

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia Agrícola e Ambiental

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL DO RIO DO CEDRO, EM
MONTES CLAROS, MG**

Karla Lorrane de Oliveira

Karla Lorrane de Oliveira

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL DO RIO DO CEDRO, EM
MONTES CLAROS, MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Pimenta de Figueiredo

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Francinete Veloso Duarte

Montes Claros

Instituto de Ciências Agrárias - UFMG

2017

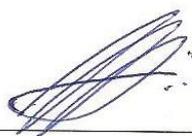
**Karla Lorrane de Oliveira DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL DO RIO DO
CEDRO, EM MONTES CLAROS, MG**

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Me. Dalton Rocha Pereira

Prof.^a Dr.^a. Francinete Veloso Duarte

Me. Jailson Ramos Magalhães



Prof. Dr. Flávio Pimenta de Figueiredo – Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 30 de Novembro de 2017

Dedico este trabalho a todos aqueles que direta ou indiretamente me acompanharam durante essa jornada da graduação, compartilhando comigo momentos felizes e me apoiando nos momentos difíceis. Agradeço pelos ensinamentos e conselhos cruciais para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal. Muito obrigada!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, aos meus pais, pelo amor e incentivo incessáveis e por me guiarem e me apoiarem sempre em minhas decisões, fazendo-o com todo o carinho e dedicação possíveis.

Aos demais familiares, pelo suporte e carinho me dados ao longo da vida.

Agradeço aos velhos e novos amigos, inclusive ao meu grande amigo e namorado André Luís, por todos os momentos felizes que me foram proporcionados e por todas as palavras de conforto que me ajudaram a nunca desistir e não se desesperar diante das dificuldades.

A esta universidade e sua direção, administração e funcionários pelas oportunidades que me foram concedidas.

A todos os meus professores por compartilharem comigo seus conhecimentos, e pela dedicação, paciência e todo o apoio que me foi dado durante o curso. Destaco, aqui, meu orientador Flávio Pimenta de Figueiredo e minha coorientadora Francinete Veloso Duarte, que dedicaram uma parte do seu tempo para me auxiliar na execução deste trabalho.

Aos demais membros da banca examinadora, Dalton Rocha Pereira e Jailson Ramos Magalhães, pela disponibilidade de participar desse momento tão importante, e pelas contribuições pessoais acerca do trabalho.

Aos professores, Fernando Colen e Anna Christina por disponibilizarem os laboratórios para a realização de processos importantes para o andamento desse trabalho, e a Maria Fernanda e Cyntia que me ajudaram, e muito, durante esses processos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a minha formação. Hoje comemoro essa vitória com a certeza de que sem vocês não teria chegado tão longe.

Deixo aqui, portanto, os meus sinceros agradecimentos!

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade”.

(Chico Mendes)

RESUMO

A microbacia do rio do Cedro está localizada na região norte de Minas Gerais, englobando os municípios de Montes Claros e Coração de Jesus. Em alguns trechos do seu rio principal, a água apresenta coloração estranha, odor e uma baixa vazão. Visando saber a causa desses e outros problemas, para posteriormente sugerir medidas que possam reverter a situação em que o rio Cedro se encontra, estudante e professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Montes Claros, com o apoio de entidades parceiras, se propuseram a realizar um estudo na sua microbacia, através do "Projeto Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio do Cedro". O presente trabalho foi realizado tendo como base esse projeto, e para a sua execução foram selecionados dois trechos estratégicos ao longo do leito do rio: um deles localizado em área residencial, onde observa-se uma maior intervenção antrópica consolidada, e outro que engloba a nascente, devido sua importância para manutenção do rio, e áreas próximas a ela. As metodologias aplicadas para o levantamento dos impactos foi o reconhecimento *in loco* e a análise da água para corroborar com os resultados. Com o auxílio de um Global Positioning System (GPS), foram obtidas e anotadas as coordenadas de alguns pontos e os impactos e observações encontrados em cada um deles. Alguns desses impactos foram: presença de resíduos sólidos em regiões próximas ao curso d'água, atividades diversas realizadas dentro do que deveria ser a faixa destinada à mata ciliar, compactação e erosão do solo do entorno e consequente assoreamento do rio, bombeamento e barramento da água do rio para usos múltiplos, acúmulo de matéria orgânica e lançamento de efluentes no seu leito, causando problemas como a eutrofização, trechos do rio totalmente secos, e qualidade da água afetada, destacando, aqui, a proliferação de coliformes termotolerantes. Esses dados foram, posteriormente, lançados no aplicativo "Google Earth" a fim de facilitar a visualização dos pontos no mapa e posteriores as tomadas de decisões. Assim, através do diagnóstico hidroambiental, pode-se concluir que o rio do Cedro encontra-se em grave situação, devendo ser tomadas decisões imediatas por parte do poder público e sociedade em geral, a fim de recuperá-lo.

Palavras-chave: Impactos ambientais. Intervenções antrópicas. Reconhecimento *in loco*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 - Localização espacial da bacia do rio do Cedro no estado de Minas Gerais ----- | 21 |
| Figura 3.2 – Trajetória do trecho A, representada no Google Earth ----- | 22 |
| Figura 3.3 – Trajetória do trecho B, representada no Google Earth ----- | 22 |
| Figura 3.4 – Reunião entre representantes da universidade e entidades parceiras ----- | 24 |
| Figura 3.5 – Reunião entre representantes da universidade, entidades parceiras e comunidades envolvidas ----- | 24 |
| Figura 3.6 – Localização espacial da barragem ----- | 26 |
| Figura 4.1 – Localização espacial dos pontos coletados no trecho A ----- | 28 |
| Figura 4.2 – Presença de resíduos sólidos nas proximidades do rio do Cedro ----- | 29 |
| Figura 4.3 – Prática de queimada próxima ao rio do Cedro ----- | 29 |
| Figura 4.4 – Presença de animal de grande porte dentro da APP ----- | 30 |
| Figura 4.5 – Prática de atividades agrícolas dentro da APP ----- | 30 |
| Figura 4.6 – Início de construção dentro da APP ----- | 31 |
| Figura 4.7 – Presença de voçoroca em região próxima à margem do rio do Cedro ----- | 32 |
| Figura 4.8 – Pegadas de animais de grande porte às margens do rio do Cedro ----- | 32 |
| Figura 4.9 – Bomba de captação de água instalada próxima à margem do rio do Cedro ----- | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.10 – Acúmulo de matéria orgânica no rio do Cedro ----- | 34 |
| Figura 4.11 – Processo de eutrofização em trecho do rio do Cedro ----- | 35 |
| Figura 4.12 – Localização espacial dos pontos coletados no trecho B ----- | 36 |
| Figura 4.13 – Atividade pecuária realizada próxima ao rio do Cedro ----- | 37 |
| Figura 4.14 – Comparação entre a qualidade do rio no trecho A (i) e no trecho B (ii) ----- | 38 |
| Figura 4.15 – Nascente do rio do Cedro ----- | 38 |
| Figura 4.16 – Rio do Cedro seco ao longo do trecho A, durante a época da coleta de água, realizada um tempo após a primeira ida a campo ----- | 39 |
| Figura 4.17 – Análise de coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i> e ocorrência de turvação dos tubos positivos ----- | 40 |
| Quadro A.1 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento <i>in loco</i> do trecho A, com os respectivos impactos observados ----- | 48 |
| Quadro A.2 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento <i>in loco</i> do trecho B, com os respectivos impactos observados ----- | 51 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Resultados do teste confirmativo para *Escherichia coli* ----- 40

