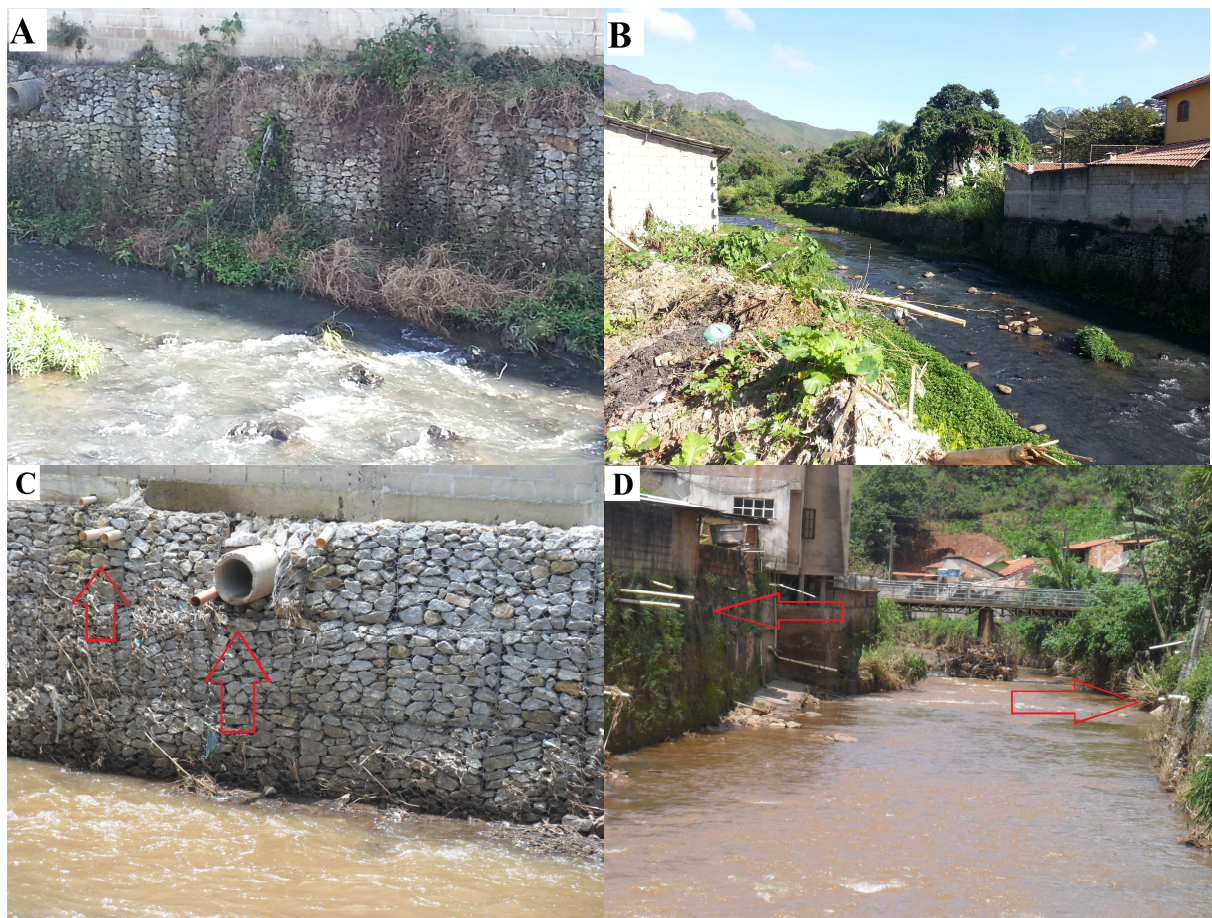


FIGURA 16 – Foz do Córrego Tripuí e contenção ao redor do Córrego (A e B); Presença de casas e lançamento de efluentes no Córrego (C e D).

