



**OLIVÂNIA RIBEIRO DE ALMEIDA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA  
CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA E PADRÕES DE POTABILIDADE DA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO GRANDE EM  
INCONFIDENTES, MINAS GERAIS**

**INCONFIDENTES/MG**

**2014**

**OLIVÂNIA RIBEIRO DE ALMEIDA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA  
CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA E PADRÕES DE POTABILIDADE DA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO GRANDE EM  
INCONFIDENTES, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Dsc. Lilian Vilela Andrade Pinto

**INCONFIDENTES - MG**

**2014**

**OLIVÂNIA RIBEIRO DE ALMEIDA**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA  
CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA E PADRÕES DE POTABILIDADE DA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO GRANDE EM  
INCONFIDENTES, MINAS GERAIS**

**Data da aprovação: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014**

---

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dsc. Lilian Vilela Andrade Pinto  
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

---

**Co-orientador: Prof.<sup>o</sup> Msc. Márcio Luiz da Silva  
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

---

**Membro 1: Especialista em Ensino de Biologia Taciano Benedito Fernandes  
IFSULDEMINAS, Câmpus Inconfidentes**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me mostrado que através de escolhas e trabalho duro podemos escrever o nosso próprio destino.

Agradeço a minha família, que sempre me apoiou em todas as minhas decisões, mesmo não entendendo ou concordando com minhas escolhas.

Agradeço à professora Lilian pela orientação, apoio, confiança e a sua imensa paciência em corrigir meus trabalhos após as datas marcadas. Além de me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e efetividade da educação no processo de formação profissional, que não somente me ensinou, mas me fez realmente aprender.

Agradeço ao professor Márcio que aceitou ser meu co-orientador e pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Ao Taciano, que além de aceitar fazer parte da minha banca, também demonstrou comprometimento ao me ensinar e ajudar na realização das análises microbiológicas e ao Tone que me instruiu em minhas análises químicas e físicas.

Ao senhor Reali, que me conduziu em todas as minhas coletas pela microbacia embaixo de sol quente e campo acidentado.

Por fim agradeço as minhas amigas, Marina ao qual me conduziu à cachoeira após meses que havíamos visitado o local, e pela espontaneidade de fazer uma difícil pedalada se tornar algo extremamente especial; à Damiany (DAMAIANE) que também me acompanhou nas coletas e por me auxiliar em TODOS os trabalhos, fazendo com que momentos tensos se transformassem em risadas histéricas; à Aline por me ajudar na realização de minhas análises e me aguentar por três anos e meio; à Marcilene (MARCERLINI) por suportar minhas piadas sem graças e fazer meu dia ficar mais lindo e engraçado, além de me mostrar que a idade não interfere em nada na beleza; assim como a Natália (Neeeiimmm) que mesmo em sua idade avançada possui nos traços a alegria de uma criança, que por sinal fala inglês muito bem, mas não sabe disso ainda; à Jislaine (Jihh) que consegue simplesmente fazer o dia mudar de um desastre total ao dia mais engraçado da sua vida; e por fim a Marielle (Cachuu) que evidencia o fato de “Quem têm boca vai a Roma”.

Agradeço ao CNPQ pelo incentivo à pesquisa;

E por fim (Ufa!!) agradeço à todos que direta ou indiretamente me auxiliaram em meu trabalho.

## RESUMO

A água é essencial para a sobrevivência dos seres humanos, pois é com ela que, grande parte das atividades são desenvolvidas, sendo necessário que este recurso natural seja protegido contra contaminações. O uso promovido no entorno da microbacia hidrográfica tem influência direta na qualidade de água. O presente estudo teve como objetivo geral verificar a influência do uso e ocupação da microbacia Córrego Grande que envolve cachoeira Boa Vista da Adelaide visando a melhoria da qualidade da água, em especial, no local da cachoeira. Foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas em cinco pontos de coleta no decorrer da microbacia e análise de metais pesados em seis pontos de coleta, além de realizar o levantamento e análise do uso e ocupação no entorno da microbacia hidrográfica Córrego Grande com a ferramenta ArcGIS. A microbacia está classificada na classe 2 e 3, a qualidade de sua água encontra-se prejudicada, pois obteve altos valores de coliformes termotolerantes e presença de metais pesados acima dos níveis aceitáveis. O curso d'água estudado não se encontra adequado para o consumo humano, pois ultrapassam os valores estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008; Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde; Resolução CONAMA 274/2000; Funasa (2013); e pela Organização Mundial da Saúde – OMS (1999). Mais da metade (62%) da área das APPs da microbacia apresenta o uso e ocupação de modo conflitante, ou seja, está sendo utilizada como pastagem, agricultura e solo exposto, descumprindo a legislação federal, estabelecida pela Lei 12.651/2012 (Código Florestal). O uso e ocupação da microbacia teve grande influência na qualidade da água devido a grande carga de metais pesados, como chumbo e cádmio, que são extremamente prejudiciais ao ser humano. Sendo assim, recomenda-se que 62% das APPS de nascentes e cursos d'água da microbacia Córrego Grande sejam recuperadas, visto encontrarem-se com o uso conflitante, não cumprindo o novo Código Florestal (Lei 12.651/2012).

**Palavras-chave:** Metais Pesados; Uso Conflitante; Análise de Água

## **ABSTRACT**

Water is essential for survival of human beings as it is to her that most of the activities are developed, it is necessary that this natural resource is protected from contamination. Use promoted surrounding the watershed has a direct influence on the quality of water. This study aimed to verify the influence of the use and occupation of the watershed Córrego Grande waterfall involves Boa Vista Adelaide aimed at improving water quality, especially in the waterfall site. Physical, chemical and microbiological analyzes were performed in five collection points throughout the watershed and analysis of heavy metals in six collection points, and carry out the survey and analysis of the use and occupation around the watershed Córrego Grande with ArcGIS tool . The watershed is classified in Class 2 and 3, the quality of your water is impaired, as obtained high fecal coliform values and the presence of heavy metals above acceptable levels. The stream studied is not suitable for human consumption, because exceed the values established by the Joint Normative Resolution COPAM / CERH-MG No. 01 of May 5, 2008; Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health; CONAMA Resolution 274/2000; FUNASA (2013); and the World Health Organization - WHO (1999). More than half (62%) of the area of APPs the watershed presents the use and occupation of conflicting mode, ie, is being used as pasture, agriculture and exposed soil, not complying with federal law, established by Law 12,651 / 2012 (Forest Code ). The use and occupation of the watershed had great influence on water quality due to large load of heavy metals such as lead and cadmium, which are extremely harmful to humans. Therefore, it is recommended that 62% of APPS springs and streams of the watershed Córrego Grande are recovered, as meet with the conflicting use, not complying with the new Forest Code (Law 12,651 / 2012).

**Keywords:** Heavy metals, conflicting uses, water analysis.

# SUMÁRIO

RESUMO .....	I
ABSTRACT .....	I
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Água.....	3
2.2 Agricultura .....	3
2.3 Solo Exposto .....	4
2.4 Pastagem .....	4
2.5 Desmatamento .....	5
2.6 Reflorestamento .....	6
2.7 Mata Ciliar .....	6
2.8 Culturas Perenes .....	7
2.9 Residências Rurais .....	8
2.10 Suinocultura .....	8
2.11 Dessedentação.....	9
2.12 Geotecnologias.....	9
2.13 Questões Sanitárias .....	10
2.14 Código Florestal.....	11
2.15 Padrões de Qualidade da Água e Fundamentação Legal .....	11
2.16 Parâmetros de Qualidade da Água .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Área de Estudo.....	16
3.2 Análises de Água .....	17
3.2.1 Coletas das Amostras de Água.....	17
3.2.2 Parâmetros de Qualidade da Água Analisados .....	22

3.2.2.1 Análise Física .....	23
3.2.2.1.1 Oxigênio Dissolvido.....	23
3.2.2.1.2 Turbidez .....	23
3.2.2.1.3 Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos .....	24
3.2.2.1.4 Cor.....	25
3.2.2.2 Análises Químicas.....	25
3.2.2.2.1 Potencial Hidrogênico – pH .....	25
3.2.2.2.2 Alcalinidade .....	26
3.2.2.2.3 Dureza .....	26
3.2.2.2.4 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> Livre) .....	26
3.2.2.3 Análise Microbiológica .....	27
3.2.2.3.1 Coliformes Termotolerantes.....	27
3.3 Geoprocessamento .....	28
3.3.1 Aquisição dos Dados .....	28
3.3.2 Processamento de Dados .....	29
3.3.3 Processamento de Imagens Orbitais.....	29
3.3.3.1 Composição Digital da Imagem .....	29
3.3.3.1.1 Mosaicagem .....	29
3.3.3.1.2 Correções Geométricas .....	30
3.3.3.1.2.1 Registro .....	30
3.3.3.1.3 Classificação.....	31
3.3.3.1.3.1 Definição das Classes.....	31
3.3.3.1.3.2 Amostragem .....	31
3.3.3.1.3.3 Método de Classificação .....	31
3.3.3.1.3.4 Filtragem da Classificação .....	31
3.3.3.1.3.5 Vetorização de Classes.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32



4.1 Classificação do Curso d'Água principal da microbacia do Córrego Grande.....	32
4.2 Análises físicas, químicas e microbiológicas .....	33
4.3 Análises de Metais Pesados .....	43
4.4 Uso e ocupação do solo .....	46
4.5 Influências do uso e ocupação do solo na qualidade da água da microbacia hidrográfica do Córrego Grande.....	50
5. CONCLUSÕES .....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
7. ANEXOS .....	67

## **1. INTRODUÇÃO**

A água é essencial para a sobrevivência dos seres humanos, pois é com ela que, grande parte das atividades são desenvolvidas, sendo necessário que este recurso natural seja protegido contra contaminações que segundo Pinto (2003) ocorrem por meio de despejos inapropriados de substâncias diversas, mau manejo de áreas de produção de alimentos, entre outros. Pinto, Roma e Balieiro (2012) observaram que o uso do solo influencia diretamente a qualidade da água de nascentes, portanto, um aspecto importante a ser estudado para a compreensão dos padrões de organização do espaço e para o entendimento dos efeitos do uso e ocupação desordenada na qualidade do recurso hídrico.

Os recursos hídricos, em muitos casos, são considerados uma mercadoria, o que gera conflitos nas atividades promovidas no local, como por exemplo, na área turística ou nas indústrias de alta tecnologia (Conte, 2011).

O turismo é uma atividade que se modifica em função de novas exigências da demanda do mercado, o que influencia diretamente no aparecimento de novos tipos de turismo, como o Turismo Rural, que tem como proposta melhorar os rendimentos de proprietários rurais, e visa, principalmente, o contato harmonioso com o ambiente natural (Roteiros do Brasil, s.d).

A qualidade do ambiente a ser visitado é de extrema importância para o sucesso da atividade, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas e a interação de diversas áreas do conhecimento visando a aplicação de novas tecnologias que promovam a qualidade e melhoramento da área a ser visitada (Roteiros do Brasil, s.d).

Segundo o Instituto Estadual do Ambiente – INEA a qualidade das águas é representada por um conjunto de características de natureza química, física, biológica e

análise de metais pesados, sendo necessário que essas características se enquadrem em padrões estabelecidos nas legislações: Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (Minas Gerais 2008); Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil 2011); Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000; Fundação Nacional da Saúde (Funasa, 2013); e pela Organização Mundial da Saúde – OMS (1999).

O presente estudo teve como objetivo geral propor a adequação do uso e ocupação da terra na microbacia hidrográfica que compreende a cachoeira Boa Vista da Adelaide visando a melhoria da qualidade da água, em especial, no local da cachoeira. Já os objetivos específicos foram: i) avaliar a qualidade da água em diferentes pontos ao longo do curso d'água principal da microbacia hidrográfica; ii) constatar se qualidade da água da microbacia hidrográfica encontra-se dentro dos padrões de potabilidade; iii) verificar se há uso conflitante da terra (que não seja de vegetação nativa) nas áreas de preservação permanente dos cursos d'água e nascentes da microbacia hidrográfica; iv) identificar a influência do uso e ocupação da área na qualidade da água; e v) classificar o Córrego Grande segundo sua capacidade de uso seguindo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Água**

A água é o recurso natural mais importante para os seres humanos, pois além de ser fundamental aos outros recursos (vegetais, animais e minerais), tem interferência direta na manutenção da vida, saúde e no estar do homem (Christofolletti, 1974).

A água potável e acessível é relativamente escassa, tornando-se assim um dos principais problemas ambientais a serem enfrentados pela população mundial (Pinto, 2003). Segundo o Relatório das Organizações Unidas – ONU (2013) a falta de água afeta mais de 40% do planeta, em quase todos os continentes e ressalta que se continuar com as tendências atuais, até 2025, 1,8 bilhões de pessoas estarão vivendo em um país ou região com escassez de água.

Pode-se observar a importância da quantidade de água disponível, mas outro fator de extrema importância é a sua qualidade. São muitas as formas de se poluírem os mananciais (Rubens, 1998), por isso Pinto *et al.* (2004) demonstra a clara necessidade de manutenção da defesa da qualidade desse recurso natural e a urgente necessidade do estabelecimento de um convívio mais harmonioso entre o homem e o meio ambiente.

### **2.2 Agricultura**

As atividades agrícolas representam 70% da utilização da água no mundo e 90% de toda a água empregada no consumo humano. Estimativas da ONU relatam que o uso desse recurso aumentou duas vezes mais que a taxa de crescimento populacional e, em 2025, cerca

de 20% da população mundial viverá em áreas com problemas de recurso hídrico (Martins e Valenci, 2003).

Segundo Menezes (2012) a agropecuária influencia diretamente a qualidade das águas superficiais e subsuperficiais, pois muitas vezes os agrotóxicos utilizados nas plantações podem ficar adsorvidos no solo e posteriormente, com a chuva, percolarem para o lençol freático. Este fato pode alterar o pH, concentração de nitrato, concentração de metais pesados, alterar as condições geoquímicas naturais, entre outros (Hooda et al., 2000; Leite et al., 2011; Conte e Leopoldo, 2001; Leite et al., 2011 citados por Menezes, 2012).

### **2.3 Solo Exposto**

Uma série de efeitos danosos estão sendo causados aos solos através do desenvolvimento de atividades antrópicas, impactando diretamente a vegetação nativa, o ar e os recursos hídricos (Lopes *et al.*, 2007). Essas ações, dentre várias outras coisas, deixam o solo exposto, sem nenhum tipo de cobertura vegetal, susceptíveis aos fatores climáticos que sem um controle na gestão dos seus efeitos impactantes, podem favorecer a incidência de erosão (Lopes *et al.*, 2005).

No início do processo erosivo ocorre a desestabilização o que facilita a perda não apenas de material superficial, mas também grande parte da matéria orgânica integrante deste solo, como demonstra estudos feitos por Souza *et al.* (2011). Os autores avaliaram a perda de solo em áreas expostas e em solos cobertos com diferentes densidades de capim vetiver e observaram que a perda de solo na área desprotegida foi superior do que em áreas que haviam cobertura.

### **2.4 Pastagem**

Segundo Cypriano (2012), no Brasil, aproximadamente 180 milhões de hectares são de pastagens, sendo dividida em três tipos: natural, nativa e artificial. A primeira é encontrada nos campos do Rio Grande do Sul, os pampas da Argentina, e tem como características a vegetação composta principalmente por espécies herbáceas (gramíneas e não gramíneas) e arbustos. O segundo tipo é definido como a vegetação que surge em áreas de culturas ou pastagens abandonadas, onde houve uma destruição parcial ou total da vegetação

original e que tem algum valor forrageiro. Já o terceiro tipo ocorre quando a vegetação original não existe mais e são estabelecidas espécies exóticas ou nativas da área.

A compreensão do manejo básico de pastagem se faz necessária para que o produtor possa ter um elevado nível de produtividade na área. No Brasil a maior parte da produção pecuária é proveniente da utilização de pastagem para alimentar o rebanho, com isso fatores como o clima, solo, planta e o animal têm que ser levados em conta, além da infraestrutura e da adoção de técnicas agropecuárias, que podem interferir diretamente em todo o sistema (Santos e Corrêa, 2009).

Mesmo com bom manejo do solo em áreas de pastagens, ainda há um grande impacto na área utilizada, que segundo Ziomar & Alves (2003), ocorre diminuição dos valores de infiltração da água no solo, maior resistência do solo à penetração e uma menor condutividade hidráulica.

Estudos realizados em cinco nascentes situadas em Inconfidentes/MG, revelaram que nas áreas que possuíam pastagens próximas ocorreram alterações em relação às características físicas cor e turbidez e nas características biológicas coliformes totais e termotolerantes (Pinto, Roma e Balieiro, 2012).

## **2.5 Desmatamento**

O desmatamento é entendido como a retirada provisória ou parcial da floresta para a criação de pastos ou cultivo de culturas (ARPA). No Brasil ocorre o maior desmatamento de florestas tropicais do mundo, segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO, 2005) atestado pelo documento apresentado pelo Programa Áreas Protegidas da Amazônia – ARPA.

As derrubadas desordenadas podem influenciar diretamente o aquecimento global, pois até 20% das emissões dos gases do efeito estufa são provocados pela derrubada das florestas, sendo que uma forma simples de reduzir a emissão de gases é protegendo estas. No Brasil aproximadamente 70% do total de emissão de gases do efeito estufa são advindos do desmatamento e da degradação florestal ARPA.

Além de impactar na qualidade do ar, o desmatamento influencia diretamente na qualidade da água dos cursos d'água, que, segundo Vieira (2008) os sólidos suspensos derivam do transporte de solo pelas águas pluviais, devido ao desmatamento e processos erosivos da bacia hidrográfica, o que aumenta os valores de turbidez do curso d'água, além de

também influência em seus aspectos estéticos e na diminuição da luz no ecossistema. Souza *et al.* (2011) ressalta que encostas desprotegidas de vegetação ficam expostas as forças das águas, que desestabilizam o solo e levam não somente material superficial, mas grande parte da matéria orgânica integrante deste solo.

## **2.6 Reflorestamento**

Os danos causados ao meio ambiente chegaram a tal ponto que se faz necessário a sua recuperação, que, através do reflorestamento, se torna muito mais difícil, uma vez que esta técnica exige lentas e dispendiosas ferramentas de recuperação (Noffs, Galli e Gonçalves, 2000). Segundo Colman (1953) citado por Almeida (2007), cada elemento da vegetação tem um importante papel no ciclo hidrológico, como por exemplo, a parte superior intercepta a água da precipitação, que acarreta a diminuição do seu impacto no solo, regula a disposição à infiltração e protege o solo dos ventos e radiação solar. Além de ser um obstáculo ao escoamento superficial, diminuindo assim a velocidade da água que terá um tempo maior para infiltrar no solo, diminuir a taxa de erosão, entre outros.