Tabela A.1 – Número Mais Provável (NPM) e intervalo de confiança a nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos em séries de cinco tubos ----- 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | | |
|--------|---|--------------------------------------|
| APP | – | Área de Preservação Permanente |
| CONAMA | – | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| E.C. | – | <i>Escherichia coli</i> |
| GPS | – | <i>Global Positioning System</i> |
| ICA | – | Instituto de Ciências Agrárias |
| LST | – | Caldo Lauril Sulfato de Sódio |
| NMP | – | Número Mais Provável |
| PTS | – | Projeto de Trabalho Social |
| UFMG | – | Universidade Federal de Minas Gerais |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO ----- | 12 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO ----- | 14 |
| 2.1 A crise hídrica no Brasil ----- | 14 |
| 2.2 Impactos dos recursos hídricos ----- | 15 |
| 2.2.1 Impactos em áreas urbanas ----- | 16 |
| 2.3 Diagnóstico ambiental ----- | 18 |
| 2.4 Análise da qualidade da água ----- | 19 |
| 2.4.1 Análise de parâmetro biológico da água: coliformes termotolerantes ----- | 20 |
| 3 METODOLOGIA ----- | 21 |
| 3.1 Características da área de estudo ----- | 21 |
| 3.2 Reuniões com entidades parceiras e comunidades envolvidas ----- | 23 |
| 3.3 Diagnóstico hidroambiental ----- | 25 |
| 3.3.1 Reconhecimento in loco e coleta de coordenadas ----- | 25 |
| 3.3.2 Coleta da água ----- | 25 |
| 3.3.3 Análise biológica da água: coliformes termotolerantes ----- | 27 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ----- | 28 |
| 4.1 Reconhecimento in loco do trecho mais urbanizado (trecho A) ----- | 28 |
| 4.2 Reconhecimento in loco da nascente e áreas adjacentes (trecho B) ----- | 35 |
| 4.3 Situação do rio do Cedro na época da coleta de água ----- | 38 |
| 4.4 Resultados da análise biológica da água ----- | 38 |
| 5 CONCLUSÕES ----- | 42 |
| REFERÊNCIAS ----- | 43 |
| ANEXO A - Tabela ----- | 47 |
| APÊNDICE A – Quadros ----- | 48 |

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo que afeta a dinâmica ambiental das cidades, causando impactos algumas vezes irreversíveis aos meios físico e biótico. Assim, a medida que as cidades se expandem para acompanhar o crescimento populacional, esses impactos vão se tornando cada vez mais frequentes e agravantes. A ocorrência de uma série de impactos ocasionados ao longo do tempo, associada as mudanças climáticas ocorridas no país nos últimos anos e a má gestão dos recursos hídricos, está causando uma crise hídrica de magnitude alarmante. Proporcional a essa escassez dos recursos hídricos, cresce a preocupação de entidades, órgãos, empresas e sociedade em geral, o que fortalece e impulsiona o surgimento de novos projetos com medidas conservacionistas que visam amenizar tal situação.

No entanto, para que tais projetos possam ser executados adequadamente, é necessário um estudo prévio da área a qual o mesmo irá abranger. Esse estudo pode ser feito através do chamado diagnóstico ambiental, que envolve uma série de levantamento de dados e informações que permitem a caracterização da área e o reconhecimento dos impactos que estão a afetando. Com essas informações, é possível estabelecer medidas mitigadoras de acordo com o contexto no qual a área analisada está inserida, o que é extremamente importante para que a recuperação ocorra da maneira mais similar possível ao estado em que essa área se encontrava antes de ser impactada, ou seja, para a manutenção de um ecossistema equilibrado.

O rio do Cedro, localizado no norte de Minas Gerais e objeto de estudo desse trabalho, é um exemplo de recurso hídrico que vem sendo afetado quantitativa e qualitativamente. Sua água apresenta coloração estranha, odor e uma baixa vazão em alguns pontos do rio - principalmente aqueles situados em áreas povoadas - e é utilizada pelos moradores da cidade para manutenção de práticas agrícolas, além do uso recreativo. Apesar de não ser considerado um rio de grande extensão, deságua no rio Vieira, que por sua vez deságua no rio Verde Grande, um principal rio da Bacia do São Francisco, que é uma das maiores bacias do país. Assim, é certo que a poluição do primeiro afetará, conseqüentemente, toda essa cadeia de rios, em uma espécie de efeito cascata.

Visando saber a causa dos problemas supracitados, para posteriormente sugerir medidas que possam reverter a situação em que o rio do Cedro se encontra, estudante e professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Montes Claros, com o apoio de entidades parceiras, se propuseram a realizar um estudo na sua microbacia, através do "Projeto Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio do Cedro".

O objetivo desse trabalho é, portanto, realizar o diagnóstico hidroambiental do rio do Cedro, identificando os impactos por ele sofridos, a fim de facilitar posteriores propostas intervencionistas para sua recuperação ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A crise hídrica no Brasil

O Brasil pode ser considerado um país privilegiado em se tratando de recursos naturais. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil m³/s, o que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos (SHIKLOMANOV *et al.*, 2000 *apud* MARENGO, 2008). Porém, se forem consideradas, ainda, as vazões oriundas em território estrangeiro e que ingressam no país, essa vazão média total atinge valores da ordem de 267 mil m³/s, correspondente a 18% da disponibilidade mundial (MARENGO, 2008).

No entanto, num dos países mais ricos em água doce do planeta, as cidades enfrentam crises de abastecimento, as quais atingem até mesmo a Região Norte, onde se encontram cerca de 80% das descargas de água dos rios do Brasil (REBOUÇAS, 2003).

Na verdade, um dos motivos dessa crise é justamente a concentração de recursos em determinadas regiões do país. Segundo a revista *Em Discussão* (2014) parte do problema é devido ao país possuir uma grande diversidade de climas e relevos, que influencia diretamente a distribuição geográfica dos recursos hídricos. Na maior parte do Nordeste, por exemplo, essa distribuição é de menos de 100 mil litros por segundo. Por outro lado, na Amazônia (com 45% do território e 80% da disponibilidade hídrica nacional, mas apenas 7% da população), a vazão chega a 74 milhões de litros por segundo. Ou seja, em algumas situações, a maior disponibilidade hídrica se encontra em regiões de menor índice populacional e menor grau de atividade econômica, tornando a percepção de escassez diferenciada entre as diversas regiões do país (SCARE, 2003).

Outro fator que afeta a disponibilidade de água no Brasil é o clima. Em virtude de fatores como configuração geográfica, extensão territorial – tanto em relação com a latitude quanto a longitude –, a altitude, o relevo e a dinâmica de massas de ar, o país possui uma ampla diversificação climática (REBOUÇAS, 2003). Complementando essa ideia Marengo (2008) afirma que o ciclo pluviométrico e de vazões no país varia entre bacias, e que, além disso, o clima também sofre uma variabilidade interanual. Esses fatores associados a fenômenos naturais como o El Niño, La Niña, ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical e Sul, podem causar anomalias climáticas, acarretando grandes secas, como a que aconteceu em 2001 no Centro-Oeste e Sudeste.

No entanto, a Revista de Química Industrial (2015) ressalta que, apesar dessas diferenças de distribuição geográfica e pluviométricas, a quantidade de água total no planeta é praticamente constante, uma vez que o ciclo hidrológico constitui um sistema fechado. Porém, devido ao aumento populacional e a necessidade da utilização de água para realização de grande parte das atividades humanas, a disponibilidade per capita tende a diminuir com o passar do tempo, provocando conflitos pelo uso da água.

Outros autores, destacam, ainda, as alterações qualitativas dos recursos hídricos. Araújo *et al.* (2003) defendem que um processo acelerado de degradação das características químicas, físicas e biológicas do meio ambiente vem acarretando a atual crise mundial, na qual parte da água disponível para consumo no planeta apresenta algum tipo de contaminação, acarretando efeitos nocivos para a população em geral. Com essa deterioração da qualidade da água, há um agravamento dos conflitos pelo seu uso, já que a água de qualidade inferior não pode ser utilizada livremente para o consumo, a produção ou para o lazer (FOLEGATTI *et al.*, 2010).