5.3- *Ensaio de Toxicidade*

Para a condução dos experimentos, foram verificadas as condições físicas e químicas da água, aferindo-se as medidas de pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica (CE), em laboratório. Para isto foi utilizado o potenciômetro DM – 20 Digimed, o oxímetro Digimed DM – 4 e condutivímetro MCA – 150. Para observação dos organismos-teste nos testes de toxicidade conduzidos foi utilizado o microscópio Olympus – SZ51.

Como organismos-teste, foram utilizados cladóceros (*Daphnia similis*, *Ceriodaphnia silvestrii*) e quironomídeos (*Chironomus xanthus*).

O emprego dos organismos descritos acima foi feito a partir do cultivo, monitoramento e testes de sensibilidade, os quais geraram cartas-controle⁴. Os dados obtidos através dos ensaios de toxicidade crônica foram analisados utilizando o programa TOXSTAT 3.0.

5.3.1- Ensaios de Toxicidade com amostras de água

Nos ensaios de toxicidade aguda, utilizou-se *Daphnia similis* como organismos-teste, espécie padronizada pela ABNT – NBR 12713 (2003). Os testes de toxicidade aguda foram conduzidos em copos plásticos de 50ml contendo 20ml da água de cultivo⁵ para o grupo Controle de Laboratório e 20ml da amostra de água para cada ponto do grupo teste. Em cada recipiente, foram adicionados 05 organismos-teste, sendo consideradas quatro réplicas para cada amostra e, sem alimentação dos indivíduos durante o experimento. Este experimento avalia o efeito de imobilidade dos organismos após 48h. Após 24h do teste montado, foram feitas observações do número de organismos imóveis e após 48h foram feitas as contagens dos indivíduos imóveis e mortos.

Os ensaios de toxicidade crônica foram conduzidos com as amostras que não apresentaram efeito de toxicidade aguda, utilizando *Ceriodaphnia silvestrii* como organismo-teste, espécie padronizada pela ABNT – NBR 13373 (2005). Dentre os parâmetros de avaliação, os ensaios de toxicidade crônica avaliam o efeito de toxicidade na reprodução dos indivíduos. Os testes de toxicidade crônica foram conduzidos em copos plásticos de 50ml, contendo 20ml de água de cultivo para o grupo Controle de Laboratório e 20ml de água das amostras nos grupos teste, adicionando-se um organismo por recipiente em 10 réplicas por amostra. Os organismos foram alimentados durante a montagem do teste a cada troca de água, com um composto ração para peixes + levedura e *Selenastrum capricornutum*. O alimento foi distribuído em dias alternados coincidindo com a contagem do número de neonatas produzidas por fêmea, o que correspondeu a um período de 8 dias.

⁴ Carta-controle: relatórios de controle do cultivo das espécies em laboratório.

⁵ Água de Cultivo: água proveniente de uma nascente localizada no bairro Horto, no município de Belo Horizonte.

5.3.2- Ensaaios de Toxicidade com amostras de sedimento

Os ensaios de toxicidade aguda com amostras de sedimento foram conduzidos com *Chironomus xanthus*, segundo as normas da USEPA (1994). Os testes consistiram em uma proporção de sedimento/água de 1:4, montados em copos plásticos de 50ml, contendo 5g de sedimento para cada 20ml de água de cultivo, sendo que para o grupo Controle de laboratório foi utilizado o mesmo sedimento do cultivo dos quironomídeos. Para estes ensaios de toxicidade aguda foram consideradas dez réplicas para cada ponto, incluindo o controle de laboratório, com adição de um organismo por recipiente. Este experimento avaliou o efeito de mortalidade dos organismos após 96h. Após este período, foram feitas as contagens dos indivíduos mortos.

Os ensaios de toxicidade crônica foram conduzidos com as amostras que não apresentaram efeito de toxicidade aguda. Foram utilizados como organismo-teste a *Ceriodaphnia silvestrii*. Os testes de toxicidade crônica foram conduzidos em copos plásticos de 50ml, contendo 5g de sedimento para cada 20ml de água de cultivo, sendo que para o grupo controle foi utilizado o mesmo sedimento do cultivo dos quironomídeos. Foi adicionado um organismo por recipiente em 10 réplicas por amostra, incluindo o controle de laboratório. Os organismos foram alimentados durante a montagem do teste e a cada troca de água com um composto ração para peixes + levedura e *Selenastrum capricornutum* realizada em dias alternados, coincidindo com a contagem do número de neonatas produzidas por fêmea, o que correspondeu a um período de 8 dias.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na avaliação da água e sedimento do Córrego Tripuí serão discutidos separadamente com o propósito de melhor abordar os objetos desta pesquisa.