O reflorestamento é amparado principalmente pelo novo Código Floresta Brasileiro, Lei Federal 12.651, de maio de 2012 (Brasil, 2012), que dita os direitos e deveres do uso das florestas existentes no território nacional por proprietários ou empreendedores que utilizam de alguma forma sua matéria prima ou seus derivados.

O reflorestamento também é uma fonte de renda para a população rural, que através plantio e conservação da floresta, podem gerar produtos como madeira, resina, óleos essenciais, plantas medicinais, frutos e mel. As florestas plantadas conservam o solo, controlam os ventos, reduzem o risco de enchentes, polinizam pomares, controlam a poluição do ar e da água, este último ocorre, pois muitos poluentes que , através do escoamento superficial, iriam para o rio, ficam retidos pelas árvores, outro fator interessante é que as floresta controlar a erosão, que é um dos principais problema na qualidade da água (Carpanezi, 2000).

## **2.7 Mata Ciliar**

São florestas ou matas encontradas nas margens de cursos d'água que protegem estes naturalmente contra o assoreamento, pois reduzem o escoamento superficial impedindo

que os sedimentos do solo sejam depositados diretamente no rio (Ferreira, 2012). Attanasio *et al.*, 2012, reforça a importância da mata ciliar dizendo que as áreas ocupadas por mata ciliar são responsáveis pela manutenção da saúde e da resiliência da microbacia, como vazão e qualidade da água

No Brasil, está ocorrendo a sua destruição em razão do avanço das atividades agropecuárias, urbanização, construção de hidrelétricas, entre outros. Esta destruição favorece ao escoamento superficial, diminui a infiltração da água no solo, prejudicando assim o abastecimento do lençol freático, e posteriormente o abastecimento das populações vizinhas (Ferreira, 2012).

Segundo Oliveira Filho *et al.* (1994) citado por Donadio (2005) este tipo de ação contra as matas ciliares pode contribuir para o aumento da turbidez dos córregos d'água, assoreamento, desequilíbrio hídrico, erosão das margens, além de comprometer a fauna silvestre. A alteração na qualidade da água foi observada por Pinto, Roma e Balieiro (2012), em nascentes que não possuíam mata ciliar (nascente com cultivo de café e em nascente com casas). Os autores observaram ainda que em uma nascente próxima com área de policultivo na sua área de recarga teve seus valores dentro dos padrões na Resolução 357/2005 devido a conscientização do produtor que possibilitou a regeneração da mata próxima a esta.

Freitas (2010) verificou a efetividade da área de preservação permanente no entorno de nascentes para a conservação dos macroinvertebrados bentônicos e da qualidade física e química da água. Nos locais que apresentavam vegetação nativa observou-se uma melhor qualidade de água e maior diversidade de fauna aquática.

## **2.8 Culturas Perenes**

É definida como algo que pode durar muitos anos ou algo permanente. É a cultura que depois que conclui o seu ciclo produtivo, não precisa ser replantada. Alimentos como café, laranja, limão, manga, entre outros, são as culturas que geralmente englobam esse tipo de plantação. Também chamado de culturas de ciclo longo, por causa do longo tempo entre a plantação e a renovação da lavoura, devido a não necessidade de preparo do solo e plantio anualmente, normalmente as culturas perenes são plantadas em locais com relevo mais acidentado, pois fazem o cobrimento do solo, diminuindo assim a tendência à erosão (BRITO e PRUDENTE, 2005 citado por Salemi, *sd*).



Segundo estudo feito por Vanzela et al. (2010) ocorreu o aumento da concentração dos sólidos na água dos mananciais próximo a áreas com agriculturas (culturas perenes, culturas anuais). Pinto, Roma e Balieiro (2012) observaram na água da nascente com área de recarga ocupada por plantio de café valores dos parâmetros cor e turbidez superiores aos da água da nascente com florestas em seu entorno.

## **2.9 Residências Rurais**

Na área rural normalmente não existe rede pública de esgoto, sendo a disposição final dos resíduos gerados nas residências diretamente no rio. A melhor solução para este tipo de problema é a utilização de uma fossa séptica que retém a parte sólida do esgoto em um tanque e, a partir da decantação desse resíduo, ocorre à diminuição dos sólidos que serão jogados nos rios (Sebrae, 2008).

Segundo Sebrae (2008), ocorreu um pequeno aumento de 55% para 58% nos investimentos públicos para saneamento básico na zona rural, sendo que esta água que não é tratada pode gerar uma série de doenças ao ser humano, causando muitas vezes até a morte, ocorrendo a contaminação das águas por coliformes termotolerantes através do despejos direto de fezes, urina e outros.

Nos locais onde não há o tratamento do efluente gerado e ocorre a sua disposição direta no curso d'água, podem ocorrer significantes alterações na qualidade de água. Pinto, Roma e Balieiro (2012) verificaram o aumento de coliformes totais e termotolerantes nas nascentes que tinham em seu entorno residências sem fossas sépticas.

## **2.10 Suinocultura**

A suinocultura é uma atividade agropecuária que utiliza o porco como fonte dos seus insumos. No Brasil a atividade se consolidou a partir da década de 80, quando ocorreu a introdução de melhoramentos genéticos, avanço sanitário e manejo nutricional. No ano de 2010 foram abatidos 32,5 milhões de suínos inspecionados, produzindo 3,3 milhões de toneladas de carne, sendo que o sudeste é a segunda maior região produtora de matrizes e o estado de Minas Gerais é o quarto maior produtor de matrizes (Dias, 2011). Em 2018 a perspectiva para a produção brasileira irá de 3,7 a 5,2 milhões de toneladas de carne suína

segundo estimativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) citado no Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos que teve sua elaboração técnica feita por Dias (2011).

Este tipo de atividade necessita levar em conta critérios técnicos e de manejo (Bezerra, 2005), pois os dejetos provenientes desta criação são, muitas vezes, depositados diretamente em rios, lagos e lagoas, acarretando a poluição de mananciais que tem um aumento em sua demanda química e bioquímica de oxigênio (DBO e BQO). Em regiões onde existam muitos produtores com este tipo de atividade é necessário que ocorra a total preocupação e controle desse tipo de disposição final.

### **2.11 Dessedentação**

Na área rural a água utilizada para dessedentação dos animais, muitas vezes não são apresentadas de forma apropriada para o consumo (Pinto, 2011 citado por Souza e Cappi, s.d), sendo que esta deve ser fornecida em quantidade e qualidade (Souza e Cappi, s.d).

A água possui nutrientes essenciais para os animais, além de ser utilizada na higienização das instalações, melhoria de condições climáticas, como veículo de vacinas, medicamento, tendo assim que possuir uma adequada constituição física, química e microbiológica (Souza e Cappi, s.d).

O uso de água sem qualidade pode interferir nos índices zootécnicos e na disseminação de enfermidades, transportar agentes patogênicos de doenças de interesse em saúde pública, o que poderá gerar graves prejuízos econômicos (Souza e Cappi, s.d).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 a água utilizada para dessedentação dos animais não pode exceder de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL<sup>-1</sup>.

### **2.12 Geotecnologias**

As geotecnologias, também conhecidas como geoprocessamento, são um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referências geográficas, podendo-se destacar os Sistemas de Informações Geográficas - SIG, cartografia digital, sensoriamento remoto, entre outros. Esta ferramenta é de extrema importância para auxiliar em tomadas de decisões (Rosa, 2005), facilita no gerenciamento das informações espaciais, proporcionando assim a possibilidade de análises e mapeamento do uso do solo,

para a melhor adequação deste, além de possuir ótimos resultados de aplicação nos levantamentos e integração de dados de bacias hidrográficas (Duarte e Brito, 2005).

As geotecnologias são compostas por poderosas ferramentas para tomada de decisões, através da interação entre o hardware, software e peopleware, ao qual integram dados, pessoas e instituições, visando maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades referentes ao planejamento, monitoramento e tomada de decisão no espaço geográfico (Rosa, 2005).

O levantamento do uso e ocupação do solo serve diretamente para que os planejadores e legisladores verifiquem a melhor utilização do solo através da elaboração de políticas de uso para o desenvolvimento da região (Prudente e Rosa, 2007 citado por Duarte e Brito, 2005).

### **2.13 Questões Sanitárias**

Os procedimentos para a vigilância da qualidade da água para consumo humano são denominadas como vigilância em saúde que pode ser entendido como o acompanhamento de eventos adversos à saúde com o propósito de aprimorar medidas de controle (Ministério Da Saúde, 2006).

A vigilância da saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano consiste segundo o Ministério da Saúde (2006):

*“Conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atenda ao padrão e às normas estabelecidas nas legislações vigentes, com o propósito de avaliar os riscos que a água consumida representa para a saúde humana”.*

Estes aspectos conceituais apresentados devem ser implantados em diversas esferas da vigilância em saúde.

A necessidade de ações para o monitoramento da qualidade da água é de extrema importância, pois segundo o Informe Técnico da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo – SES/SP, existem vários tipos de doenças causadas pela água, onde estas são denominadas como causadas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente por meio

da água. Os contaminantes podem ser microrganismos, toxinas naturais, produtos químicos, metais pesados, etc.

## **2.14 Código Florestal**

O novo Código Florestal, Lei 12.651 (Brasil, 2012), determina a obrigação de se preservar as florestas e ecossistemas naturais, onde está exposta a obrigação de se preservar áreas sensíveis e de manter uma parcela da vegetação nativa no interior das propriedades rurais, que são chamadas respectivamente, áreas de preservação permanente (APPs) e reserva legal.

As APPs estão localizadas as margens de rios, cursos d'água, lagos, lagoas, nascentes e reservatórios, entre outros lugares com riscos de erosão do solo, enchentes e deslizamento. A reserva legal é uma cobertura vegetal original localizada no interior de propriedade ou posse rural. Esta área tem a função de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, proporcionar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promover a conservação da biodiversidade, abrigar e proteger a fauna silvestre e a flora nativa (Faep, 2012).

## **2.15 Padrões de Qualidade da Água e Fundamentação Legal**

A água consumida pelas populações podem advir de diversas fontes, sendo que muitas destas fontes estão comprometidas devido a ação humana, na qual a garantia da qualidade de água para o consumo é uma questão de extrema relevância para a saúde pública (Silva e Araújo, 2003). Sperling (1998) diz que para o controle de lançamentos de efluentes líquidos e para a qualidade de cursos d'água, a legislação ambiental é um instrumento essencial para a criação de estratégias de controle de poluição.

Os padrões de qualidade da água, segundo a ABNT NBR nº 9896 (ABNT, 1987), são um conjunto de parâmetros com seus respectivos limites, no qual os resultados de uma amostra são comparados avaliando-se a qualidade da água para um determinado fim. O estabelecimento destes padrões leva em consideração critérios científicos, que aferem o risco para uma vítima e o agravo causado pela exposição a uma dose distinta de um poluente.

No Brasil a legislação federal que padroniza a concentração máxima de cada parâmetro é o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que é um órgão consultivo

e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, instituído pela Lei 6938/81, Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90 (MMA, s.d).

A legislação utilizada nos estados é diferenciada se comparada com as empregadas pelo CONAMA, mas as variáveis de contaminação estaduais tem como base a lei federal, não excedendo o que é estabelecido e sim, sendo mais abrangente para as características do estado (Noronha, Lobato e Sabino, 2013).

Neste trabalho foi utilizada a legislação estadual Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (Minas Gerais, 2008), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no estado de Minas Gerais. Esta legislação leva em consideração a Lei Federal nº 6.938/1981 que controla o lançamento de poluentes proibidos para os seres humanos e outras formas de vida, o artigo 9º, inciso I, da Lei nº 9.433/1997, que institui Política Nacional dos Recursos Hídricos e os artigos 15 e 16 da Lei nº 13.199/1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídrico.

A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (Minas Gerais, 2008) baseia-se na resolução Federal nº 357/2005 do CONAMA que dispõe sobre a classificação dos cursos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento dos cursos d'água. Utilizou-se também a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde que aborda os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e a Resolução nº 274/2000 do CONAMA que estabelece os critérios para a balneabilidade em águas brasileiras.

Os parâmetros abrangidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008) são: Potencial Hidrogeniônico – pH, Sólidos Totais Dissolvidos – STD, Oxigênio Dissolvido - O<sub>2</sub>, Turbidez, e Cor , além dos metais pesados: Cobre dissolvido - Cu, Cádmio total - Cd, Chumbo total - Pb, Cromo total - Cr, Níquel total - Ni, Manganês total - Mn.

Existem quatro parâmetros que não são apresentados pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, a Dureza, que será padronizado segundo a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério Da Saúde (Brasil, 2011); Coliformes Termotolerantes padronizado pela Resolução nº 274/2000; o Dióxido de Carbono será comparado com o Manual Prático de Análise de Água (Funasa, 2013), utilizado para auxiliar o monitoramento da qualidade de água distribuída para o consumo humano; e a

Condutividade Elétrica, que segundo Lôndero et al. (2010), não está definido na legislação do Brasil, porém é observado que este parâmetro pode indicar alguma ação antrópica, como contaminação do meio aquático por efluentes industriais, assoreamento dos rios ou destruição da mata ciliar. Por fim, a alcalinidade de um corpo d'água, segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (1999) citado por Oliveira, Santos, Martins e Marques (2012), deve possuir no máximo 400 mg/L.

## 2.16 Parâmetros de Qualidade da Água

Com a necessidade da disponibilização de água de boa qualidade para as presentes e futuras gerações, a Lei Federal nº 9.433 (Brasil,1997) deixa claro a obrigação do controle e monitoramento da água disponível. Para este monitoramento são utilizados alguns parâmetros, como os parâmetros físicos: Turbidez, que seria a alteração característica da água devido à presença de sólidos em suspensão, como por exemplo, algas, plânctons, matéria orgânica, entre outros, reduzindo a transparência do curso d'água, no qual a produção de sedimentos é influenciada diretamente pelo uso, manejo e transporte do ambiente do solo (Luis, Pinto e Schffer, 2012); Cor que é esteticamente prejudicial para o sistema de abastecimento público e originária de substâncias húmicas, ferro, manganês, resíduos industriais, entre outros (Funasa, 2013); Sólidos Totais Dissolvidos que são substâncias que possuem diâmetros inferiores a 1,2  $\mu\text{m}$  e estão dissolvidas e/ou em suspensão, podendo ser orgânico ou inorgânico (Sampaio et al. 2007); Condutividade Elétrica, mensurada para demonstrar a quantidade de sais existentes no solo (Oliveira et al., 2012). Segundo Ricard (1954) citado por Oliveira *et al.* (2012) as mudanças que ocorrem no parâmetro condutividade elétrica são um espelho de alterações no conteúdo da água ou na diluição do solo.

Nas análises químicas foram avaliados os parâmetros: pH, que expressa a quantidade de íons de hidrogênio que existe em uma solução, sendo de extrema importância para o tratamento de efluentes e afluentes, no estágio de sua coagulação/floculação (Funasa, 2013). O Ph está relacionado com a concentração de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), ao qual reage com a água produzindo o íon de hidrogênio  $\text{H}^+$ . Durante o dia, através da remoção de  $\text{CO}_2$  da água para o processo de fotossíntese faz com que o Ph eleve-se devido à diminuição do íon  $\text{H}^+$  (Araújo *et al.*, 2007); Alcalinidade, dada através da concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonato, expressa em termos de Carbonato de Cálcio, medindo assim a capacidade que a água tem em neutralizar os ácidos; Dureza que é a soma das concentrações de cálcio e

magnésio, este parâmetro influencia na produção de espuma ao se tomar banho e provoca incrustações nas tubulações; Dióxido de Carbono, este parâmetro pode influenciar na corrosão de estruturas metálicas e de cimento, de um sistema de abastecimento de água, por isso seus valores devem ser conhecidos (Funasa, 2013); Oxigênio Dissolvido ( $O_2$ ) é a quantidade de oxigênio que o corpo d'água possui, sendo resultado de diversas interações de processos como a produção fotossintética e a reaeração atmosférica que aumentam sua quantidade e influenciam em sua diminuição o consumo do oxigênio para a decomposição da matéria orgânica, além do processo de respiração feita pelo ecossistema aquático. A quantidade deste em corpos d'água são indicadores de qualidade de água e sua diminuição abaixo do valor aceitável afeta a saúde do ecossistema aquático (Janzen, Schulz e Lamon, 2008).

Segundo Quege e Siqueira (2005) a distribuição do oxigênio dissolvido em um curso d'água ocorre em função de vários agentes, entre eles pode-se citar a matéria orgânica, que através de seus processos metabólicos utiliza o oxigênio do local, fazendo com que este diminua. Segundo Santana et al. (2011) a matéria orgânica em grande quantidade em cursos d'água são originárias de processos antrópicos, como despejo de esgotos domésticos, certos resíduos industriais, entre outros, o autor também relata que o oxigênio disponível é extremamente importante para a aferição da qualidade da água, pois como dito, este reduz suas quantidades quando ocorre alterações no corpo d'água.

Na análise microbiológica foi avaliada a presença de Coliformes Termotolerantes ao qual são as bactérias, vírus, protozoários e helmintos, que se ingeridos por seres humanos ou animais, podem parasitar em seus organismos causando-lhes doenças (Filho e Silva, 2007).

Os parâmetros inorgânicos, níveis de Cádmio – Cd, Cobre - Cu, Chumbo - Pb, Cromo - Cr, Níquel – Ni e Manganês - Mn, também são representativos na avaliação da qualidade da água, pois os metais pesados em grande quantidade são tóxicos para o ser humano. Segundo Malavolta et al. (2006) os metais pesados são elementos que possuem peso específico de  $5 \text{ g/cm}^3$  ou número atômico maior que 20, ao qual pode-se tornar tóxico quando existe uma grande concentração deste no tecido. Segundo o informativo Cetesb (s.d) o Cádmio - Cd é um metal encontrado naturalmente e também está associado com sulfetos de minérios de zinco, cobre e chumbo, pode originar-se através da atividade de mineração, em fertilizantes, entre outros; O cobre – Cu está relacionado com efluentes de estação de tratamento, usos de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre; O chumbo presente na água origina-se de deposição atmosférica ou lixiviação do solo; O Cromo é encontrado em

fertilizantes, tintas, pigmentos, cortumes; O Níquel tem como principal origem na queima de combustíveis, da mineração e fundição de metais; além de também ser encontrado na fabricação de alimentos, refrigerantes e sorvetes aromatizados; por fim o Manganês que é constituinte de fertilizantes , vernizes, suplementos veterinários.