Alguns especialistas garantem, porém, que a crise da água no século XXI é mais do que uma crise causada por escassez e estresse hídrico, podendo ser agravada pela falta de gerenciamento adequado (ROGERS *et al.*, 2006 *apud* TUNDISI, 2008) ou ser resultado de um conjunto de problemas ambientais agravados por problemas econômicos e sociais (GLEICK, 2000 *apud* TUNDISI, 2008).

Esse conjunto de problemas está relacionado, portanto, a condições qualitativas e quantitativas da água, e, em consequência a essas causas, há interferências na saúde humana e pública, com deterioração da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social (TUNDISI, 2008).

2.2 Impactos dos recursos hídricos

Antes da existência do homem no planeta Terra a água era utilizada unicamente para manter o funcionamento dos ecossistemas. A presença da espécie humana e o uso da água para agricultura, indústria e outros usos múltiplos, introduziu novos tipos de apropriação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, afetando a qualidade e distribuição quantitativa da água presente no planeta (TUNDISI, 2014).

Esses impactos ambientais podem ser acarretados por causas naturais ou por ações antrópicas. As causas naturais podem ser exemplificadas pelo aumento da carga de matéria

orgânica ocasionado pela decomposição de partes vegetativas de plantas que caem nos rios, produzindo alta demanda de oxigênio nos mesmos e causando a morte de peixes (TUCCI; MENDES, 2006).

Já as ações do homem vêm sendo agravadas pelo desenvolvimento urbano crescente, que tende a produzir uma vasta competição pelos mesmos recursos naturais e, conseqüentemente, destruir boa parte da biodiversidade natural (TUCCI, 2008).

2.2.1 Impactos em áreas urbanas

O Brasil é um país considerado essencialmente urbano, uma vez que, devido ao desenvolvimento ocorrido nos últimos anos, sua população urbana chega a aproximadamente 83% da sua população total (TUCCI, 2008).

Para Mucelin e Bellini (2008), essa crescente ampliação vem contribuindo para o aumento dos impactos ambientais negativos. No ambiente urbano encontram-se aspectos culturais comuns, como a consumação de produtos industrializados. Esse e outros costumes e hábitos contribuem com a produção cada vez mais crescente de resíduos devido ao exagerado consumo de bens materiais, influenciando as alterações e impactos ambientais.

Esses autores salientam ainda que, além da quantidade exacerbada de lixo produzido nas cidades, um problema bastante comum é disposição inadequada desses resíduos. Essas práticas habituais podem acarretar, entre outras coisas, na contaminação dos recursos hídricos por substâncias presentes nos resíduos ou pela sua decomposição, enchentes devido ao entupimento de bueiros e a proliferação de vetores de doenças. Vale ressaltar também a poluição visual e o mau cheiro causado principalmente pelo processo de decomposição.

Além da disposição inadequada dos resíduos sólidos, os recursos hídricos urbanos sofrem ainda com a disposição inadequada de efluentes líquidos. O lançamento desses efluentes in natura nos rios resulta em impactos sobre a vida aquática e o meio ambiente em geral, além de vários problemas sócio-ambientais, como o risco a saúde (MARTINS; FIOROTTI; SIMAN, 2010).

Um dos problemas ocasionados é o exagerado enriquecimento químico das águas devido ao aumento de nutrientes provocado por esses lançamentos, principalmente nitrogênio e fósforo. Essas condições favorecem o crescimento de algas e plantas flutuantes no meio aquático, causando o fenômeno conhecido como eutrofização. Esse problema causa a diminuição dos processos fotossintéticos realizados pelas plantas aquáticas, uma vez que o

crescimento das algas dificulta a passagem de luz na água, que por sua vez causará a sua desoxigenação, prejudicando a vida aquática. Além disso, a eutrofização inutiliza as águas para fins recreativos, em razão da presença de lodo no fundo do curso d'água e dos odores provocado pela decomposição das águas, e dificulta a navegação, em caso de rios de maior porte (MATOS, 2010).

Outro fator que cabe ser mencionado é o fato do desenvolvimento urbano afetar a cobertura vegetal, removida principalmente para fins de ocupação. Há ainda, embora em menor frequência, a retirada da mata ciliar para a prática de agricultura urbana às margens dos rios, ou apenas para facilitar o acesso ao curso d'água (DAMASCENO, 2011).

O autor traz definição de mata ciliar como sendo a cobertura vegetal nativa, que ocorrem ao longo das margens dos cursos d'água. Essa vegetação possui grande importância para a regulamentação e manutenção dos cursos hídricos, pois funcionam como filtros, retendo poluentes e produtos químicos que seriam levados diretos para os cursos d'água. Além disso, serve como obstáculo para as águas pluviais, diminuindo os impactos das gotas de chuva diretamente no solo e o seu escoamento superficial, e, concomitantemente, aumentando a sua infiltração e retenção no lençol freático, abastecendo o sistema fluvial. Esses fatores controlam a ocorrência de processos erosivos.

A erosão, por sua vez, é o processo de desprendimento e arraste de partículas do solo, decorrentes da ação da água e do vento. Assim, esse processo, além de provocar empobrecimento do solo, pode acarretar na alteração da topografia do curso d'água que recebe esses sedimentos em seu leito, impacto conhecido como assoreamento, diminuindo o seu volume hídrico e vazão (MATOS, 2010).

A pavimentação e a construção de edificações causam a impermeabilização do solo, reduzindo o processo de infiltração e afetando conseqüentemente o nível do lençol freático. Concomitantemente, esses impactos também provocam um aumento no escoamento superficial, permitindo o transporte de sedimentos para o leito do rio, além de substâncias poluentes, contaminando as águas fluviais (TUCCI, 2002).

Todos esses impactos advindos de atividades humanas vêm prejudicando a quantidade e a qualidade da água, sobretudo a superficial, que é receptora de todo o poluente. Em uma escala menor, mas de igual importância, a água subterrânea também tem sido poluída, principalmente devido a utilização de produtos químicos pela indústria, agricultura e mineração (MATOS, 2010).

Para Colet (2012) a gestão dos cursos d'água vem se tornando cada vez mais um desafio para os administradores públicos, já que os impactos tendem a crescer com a urbanização, o que torna a revitalização destas áreas onerosas para os cofres públicos. Ainda assim a presença de estudos e elaboração de projetos que visam a recuperação dessas áreas vem aumentando gradualmente no país.

2.3 Diagnóstico ambiental

O gerenciamento dos recursos naturais deve estar correlacionado com o planejamento adequado das áreas urbanas em expansão, uma vez que, para que ocorra a manutenção de um sistema econômico, deve-se manter os recursos sociais e naturais necessários, que serão utilizados pelo próprio sistema. Para que isso aconteça é de extrema relevância que ocorra a preocupação com o diagnóstico, planejamento e gerenciamento dos recursos naturais, pensando na melhor forma de usufruir dos recursos disponíveis, já que a utilização desses recursos é indispensável a sobrevivência dos seres vivos (BARBOSA, 2012).

O diagnóstico ambiental se refere ao conhecimento de um conjunto de componentes ambientais de uma determinada área, de modo a possibilitar a caracterização da sua qualidade ambiental (FRANCO *et al.*, 2011). A sua elaboração envolve interpretar a situação ambiental problemática, levando em conta a interação e a dinâmica de seus componentes, relacionado aos elementos físicos e biológicos, além dos fatores sócio-culturais (FONTANELLA *et al.*, 2009).

Dessa maneira, pode-se dizer que esse procedimento tem como objetivo diagnosticar impactos e irregularidades ambientais em uma propriedade, fornecendo informações como: cursos d'água no entorno, cobertura vegetal, a bacia hidrográfica na qual ela está inserida, áreas protegidas por lei, atividades praticadas, etc., para que, posteriormente, possa ser desenvolvido um plano de adequação e recuperação para esta área (CRUVINEL, 2011).

Assim, essa metodologia torna-se uma valiosa ferramenta para orientar eventuais políticas públicas que almejem a melhoria da qualidade de vida da população local (FONTANELLA *et al.*, 2009).