6.1- Resultados dos Ensaio de Toxicidade da água no Córrego Tripuí

Para as amostras coletadas em um primeiro final de semana do mês de junho/2014 (02/06/2014), dois pontos apresentaram efeito de toxicidade aguda à *Daphnia similis*, particularmente os pontos próximos da exploração de Topázio (P2) e Indústria Metalúrgica (P3) (Figura 17).

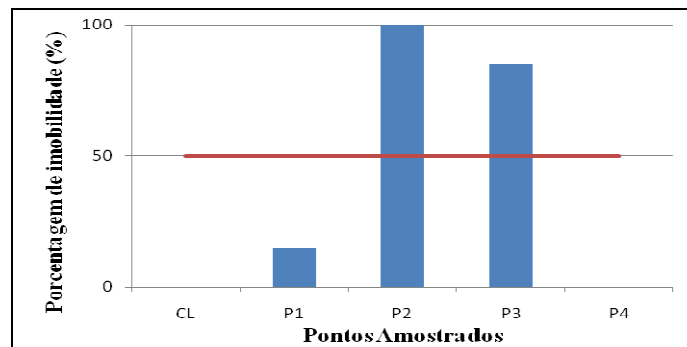


FIGURA 17 – Porcentagem de imobilidade da *Daphnia similis* em ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.

Com relação aos parâmetros físicos e químicos monitorados em laboratório, durante os experimentos, a maioria dos pontos apresentou semelhanças. O pH se manteve dentro de uma faixa entre 7,0 e 9,0 no controle de laboratório e nas amostras coletadas.

A condutividade elétrica (CE) da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados na água, sendo assim os pontos de amostragem que apresentam maiores interferências no uso e ocupação do solo, áreas de exploração do Topázio/indústria de alumínio/perímetro urbano, são os que apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica variando entre $282 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P4) e $365 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P2), onde foi observado o efeito de toxicidade aguda.

O Oxigênio Dissolvido manteve-se acima de $7,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em todos os pontos amostrados e também no controle de laboratório.

Para confirmar os resultados obtidos no primeiro ensaio de toxicidade aguda novas amostras foram coletadas. E foi possível observar que as amostras coletadas durante a semana

(coloração verde na figura 18) dão indícios de toxicidade na amostra no ponto P2. E para as coletas realizadas nos finais de semana (coloração vermelha na figura 18) as amostras apresentam efeito agudo nos pontos P2 e P3 (Figura 18).

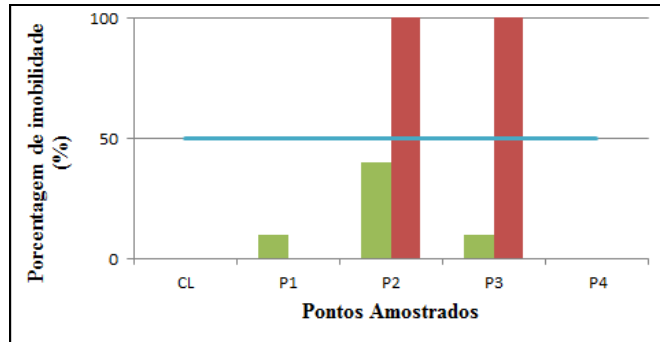


FIGURA 18 – Porcentagem de imobilidade da *Daphnia similis*, no segundo ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.

Com a realização dos ensaios de toxicidade com a água na bacia do Córrego Tripuí foi possível observar o efeito de toxicidade aguda em dois pontos de amostragem ao longo da área estudada. Este efeito pode estar relacionado à presença de uma extração de topázio e uma indústria metalúrgica que podem estar contribuindo para a degradação da água na região.