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de Estudo**

A microbacia do Córrego Grande pertence à bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu e foi selecionada para estudo devido ao intenso uso do solo no entorno de seus cursos d'água e de suas nascentes, além desta água ser utilizada para consumo humano e animal e, em algumas áreas, utiliza-se desta para recreação, nas cachoeiras existentes na área, o que demonstra a necessidade do monitoramento da qualidade desta água.

Deve-se salientar também, que foi observado o cumprimento do Código Florestal Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012) no que tange a conservação das áreas de preservação das nascentes e cursos d'água, e a qualidade da água observando os padrões estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008) ao qual aborda preceitos da Resolução CONAMA nº 357/2005 tendo como referencia os valores de enquadramento na classe 2, visto que no Plano diretor da Bacia Hidrográficas dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, criado pela Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas, Veterinárias e de Turismo (2010), os afluentes mineiros estão definidos como de classe 2, pois o seu enquadramento ainda não foi realizado pelos órgãos responsáveis. Sendo assim, foi utilizado nesta pesquisa os valores estabelecidos para a Classe 2 para a classificação da água da microbacia do Córrego Grande.

A qualidade da água da microbacia, ainda levou em consideração os padrões estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 (Brasil, 2011), Resolução CONAMA nº 274/2000 (Brasil, 2000) o Manual Prático de Análise de Água (Funasa, 2013); e a Organização Mundial da Saúde – OMS (1999) citado por Oliveira, Santos, Martins e Marques (2012).

Para este estudo a microbacia hidrográfica foi classificada, segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1/2008 (Minas, 2008).

Localizada na área rural do município de Inconfidentes/MG, na região sul de Minas Gerais, a microbacia têm como curso principal o Córrego Grande, que deságua no Rio Mogi-Guaçu, que por sua vez, é um rio de nível federal, que nasce na cidade de Bom Repouso em Minas Gerais, atravessando a Serra da Mantiqueira, e tem sua foz na cidade de Pontal, no Rio Pardo em São Paulo (Meletti, Rocha e Martinez, 2000). A microbacia em estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 22°21'51,85" e 22°18'45,98" de latitude Sul e 45°15'46" e 46°16'41,22" de longitude Oeste de Greenwich.

O município de Inconfidentes está localizado no Sul de Minas Gerais, possui clima tropical e temperatura média anual de 18°C. Encontra-se a 869 metros de altitude e assenta-se em 145 quilômetros quadrado (Prefeitura De Inconfidentes, 2009). No Município de Inconfidentes nascem afluentes dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo que compõe o GD6, unidade de planejamento do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mogi-Guaçu e Pardo (Portal Dos Comitês De Bacia - MG).

A cachoeira Boa Vista da Adelaide localiza-se nas coordenadas 22°19.369' latitude Sul e 46°16.55' longitude Oeste, sendo ponto turístico importante para o município de Inconfidentes que possui relevo acidentado, o que favorece a formação de um grande número de nascentes (Prefeitura de Inconfidentes, 2009).

Destaca-se a falta de informação referente a esta microbacia hidrográfica, até mesmo nos órgãos públicos, o que justifica mais uma vez a importância da realização deste estudo.

## **3.2 Análises de Água**

### **3.2.1 Coletas das Amostras de Água**

As coletas das amostras de água para análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas nos meses de junho de 2013 e maio de 2014 e as análises de metais pesados, juntamente com mais uma análise física, química e microbiológica, foram realizadas no mês de junho de 2014. Para as análises de junho de 2013 e maio de 2014, foram coletadas 10 amostras de água em 5 pontos diferentes, sendo estes: i) nascente da microbacia (Figura 1); ii) antes da cachoeira (Figura 5); iii) depois da cachoeira (Figura 6); iv) no exultório da

microbacia antes do encontro com o Rio Mogi-Guaçu (Figura 7); v) no rio Mogi-Guaçu (Figura 8). Ressalta-se que foram realizadas duas amostras por cada ponto de coleta (uma para as análises químicas e físicas e a outra para análise microbiológica).

Já para a coleta realizada em junho de 2014, foram 8 pontos de coleta das amostras de água para as análises químicas, físicas e microbiológica, sendo estes: i) na nascente da microbacia (Figura 1); ii) área próximo a agricultura (Figura 2); iii) área próxima a uma criação de suínos (Figura 3); iv) área próxima a pastagens (Figura 4); v) antes da cachoeira (Figura 5); vi) depois da cachoeira (Figura 6); vii) no exultório da microbacia antes do encontro com o Rio Mogi-Guaçu (Figura 7); viii) no Rio Mogi-Guaçu (Figura 8), utilizando dois frascos por ponto (um para análise química e física, o outro para análise microbiológica). Já para a análise de metais pesados a água foi coletada em um frasco para cada um dos 6 pontos de coleta, sendo estes: i) nascente da microbacia (Figura 1); ii) área próxima a agricultura (Figura 2), iii) área próxima a uma criação de suínos (Figura 3); iv) área próxima a pastagem (Figura 4); v) no ponto depois da cachoeira; e no iv) exultório da microbacia antes do encontro com o Rio Mogi-Guaçu (Figura 7).

Os pontos de coletas de amostras de água para análise física, química, microbiológica e de metais pesados encontram-se com suas coordenadas geográficas e o uso e ocupação do solo no entorno dos mesmos detalhados na Tabela 1. As amostras de água para análise foram coletadas seguindo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (Brandão *et al.*, 2011), onde as amostras são classificadas como simples, podendo ser pontual ou instantânea, que é aquela coletada em uma única tomada de amostra, num determinado instante, para realização das determinações e ensaios.

**Tabela 1:** Pontos de coletas de amostras de água para análise física, química, microbiológica e de metais pesados e suas coordenadas geográficas e o uso e ocupação do solo ao seu entorno.

<b>Pontos</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Uso no Entorno</b>
<b>1</b> - (Nascente da microbacia)	22°21'51.85"S e 45°15'46.85"O	Aproximadamente 30 metros de floresta ao entorno da nascente
<b>2</b> - Próximo a agricultura	22°21'32.59"S e 46°16'0.16"O	Observa-se próximo a este ponto a uma plantação de batata, além de algumas residenciais
<b>3</b> - Próximo a uma criação de suínos	22°19'57.64"S e 46°16'48.10"O	Nota-se uma grande produção de suíno, além da existência de residências próximas ao ponto
<b>4</b> - Próximo a pastagem	22°19'44.16"S e	No ponto não havia vegetação e uma

	46°16'35.03"O	grande área com pastagem
<b>5</b> - Antes da cachoeira	22°19'21.47"S e 46°16'34.79"O	Observa-se mata ciliar próxima ao ponto, além da presença de animais como cavalos, vacas, entre outros.
<b>6</b> - Depois da cachoeira	22°19'20.51"S e 46°16'35.42"O	Observa-se pouca mata ciliar e animais próximos a área
<b>7</b> - Exultório da microbacia antes do encontro com o Rio Mogi-Guaçu	22°18'45.98"S e 46°16'41.22"O	No exultório observou-se alguns desmoronamentos e assoreamento
<b>8</b> - No Rio Mogi-Guaçu	22°18'40.74"S e 46°16'34.95"O	A área possuía pouca mata ciliar e uma estrada próxima

Os recipientes utilizados foram frascos de plásticos (com capacidade de 250 ml) os quais foram mergulhados, quando possível, à 30 cm da margem e 30 cm do fio d'água, coletando a água necessária para análise, sempre tomando cuidado para que não ocorresse o contato das mãos com as amostras, o que poderia interferir nos resultados. As amostras foram lacradas e identificadas com caneta marcadora preta. Por fim as coletas foram armazenadas em uma caixa de isopor com gelo e encaminhadas para o laboratório de águas (análises físicas e químicas) e para o laboratório de microbiologia (análise microbiológica) do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. As análises de metais pesados foram igualmente armazenadas em uma caixa de isopor, lacradas e endereçadas para o Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos da Universidade Federal de Viçosa (Anexo 1), onde as análises foram realizadas.



**Figura 1.** Primeiro ponto de coleta da amostra de água: nascente da microbacia do Córrego Grande. (Fonte: Arquivo pessoal).





**Figura 2.** Segundo ponto de coleta da amostra de água: A) e B) próximo a área com agricultura de batata. (Fonte: Arquivo pessoal).



**Figura 3.** Terceiro ponto de coleta da amostra de água: A) e B) área próxima à produção de suíno. (Fonte: Arquivo pessoal).



**Figura 4.** Quarto ponto de coleta da amostra de água: A) e B) sob as coordenadas geográficas. (Fonte: Arquivo pessoal).





**Figura 5.** Quinto ponto de coleta da amostra de água, antes da cachoeira. (Fonte: Arquivo pessoal).



**Figura 6.** Sexto ponto de coleta da amostra de água, depois da cachoeira. (Fonte: Arquivo pessoal).



**Figura 7.** Sétimo ponto de coleta da amostra de água, exultório da microbacia do Córrego Grande. (Fonte: Arquivo pessoal).



**Figura 8.** Oitavo ponto de coleta da amostra de água, Rio Mogi-Guaçu. (Fonte: Arquivo pessoal).

### 3.2.2 Parâmetros de Qualidade da Água Analisados

Nas análises físicas foram avaliados os parâmetros: Temperatura, Condutividade Elétrica, Cor, Sólidos Totais Dissolvidos - STD; nas análises químicas foram avaliadas os parâmetros: Ph, Alcalinidade, Dureza, Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Oxigênio Dissolvido (O<sub>2</sub>);

na análise microbiológica foi avaliada a presença de Coliformes Termotolerantes; e na análise de metais pesados foram avaliados os níveis de Cobre dissolvido - Cu, Cádmi total - Cd, Chumbo total - Pb, Cromo total - Cr, Níquel total - Ni, Manganês total - Mn.

Para a realização das análises de Condutividade Elétrica, Cor, STD e Oxigênio Dissolvido foram utilizados equipamentos do laboratório do IFSULDEMINAS, com o auxílio do técnico responsável pelo mesmo. Para os parâmetros de Alcalinidade, CO<sub>2</sub> Livre, Dureza e Ph utilizou-se o Manual Prático de Análise de Água, da Fundação Nacional de Saúde – Funasa (2013) como orientação.

Já para a análise microbiológica de coliformes termotolerantes utilizou-se a Normativa nº 62 (Ministério da Agricultura, 2003). As amostras de metais pesados foram enviadas para a Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos.

### **3.2.2.1 Análise Física**

#### **3.2.2.1.1 Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido foi mensurado após a inserção do eletrodo do Oxímetro Digital, marca Alfa KIT (Figura 9), dentro do curso d'água.



**Figura 9.** Oxímetro Digital utilizado para a medição da temperatura e oxigênio dissolvido (Fonte: Arquivo pessoal).

#### **3.2.2.1.2 Turbidez**

Para a mensuração da turbidez, primeiramente o turbidímetro (Figura 10) foi calibrado e a amostra de água coletada (em temperatura ambiente) foi colocada na cubeta até



enchê-la. Posteriormente a cubeta foi tampada, limpada com papel, colocada no turbidímetro e, por fim, foi realizada a leitura e anotado o valor em NTU da amostra.



**Figura 10.** Turbidímetro utilizado para determinação da turbidez (Fonte: Arquivo pessoal).

### 3.2.2.1.3 Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos

Para a determinação da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos, 50ml da amostra de água foi colocada em um Becker no qual foi inserido o eletrodo juntamente com o termopar do Condutivímetro digital 150 (Figura 11) e realizado a leitura da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos, após a definição da função no aparelho. Destaca-se que para cada análise, condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos, foi utilizada uma amostra de 50 ml em Beckers distintos.



**Figura 11.** Condutivímetro digital, utilizado nas análises de Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos (Fonte: Arquivo pessoal).

#### 3.2.2.1.4 Cor

Para a determinação da cor a amostra (em temperatura ambiente 25°C) coletada foi colocada na cubeta até enchê-la, a qual foi tampada, limpada com papel, colocada no equipamento Colorímetro Plus, marca Alfa Kit, (Figura 12) e realizada a leitura, anotando o valor em mg/L de Pt/Co da amostra.



**Figura 12.** Colorímetro Plus usado para medir a cor (Fonte: Arquivo Pessoal).

#### 3.2.2.2 Análises Químicas

##### 3.2.2.2.1 Potencial Hidrogênico – pH

Para a leitura do pH, primeiramente o peagâmetro digital PG 1800, marca Gehaka, (Figura 13) foi calibrado e em seguida inserido o eletrodo com o termopar em um bécker de 50 ml preenchido com a amostra de água (em temperatura ambiente de 25°C).



**Figura 13.** Peagâmetro digital usado para medir o pH da amostra (Fonte: Arquivo pessoal).

### 3.2.2.2 Alcalinidade

Neste procedimento é colocado 50 ml da amostra de água coletada em um frasco Erlenmeyer de 250 ml, adicionado 3 gotas da solução indicadora de verde de bromoscresol/vermelho de metila, o qual é titulado com solução de ácido sulfúrico 0,02 N até a mudança de cor azul esverdeada para róseo e por fim é anotado o total de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gasto em ml. O resultado obtido de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (V) é aplicado em na equação:

$$\text{Alcalinidade Total em mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$$

### 3.2.2.3 Dureza

Primeiramente, 25 ml de água dura é colocado em um frasco erlenmeyer de 250 ml, em seguida é adicionado 25 ml de água destilada, 1,0 ml de NH<sub>4</sub>OH, 4 ml de solução tampão (PH = 10), 5 gotas do indicador negro de ericromo-T, ficando a solução na cor vermelho vinho. Por último é titulado com EDTA 0,01 M até a solução ficar de cor azul puro, sem traços de violeta, sendo anotado o volume de EDTA. O resultado é aplicado na equação:

$$\text{Dureza} = \frac{V_1 \times f \times 1000}{25}$$

Onde:

f= fator do EDTA (0,01 M)

V<sub>1</sub>= volume de EDTA gasto na titulação

### 3.2.2.4 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub> Livre)

Toma-se 100 ml da amostra em um frasco Erlenmeyer de 250 ml, adiciona-se 10 gotas de fenolftaleína e se colorir não contém CO<sub>2</sub>. Se não colorir ocorre a titulação da amostra com a solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,02 N gota a gota até o aparecimento de leve coloração rósea persistente por pelo menos 30 segundos, por fim é anotado o volume (ml) de NaOH gasto (V). O resultado é aplicado na fórmula:

$$V \times 10 \times Fc = \text{mg/L de CO}_2 \text{ Livre}$$

Onde:

Fc= fator de correção

### **3.2.2.3 Análise Microbiológica**

#### **3.2.2.3.1 Coliformes Termotolerantes**

O método utilizado para análise de coliformes termotolerantes foi baseada na Instrução Normativa nº 62 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2003), Capítulo IX – Números mais prováveis de coliformes totais e coliformes termotolerantes. No Anexo V deste mesmo documento estão contidas instruções de procedimentos para preparo, pesagem e descarte de amostras de água.

No teste presuntivo de coliformes termotolerante foi utilizada a técnica de tubos múltiplos, que consiste na determinação quantitativa de NMP (número mais provável dos organismos alvo na amostra). Utilizou-se 3 (três) diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ).

No dia anterior as duas primeiras análises microbiológicas, foram produzidos os substratos, onde foram utilizados para 1 litro de água destilada 13 g de Caldo Lactose em duplicata. Separou-se 9 tubos de ensaio para cada amostra, totalizando 45 tubos, este tubos possuíam tubos Durham e por fim, foram distribuído 9 ml do caldo em cada tubo de ensaio. Após todos os frascos estarem preenchidos, estes foram colocados na autoclave para esterilização durante 15 minutos à 121 °C, tendo sido encaminhados, posteriormente para refrigeração.

Na última análise, a coleta das amostras também foi realiza um dia antes da análise e a produção do substrato foi realizada no dia anterior a coleta. Utilizou-se 9 tubos de ensaio para cada ponto de coleta, foram 8 pontos de coleta, totalizando 72 tubos de ensaio já contendo tubos Durham. Utilizou-se 24 g de Caldo Lactose em 650 ml de água destilada, após a mistura cada tubo foi preenchido com 9 ml do caldo.

As provas confirmativas, para as três análises citadas, foram realizadas através da inoculação em caldo EC, com incubação em temperatura seletiva obtidos na prova presuntiva. Os resultados deverão ser enquadrados na legislação estadual Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008).

### **3.3 Geoprocessamento**

O programa ArcGIS foi utilizado para a confecção de mapas básicos (rede de drenagem e curvas de nível) e dos mapas temáticos (uso da terra na microbacia, áreas de APP, uso da terra na APP e uso conflitante nas APPs).

Após a digitalização da rede de drenagem foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APP) das nascentes e cursos d'água e verificado se o uso do solo nessas áreas é de vegetação nativa.

Foi considerado uso conflitante do solo nas áreas de preservação permanente no entorno dos cursos d'água e nascentes todo o uso que não foi de vegetação nativa. A área de uso conflitante foi quantificada e indicado o tamanho da área a ser recuperada, para a adequação do uso do solo na bacia hidrográfica com intuito que essas áreas funcionem como filtro e melhore a qualidade da água da bacia (Pinto et al., 2005).

#### **3.3.1 Aquisição dos Dados**

Os dados para a caracterização da microbacia hidrográfica do Córrego Grande foram obtidos por meio das cartas planialtimétrica do IBGE de Ouro Fino (Folha SF-23-Y-B-I-3) e de Borda da Mata (Folha SF-23-Y-B-I-4), ambas com escala 1:50.000, do ano de 1972.

As informações sobre o uso e ocupação do solo foram obtidas por meio do processamento digital de imagens provenientes do satélite RapidEye, do ano de 2011, com resolução espacial de 6,5 m que, após a ortorretificação, suas bandas são reamostradas para 5 m, resultando na correção de imagens com precisão compatíveis com escala 1:25.000. Devido ao número de satélites e a alta revisita para a tomada das imagens, a quantidade de imagens existentes em acervo e a capacidade de aquisição de imagens mediante programação dos satélites, tornam o RapidEye a melhor alternativa para aplicações com demandas de imagens de média resolução.