Dentro dessa perspectiva, tem sido cada vez mais difundida a ideia de basear o planejamento de projetos referentes à recuperação e proteção de nascentes nesse tipo de diagnóstico (PINTO, 2003).

2.4 Análise da qualidade da água

A água quimicamente pura não existe, em condições naturais, na superfície terrestre. Na verdade, classifica-se a água em potável, com o intuito de expressar que a mesma possui qualidade satisfatória para uso doméstico, ou poluída, quando ela hospeda organismos ou substâncias que a torna imprópria para consumo humano ou doméstico (MATOS, 2010).

Outra definição é dada por Lima (2001). A autora afirma que os conceitos de qualidade e poluição estão comumente interligados. Porém, enquanto a primeira reflete a composição da água quando afetada por causas naturais e por atividades antropogênicas, a segunda, decorre de uma mudança na sua qualidade física, química ou biológica, causada pelo homem. A contaminação física está associada a impurezas relacionadas, em sua maior parte, à presença de sólidos de diversos tamanhos, minerais ou orgânicos, que podem estar suspensos ou dissolvidos. As impurezas que alteram as características químicas podem ser de natureza orgânica (resíduos orgânicos em decomposição, compostos orgânicos derivados de combustíveis fósseis e pesticidas orgânicos) e inorgânica (elementos e substâncias solubilizados em atividades antrópicas). Já a contaminação biológica ocorre por influência da presença de organismos, vivos ou mortos (MATOS, 2010).

Porém, um conceito definitivo pode ser encontrado na lei 6.938/81, da Política Nacional de Meio Ambiente, que define poluição como sendo

A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

O termo “qualidade de água” expressa um conjunto de parâmetros de água que dita se ela é ou não adequada para seus diversos usos e processo. Dessa maneira, as necessidades em termos de quantidade e qualidade de água variam de acordo com seus diferentes usos e usuários, e nem sempre são compatíveis (MATTHIENSEN, 2014).

Sendo assim, a análise da qualidade da água torna-se fundamental, uma vez que está intimamente ligada a nossa sobrevivência e a sua utilização inadequada e/ou contaminação pode ter efeitos de caráter social, econômico e ou ambiental (SILVA, 2009).

Para Pinheiro (2008), a qualidade da água pode ser analisada e controlada em diversas esferas, sendo as mais importantes aquelas relativas a área da saúde, que visam a garantir segurança para o consumo humano, e aquelas relativas ao meio ambiente, relacionadas ao controle da poluição hídrica, à compatibilidade com os usos recreativos e ao planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Com o intuito de estipular padrões e condições da qualidade da água para essas diferentes esferas, a legislação traz alguns recursos, onde destacam-se: para o padrão de potabilidade a Portaria Ministério da Saúde nº. 2.914/11 (BRASIL, 2011); para a classificação de corpos d'água a Resolução CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005) e para fins de balneabilidade a Resolução CONAMA nº. 274/00 (BRASIL, 2000).

2.4.1 Análise de parâmetro biológico da água: coliformes termotolerantes

São microrganismos capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, representados principalmente pela *Escherichia coli* (fecal), uma vez que essa bactéria possui origem exclusivamente fecal, (SAAE, 2010).

Para Brasil (2006) a escolha do grupo coliformes como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores: estão presentes nas fezes de animais de sangue quente; são facilmente detectáveis e quantificáveis, em qualquer tipo de água, através de técnicas simples e economicamente viáveis; possuem maior tempo de vida na água que outras bactérias, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes.

Segundo Amaral, 2011, nem todos os coliformes termotolerantes são, em geral, patogênicos. No entanto, a sua presença na água traz a suspeita que a mesma recebeu dejetos e pode, então, conter microrganismos patogênicos.

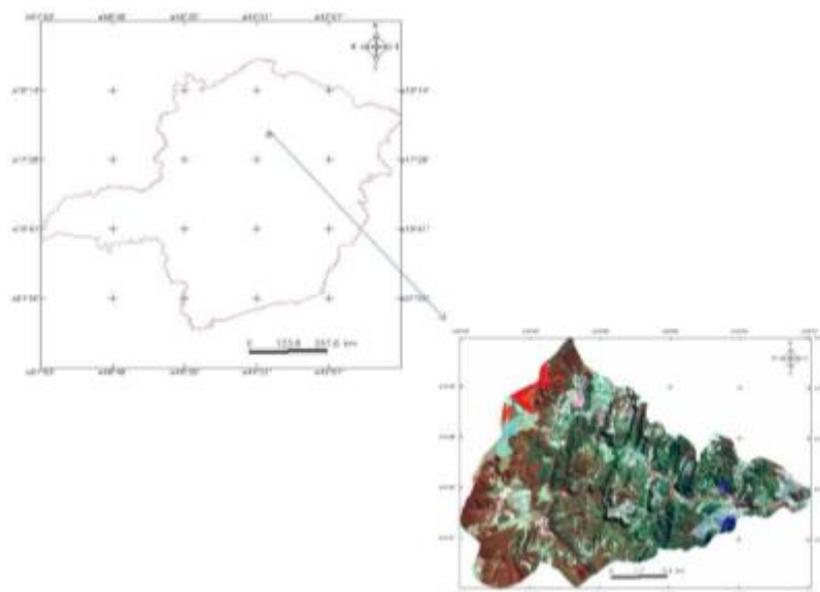
O objetivo do exame microbiológico da água é fornecer, portanto, subsídio a respeito da sua potabilidade (BRASIL, 2013), uma vez que as doenças transmitidas pela água originam-se principalmente, a partir dos dejetos (AMARAL, 2011).

3 METODOLOGIA

3.1 Características da área de estudo

A microbacia do rio do Cedro está localizada na região norte de Minas Gerais (FIGURA 3.1), englobando os municípios de Montes Claros e Coração de Jesus. Apresenta uma área de 172km². O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, sendo caracterizada por altas temperaturas e chuvas concentradas no verão.

Figura 3.1 - Localização espacial da bacia do rio do Cedro no estado de Minas Gerais



Fonte: Vieira *et al.*, 2013, p. 6846.

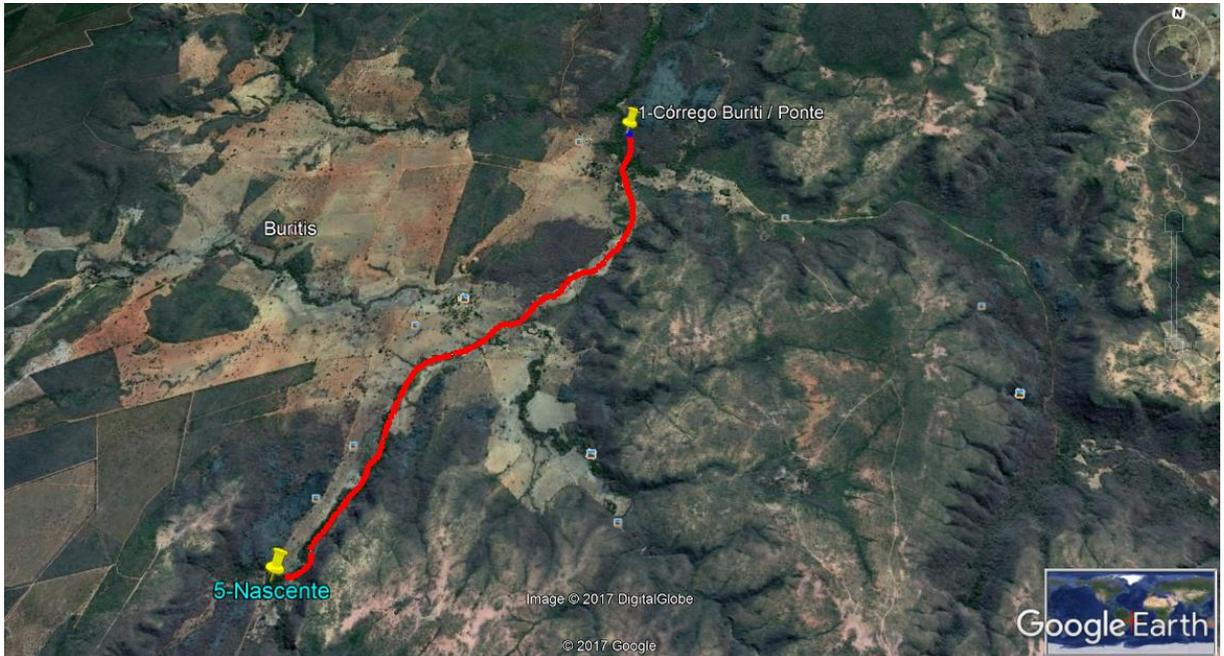
O rio do Cedro é afluente do rio Vieira, que por sua vez é afluente do rio Verde Grande. Sua nascente se encontra dentro dos limites do Parque Estadual da Lapa Grande, em Nova Esperança, distrito de Montes Claros, nas coordenadas 16° 42' 24.12" S e 44° 01' 24.12" W e sua foz nas coordenadas 16° 39' 51.843" S e 43° 50' 59.124" W. Possui uma extensão de 25,6 km, apresentando ao longo de seu curso áreas de surgências e insurgências. No entanto, para o diagnóstico, foram selecionados dois trechos: o trecho A, no qual observa-se uma maior intervenção antrópica consolidada (FIGURA 3.2) e o trecho B, que engloba a nascente, devido sua importância para manutenção do rio, e áreas próximas a ela (FIGURA 3.3).