Estes resultados mostraram que possivelmente próximo dos pontos P2 e P3 acontecem despejos de resíduos nos finais de semana, o que justifica o efeito de toxicidade aguda nestes pontos e, devido ao poder de diluição da água a presença destes resíduo é minimizada durante a semana, por este motivo estes pontos não apresentaram efeito agudo.

Os ensaios de toxicidade crônica foram conduzidos com as amostras dos pontos que não apresentaram efeito de toxicidade aguda (pontos P1 e P4), e avaliaram a reprodução da *Ceriodaphnia silvestrii* utilizada como organismo-teste para este ensaio.

Os pontos amostrados apresentaram diferenças significativas na produção de neonatas em relação ao controle de laboratório (Figura 19).

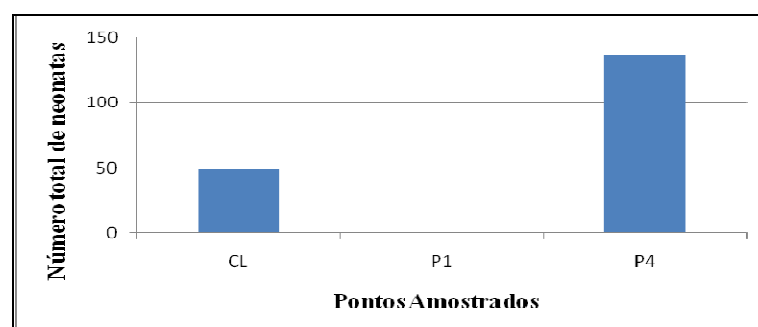


FIGURA 19 – Número total de neonatas produzidas por *Ceriodaphnia silvestrii* em ensaio de toxicidade crônica com amostras de água coletadas em junho de 2014.

Os dados do gráfico mostram que o ponto que apresentou maior produção de neonatas foi o ponto P4, com uma produção acima do controle de laboratório e o ponto P1 não houve reprodução. A maior produção de neonatas obtida no ponto P4 provavelmente se deve à maior concentração de nutrientes deste local, grande aporte de resíduos domésticos no córrego.

Para a segunda análise, como não foi observada significativa taxa de imobilidade da espécie *Daphnia similis* no ensaio de toxicidade aguda convencionou-se a realização do ensaio de toxicidade crônica com a utilização da espécie *Ceriodaphnia silvestrii*, em todos os pontos amostrados no córrego em estudo.

Desta forma, observou-se que o número de neonatas produzidas nos pontos P3 e P4 foi elevado mostrando que, por se tratar de um córrego e a água estar em constante troca, esta começa a apresentar condições necessárias para sobrevivência da espécie utilizada. Não foram observadas produção de neonatas no controle de laboratório e pontos P1 e P2 (Figura 20). A oscilação na temperatura devido a características típicas de inverno, podem ter relação com a dificuldade para produção de neonatas nestes pontos.

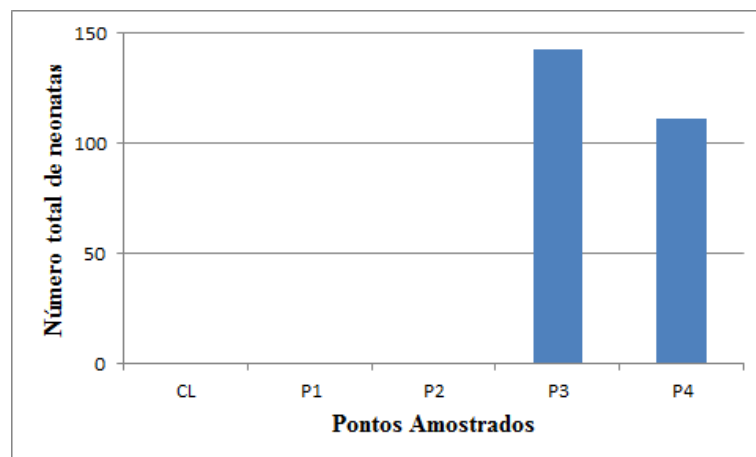


FIGURA 20 – Número total de neonatas produzidas por *Ceriodaphnia silvestrii* em ensaio de toxicidade crônica, durante o segundo ensaio realizado com amostras de água coletadas em junho de 2014.