O sensor é multiespectral com cinco bandas (Red, Green, Blue, Red-Edge, Near IR) com resolução radiométrica das imagens de 12 bits (Felix, Kazmierczak e Espindola, 2009).

As imagens Rapideyes nível 3A foram adquiridas a partir da parceria IFSULDEMINAS e Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2013.

### **3.3.2 Processamento de Dados**

Realizou-se a caracterização da microbacia Córrego Alegre no programa Auto Cad 2007. Primeiramente foi cortada a seção das cartas de Ouro Fino (Folha SF-23-Y-B-I-3) e de Borda da Mata (Folha SF-23-Y-B-I-4) com a ajuda do Paint, sendo estes cortes rentes as linhas que dividem as seções; a imagem foi salva em JPEG (Joint Prhotographic Experts Groups); e as coordenadas dos dois extremos da carta (ponto inferior esquerdo e ponto superior direito) foram anotadas. As imagens recortadas foram inserida no AutoCad para que medição de um de seus quadrantes para adequação da imagem a escala correta, fazendo o seguinte cálculo, comprimento do quadrante dividido pela escala da carta. A carta foi reinserida no AutoCad, agora com as coordenadas dos pontos extremos e a escala calculada. Por fim foi delimitada a microbacia hidrográfica e salva com a extensão dwg (Drawing).

### **3.3.3 Processamento de Imagens Orbitais**

#### **3.3.3.1 Composição Digital da Imagem**

O Processamento Digital de Imagens (PDI) compõe uma parte do Sensoriamento Remoto. As técnicas de PDI aplicam determinados processos de ajuste, objetivando a melhoria da qualidade de dados como a visualização dos alvos e precisão das imagens e, por conseguinte das informações que serão retiradas delas. Isto é necessário, pois as imagens adquiridas pelos sensores necessitam de correções que os satélites não são capazes de realizar (Novo, 2010).

O processamento das imagens RapidEye foi realizado através do software ArcGIS 2010, em sua extensão do ArcMap. Para a composição da imagem utilizou-se o sistema de projeção de coordenadas South American 1969 UTM Zone 23S, tornando possível assim sua manipulação.

##### **3.3.3.1.1 Mosaicagem**

Tem por objetivo unir em uma única imagem dois ou mais extratos ou cenas de imagens. É possível mosaicar imagens adquiridas em diferentes datas com eventuais

diferenças em seu ângulo de aquisição. Em alguns casos este procedimento pode causar pequenas distorções na faixa de sobreposição das imagens. Mesmo assim a Mosaicagem é um procedimento comum no PDI devido à dificuldade das cenas ou extratos das imagens em cobrir grandes extensões (Novo, 2010).

O mosaico foi feito a partir da ferramenta Mosaicking e opção Georeferenced do Software ArcGis.

### **3.3.3.1.2 Correções Geométricas**

Visa adequar o georreferenciamento nativo das imagens a partir de pontos coletados em campo ou de bases cartográficas disponíveis. Antes de iniciar um trabalho de Correção Geométrica é válido averiguar a ficha técnica de cada satélite e a precisão da imagem bruta (sem correções). Uma Correção Geométrica muito comum é a Ortorretificação (Novo, 2010), qual foi empregada neste estudo.

#### **3.3.3.1.2.1 Registro**

A ortorretificação objetiva corrigir as deformações geométricas sofridas pelas imagens devido a plataforma do sensor, do ângulo de aquisição, do relevo, da curvatura e rotação da Terra. Através de pontos obtidos em campo com respectiva altimetria ou através de bases planialtiméticas é possível ortorretificar uma imagem. Uma vez orto-corrigidas, as imagens apresentam melhor acurácia e todos os trabalhos nela baseados tornam-se mais precisos (Novo, 2010).

As imagens nível 3A RapidEyes já são ortorretificadas, não necessitando de georreferenciamento (registro) em trabalhos com escala de 1:50.000. Entretanto, foram utilizados 5 pontos de controle (coordenada previamente conhecidas), além da base hidrográfica do IGAM-MG para refinar o registro das cenas mosaicadas que cobrem a Microbacia do Córrego Grande.

### **3.3.3.1.3 Classificação**

#### **3.3.3.1.3.1 Definição das Classes**

As classes de uso e ocupação do solo foram divididas em 5 classes: classe 1 (Fragmento Florestal), classe 2 (Pastagem), classe 3 (Agricultura), classe 4 (Solo Exposto) e classe 5 (Capoeira).

#### **3.3.3.1.3.2 Amostragem**

Os pixels das diferentes classes foram adquiridos da imagem do RapidEye, sendo 31 amostras da classe 1 (Fragmento Florestal), 31 da classe 2 (Pastagem), 15 da classe 3 (Agricultura), 17 da classe 4 (Solo Exposto) e 11 da classe 5 (Capoeira).

#### **3.3.3.1.3.3 Método de Classificação**

O método de classificação utilizado foi baseado na técnica estatística multivariada MAXXVER (máxima verossimilhança ou Maximum Likelihood) através do Spatial Analyst do ArcGIS 10, com rejeição de frações de 0,9 e probabilidade “EQUAL”.

#### **3.3.3.1.3.4 Filtragem da Classificação**

A classificação da imagem passou pelo filtro majoritário do ArcGis 9.3, através da opção Spatial Analyst Tools, com kernel de 8 vizinhos (criando uma matriz 3x3) e considerando metade das células com o mesmo valor de pixel.

#### **3.3.3.1.3.5 Vetorização de Classes**

As 5 (cinco) classes de uso e ocupação do solo foram vetorizadas e individualizadas a partir da opção “Convert Tools” do ArcGis.



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Classificação do Curso d'Água principal da microbacia do Córrego Grande**

Os cursos d'água do Estado de Minas Gerais ainda não foram classificados pelos órgãos competentes, por isso todos os afluentes do Estado são enquadrados na Classe 2 (Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas, Veterinárias e de Turismo, 2010), que segundo a legislação estadual, são as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção de comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e de lazer; e à aquicultura.

A microbacia em estudo se enquadra na classe 2, estipulada pela Deliberação Normativa Conjunta CPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Brasil, 2008), se forem observados os parâmetros químicos e físicos estipulados pela mesma deliberação, mas se comparamos os resultados de metais pesados encontrados, com os valores padronizados pela mesma legislação, o curso d'água será classificado na Classe 3.

Segundo a Deliberação Normativa Conjunta CPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Brasil, 2008), a Classe 3 referencia as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário, e à dessedentação de animais.

Portanto a microbacia Córrego Grande está apta somente à recreação de contato secundário, que são aquelas atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir a água é pequena, como na pesca e na navegação (Brasil,2008). A

água poderá ser consumida após tratamento convencional ou avançado, onde no primeiro a água precisará de clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH e o segundo necessita de técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica.

#### **4.2 Análises físicas, químicas e microbiológicas**

A partir das análises realizadas na microbacia do Córrego Grande elaborou-se a Tabela 1, a qual apresenta os resultados dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos dos 8 (oito) pontos de coleta, sendo que nos 3 últimos pontos (áreas próximas à suíno, agricultura e pastagem) ocorreram apenas coletas no mês de julho de 2014. Deve-se salientar que a última coluna desta mesma tabela possui os valores estabelecidos pelas legislações, sendo estas: Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008) para os parâmetros: Potencial Hidrogeniônico – Ph, Sólidos Totais Dissolvidos – STD, Oxigênio Dissolvido - O<sub>2</sub>, Turbidez e cor; Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000 para Coliformes Termotolerantes ao qual possui exigências específicas sobre água utilizadas para recreação de contato primário, e divide sua avaliação da qualidade da água em duas categorias, as águas próprias e impróprias, sendo que a primeira é subdividida em outras três categorias: Excelente (250 NMP), Muito Boa (500) e Satisfatória (800), para o trabalho foi utilizado o padrão excelente, ou seja, 250 NMP/100 ml; Portaria nº 2.914/2011 (Brasil, 2011) do Ministério da Saúde para a Dureza; Manual Prático de Análise de Água (Funasa, 2013) para o dióxido de carbono. A Condutividade Elétrica não está definido por legislações nacionais, como já explicado no tópico 2.13; e a Alcalinidade que utiliza a Organização Mundial da Saúde – OMS (1999) citado por Oliveira, Santos, Martins e Marques (2012).

No intuito de melhorar a visualização e comparação dos valores, foram elaborados gráficos representativos de cada local de coleta e seus respectivos meses de amostragens, comparados com os padrões das legislações vigentes. As análises realizadas no mês de julho de 2013 não possuem os resultados do parâmetro turbidez, pois na época o equipamento (Turbidímetro) havia quebrado, portanto não se pôde realizar esta análise.

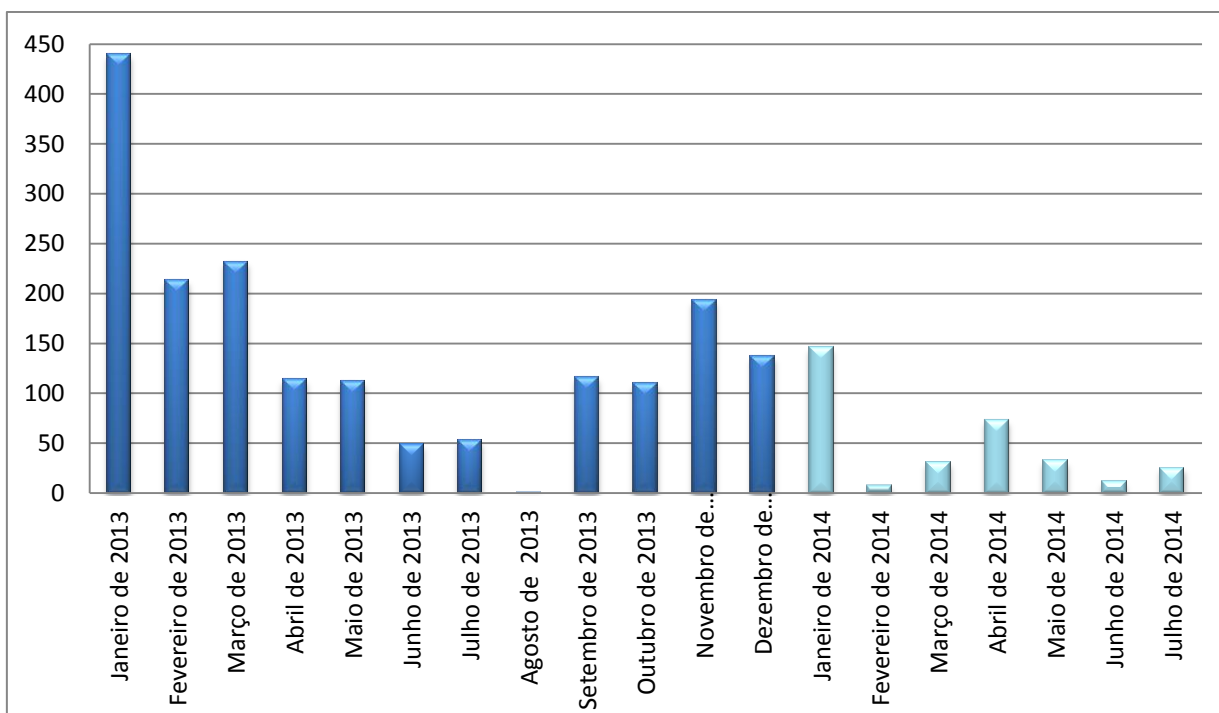
Pode-se observar na Tabela 2, que os resultados de oxigênio dissolvidos possuem valores superiores na primeira amostragem, nos pontos da nascente ao exultório, quando comparados às outras duas coletas, exceto no ponto após a cachoeira. A diferença no valor do

**Tabela 2.** Análises da água do Córrego Grande, localizado no Município de Inconfidentes/MG, nos meses 06/2013, 05 e 07/2014.

Parâmetros de qualidade	Nascente do córrego Grande		Antes da Cachoeira		Depois da Cachoeira		Exutório do córrego Grande		Rio Mogi (antes do encontro do córrego Grande)		Próximo à Suínos	Área à Agricultura	Área à Pastagem	Valores Padronizados pelas legislações tendo como referência a Classe II	
	Jul/2013	Mai/2014	Jul/2013	Mai/2014	Jul/2013	Mai/2014	Jul/2013	Mai/2014	Jul/2013	Mai/2014	Jul/2014	Jul/2014	Jul/2014		
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^1$ )	24,35	26,25	42,71	43,99	42,97	43,99	50,32	43,68	44,91	46,74	30,66	34,12	34,87	45,89	0,00
Temperatura (°C)	15	17	15,4	16,5	12,8	16,4	9,4	12,5	17	8,7	11	17,6	9	8,6	0,00
PH	6,25	6,19	7,19	6,33	7,5	6,46	6,98	7,43	6,56	7,06	7,38	6,65	7,07	6,57	6 a 9
Cor (mg)	0,06	0,00	70,4	0,00	59,86	0,00	0,00	67,21	0,00	0,00	81,69	0,00	0,00	0,00	75
STD* (mg/L)	12,21	14,09	21,71	23,56	21,97	23,49	24,3	22,59	24,20	23,64	15,46	18,23	17,03	22,96	500
Alcalinidade (mg/L)	16	194	26	14	28	18	22	20	20	20	12	26	92	18	0,00
Dureza (mg/L)	74,25	117,24	97,70	164,14	46,89	125,06	121,14	78,16	66,44	78,16	62,52	117,24	39,08	105,51	500
Dióxido de Carbono (mg/L CO2 Livre)	17,64	59,78	5,88	27,44	3,92	9,80	4,9	3,92	7,84	4,9	4,9	8,82	3,92	6,86	10
O2 Dissolvido (mg/L)	6,2	2,85	8,2	3,15	3,65	4,70	3,80	12,5	6,50	5,20	5,12	5,60	1,59	0,06	5
Turbidez (n.t.)	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	9,80	0,00	0,00	100
Coliformes Termotolerantes (NNP /100ml)	3	<3	15	<3	<3,00	<3	93	>1.100	<3	11	11	<3	210	1.100	250

\*Sólidos Totais Dissolvidos; Fonte: Arquivo Pessoal.

oxigênio dissolvido de julho de 2013 para as demais amostras, maio e julho de 2014, podem ter sido influenciada pelo maior volume de água que se apresentava no rio, visto que em 2014 a precipitação está bem abaixo da que ocorreu em 2013 conforme pode ser observado na Figura 14, que mostra a precipitação do ano de 2013 e de janeiro a julho de 2014.



**Figura 14** – Precipitação do ano de 2013 e janeiro a julho de 2014, referente à cidade de Inconfidentes (Fonte: IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes).

O oxigênio dissolvido também pode ser alterado dependendo da temperatura do local, o que pode aumentar a movimentação dos animais aquáticos e respectivamente o consumo de  $O_2$ , sendo que a solubilidade da água é inversamente proporcional à temperatura (Araújo, *et al.*, 2007). Segundo Silva (2009) a cada  $10^\circ C$  no aumento da temperatura da água, o ambiente aquático duplica suas reações microbianas, reduzindo o  $O_2$ . O aumento da temperatura em um corpo d'água pode ocorrer devido à estação do ano, período do dia, despejos industriais, usinas termoelétricas, entre outros (Paulino e França, 2007).

Comparando os valores encontrados com o padrão estabelecido pela legislação (5 mg/L), pode-se ressaltar uma oscilação nos valores de oxigênio dissolvido, ressaltando que nos pontos, próximo à área com agricultura, suíno e pastagem, os valores estão muito abaixo do estipulado, demonstrando que nestas áreas ocorrem grande consumo do oxigênio

dissolvido, deixando-as com oxigênio quase zero, influenciando diretamente na sobrevivência dos animais aquáticos desta região.

Os resultados de temperatura encontrados na microbacia demonstram que na primeira e segunda análise efetuada, obtiveram-se valores entre 11 e 17,6, altos se comparados com a terceira análise, que possui valores de 8 a 10,1 °C. Valores elevados de temperatura podem alterar o Ph, que segundo Silva (2009) é de extrema importância visto que grandes alterações neste, podem acarretar o desaparecimento de organismos vivos presentes na água. Destaca-se que os valores de pH observados nas amostras da nascente encontram-se dentro dos valores estabelecido pela legislação (6 a 9).

Os valores de CO<sub>2</sub> se enquadram no que é estabelecido na legislação (10 mg/L CO<sub>2</sub> Livre), exceto nas análises obtidas na nascente e na segunda amostragem realizada antes da cachoeira. Segundo Moraes (2008) aumento nos valores de CO<sub>2</sub> podem ocorrer devido a alta decomposição da matéria orgânica.

O CO<sub>2</sub> presente na água também serve para dissolver as rochas calcáreas, próximas aos aquíferos, liberando assim o cálcio, que é a principal substância causadora da dureza na água, não esquecendo que esta também deriva do magnésio (Blumberg e Netto, s.d). Os valores da dureza encontrados nos pontos amostrados estão em conformidade com a legislação vigente (Tabela 2) e segundo Nascimento e Sperling (2005) indica a capacidade tampão da água.

A alcalinidade de um curso d'água se dá pela presença de algumas substâncias, dentre estas, o bicarbonato de cálcio e de magnésio, apresentando relação direta com a dureza. Observa-se na Tabela 2, que na segunda análise realizada na nascente, o valor de alcalinidade foi maior que nos outros períodos de amostragem, indicando ter havido alguma influência do uso do solo no entorno, visto Belluta (2008) ressaltar que o aumento da alcalinidade pode ocorrer devido ao tipo de solo, ou por influência agrária, que transporta para o córrego substâncias alcalinas introduzidas no solo através do processo de calagem.

Os valores de condutividade elétrica avaliados em todos os pontos de amostragem e em todos os períodos de avaliação se enquadram ao valor estabelecido pela legislação. Menores valores foram observados na nascente quando comparados aos outros pontos. Mesmo respeitando a legislação, os valores observados são significantes, pois segundo Silva (2009), sendo a condutividade elétrica a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, este parâmetro pode contribuir para o reconhecimento de alterações antrópicas na bacia hidrográfica.