Figura 3.2 – Trajetória do trecho A, representada no *Google Earth*



Fonte: Adaptada de *Google Earth*, 2017.

Figura 3.3 – Trajetória do trecho B, representada no *Google Earth*



Fonte: Adaptada de *Google Earth*, 2017.

Segundo estudos realizados por Vieira *et al.* (2013) o solo predominante na microbacia é o Cambissolo, correspondendo a uma área de 11500,16 ha ou 66,58% da área, seguido do Latossolo com uma área de 2369,27 ha (19,09%) e os Nitossolos com uma área de

2475,05 ha (14,33%). O relevo é muito variável, havendo maior predominância de superfícies onduladas, ocorrendo em 48,62% da bacia, seguido pelo relevo suave ondulado (23,98%), forte ondulado (20,84%), Montanhoso (3,94%), plano (2,62%) e escarpado (0,05%).

Fisionomicamente, a região está incluída na transição dos domínios do Cerrado e da Caatinga (DURÃES *et al.*, 2014).

3.2 Reuniões com entidades parceiras e comunidades envolvidas

Esse trabalho foi baseado no "Projeto Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio do Cedro", de autoria do professor Flávio Pimenta de Figueiredo, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O projeto contou com a parceria da Prefeitura Municipal de Montes Claros e da empresa Ângulo Social Consultoria e Projetos, vencedora de licitação para desenvolver Projeto de Trabalho Social (PTS) nos residenciais Vitória I e II, no Distrito Industrial, bairro pelo qual o rio do Cedro passa.

Inicialmente, houveram encontros, a fim de promover a comunicação entre os envolvidos com o projeto. Segundo Gomes, Anselmo e Filho (2000)

Comunicar significa tornar comum a uma ou mais pessoas uma determinada informação ou conjunto de dados com um significado que reduz a incerteza ou aumenta o conhecimento acerca de alguma coisa. Por outro lado, o ato de comunicar não deve ser visto apenas como um processo de transmissão e entendimento de informação, mas, também, como uma maneira de possibilitar o entendimento entre as pessoas.

Essas reuniões, portanto, tiveram não só o intuito de debater, orientar e esclarecer sobre o projeto e a sua importância socioambiental para a região na qual a microbacia está inserida, como também de saber as opiniões e interesses dos seus participantes.

Em primeiro momento, essas reuniões contaram com a presença de representantes da universidade e entidades parceiras (FIGURA 3.4).

Figura 3.4 – Reunião entre representantes da universidade e entidades parceiras



Fonte: Do autor, 2017.

Reuniões posteriores foram realizadas para a inserção da comunidade local no projeto (FIGURA 3.5).

Figura 3.5 – Reunião entre representantes da universidade, entidades parceiras e comunidades envolvidas



Fonte: Do autor, 2017.

3.3 Diagnóstico hidroambiental

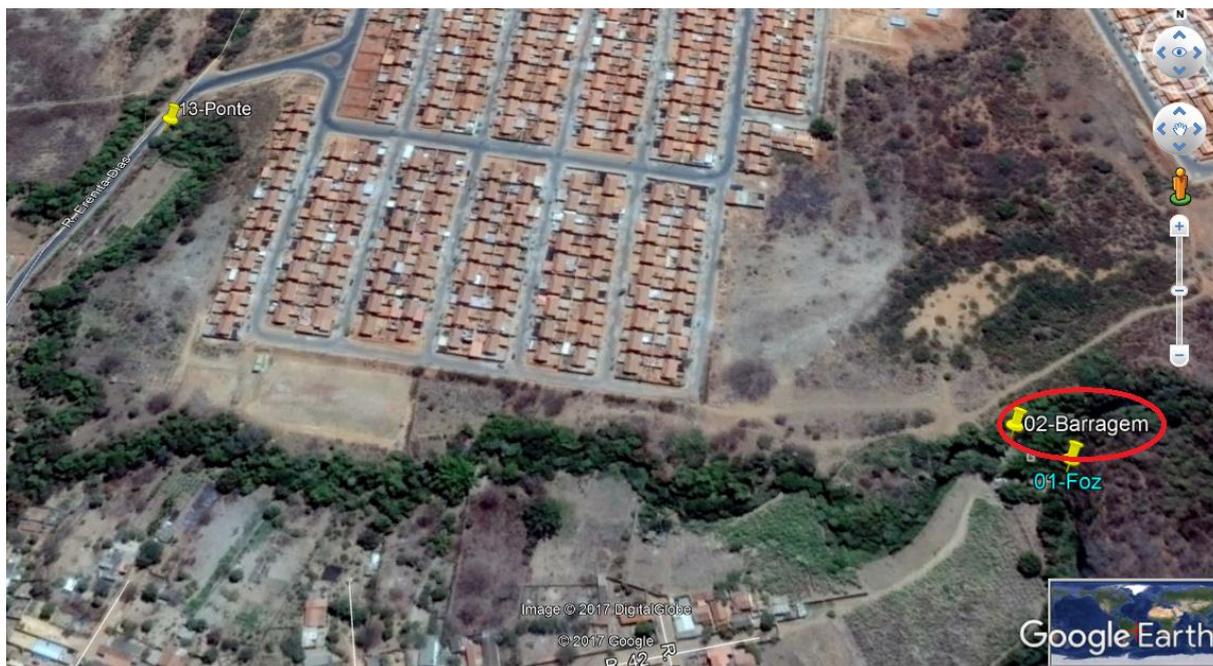
3.3.1 Reconhecimento *in loco* e coleta de coordenadas

Os trechos selecionados do rio foram percorridos para um reconhecimento *in loco* das principais atividades impactantes realizadas na bacia. Em algumas idas a campo contou-se com o auxílio de moradores da região, que conduziram a equipe ao longo do percurso. Com o auxílio de um *Global Positioning System* (GPS), foram obtidas coordenadas de alguns pontos, nos quais tais impactos foram notavelmente observados. Dessa maneira foram anotadas as coordenadas, com os impactos e observações encontrados em cada uma delas. Esses dados foram, posteriormente, lançados no aplicativo *Google Earth* a fim de facilitar a visualização dos pontos no mapa e posteriores as tomadas de decisões.