Se comparado com trabalhos anteriores, como o de Mendes (2012) é possível observar que a área onde a bacia se localiza continua recebendo resíduos no seu córrego sem tratamento o que também contribui para uma degradação da água. Para minimizar os efeitos de toxicidade observados na bacia, esforços para o tratamento dos resíduos lançados no córrego devem ser promovidos pelas autoridades locais.

6.2 Resultados dos Ensaios de Toxicidade do sedimento no Córrego Tripuí

Para os dois ensaios de Toxicidade aguda no sedimento, as amostras coletadas no mês de junho/2014, nenhum dos pontos apresentou efeitos de toxicidade ao *Chironomus xanthus* durante o período de estudo (Figura 21).

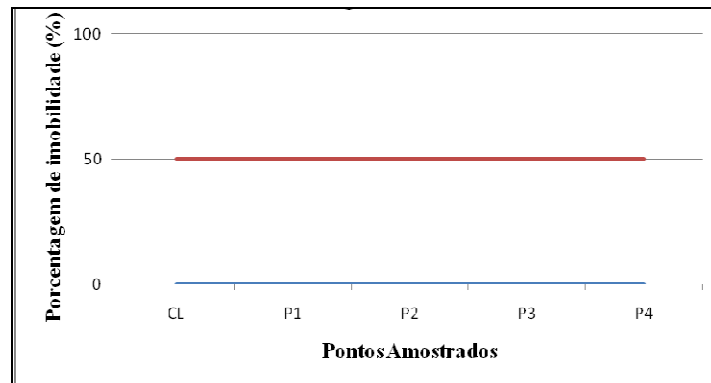


FIGURA 21 – Porcentagem de imobilidade de *Chironomus xanthus* em ensaio de toxicidade aguda com amostras de água coletadas em junho de 2014.

Com relação aos parâmetros físicos e químicos monitorados nos ensaios toxicológicos a maioria dos pontos apresentou as mesmas características com relação às análises da água. O pH se manteve dentro de uma faixa entre 7,0 e 9,0 no controle de laboratório e nas amostras coletadas, ressaltando que para este teste foi utilizada água de cultivo.

Os pontos de amostragem que apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica foram os que mais sofrem com interferências no uso e ocupação do solo, áreas de exploração do Topázio/indústria de alumínio/perímetro urbano, variando entre 290 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P4) e 382 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-1}$ (P2). Já as concentrações de oxigênio dissolvido mantiveram-se acima de 7,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em todos os pontos amostrados e também no controle de laboratório.

Os ensaios de toxicidade crônica foram conduzidos com as amostras dos pontos que não apresentaram efeito de toxicidade aguda (pontos P1 à P4). Para primeira coleta realizada em junho-2014, de todos os pontos amostrados (P1 à P3), somente o Ponto P1 apresentou diferença significativa na produção de neonatas em relação ao controle de laboratório (Figura 22).

Para esta amostragem não foi realizado este ensaio com o ponto P4, pois, durante o ensaio de toxicidade crônica com a água este ponto apresentou maior produção de neonatas, evidenciando que o despejo de efluentes no córrego pode estar influenciando na qualidade da água e sedimento.

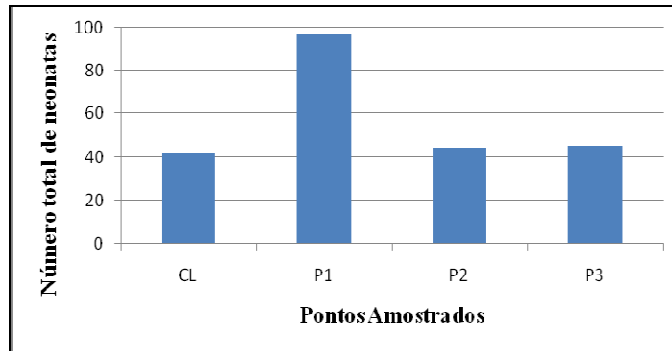


FIGURA 22 – Número total de neonatas produzidas por *Ceriodaphnia silvestrii* em ensaio de toxicidade crônica com amostras de sedimento coletadas em junho de 2014.