Os valores de condutividade elétrica podem variar de acordo com a temperatura e a quantidade total de substâncias ionizadas dissolvidas (Araújo, 2007). Esse parâmetro tem ligação direta com os sólidos totais dissolvidos, o que pode ser observado nos valores da Tabela 2. Quando aumenta os valores de condutividade elétrica, aumenta respectivamente os valores de sólidos totais dissolvidos, devendo ser salientado que os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) estão em conformidade com a legislação vigente. O STD é o conjunto de diversas substâncias orgânicas e inorgânicas sob forma molecular, ionizadas ou microgranulares, avaliando assim os constituintes minerais da água, significando que quanto maior for o seu valor, a água terá um maior caráter mineral, e conseqüentemente, um gosto e cor alterados (Melo, Nascimento e Pinto, 2014).

A cor apresentou-se em conformidade com a legislação, exceto na análise realizada no Rio Mogi-guaçu apenas nas amostras coletadas em julho de 2013 (primeira análise), prejudicando esteticamente o consumo de água. Segundo Kowata, Ribeiro e Telles (s.d) a cor da água pode originar-se da decomposição da matéria orgânica, que se ocasionam da degradação de plantas e animais, além de ocorrer por causa de íons metálicos dissolvidos, plâncton, macrófitas e despejos industriais. Ainda, as variações observadas na qualidade da água de uma microbacia tem relação direta com o regime hídrico do rio, estas variações ocorrem geralmente em períodos de inundação devido às diversas origens da água, podendo esta vir do escoamento superficial, escoamento subterrâneo e descarga da água subterrânea (Meybeck E Helmer, 1992 citado por Veronez, 2011). Na figura 15 pode-se observar que houve maiores valores de precipitação em julho de 2013 (primeira análise) quando comparado ao período da coleta das segunda e terceira amostras de água, maio e julho de 2014, respectivamente, o que pode ter promovido alterações no padrão da cor da amostra de água da primeira análise.

Assim como a cor, a turbidez influencia na estética da água, dando a esta uma aparência turva e potencialmente perigosa, pois além de diminuir a passagem da luz para o corpo d'água, ela possui substâncias orgânicas e organismos microscópicos, entre outros (Kowata, Ribeiro E Telles, s.d). Destaca-se que os valores de turbidez em todos os pontos e em todos os períodos de amostragem estão dentro do preconizado na legislação.

O valor de coliformes termotolerante em julho de 2013 ultrapassou o que é estabelecido pela legislação (250 NMP) nos seguintes pontos de coleta de água: no exultório (1100 NMP), na área próxima a Agricultura (460 NMP) e na área próxima a Pastagem (1100 NMP), além de demonstrar, mesmo valores abaixo do estabelecido, resultados altos nos

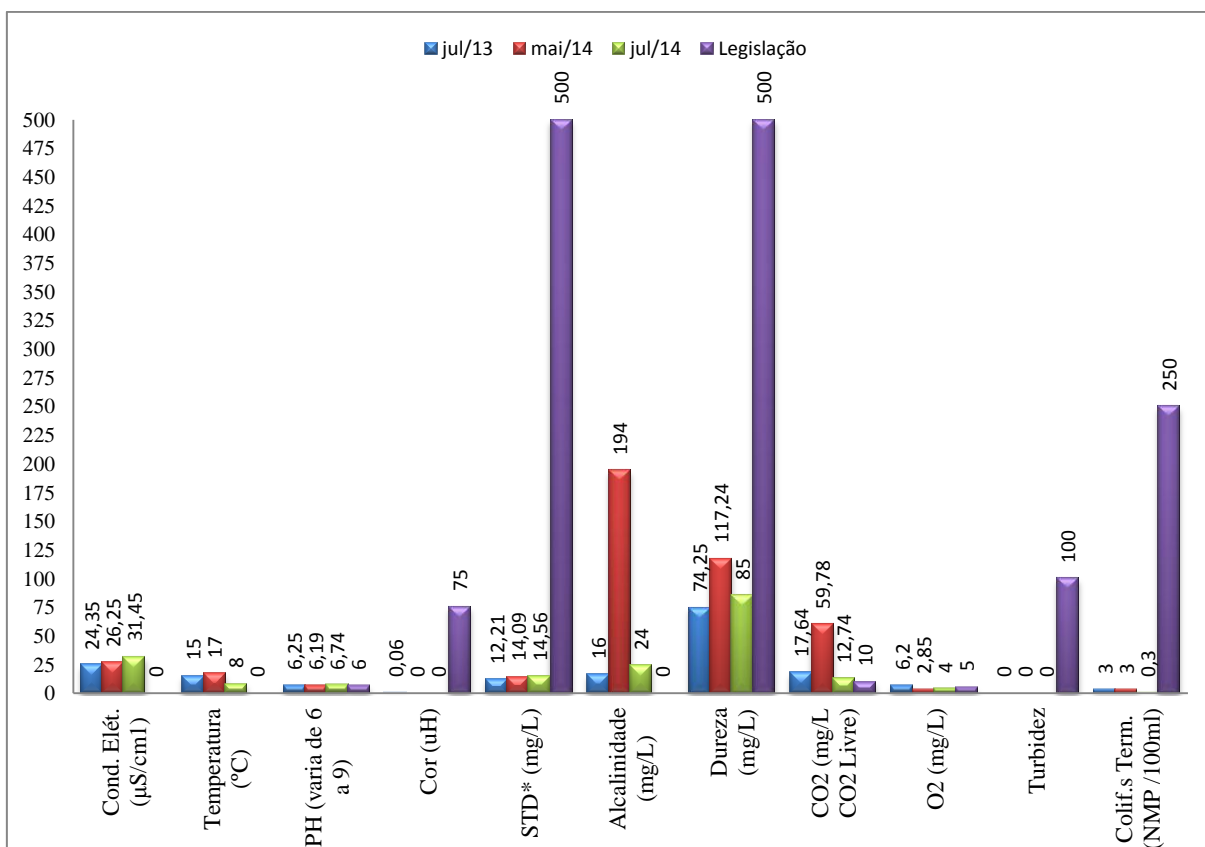
pontos: antes da cachoeira (240 NMP), Rio Mogi (antes do encontro do córrego Grande) (210 NMP) e próximo a área com Suínos (210 NMP) indicando que há na bacia hidrográfica focos de poluição que mereçam atenção do comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do rio Mogi-Guaçu. A proliferação de agentes patogênicos se dá devido aos resíduos sólidos e efluentes líquidos derivados de uso doméstico, comercial e industrial, sendo fortes degradadores das águas superficiais e subterrâneas (Haddad e Magalhães Jr., 2007). No ponto antes da cachoeira foi observado presença de animais, como vacas e cavalos na área ao entorno da cachoeira e que se dessedentam da água da mesma deixando seus dejetos, o que acaba poluindo as águas.

Os resultados das análises de água realizadas na nascente (Figura 15) demonstra que nos três meses os valores seguem dentro do que é pré-disposto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, Cetesb e Funasa, exceto no parâmetro Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub> Livre) que apresentou nos três meses os valores acima do padrão estabelecido pela Funasa (2013) de 10 mg/L. Destaca-se que na segunda análise (Maio de 2014) o Dióxido de Carbono exibiu um valor bem elevado, de 59,78 mg/L. Segundo Moraes (2008) a liberação e dissolução de gás carbônico na água podem estar associados a valores elevados de alcalinidade, que está associada aos processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microrganismos.

A decomposição da matéria orgânica pode ter sido acelerada no ponto, devido ao parâmetro temperatura (Figura 15), pois segundo (Pontelli, s.d), a atividade microbiana pode ser alterada pelas condições climáticas, aumentando assim a decomposição da matéria orgânica e posteriormente, aumentado o CO<sub>2</sub>.

A temperatura observada na nascente, Figura 15, apresenta na segunda análise, valor maior do que na primeira e terceira análise, isso pode justificar o resultado de oxigênio dissolvido, da segunda análise do mesmo ponto, encontra-se baixo, pois segundo Santana *et al.* (2011) quanto maior a temperatura, mais movimentação dos organismos aquáticos e maior o uso do oxigênio dissolvido.

Os resultados obtidos na nascente evidenciam que este ponto de coleta está seguindo as legislações citadas, demonstrando assim que sua nascente não possui focos de contaminação.



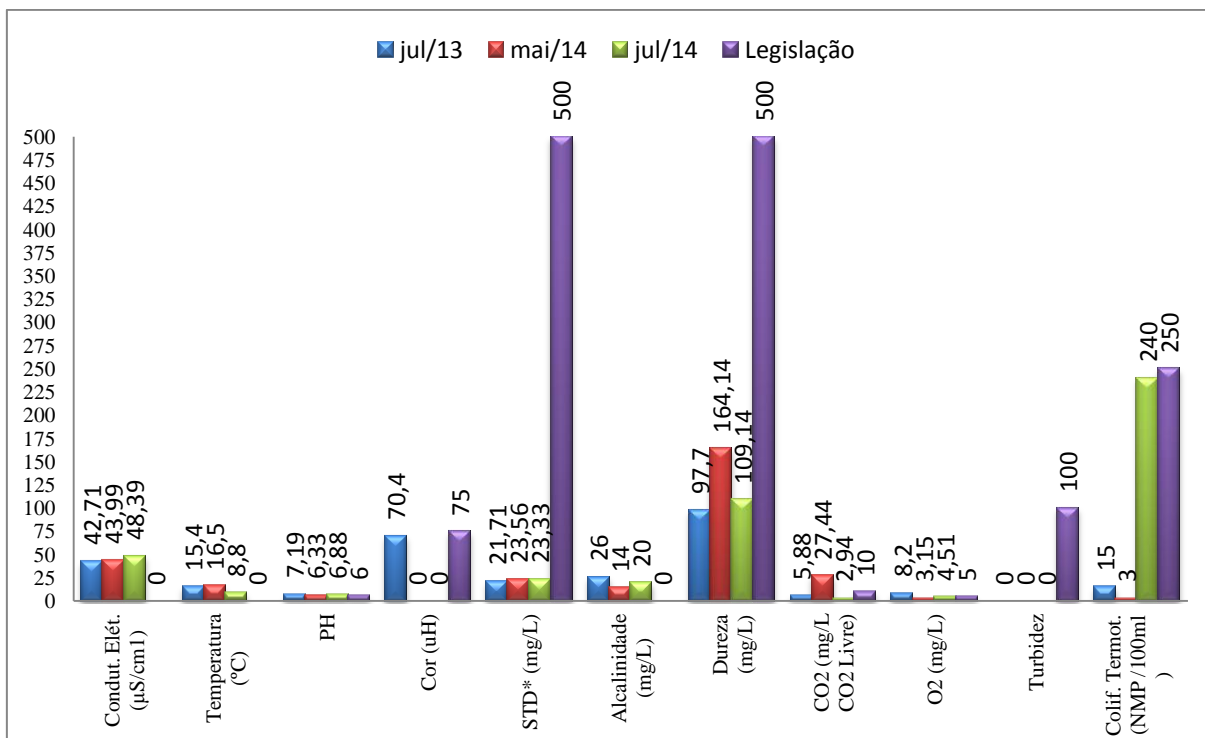
**Figura 15:** Resultado das análises de água na “Nascente do Córrego Grande” realizadas nos meses de julho de 2013, maio e julho de 2014, comparando-as com suas respectivas legislações.

As análises de água feitas antes da cachoeira (Figura 16) demonstraram alterações do parâmetro cor em julho de 2013, primeira coleta. Segundo Braga (2003) citado por Barreto (2009) um elevado valor de cor no corpo d’água implica diretamente no ecossistema aquático, uma vez que a penetração dos raios solares é diminuída, desfavorecendo a fotossíntese. Richter (2005) citado por Barreto (2009) destaca ainda que altos valores deste parâmetro encarecem os custos no tratamento da água, e conseqüentemente aumentam o valor pago pelos consumidores.

Assim como no ponto anterior (Nascente do Córrego Grande), a temperatura na segunda análise é maior que nas outras duas, o que influenciou no oxigênio dissolvido que ficou abaixo dos outros valores obtidos nos outros períodos de coleta.

Os parâmetros alcalinidade, dióxido de carbono e oxigênio dissolvido também tiveram valores maiores que o estabelecido pelas legislações (Figura 16).



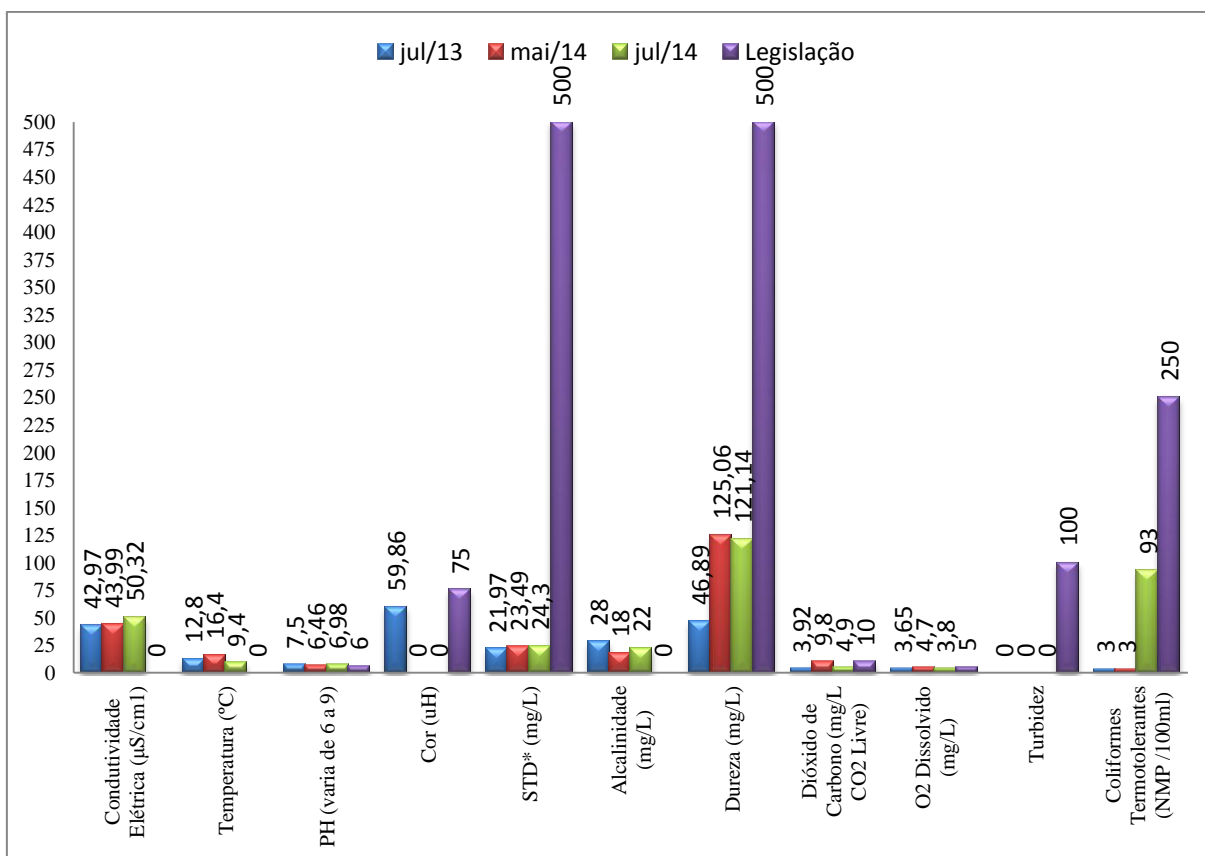


**Figura 16:** Resultado das análises de água “Antes da Cachoeira” realizadas nos meses de julho de 2013, maio e julho de 2014, comparando-as com suas respectivas legislações.

As análise de água no ponto “depois da cachoeira” (Figura 17) apresentou um pequeno decréscimo na concentração de coliformes termotolerantes, assim como no valor do parâmetro cor. Todavia o valor do parâmetro cor ainda está elevado e é necessário a atenção dos órgãos responsáveis.

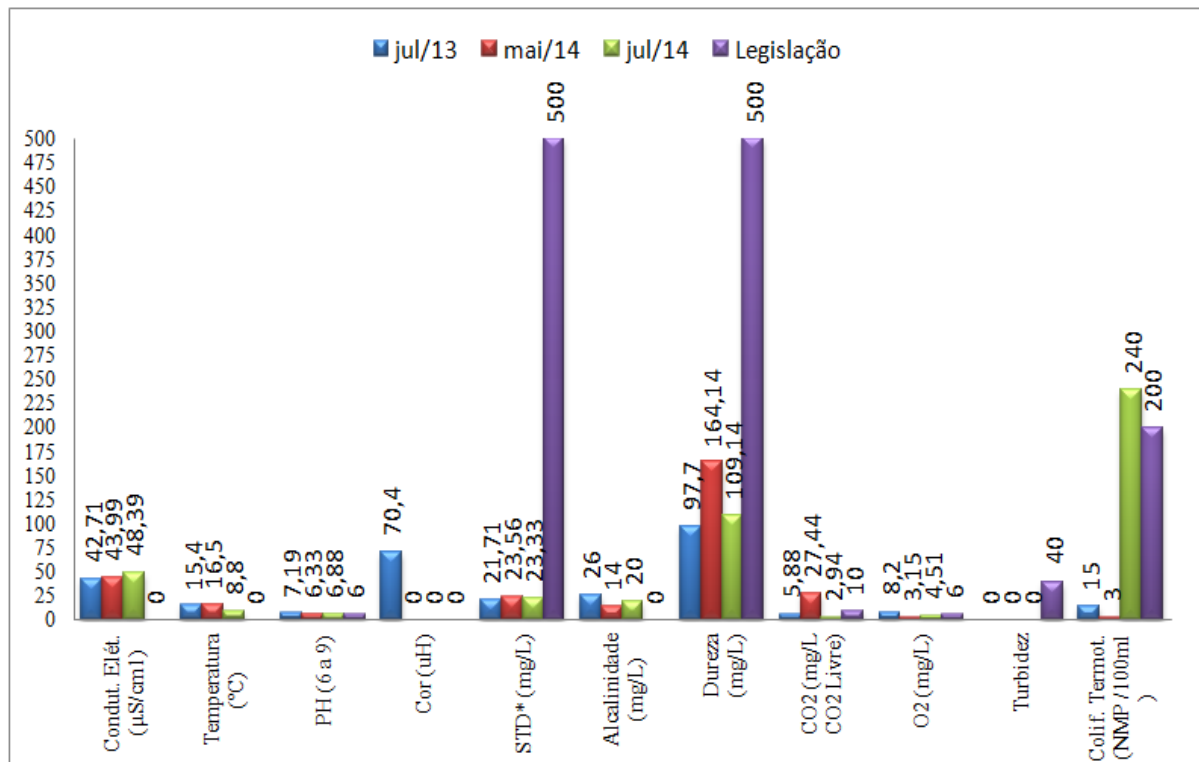
Deve-se destacar que o parâmetro alcalinidade apresentou 28 mg/l em julho de 2013, valor superior aos outros meses de coleta (Figura 17). Segundo Nascimento e Speling (2005), a alcalinidade tem uma capacidade tampão onde neutraliza os ácidos, resistindo assim às mudanças de pH. Este parâmetro é de extrema importância para o controle do tratamento de água, onde está diretamente relacionado com a coagulação, redução de dureza e prevenção das corrosões em tubulações. Além de que, se for encontrado em grande concentração na água, confere um gosto amargo ao mesmo.