3.3.2 Coleta da água

Inicialmente, pretendia-se fazer a coleta das amostras em pontos estratégicos: a foz, para analisar a qualidade da água que deságua no rio Vieira; a barragem, que é um ponto de uso recreativo dos moradores da região; e pontos à jusante e à montante de um lançamento de efluentes observado durante o reconhecimento *in loco*, a fim de avaliar a interferência do despejo no rio. No entanto, na época da coleta, o único ponto desses listados acima que ainda continha água era a barragem, e por isso as amostras foram coletadas apenas nesse ponto. A Figura 3.6 permite a visualização da localização espacial dessa barragem no mapa, que se encontra perto da foz do rio do Cedro.

Figura 3.6 – Localização espacial da barragem



Fonte: Adaptada de *Google Earth*, 2017.

Para a realização da coleta de água destinada a análise microbiológica, utilizou-se três recipientes de vidro (exige-se a coleta e análise de três amostras do mesmo ponto, para maior confiabilidade dos resultados), previamente esterilizados em autoclave. O procedimento para cada frasco de amostra foi realizado removendo a tampa – tomando cuidado de não tocar no bocal – e mergulhando o frasco rapidamente, com a boca para baixo, a cerca de 20 cm abaixo da superfície da água, para evitar a introdução de contaminantes superficiais. Em seguida, inclinou-se lentamente o frasco um pouco para cima, permitindo o enchimento do mesmo até transbordar (no caso do material para análise biológica, desprezou-se uma pequena porção da amostra, deixando cerca de $\frac{3}{4}$ do volume), e fechou-o imediatamente. Após esse procedimento, o recipiente foi identificado com etiqueta contendo os dados da coleta – como identificação do ponto (com coordenadas), data, horário e nome do coletor – e armazenados em caixa térmica contendo gelo seco. O transporte dos materiais para o laboratório de Sanidade Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, no Instituto de Ciências Agrárias (ICA), foi feito imediatamente após a coleta.

3.3.3 Análise biológica da água: coliformes termotolerantes

A análise de coliformes termotolerantes foi feita no Laboratório de Sanidade Animal, com auxílio da técnica responsável pelo mesmo. Utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP), também conhecida como método de tubos múltiplos. Na primeira etapa, dita como presuntiva, foram retirados 25 mL de amostra e preparadas três diluições sucessivas (0,1; 0,01 e 0,001). Para cada diluição foram utilizados cinco tubos contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos, os quais foram posteriormente incubados em estufa a 37°C por 24 horas. Em uma segunda etapa, a confirmativa, inoculou-se material dos tubos que apresentaram formação de gás e alteração de turbidez (indicando positividade no teste anterior), em tubos contendo caldo com *Escherichia coli* (E.C.), meio confirmatório para coliformes termotolerantes (E.C.). Esses tubos foram levados à estufa a 45°C durante 24 horas (SILVA *et al.*, 2010). De acordo com o número de tubos positivos em cada uma das diluições, determinou-se o número mais provável (NMP), tendo como base a Tabela A.1 do Anexo A.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Reconhecimento *in loco* do trecho mais urbanizado (trecho A)

Durante as primeiras idas a campo foram coletados 15 pontos onde puderam-se observar impactos diretos e indiretos no rio do Cedro. No Quadro A.1 do Apêndice A é possível verificar as coordenadas de cada um desses pontos e os respectivos impactos observados.

Após lançamento das coordenadas no *Google Earth*, obteve-se uma localização desses pontos no mapa, cada qual com suas devidas observações, conforme exemplificado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Localização espacial dos pontos coletados no trecho A



Fonte: Adaptada de *Google Earth*, 2017.

Um problema identificado ao longo de todo esse percurso, foi a presença de resíduos sólidos às margens e em locais próximos e com declividade sentido ao rio (FIGURA 4.2). Além de esteticamente desagradável, esses materiais podem ser carregados rumo ao curso d'água, principalmente em épocas de chuva. Uma vez dentro do leito do rio, o resíduo será levado com a correnteza natural, podendo poluir outras regiões. Além disso, a decomposição desses resíduos, dependendo dos materiais que o compõem, pode vir a contaminar o solo e o lençol freático.

Figura 4.2 – Presença de resíduos sólidos nas proximidades do rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

Já a vegetação do entorno do rio mostra-se prejudicada pela prática de atividades inadequadas, como queimadas (FIGURA 4.3) e cortes de árvores. Essas atividades interferem nos processos naturais que ocorrem no solo, alterando, dessa maneira, suas características físicas, químicas e ou biológicas.

Figura 4.3 – Prática de queimada próxima ao rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

Observou-se também o confinamento de animais de grande porte, como equinos e asininos (FIGURA 4.4), e a prática de atividades agrícolas (FIGURA 4.5), no que deveria ser a faixa destinada a área de proteção permanente (APP) denominada mata ciliar, que em sua maior parte encontra-se ausente ou fora das exigências impostas pelo Novo Código Florestal.

Figura 4.4 – Presença de animal de grande porte dentro da APP



Fonte: Do autor, 2017.

Figura 4.5 – Prática de atividades agrícolas dentro da APP



Fonte: Do autor, 2017.

A ausência de mata ciliar intensifica o escoamento superficial e conseqüentemente diminui a taxa de infiltração da água da chuva no lençol freático. Interfere também na estruturação do solo, uma vez que permite o impacto direto das gotas da chuva no mesmo, o que, junto com o aumento do escoamento superficial, intensifica a ocorrência de processos erosivos e o carreamento dos sedimentos decorrentes desses processos para dentro do leito do Cedro, assoreando-o.

Ainda dentro dessa área de preservação, pôde-se observar a construção de nova edificação (FIGURA 4.6), que, segundo morador, será sede da paróquia local.

Figura 4.6 – Início de construção dentro da APP



Fonte: Do autor, 2017.

O solo da região também encontra-se degradado, o que afeta a qualidade e quantidade de água do rio, visto que esses ambientes possuem interação dentro do ecossistema. Um dos problemas observados, como citado anteriormente, foi a ocorrência de processos erosivos, com formação de voçorocas de variadas dimensões, conforme exemplificado na Figura 4.7.

Figura 4.7 – Presença de voçoroca em região próxima à margem do rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

O carreamento dos sedimentos soltos durante esses processos em direção ao leito do rio, associados a falta da mata ciliar, acarretou no assoreamento de trechos do rio do Cedro, interferindo na topografia do seu leito e diminuindo o seu volume hídrico e vazão.

Notou-se também o processo de compactação, que pode ser explicada devido ao fácil acesso de pessoas e animais ao rio (FIGURA 4.8).

Figura 4.8 – Pegadas de animais de grande porte às margens do rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

Essa compactação dificulta a infiltração e retenção de água no solo, dificultando o abastecimento do lençol freático e, conseqüentemente, interferindo na manutenção da vazão do rio. Além disso, prejudica o desenvolvimento da vegetação referente à mata ciliar.

Outra intervenção que causa um impacto sobre o rio é a presença de bombas de captação de água instaladas próximas ao seu leito (FIGURA 4.9).

A água captada é direcionada para a irrigação de plantios e para o processo produtivo de fábricas e indústrias da região.