Os dados do gráfico mostram que o ponto que apresentou maior produção de neonatas foi o ponto P1, produção acima do controle de laboratório e dos demais pontos amostrados. Vale ressaltar que o ponto P1 esta localizado em uma área de preservação, onde espera-se que as características da região sejam de maior qualidade da água e do sedimento, lembrando que o sedimento armazena características contidas na água.

Para a segunda coleta realizada o ponto que apresentou maior taxa de produção de neonatas foi o P4 (Figura 23). Desta forma, a maior produção de neonatas observada no P4 comprova que o aporte de nutrientes provindos do despejo de efluentes no córrego pode estar influenciando na qualidade da água e sedimento.

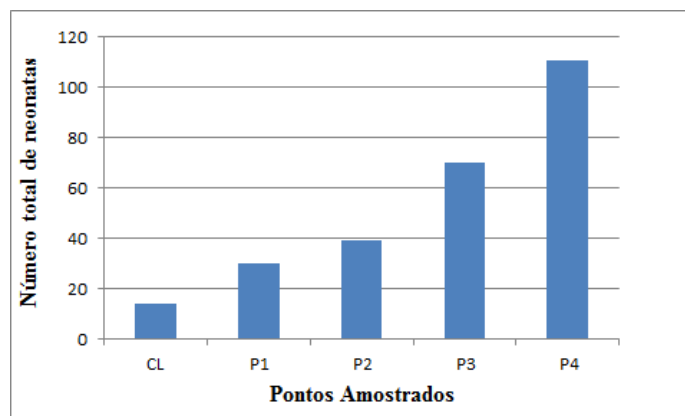


FIGURA 23 – Número total de neonatas produzidas por *Ceriodaphnia silvestrii* em ensaio de toxicidade crônica, durante o segundo ensaio realizado, com amostras de sedimento coletadas em junho de 2014.

Os sedimentos são considerados grandes depósitos de matéria orgânica e outros elementos ou substâncias. Os sedimentos coletados no córrego em estudo não apresentaram efeito de toxicidade aguda em nenhum dos pontos amostrados. Um fato importante do sedimento encontrado nos pontos de coleta é a característica arenosa e a presença de cascalhos, que dificultam a adsorção de substâncias a este tipo de material. Desta forma, é muito difícil este tipo de sedimento servir como reservatório de substâncias químicas.

7. CONCLUSÕES

Os ensaios ecotoxicológicos realizados em quatro pontos no Córrego Tripuí se mostraram importantes para avaliar a qualidade ambiental deste córrego e seu entorno. Os ensaios de toxicidade aguda e crônica indicaram degradação na qualidade da água em função da variação no uso e ocupação do solo ao longo do córrego.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia do Córrego Tripuí é importante na história do município de Ouro Preto, pois o início da exploração aurífera se deu nas margens da drenagem principal da bacia, o córrego Tripuí. A localização da bacia numa área de divisor, assim como a presença da Estação Ecológica do Tripuí, tem levado a uma maior preocupação ambiental.

A mineração é uma das principais atividades econômicas no estado de Minas Gerais. Em contra partida a poluição provinda deste tipo de atividade torna-se preocupante no âmbito dos problemas ambientais tão discutidos atualmente, pois, esta atividade pode alterar a região explorada e as áreas vizinhas, muito utilizadas como depósito de rejeitos.

Atualmente, devido ao processo de urbanização no município, a bacia apresenta áreas diversificadas quanto ao uso e ocupação do solo, evidenciando que os impactos provocados pela atuação antrópica interferem nos cursos de água e contribuem para a degradação da qualidade da água.