Os resultados das análises de pH, STD, dureza, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, turbidez e coliformes termotolerantes apresentados no ponto após a cachoeira estão em conformidade aos valores estipulados pela legislação.



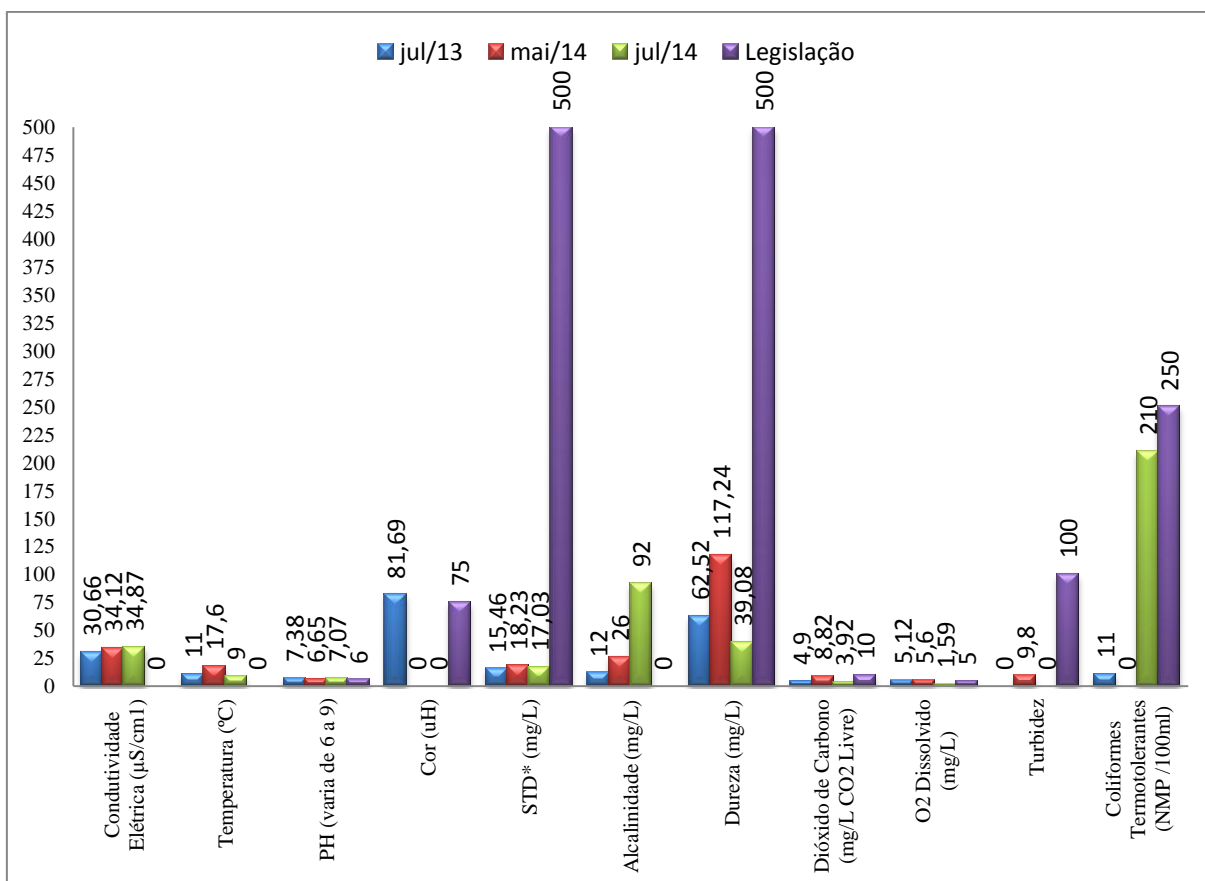
**Figura 17:** Resultado das análises de água “Depois da Cachoeira” realizadas nos meses de julho de 2013, maio e julho de 2014, comparando-as com suas respectivas legislações.

No exultório da microbacia estudada (Figura 18) pode-se observar que o parâmetro cor, passou do padrão estabelecido pela legislação estadual. Também pode ser observado que o resultado da primeira análise de coliformes termotolerantes ultrapassou mais que em todos os pontos e análises, o seu valor padrão.



**Figura 18:** Resultado das análises de água “Exultório da Microbacia Córrego Grande” realizadas nos meses de julho de 2013, maio e julho de 2014, comparando-as com suas respectivas legislações.

Na Figura 19, pode-se observar os resultados das análises realizadas no Rio Mogi Guaçu, no qual os parâmetros pH, STD, Dureza, CO<sub>2</sub>, e Turbidez estão em conformidade com suas legislações vigentes, assim como no exutório do rio Grande. Já os parâmetros cor e coliformes termotolerantes estão acima dos valores vigentes, o que pode ser justificado por, além do Rio Mogi Guaçu receber água de vários tributários, que podem estar contaminados, este possui vários ponto de lançamento de efluentes.



**Figura 19:** Resultado das análises de água no “Rio Mogi Guaçu” realizadas nos meses de julho de 2013, maio e julho de 2014, comparando-as com suas respectivas legislações.

A água destinada ao consumo humano e animal deve ser isenta de contaminantes químicos e biológicos e deve possuir requisitos estéticos. Os valores observados nas análises realizadas na microbacia demonstram que esta possui altos valores de coliformes termotolerantes, o que impossibilita o consumo desta água sem o prévio tratamento, já que este parâmetro indica que a água está contaminada com microorganismos patogênicos, ao qual são altamente prejudiciais aos organismos vivos.

### 4.3 Análises de Metais Pesados

Os resultados obtidos com as análises de metais pesados encontram-se na Tabela 3 e na Figura 20. Nota-se que os níveis dos elementos inorgânicos Cádmio (0,035mg/L), Chumbo (0,097 mg/L) e Níquel (0,076 mg/L) na nascente são maiores que os estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008). Segundo Informativo da Cetesb (2012) o cádmio pode originar-se da utilização de fertilizantes e, se ingerido em grandes quantidades, pode causar sinais e sintomas de

gastrintestinais, como náuseas, vômito, diarreias e dores abdominais. Já o chumbo ocorre no curso d'água por lixiviação do solo e a exposição a esta substância pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo, além de causar sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrintestinal, vômitos e diarreias (Cetesb, 2012). Valores elevados de níquel podem ser encontrados em áreas com mineração e próximo a locais com produção de alimentos (Cetesb, 2012).

A análise da cachoeira apresenta alterações nos mesmos parâmetros que os da nascente, além de obter o parâmetro Cromo acima do estabelecido pela legislação. Este elemento é muito encontrado em fertilizantes, que muitas vezes são utilizados sem controle e lixiviam para o corpo d'água (Cetesb, 2012).

O exultório apresentou resultados altos em três dos seis parâmetros analisados, o Cádmio, Chumbo e Níquel, assim como nos outros pontos de coleta.

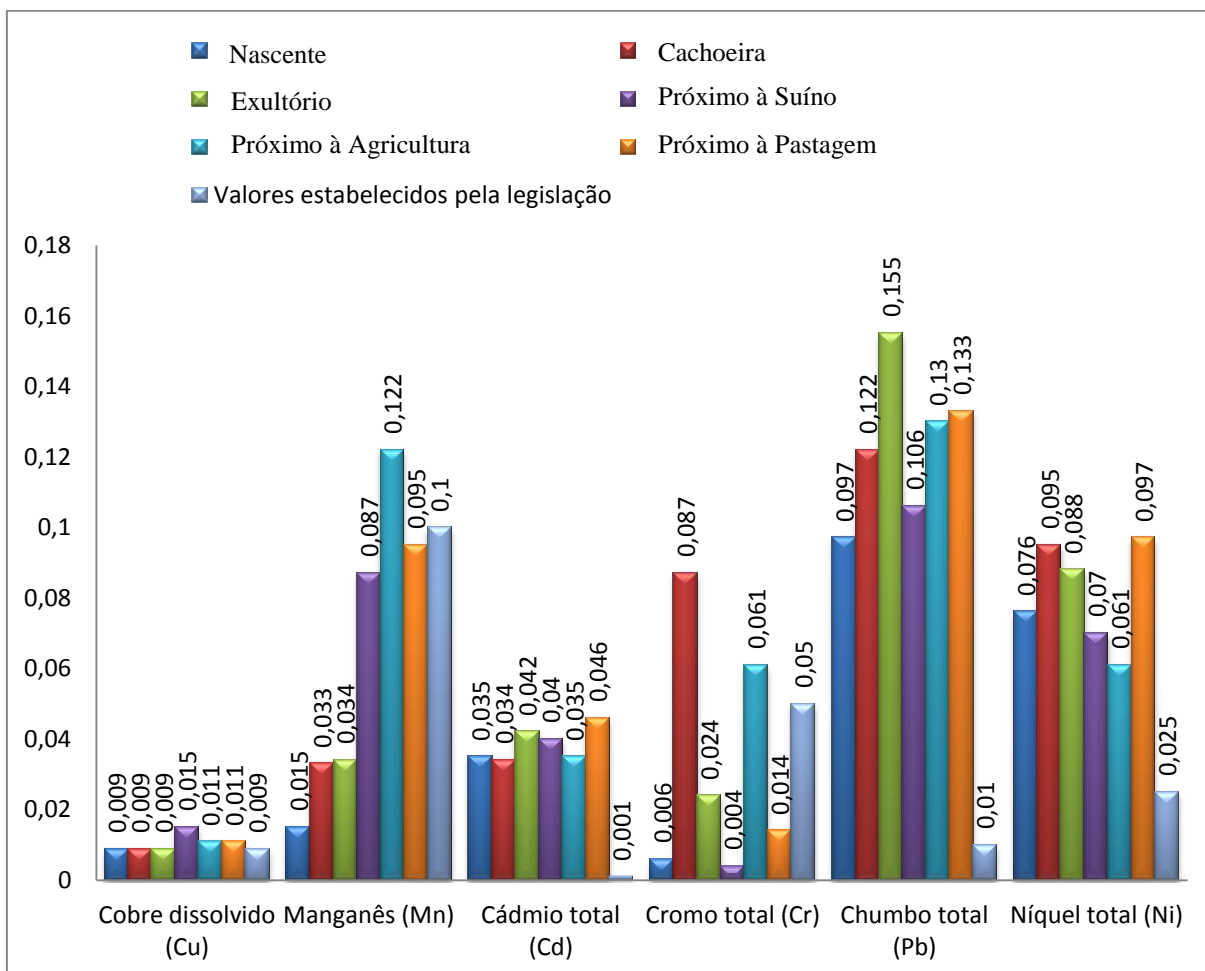
**Tabela 3.** Metais pesados em amostras de água do córrego Grande, localizado no Município de Inconfidentes – MG, no mês de julho de 2014.

Metais Pesados	Nascente do córrego Grande	Cachoeira	Exutório do córrego Grande	Próximo a Área com Suínos	Área próxima a Agricultura	Área próxima a Pastagem	Valores estabelecidos pela legislação (COPAM nº 1/200/)
	Jul/ 2014	Jul/ 2014	Jul/ 2014	Jul/ 2014	Jul/ 2014	Jul/ 2014	
Cobre dissolvido (mg/ L Cu)	0,009	0,009	0,009	0,015	0,011	0,011	0,009
Manganês total (mg/L Mn)	0,015	0,033	0,034	0,087	0,122	0,095	0,1
Cádmio total (mg/L Cd)	0,035	0,034	0,042	0,040	0,035	0,046	0,001
Cromo total (mg/L Cr)	0,006	0,087	0,024	0,004	0,061	0,014	0,05
Chumbo total (mg/L Pb)	0,097	0,122	0,155	0,106	0,130	0,133	0,01
Níquel total (mg/L Ni)	0,076	0,095	0,088	0,070	0,061	0,097	0,025

Fonte: Arquivo Pessoal

Os pontos próximos à Suíno, Agricultura e Pastagem, também demonstram aumento em seus valores, mas somente nesses três pontos foi verificada a presença de Cobre

em valores elevados. O cobre pode adentra-se no corpo d'água através do despejo de efluentes no corpo d'água, sendo que o consumo em altas quantidades pode acarretar lesões no fígado (Cetesb, 2012).



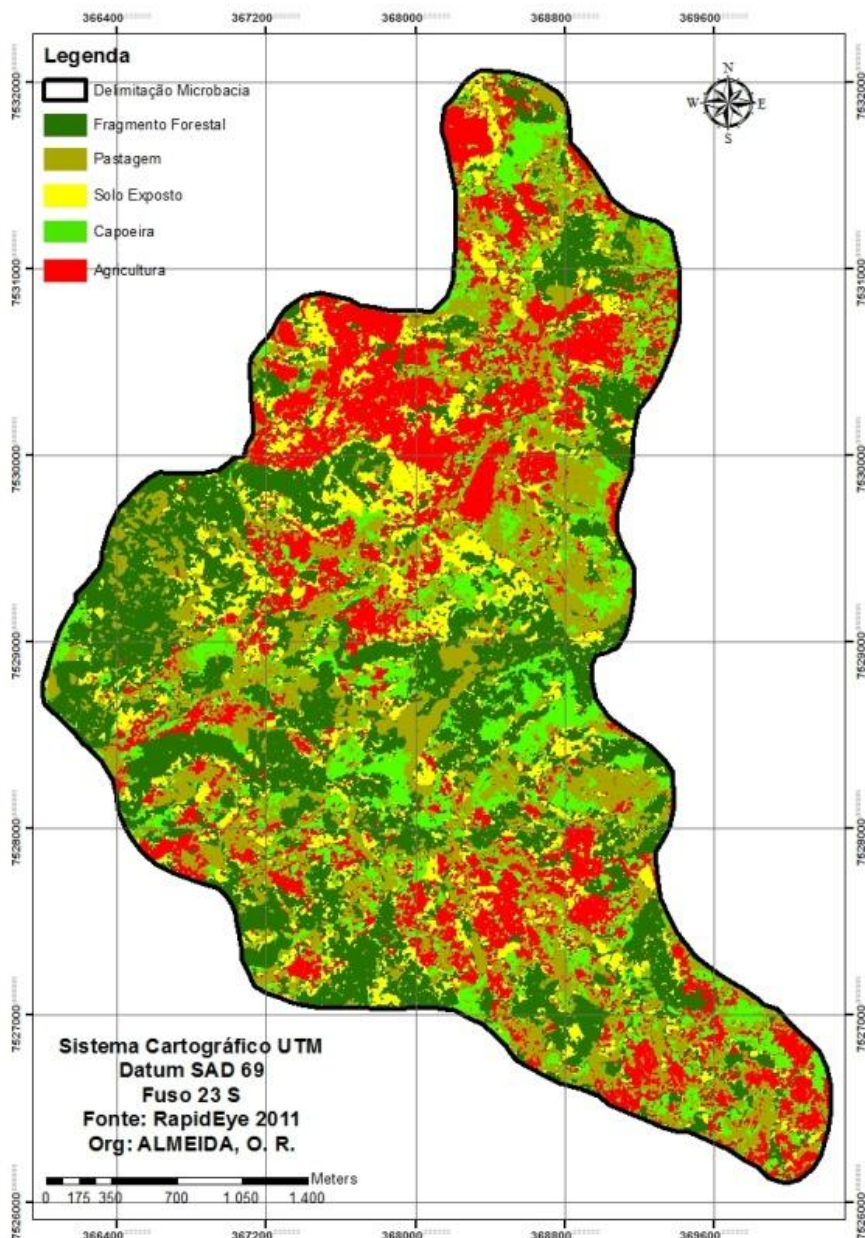
**Figura 20:** Resultados das análises de metais pesados realizadas na nascente, cachoeira, exultório, próximo à área com suíno, próxima à cachoeira e próxima a área com agricultura, além de demonstrar os valores pré-dispostos pela legislação estadual Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008).

Os níveis dos metais pesados níquel, chumbo e cádmio em todos os pontos de amostragem ao longo do córrego Grande ultrapassaram os níveis máximos fixados pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008). Sendo assim os resultados das análises de metais pesados evidenciam contaminação ao longo do curso d'água da microbacia hidrográfica do Córrego Grande, município de Inconfidentes, MG.

#### 4.4 Uso e ocupação do solo

O uso e cobertura do solo na microbacia do Córrego Alegre (Figura 21) foi separado em cinco classes: Fragmento Florestal (17%), Pastagem (25%), Agricultura (21%), Solo Exposto (16%) e Capoeira (21%). Como se pode observar, a área estudada possui predominância em pastagem. Segundo Zigomar & Alves (2003), em áreas ocupadas por pastagens ocorre diminuição dos valores de infiltração da água no solo, maior resistência do solo à penetração e uma menor condutividade hidráulica, condições desfavoráveis para a manutenção da quantidade de água. Estudos feitos por PINTO *et al.* (2005) na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, que possui 62,41% da sua área coberta por pastagem, salientam a importância do manejo correto desta cobertura, pois foram encontradas áreas mal manejadas, altamente compactadas e com lotações animais, diminuindo a infiltração, afetando a vazão das nascentes e ajudando no processo de erosão.

Já o uso e ocupação das APPs (Figura 21B), que também foi dividido em cinco classes, o uso que predominou foi Pastagem (22%), seguido por Agricultura (22%), Fragmento Florestal (22%), Solo Exposto (18%) e Capoeiras (16%). Observa-se que as classes Fragmento Florestal e Capoeiras totalizam apenas 38% da área total das áreas de preservação permanente.