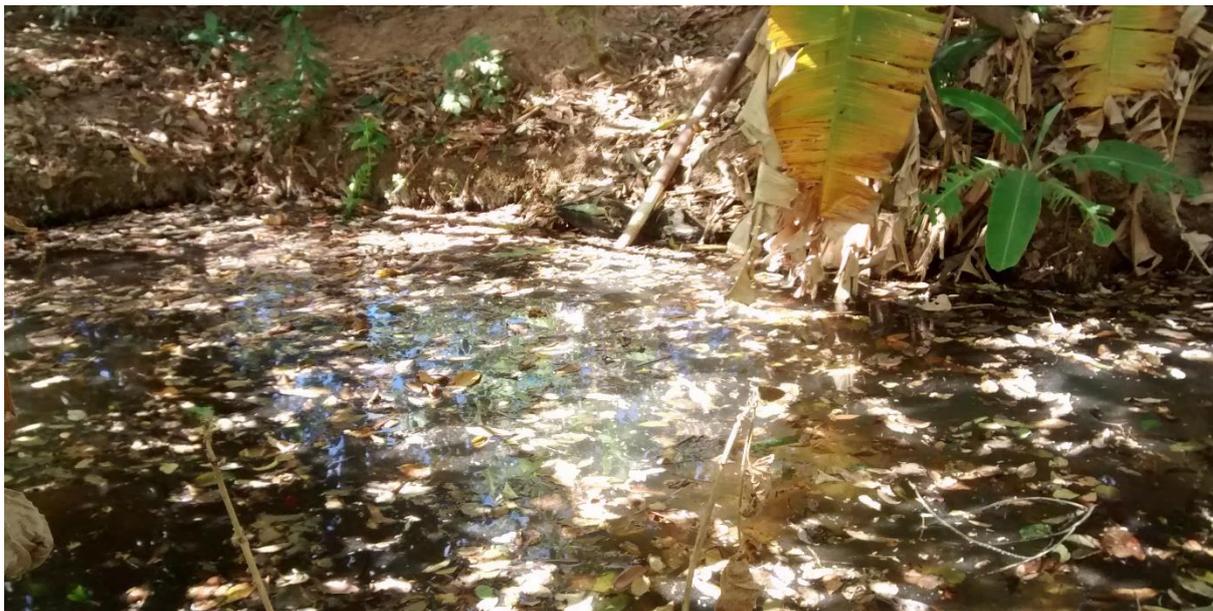
Figura 4.9 – Bomba de captação de água instalada próxima à margem do rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

A fim de promover o acúmulo dessa água e facilitar as captações, foram realizados barramentos irregulares em alguns trechos do rio. Esses barramentos trazem conseqüências à quantidade de água, pois diminui a vazão à jusante da sua construção, e à sua qualidade, uma vez que diminui a velocidade de escoamento do rio, o que acarreta no acúmulo de matéria orgânica, conforme demonstrado na Figura 4.10.

Figura 4.10 – Acúmulo de matéria orgânica no rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

Esse excesso de matéria orgânica no curso d'água pode causar uma alteração das suas características químicas, como a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido, uma vez que as bactérias aeróbicas usam o oxigênio presente na água para decompor essa matéria orgânica excedente.

Outro impacto observado que influencia nessa qualidade, é o lançamento de efluentes ricos em resíduos orgânicos diretamente no rio, adicionando formas orgânicas e inorgânicas de nitrogênio e fósforo às suas águas. Como consequência desse aumento de nutrientes, notou-se que alguns trechos do rio do Cedro encontram-se em processo de eutrofização (FIGURA 4.11), o que interfere na penetração da luz solar no curso d'água e afeta processos essenciais para a manutenção da vida no mesmo, como por exemplo, a fotossíntese.

Figura 4.11 – Processo de eutrofização em trecho do rio do Cedro



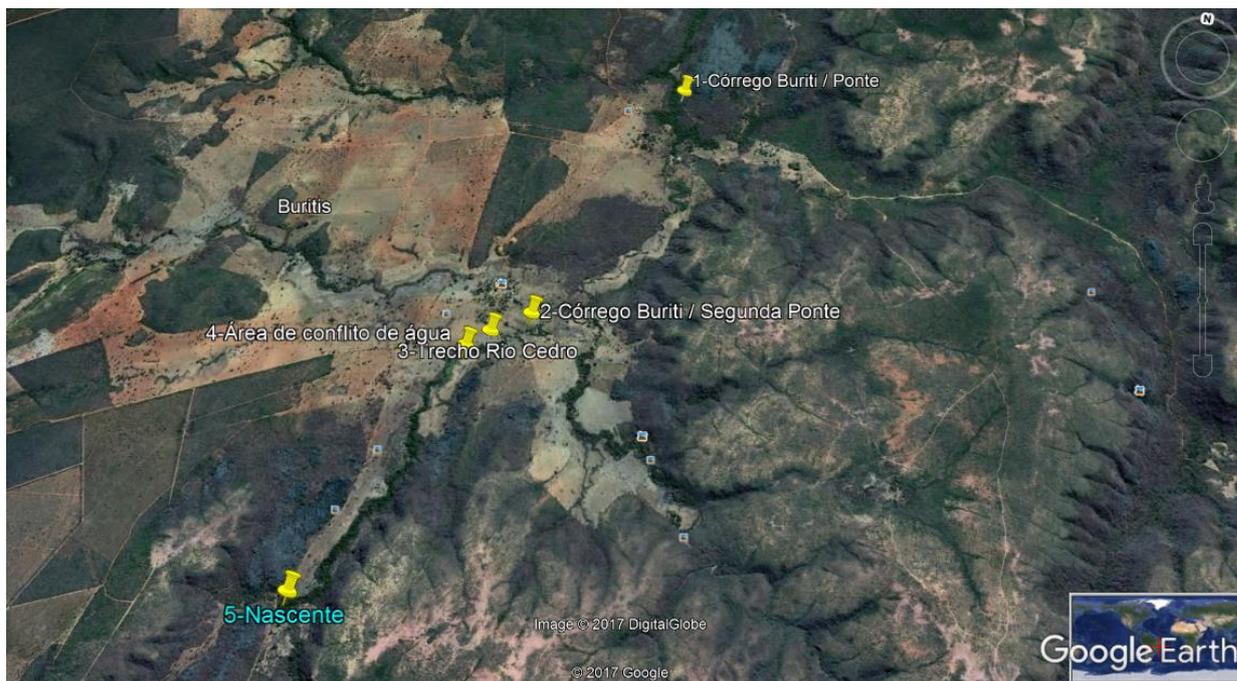
Fonte: Do autor, 2017.

4.2 Reconhecimento *in loco* da nascente e áreas adjacentes (trecho B)

Em um segundo momento realizou-se a ida à nascente do rio do Cedro e regiões adjacentes, onde foram coletados mais 5 pontos, posteriormente adicionados ao *Google Earth*, conforme Figura 4.12.

No Quadro A.2 do Apêndice A é possível verificar as coordenadas de cada um desses pontos e os respectivos impactos observados.

Figura 4.12 – Localização espacial dos pontos coletados no trecho B



Fonte: Adaptada de *Google Earth*, 2017.

A nascente do rio do Cedro encontra-se dentro dos limites do Parque Estadual da Lapa Grande, ou seja, fora da região urbanizada. No entanto, existe uma população rural pertencente a comunidades presentes nas áreas adjacentes, como, por exemplo, a comunidade de Buriti.

Dessa maneira, nesse trecho também foi possível observar a presença de alguns impactos antrópicos, em sua maioria em quantidade inferior a observada no trecho A (fator que pode ser comprovado pela comparação entre a quantidade de pontos recolhidos em ambos os trechos). Essa diferença mostra o quanto a urbanização afeta e influencia na ocorrência dos impactos ambientais.

No entanto, um impacto que se evidenciou nesse trecho em relação ao trecho A, foi a prática de atividades agrícolas e pecuárias (FIGURA 4.13) nas proximidades do rio, uma vez que, como dito anteriormente, a população das áreas adjacentes é caracterizada como rural e usam dessas práticas como meio de sustento. Assim, como no trecho anterior, a faixa que deveria ser preservada como mata ciliar se encontra quase ou totalmente ausente em praticamente todo o percurso, sendo substituída por plantios de culturas agrícolas e pastagens.

Figura 4.13 – Atividade pecuária realizada próxima ao rio do Cedro



Fonte: Do autor, 2017.

Notou-se também a presença de conflitos de uso d'água entre os usuários da região, devido aos barramentos feitos ao longo do curso d'água para acúmulo e uso próprio, além do uso exacerbado por parte de alguns produtores.