Cabe destacar a presença da barragem de rejeitos, que se encontra dentro da área estudada, a qual deveria ser objeto de investigações. Ressalta-se assim a necessidade de se realizar estudos a montante e a jusante da barragem, pois mesmo desativada ela continua sendo um reservatório de contaminantes. Além disso, é importante identificar a origem da degradação identificada nos pontos P2 e P3, visando definir responsabilidades e ações.

A utilização de ensaios de toxicidade aguda e crônica mostrou-se relevante para subsidiar medidas de preservação da qualidade da água, demonstrando a importância do monitoramento constante da qualidade da água e do sedimento, incluindo variáveis físicas, químicas e biológicas.

Por fim, espera-se que os órgãos competentes, ambientais e municipais, atuem com o propósito de controlar e minimizar ações que degradem o meio ambiente, visando a preservação do bem-estar de todos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Os Domínios Morfoclimáticos na América do Sul: Primeira Aproximação. Geomorfologia. Boletim do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 52: 1-24. 1977. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/54399216/Ab-Saber-1977-Dominios-Morfoclimaticos-Na-America-Do-Sul-Geomorfologia-52-1> >

ALVES, C. R. Levantamento Preliminar das atividades ligadas à extração mineral na área urbana do distrito sede do município de Ouro Preto. 2001. 110 f. Dissertação (Mestrado – Área de concentração: Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

ARAGÃO, M. A.; & ARAÚJO, R. P. A. Métodos de Ensaios de Toxicidade com Organismos Aquáticos. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, p. 117-152. 472p.

BAPTISTA, I. E.; SOARES, C. H. L.; MATIAS, W. G.; LOPES, E. B. 2000. Avaliação da toxicidade aguda de efluentes de uma indústria têxtil utilizando *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* e *Vibrio fischeri* como bioindicadores. Pp 365-377. In: E.L.G. Espíndola; C.M.R.B. Paschoal, O.Rocha, M.B.C. Bohrer & A.L. Oliveira Neto. (eds.). *Ecotoxicologia, Perspectivas para o século XXI*. Rima, São Paulo, São Carlos. 576p. In: _____. *A Ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos*. Oecol. Bras., 12 (3): 355-381, 2008.

BIRGE, W. J.; BLACK, J. A.; WESTERMAN, A. G. Short-term fish and amphibian tests for determining the effects of toxicants stress on early life stages and estimating chronic values for single compounds and complex effluents. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 49:807-821, 1985. In: TALLINI, K. *Metodologia de Avaliação de Risco Ecológico em Ambiente Aquático a partir de Evidências Químicas, Biológicas e Ecotoxicológicas*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. 115 p.

BRAGA, R. Planejamento Urbano e Recursos Hídricos. Artigo publicado originalmente em: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. *Recursos Hídricos e planejamento urbano e regional*. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – IGCE – UNESP. 2003 p. 113-127.

BURATINI, S. V. & BERTOLETTI, E. Análise Estatística. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, p. 117-152. 472p.

CAIRNS, J. Jr. & NIEDERLEHNER, B. R. 1995. *Ecological Toxicity Testing*. Lewis Publishers, Boca Raton, USA. 228p. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, 472p.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6 (1) 71-82, 2001b.

CONAMA 20 (1986). Diário Oficial da União, Conselho Nacional do Meio Ambiente Ministério do Meio Ambiente.

CONAMA 344 (2004). Diário Oficial da União, Conselho Nacional do Meio Ambiente Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

CONAMA 357 (2005). Diário Oficial da União, Conselho Nacional do Meio Ambiente Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

DOMINGUES, D. F.; BERTOLETTI, E. Seleção, Manutenção e Cultivo de Organismos Aquáticos. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, p. 117-152. 472p.

DORNFELD, Carolina Buso. Utilização de *Chironomus* sp (Diptera, Chironomidae) para a avaliação da qualidade de sedimentos e contaminação por metais. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006. 239 p.

ESTEVES, F. d. A. (1998). Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciências.