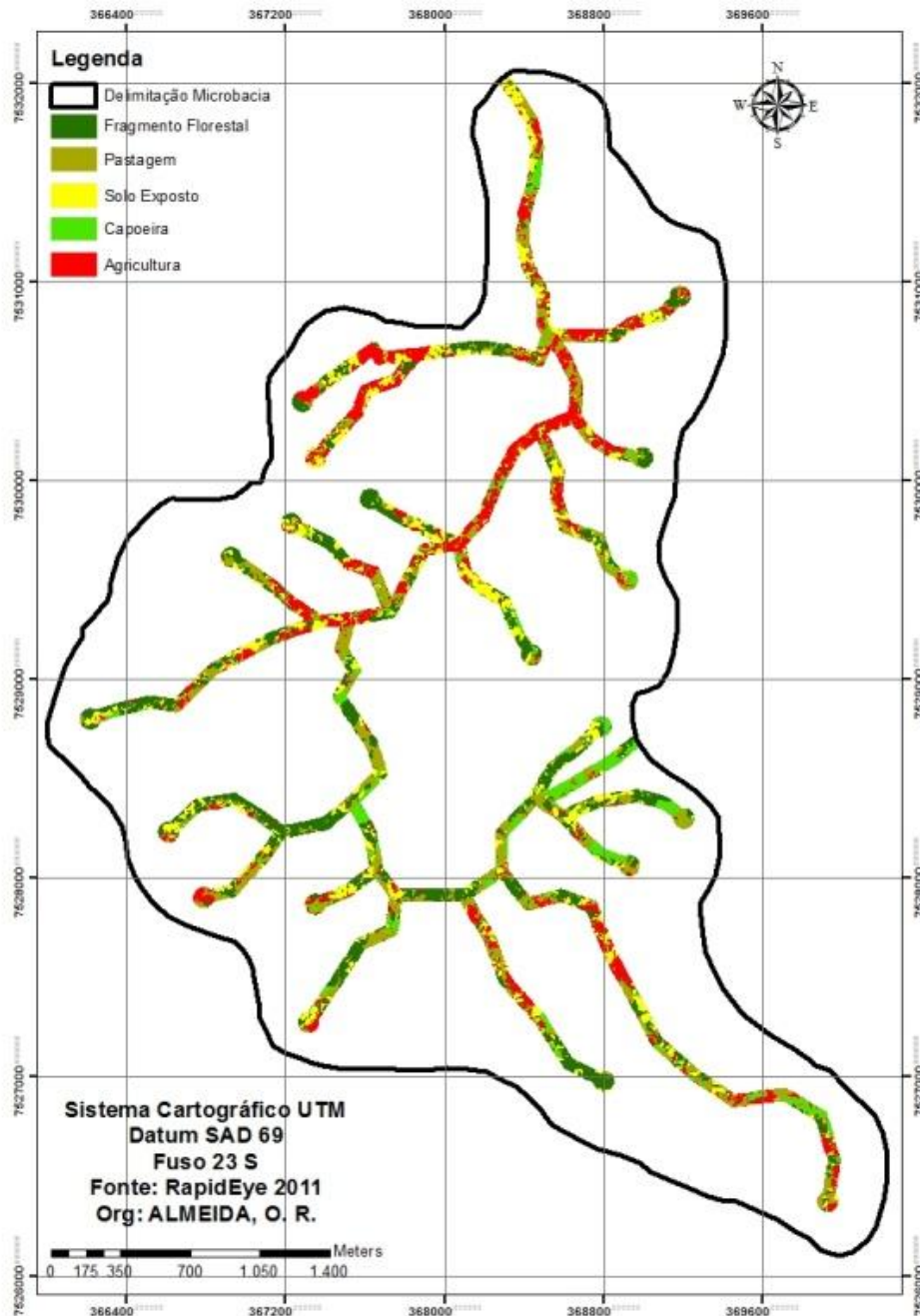


**Figura 21:** Uso e ocupação do solo da microbacias do Córrego Alegre.

Segundo Ferreira (2012), as matas encontradas nas margens de cursos d'água protegem naturalmente contra o assoreamento dos cursos d'água por reduzir o escoamento superficial impedindo que os sedimentos do solo sejam depositados diretamente no rio. A presença de usos do solo como pastagem, solo exposto e agricultura nas áreas de preservação permanente de nascentes e cursos d'água tem grande influência na qualidade das águas de uma microbacia, conforme demonstrado no estudo realizado por Pinto, Roma e Balieiro (2012) que observaram que nascentes que tinham em seu entorno usos antrópicos



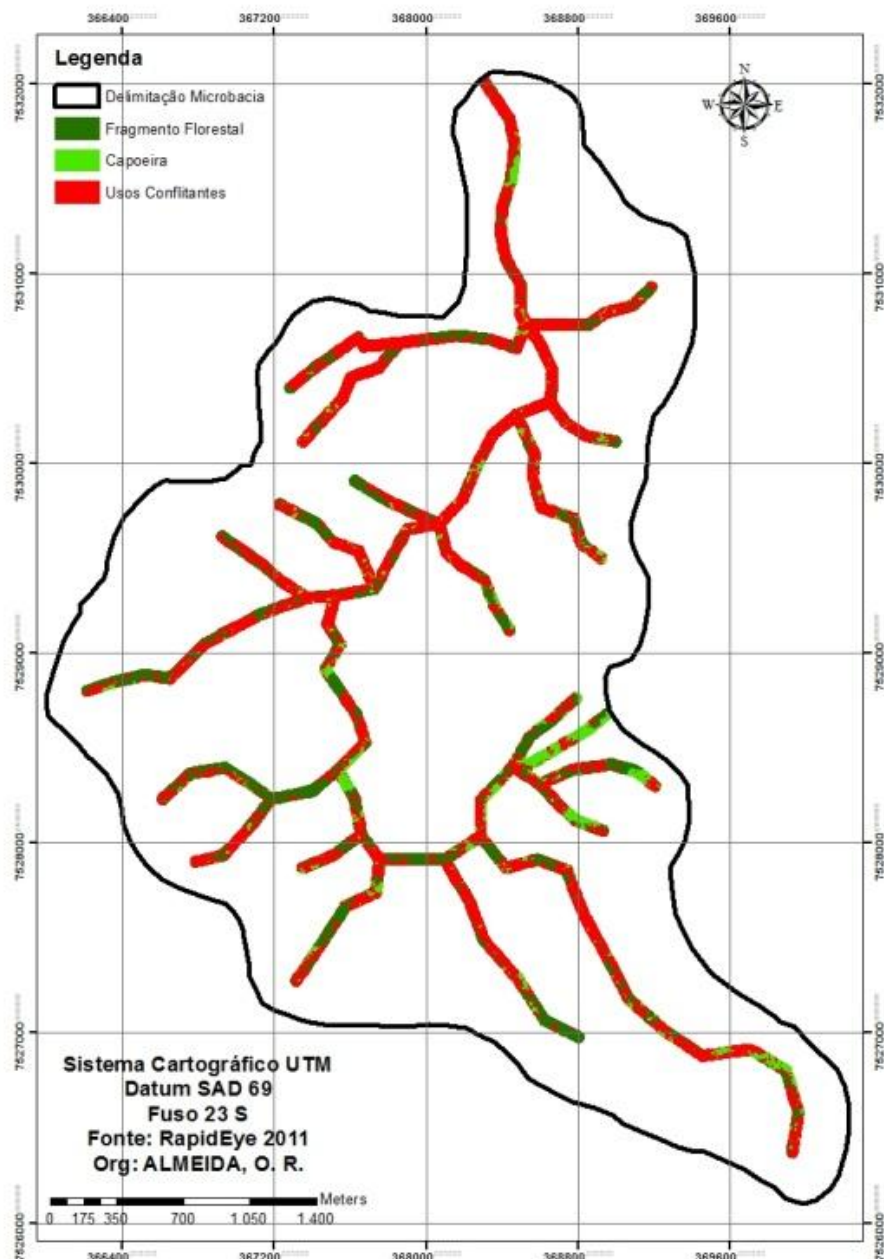
apresentaram alterações em relação às características físicas cor e turbidez e nas características biológicas coliformes totais e termotolerantes.



**Figura 22:** Uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente dos cursos d'água e nas nascentes.

As APPs dos cursos d'água e das nascentes estão com mais da metade de sua ocupação inadequada (Figura 21A e 21B), com 62% cada uma. Segundo Menezes (2012) a agropecuária influencia diretamente a qualidade das águas superficiais e subsuperficiais, pois

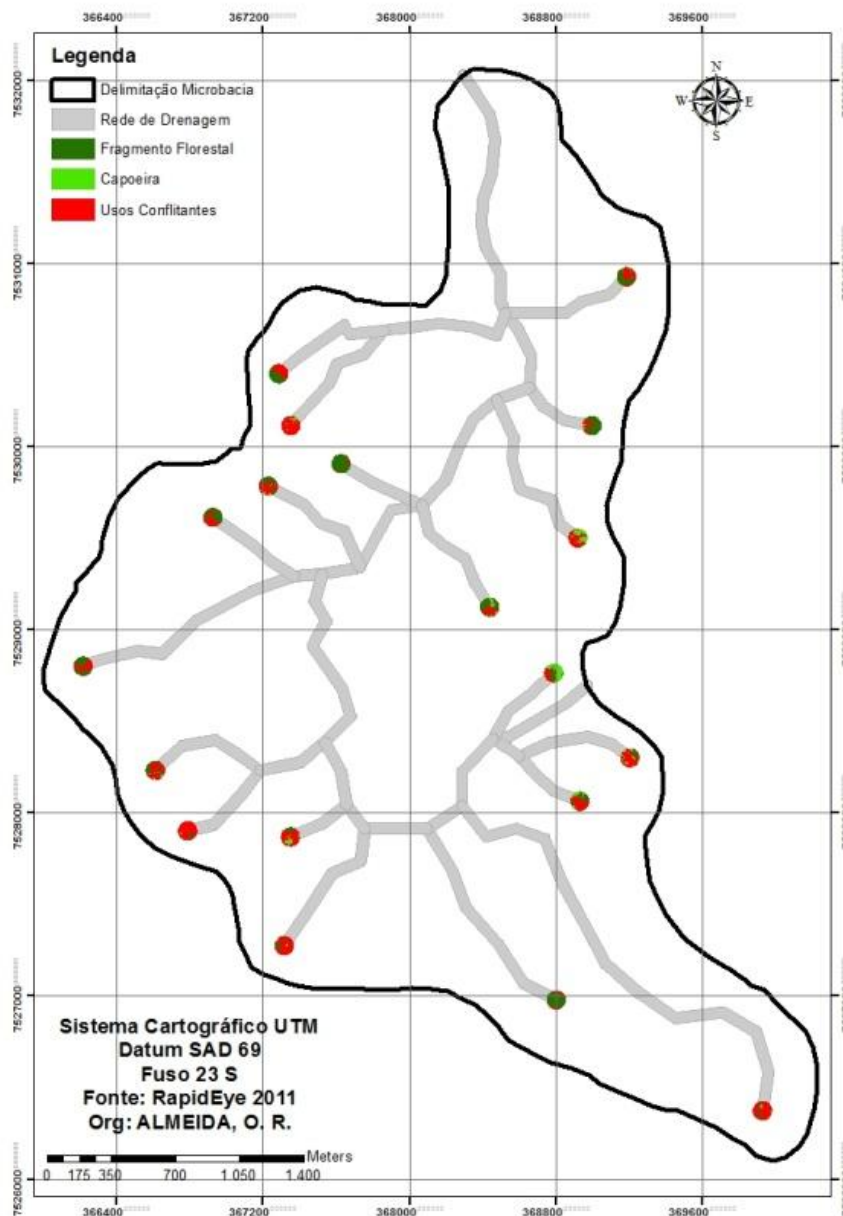
os agrotóxicos utilizados para a melhoria do desenvolvimento das plantações ficam concentrados no solo e lixiviam para o lençol freático alterando assim a qualidade da água e influenciando em parâmetros como metais pesados, pH, entre outros (Hooda *et al.*, 2000; Leite *et al.*, 2011; Conte e Leopoldo, 2001; Leite *et al.*, 2011 citados por Menezes, 2012).



**Figura 23:** Usos conflitantes nos cursos d'água.

Os valores observados de solos expostos nas APPs (18 %) e em toda a microbacia (16%) devem ser levados em consideração, segundo Lopes et al. (2005) citado por Lopes et al. (2007), os solos expostos ocorre em função da remoção da vegetação natural para a

implementação de residências, agricultura, pastagens, entre outros, ficando expostos aos fatores climáticos, além de mais suscetíveis a processos erosivos, que por sua vez compromete a qualidade da água alterando a turbidez e posteriormente desencadeando o assoreamento do rio.



**Figura 24:** Usos conflitantes nas nascentes.

#### 4.5 Influências do uso e ocupação do solo na qualidade da água da microbacia hidrográfica do Córrego Grande

No entorno da nascente do corego Grande há a presença de pelo menos 30 metros de vegetação nativa (Floresta Estacional Semidecidual em estágio de sucessão secundário médio) o que pode, mesmo não cumprindo o estabelecido pela legislação (Lei 12.651/2012) que é de 50 metros, ter influenciado de forma positiva para que os valores dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos avaliados estarem, neste ponto de coleta, dentro ou próximo dos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (Minas Gerais, 2008); Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011); Funasa (2013); e pela Organização Mundial da Saúde – OMS (1999) citado por Oliveira, Santos, Martins e Marques (2012). Melhor qualidade da água também foi observada por Freitas (2010) em nascentes com mata conservada nas quais possuíram também maior diversidade de macroinvertebrados bentônicos.

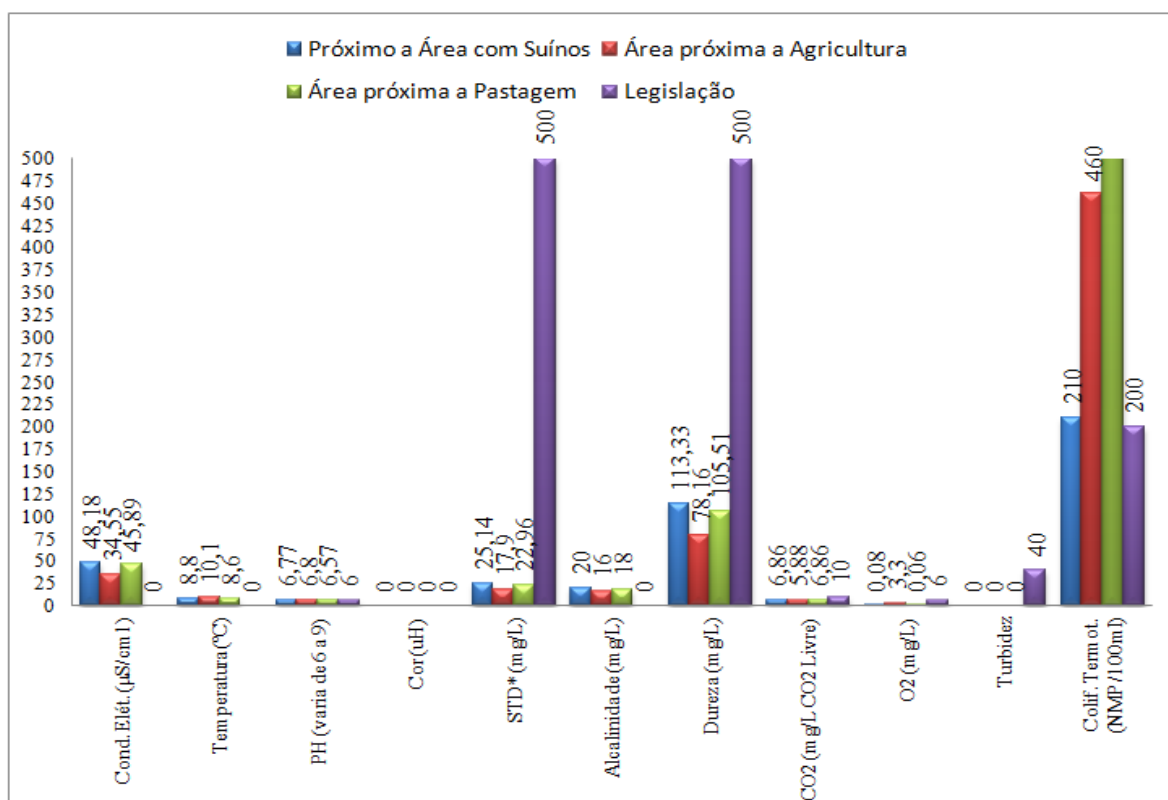
As áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes da microbacia em estudo apresentam valores altos para a classe de agricultura (22%) podendo este uso, conforme Menezes (2012), possuir grande influência na qualidade da água como, por exemplo, no parâmetro pH. Entretanto na microbacia os valores de pH encontram-se enquadrados aos valores orientados pela legislação, que é entre 6 a 9.

Este uso também influencia os valores de metais pesados, pois são utilizados diversos tipos de fertilizantes para o controle de pragas (Ribeiro *et al.*, 2012). Altos níveis de metais pesados, como chumbo (0,155 mg/L Pb) e manganês (0,122 mg/L Mn) foram observados na microbacia (Figura 20), ultrapassando o que é disposto pela legislação estadual, podendo assim estar influenciando diretamente na qualidade da saúde das pessoas residentes na área que utilizam da água da microbacia Córrego Grande para suas atividades diárias.

Deve-se salientar que o solo exposto das APPs (18%) influenciou diretamente na qualidade da água. Segundo Lopes *et al.* (2007) a retirada da vegetação, próxima ou não de um curso d'água, deixa o solo exposto às diversas intempéries físicas, que sem a proteção da mata, as partículas do solo são carregadas para o curso d'água mais próximo após uma enxurrada, ao qual influencia em parâmetros como a condutividade elétrica. Alterações na condutividade elétrica foram observadas da nascente ao exultório da microbacia, tendo ocorrido um aumento gradual em cada ponto de coleta (Tabela 1). Este uso pode explicar também os altos valores de cor observados na primeira análise (Tabela 2), período de coleta que ocorreu maior precipitação que os demais períodos de coleta (Figura 14), pois quanto maior a quantidade de partículas existentes na água, mais turva esta fica.

Nos pontos próximos à área de suíno, agricultura e a pastagem (Figura 23) dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos apenas os valores de coliformes termotolerantes apresentaram-se acima da concentração estabelecida pela legislação estadual. As áreas com agricultura e a pastagem estão próximas às residências rurais, ao qual direcionam seus dejetos para o córrego que passa perto destas. O alto valor próximo a suíno é justificado pela geração dos dejetos e estes ao escoarem para o curso d'água ou lixiviarem para o lençol freático, poluem os cursos d'águas próximos com coliformes termotolerantes.