FONSECA, A. F. C. Controle e Uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Núcleo de Pesquisa em Recursos Hídricos – Pró-Água. Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental. UFOP, Ouro Preto. 2004.

GOMES R. C.; ARAÚJO, L. G.; BONUCELLI, T.; SOBREIRA, F. G. Condicionantes geotécnicos do espaço urbano de Ouro Preto/MG. In: XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. 1998. Brasília. Anais... Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 1998 p. 363-370, 1998.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª Edição. Campinas, São Paulo: Editora Átomo, 2010. 494 p.

LOPES, F. W.A.; CARVALHO, A.; MAGALHÃES Jr, A. P. Levantamento e avaliação dos impactos ambientais em áreas de uso recreacional das águas na bacia do Alto Rio das Velhas. Caderno Virtual de Turismo, vol. 11, núm. 2, agosto, 2011, pp. 177-190. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1154/115421320002.pdf>>

MAGALHÃES Júnior, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688 p.

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

MENDES, Izabela A. S. A qualidade da água na bacia do Córrego Tripuí, Ouro Preto – MG: relações com o uso e ocupação do solo. Monografia (Graduação). Licenciatura em Geografia. Instituto Federal Minas Gerais, Campus Ouro Preto. 102f. 2012.

MENDES, I. A. S.; RIBEIRO, E. V. A influência da cidade de Ouro Preto na degradação da qualidade da água na Bacia do Córrego Tripuí. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves: Rio Grande do Sul. 1-8. Nov. 2013.

MOURA, N. F. Identidade negra e a representação de lugar dos moradores de Lavras Novas, Ouro Preto – MG. 2010. 69 f. Dissertação (Monografia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010. Disponível em: <<http://www.geo.ufv.br/docs/monografias/monografias2010-1/Nat%C3%A1liaFariadeMoura.pdf>>. Acesso em: 08 de junho de 2012.

NOVELLI, A. 2005. Estudos limnológicos e ecotoxicológicos da água e sedimento do rio Monjolinho – São Carlos (SP), com ênfase nas substâncias de referência cádmio e cobre. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. In: _____. A Ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 355-381, 2008.

PARRA, R. R. Análise geoquímica de água e de sedimentos afetados por mineração na bacia hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais. UFOP, Ouro Preto. 2006.

PLAA, G. L. 1982. Present status: toxic substances in the environment. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 60: 1010-1016. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, 472p.

PEREIRA, R. S. (2003b). Processos que regem a qualidade da água da Lagoa de Patos, segundo o modelo Delfi3D. 2003b. 149 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande. In: PEREIRA, R. S. Modelos de Qualidade de Água. *ReRH – Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*. v. 1, nº1. Julho/Setembro, p. 37-48, 2004.

PINHEIRO, A. L.; SOBREIRA, F. G.; LANA, M. S. Riscos geológicos na cidade histórica de Ouro Preto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 2004. Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 87-101.

RAMADE, F. 1977. *Ecotoxicologie*. Ed. Masson, Paris. 201p. In: _____. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, 472p.

RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R. 1995. Fundamentals of aquatic toxicology. Washington. 665 p. In: _____. A Ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 355-381, 2008.

SALES, S. C. (2009). Reavaliação Ecotoxicológica da Qualidade da água e do sedimento do Reservatório da Pampulha (MG) e seus principais tributários. *Tese de Mestrado*. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

SILVA, F. I. A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial para o uso turístico da sua geologia e geomorfologia. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007. Disponível em: <http://dspace.lcc.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/MPBB-79DNDW/1/disserta__o_fabiano_reis_silva.pdf>

TALLINI, K. Metodologia de Avaliação de Risco Ecológico em Ambiente Aquático a partir de Evidências Químicas, Biológicas e Ecotoxicológicas. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. 115 p.

USEPA - Unites States Enviromental Protection Agency (1994). Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment associated contaminants with freshwater invertebrates. Whashington. D.C.133p.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da quantidade da água de rios. 1ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2007. 558 p.

ZAGATTO, P. A., & BERTOLETTI, E. *Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, 2008, 472p.