Deve-se salientar também o resultado de O<sub>2</sub> no local próximo a área de suinocultura que promoveram valor extremamente pequeno (0,06 mg/L O<sub>2</sub>) (Figura 23) podendo acarretar até a morte das comunidades existentes nestas áreas.



**Figura 23:** Resultado das análises de água da área próxima a pastagem, à agricultura e a suíno realizadas no mês de julho de 2014, comparando-as com os valores máximos estabelecidos pelas legislações pertinentes. \*Sólidos Totais Dissolvidos.

Após análise do uso e ocupação nas APPs de nascentes e cursos d'água da microbacia Córrego Grande, recomenda-se que 62% dessas áreas sejam recuperadas, visto encontrarem-se com o uso indevido, não cumprindo o novo Código Florestal (Lei

12.651/2012). A recuperação destas áreas promoverá a preservação de toda a microbacia, além da melhoria na qualidade da água consumida pelas populações que reside nesta.

## 5. CONCLUSÕES

A qualidade da água da microbacia hidrográfica Córrego Grande encontra-se prejudicada, pois obteve altos valores de coliformes termotolerantes e presença de metais pesados acima dos níveis aceitáveis, além de ser observado que as alterações de sua qualidade da água aumenta a jusante de cada ponto.

A microbacia Córrego Grande está enquadrada na classe 2, se avaliarmos as análises dos parâmetros químicos e físicos, mas se levarmos em consideração os valores de metais pesados, o curso d'água se enquadra na classe 3. O curso d'água estudado não se encontra adequado para o consumo humano sem o prévio tratamento, pois as análises realizadas evidenciam grandes alterações que ultrapassam os valores estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (Minas Gerais, 2008); Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011); Resolução CONAMA nº 274/2000 (Brasil, 2000); Funasa (2013); e pela Organização Mundial da Saúde – OMS (1999).

Mais da metade (62%) da área das APPs da microbacia apresenta o uso e ocupação de modo conflitante, ou seja, está sendo utilizado com pastagem, agricultura e solo exposto, o que desobedece a legislação federal, estabelecida pela Lei 12.651/2012 (Código Florestal).

O uso e ocupação da microbacia teve grande influência na qualidade da água, pois possui uma vasta área ocupada com usos conflitante, como agricultura, solo exposto e pastagem, agravando a carga de metais pesados, como chumbo e cádmio, que são extremamente prejudiciais ao ser humano.

As áreas de uso conflitante nas APPs de nascente e curso d'água do Córrego Grande devem ser recuperadas visando à melhoria da qualidade da água da microbacia.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Poluição das águas – **NBR n° 9896**. Rio de Janeiro, 1987.

ALMEIDA, A. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES**. 92p. Vitória. 2007. Acessado dia: 21 de mai. 2013. Disponível em <[http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese\\_Site/Tese\\_Andre\\_Quintao.pdf](http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/Tese_Andre_Quintao.pdf)>.

ARAÚJO, L. M. N. MORAIS, A. BOAS, M. D. V. PEREIRA, V. S. A. SALES, A. N. ARAÚJO, F. A. **Estudo dos principais parâmetros indicadores da qualidade da água na bacia do Rio Paraíba do Sul**. 8p. Rio de Janeiro. 2007.

ARPA - PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA. **Desmatamento e Mudanças Climáticas. p.1 a 22**. Acessado dia 05 de jan. 2014. Disponível em <<http://www.programaarpa.gov.br/wp-content/uploads/2012/10/arpaDesmatamentoeMudanasClimticas.pdf>>. Acessado dia 25 de jul.

ATTANASIO, C. M. GANDOLFI, S. ZAKIA, M. J. B. JUNIOR, J. C. T. V. LIMA, W. P. A **importância das áreas ripária para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas**. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 4, p.493-501, 2012.

BARRETO, S. F. ROCHA, F. A. OLIVEIRA, M. S. C. **Monitoramento da Qualidade da Água na Microbacia Hidrográfica do Rio Catolé, em Itapetininga – BA**. Centro Científico Conhecer – Enciclopédia Biosfera, Goiânia, vol.5, n.8, 2009.

BELLUTA, I. **Avaliação dos impactos provocados pela descarga de efluente tratado na microbacia do Cintra – Botucatu/SP**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de mestre em Agronomia. Botucatu. 2008.

BLUEMBERG, E. NETTO, J. A. **Alcalinidade e dureza das águas naturais**. *Revista do Departamento de Águas e Esgoto*. DAE. Pag. 63 à 79. Acessado dia 28 de set. 2014. Disponível em < [http://www.revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_28\\_n\\_1033.pdf](http://www.revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_28_n_1033.pdf) >.

BEZERRA, S. A. **Gestão Ambiental da Propriedade Suinícola: um modelo baseado em um biosistemas integrado**. *Rev. Ciên. Empresariais da UNIPAR*, v.6, n.2, jul./dez., Toledo. 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Estabelece instrumentos para avaliar a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de maio de 2012**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília. 1997.

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.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília. 2012.

CARPANEZZI, A. A. **Benefícios Indiretos da Floresta. In: Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Embrapa Florestas. Capítulo 2. P. 19-55. Colombo/PR. 2000.

CETESB. **Cádmio e seus compostos**. São Paulo. 2012. Acessado dia 07 de out. 2014. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/cadmio.pdf>>.

CETESB. **Variáveis de qualidade da água**. [Internet]. Acessado dia 07 de out. 2014. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%20aguassuperficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas#chumbo>>.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Da Universidade de São Paulo. São Paulo, p.141. 1974.

CONTE, M. L. **Qualidade da água em cachoeiras turística da região de Botucatu – SP: Avaliação Preliminar**. Resumo expandido. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Botucatu – SP. 2011.

CYPRIANO, M. P. et al. **Varietades de Pastagens**. Informativo Técnico: Banco Original (Área técnica – Econômica) 2012.

DIAS, A. C. et al. **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos**. Brasília, DF : ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 140 p. 2011.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. **Qualidade da Água de Nascentes com Diferentes Usos do Solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico**, São Paulo, Brasil. Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125. 2005.

DUARTE, W. O. BRITO, J. L. S. **Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Rio Uberabinha utilizando imagens dos satélites LANDSAT 7 e CBERS 2.** Uberlândia/MG. 2005.

FAEP – FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. **O Novo Código Florestal.** Curitiba / PR. p.23-25. 2012.

FERREIRA, E. **O Novo Código Florestal e as Matas Ciliares.** 2012. Acessado dia: 30 de mai. 2013. Disponível em <http://ambienteacreano.blogspot.com.br/2012/10/o-novo-codigo-florestal-e-as-matas.html>.

FILHO, F. M. A. SILVA, L. M. **Avaliação das concentrações de coliformes no afluente e efluente da ETE Goiânia em 2007.** Goiânia. 2007.

FREITAS, A. D. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água de nascentes em diferentes estágios de conservação.** Trabalho de conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão de curso de graduação em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus Inconfidentes. Inconfidentes. 2010.

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ENSINO DE TÉCNICAS AGRÍCOLAS, VETERINÁRIAS E DE TURISMO. **Plano Diretor da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo (Unidade de Gestão GD6).** Minas Gerais, 2010. Acessado dia 05 de dez. 2014. Disponível em <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/Flavia/ctplan/5-prognbstico-gd6-final.pdf>>.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual prático de análise de água.** 4ª ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

GD6 – CBH dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo. In: **PORTAL DOS COMITÊS DE BACIA – MG.** Acessado dia 21 de jun. 2014. Disponível em <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais/bacia-do-rio-grande/gd6-cbh-dos-afluentes-mineiros-dos-rios-mogi-guacupardo>>.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Capítulo 7: Degradação Ambiental. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 337 – 364. 2004.

HADDAD, E. A. MAGALHÃES JR, A. P. **Influência da Ocupação Urbana na Qualidade da Água do Rio São Miguel, Carste do Alto São Francisco**. Minas Gerais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte. 2007.

JANZEN, J. G. SCHULZ, H. E. LAMON, A. W. **Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água**. **Engenharia Sanitária Ambiental**. Vol.13 - Nº 3 - 278-283, São Carlos. jul/set 2008.

KOWATA, E. A. RIBEIRO, J. T. TELLES, D. D'A. **Estudo da influência da turbidez e cor declinantes sobre a coagulação de água de abastecimento no mecanismo de adsorção-neutralização de cargas**. São Paulo. Acessado dia 28 de set. 2014. Disponível em <<http://bt.fatecsp.br/system/articles/115/original/trabalho5.pdf>>.

LÔNDERO, E. ZELA, S. P. GARCIA, C. IGNÁCIO, C. M. S. NEVES, E. **Análise da condutividade elétrica das águas dos Rios Bugres e Paraguai**. Mato Grosso. 2010. Acessado dia 06 de set. 2014. Disponível em <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>.

LOPES, V. C. **Proposição de um índice para avaliação do desempenho de estações convencionais de tratamento de água**. Belo Horizonte, 2005. Originalmente apresentado como dissertação de pós-graduação, Universidade de Minas Gerais 2005.

LOPES, F. W. A. DUTRA, G. C. PEREIRA, J. A. A. CARVALHO, L. M. T. Avaliação da influencia de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3421-3428**. Florianópolis. 2007.

LUIZ, A. M. E. PINTO, M. L. C. SCHEFFER, E. W. O. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do Rio**

**Taquaral, São Mateus do Sul – PR.** RA'E GA 24, p. 290-310. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Paraná. 2012.

MALAVOLTA, E. MORAES, M. F. JÚNIOR, J. L. MALAVOLTA, M. **Micronutrientes e metais pesados – essencialidade e toxidez.** In: Ciência, Agricultura e Sociedade. Editor Técnico: Ernesto Paterniani. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Pág. 117 à 154. Brasília. 2006.

MARTINS, R. C. VALENCI, N. F. L. S. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais.** Capítulo 6 – O Desafio das Águas. São Carlos: RiMa, 2003.

MELETTI, P. C.; ROCHA, O. MARTINEZ, C. B. R. Avaliação da Degradação Ambiental na Bacia do Rio Mogi-Guaçu por meio de testes de toxicidade com sedimento e de análises histopatológicas em peixes. Capítulo 9. P. 150 - 180. In: **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu.**

MELO, D. S. NASCIMENTO, G. T. PINTO, A. L. **Balneabilidade da Lagoa Maior, Três Lagoas – MS.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 19 – Ano 11, Maio 2014.

MENEZES, J. P. C. **Influência do uso e ocupação da terra na qualidade da água subterrânea e sua adequação para consumo humano e uso na agricultura.** Alegre/ES, 2012. p 18. Dissertação (Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo. 2012. Acessado dia 30 de mai. 2013. Disponível em: <[http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese\\_Site/Tese\\_Joao\\_Paulo\\_CunhaMenezes.pdf](http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/Tese_Joao_Paulo_CunhaMenezes.pdf)>.

MINAS GERAIS (Estado). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº01.** Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Minas Gerais, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Instrução Normativa nº 62**. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de origem animal e água. Capítulo X - Número mais Provável de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes em Água e Gelo. 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Procedimentos de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília, 2006. Acessado dia 16 de ago. 2013. Disponível em < [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual\\_procedimentos\\_agua.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_procedimentos_agua.pdf) >.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **O que é o CONAMA**. Acessado dia 18 de set. 2014. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> >.

MORAES, P. B. **ST 502 – Tratamento Biológico de Efluentes Líquidos, ST 503 – Tratamento físico-químico de efluentes líquidos**. Campinas, 2008. Acessado dia 16 de set. 2013. Disponível em: < [http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/2/Resumo\\_caracteriza\\_o\\_de\\_efluentes\\_continua\\_o.pdf](http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/2/Resumo_caracteriza_o_de_efluentes_continua_o.pdf) >.

NASCIMENTO, L. V. SPERLING, M. V. **Os padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para a proteção da vida aquática, saúde humana e animal**. 12.p 2005

NOFFS, P. S. GALLI, L. F. GONÇALVES, J. C. **Recuperação de Áreas Degradadas da Mata Atlântica**. 2ª Edição. São Paulo. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 2000.

NORONHA, C. V. LOBATO, W. SABINO, C. V. S. **Qualidade da Água dos Reservatórios Fio de Água de Jaguára, Igarapava e Volta Grande e afluentes, Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Mg/SP**. Reencuentro de Saberes Territoriales Latinoamericanos. Perú, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Alertando para escassez de água doce, ONU pede esforços globais para proteger recursos naturais**. [Internet]. 2013.

Disponível em <<http://www.onu.org.br/alertando-para-escassez-de-agua-doce-onu-pede-esforcos-globais-para-proteger-recursos-naturais/>>.

NOVO, E. M. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. - São Paulo: Bluncher, 2010.

OLIVEIRA, E. N. A. SANTOS, D. C. MARTINS, J. N. MARQUES, D. I. D. **Qualidade da água para consumo humano ofertada na cidade de Limoeiro de Norte**. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, v.6, n.2, p.1-5, jun. João Pessoa. 2012.

OLIVEIRA, R. C. CPELHO, E. F. ARAÚJO, R. T. TEIXEIRA, J. C. BARROS, D. L. SILVA, A. C. P. AMORIM, M. S. **Condutividade elétrica de um solo manejado em diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio**. FERTBIO. Alagoas. 2012.

PAULINO, W. D. FRANÇA, J. M. B. **Parâmetros para avaliação da qualidade da água**. Ceará. 2007.

PINTO, L. V. A. **Caracterização Física da Sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e Proposta de Recuperação de suas Nascentes**. Lavras, 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras.

PINTO, L. V. A. et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG. **Scientia forestalis**, n.65, p.197-206, 2004.

PINTO, L. V. A. P. FERREIRA, E. BOTELHO, S. A. DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 49-60, jan./mar. 2005.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **CERNE**, vol.18, no.3, Lavras July/Sept. 2012, pp. 495-505.



PONTELLI, C. B. AMADO, T. J.C. CONCEIÇÃO, P.C. JÚNIOR, G. G. ROSSATO, R. R. PEDROSO, M. T. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de cultura do milho em argissolo vermelho distrófico.** Santa Maria/RS. s d.

PREFEITURA DE INCONFIDENTES. **Geografia.** 2009 Acessado dia 09/05/2014. Disponível em < <http://www.inconfidentes.mg.gov.br/cidade.php?codigo=2>>.

QUEGE, K. E. SIQUEIRA, E. Q. **Avaliação da qualidade da água no córrego botafogo na cidade de Goiânia - GO.** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 19p. Goiânia/Go. 2005.

RIBEIRO, E. V. JUNIOR, A. P. M. HORN, A H. TRINDADE, W. M. **Metais pesados e qualidade da água do rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – MG: índice de contaminação.** In: Geonomos - CPMTCCentro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2012.

ROTEIROS DO BRASIL. **Diretrizes para o Desenvolvimento do Turismo Rural.** Acessado dia 10 de set. 2013. Disponível em < [http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/Diretrizes\\_Desenvolvimento\\_Turismo\\_Rural.pdf](http://www.turismo.gov.br/export/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/Diretrizes_Desenvolvimento_Turismo_Rural.pdf)>.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia** ,p. 81 – 90. Uberlândia. 2005.

SAMPAIO, S. C. SILVESTR, M. G. FRIGO, E. P. BORGES, C. M. **Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias.** Irriga, v. 12, n. 4, p. 557-562, outubro-dezembro, Botucatu. 2007.

SANTANA, S. H. C. SILVA, D. F. LAURENTINO, M. L. S. GALVÍNIO, J. D. OLIVEIRA, T. H. **Estudo de parâmetro de qualidade de água e análise de imagens do Landsat 5 referente ao oeste da região do Submédio São Francisco.** Anais XV Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1487.

SILVA, D. F. Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do Rio Mundaú (AL e PE). **Tese de Doutorado: Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande/PB. 2009.**

RUBENS, C. **Água, Vida.** Fundação Cargill. Campinas, 112p. 1998.

SALEMI, L. F. **Cultura Perene.** Acessado dia: 17 de mar. 2013. Disponível em <[http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_19772/artigo\\_sobre\\_cultura\\_perene](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_19772/artigo_sobre_cultura_perene)>.

SANTOS, P. M.. CORRÊA, L. A. **Manejo de Pastagens Tropicais.** Documento 46. São Carlos/SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2009.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Estudos de Mercado: Suinocultura carne *in natura*, embutidos e defumados.** Pag.8-10. 2008. Acessado dia: 25 de mai. 2013. Disponível em <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/940D00C95AF52E6D832574DC004C0C3B/\\$File/NT000390AA.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/940D00C95AF52E6D832574DC004C0C3B/$File/NT000390AA.pdf)>.

SILVA, R. C. A. ARAÚJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Freira de Santana (BA).** Revista: Ciência & Saúde Coletiva, 8(1):1028. Bahia. 2003. Acessado dia 05 de set. 2014. Disponível em <[http://www.scielo.org/pdf/csc/v8n4/a23v8n4.pdf?origin=publication\\_detail](http://www.scielo.org/pdf/csc/v8n4/a23v8n4.pdf?origin=publication_detail)>.

SOUZA, R. X. PEREIRA, M. W. M. PINTO, L. V. A. FERREIRA, J. A. Análise de Eficiência do capim Vetiver para proteção de encostas: quantificação da perda de solo por erosão hídrica. In: **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** Inconfidentes. 2011. Acessado dia 16 de ago. 2013. Disponível em <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/VI-014.pdf>>.

SPERLING, M. V. **Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d'água e de lançamento de efluentes líquidos.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume

3 n.1 Jan/Mar 1998, 111-132. Acessado dia 05 de set. 2014. Disponível em <  
[https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/6bb3f0746b92b65d125882280891344f\\_bf840c459a230f90e66ddd3335b96214.pdf](https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/6bb3f0746b92b65d125882280891344f_bf840c459a230f90e66ddd3335b96214.pdf)>.

VANZELA, L. S. et al. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v.14, n.1, p.55-64. 2010. Campina Grande/PB.

VERONEZ, B. P. **Análise da influência da precipitação pluviométrica e do solo sobre a qualidade da água em microbacias**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2011.

VIEIRA, P. C. **Avaliação das condições de qualidade da água em tempos seco e durante eventos de chuvas em uma microbacia urbana no município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte. 2008. Originalmente apresentado como Dissertação de Pós-graduação em Saneamento, Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

ZIGOMAR, M. de S.; ALVES, M. C. **Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.1, p.18-23, 2003.

## **7. ANEXOS**

**Anexo 1** – Resultados das Análises de Metais Pesados – Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos (Universidade Federal de Viçosa - 2010).