Em alguns trechos o rio se encontra seco e, apesar do rio do Cedro apresentar, naturalmente, áreas de surgências e insurgências ao longo do seu curso devido as características topográficas da região, percebe-se que esse fator é intensificado devido a baixa vazão decorrente dos impactos já citados.

No entanto, ainda que a quantidade de água também seja afetada nesse trecho menos urbanizado, vale ressaltar que a sua qualidade encontra-se visivelmente superior quando comparada ao trecho A, apresentando-se mais límpida e menos turva, conforme pode-se observar na Figura 4.14, e sem odor.

Figura 4.14 – Comparação entre a qualidade do rio no trecho A (i) e no trecho B (ii)



Fonte: Do autor, 2017.

O último ponto foi coletado na própria nascente, apresentada na Figura 4.15, localizada um pouco mais afastada das comunidades rurais. Nota-se que a nascente está visivelmente menos impactada que todos os trechos anteriores. A mata ciliar encontra-se bem preservada, sofrendo a interferência apenas em um lado da nascente, por onde passa uma estrada. Pode-se, inclusive, citar essa interferência como sendo o principal impacto causado nesse ponto.

Figura 4.15 – Nascente do rio do Cedro

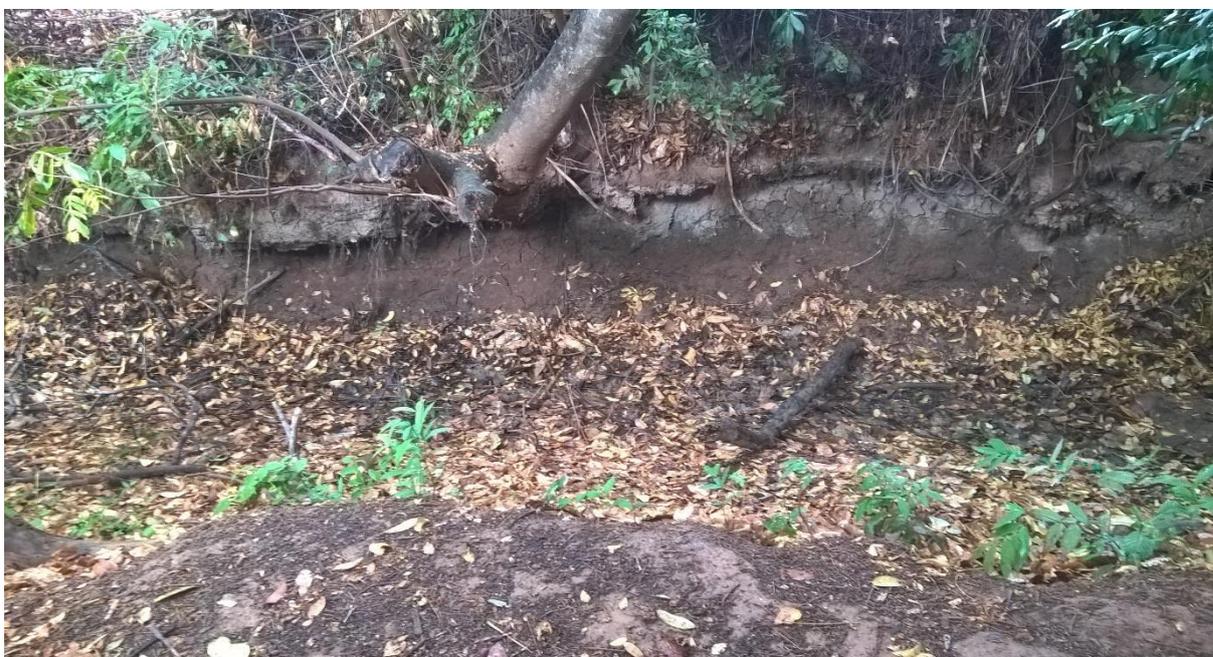


Fonte: Do autor, 2017.

4.3 Situação do rio do Cedro na época da coleta de água

Na época em que as amostras de águas foram coletadas, o rio do Cedro se apresentou em estado crítico. O trecho A, que anteriormente já estava com a vazão comprometida, porém, ainda com uma certa quantidade de água, se apresentou totalmente seco ao longo de todo o seu leito, conforme demonstrado na Figura 4.16, exceto pela água acumulada na barragem.

Figura 4.16 – Rio do Cedro seco ao longo do trecho A, durante a época da coleta de água, realizada aproximadamente 10 meses após a primeira ida a campo



Fonte: Do autor, 2017.

Os demais impactos observados anteriormente se mantiveram e, alguns deles, também foram agravados com o tempo.

4.4 Resultados da análise biológica da água

Os resultados dos testes confirmativos para os coliformes termotolerantes *Escherichia coli* apresentaram-se, em sua grande maioria, positivos, apresentando bolhas de gás dentro dos tubos de duham e visível alteração na turbidez do material (Figura 4.17).

Figura 4.17 – Análise de coliformes termotolerantes *Escherichia coli* e ocorrência de turvação dos tubos positivos



Fonte: Do autor, 2017.

Após a contagem de todos os tubos positivos e análise da Tabela A.1 do Anexo A, obteve-se um valor de superior a $1,6 \times 10^3$ NMP/100 mL de amostra, conforme demonstrado na Tabela 4.1, o que comprova a existência de uma alta contaminação por dejetos fecais, uma vez que as bactérias termotolerantes *Escherichia coli* possuem origem exclusivamente fecal.

Tabela 4.1 – Resultados do teste confirmativo para *Escherichia coli*

| Amostras | Diluições | Tubos positivos | NMP / 100 mL | Média NMP / 100 mL |
|----------|-----------|-----------------|--------------|--------------------|
| 1 | 10^{-1} | 5 | > 1600 | > 1600 |
| | 10^{-2} | 5 | | |
| | 10^{-3} | 5 | | |
| 2 | 10^{-1} | 5 | > 1600 | |
| | 10^{-2} | 5 | | |
| | 10^{-3} | 5 | | |
| 3 | 10^{-1} | 5 | 1600 | |
| | 10^{-2} | 5 | | |
| | 10^{-3} | 4 | | |

Fonte: Do autor, 2017.

No entanto, não foi possível detectar a causa real de tal impacto, devido a impossibilidade de coleta de amostras em outros pontos do rio devido a escassez de água apresentada na época da coleta.

5 CONCLUSÕES

Através do reconhecimento *in loco* foi possível realizar o diagnóstico hidroambiental dos trechos onde o rio do Cedro nasce e deságua, permitindo uma noção da situação em que o rio se encontra. No entanto, o diagnóstico qualitativo foi prejudicado devido às condições de vazão do curso d'água, uma vez que, dos pontos que seriam analisados inicialmente, apenas um ainda possuía água na data da coleta. Esse fato demonstra que, ao decorrer do tempo de execução do presente trabalho, o grau de gravidade de alguns impactos se intensificou, evidenciando o quão séria está a situação ambiental do rio.

Assim, é sugerido que estudos posteriores referentes a análise qualitativa da água do rio do Cedro sejam realizados, a fim de aprofundar as avaliações feitas no presente trabalho.

A identificação desses impactos quantitativos e qualitativos servirá de base e facilitará posteriores tomadas de decisões e propostas intervencionistas para a recuperação ambiental do rio do Cedro. Vale ressaltar que, devido às condições em que o rio se encontra, torna-se importante que essas medidas sejam tomadas urgentemente.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Márcia. **Análise microbiológica de caixas d'água de colégios estadual da cidade de Foz do Iguaçu - Paraná**. 2011. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2011.

APHA - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. Washington, APHA, 1985.

ARAÚJO, L. E. DE *et al.* Bacias hidrográficas e impactos ambientais. p. 1–18, 2003.

BARBOSA, Flavia Darre. **Diagnóstico hidroambiental da microbacia do córrego Novo Rincão - Rincão/SP**. 2012. 166 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95703>>.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm> . Acesso em 14 set. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 274 de 29 de novembro de 2000. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2000 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em 14 set. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> . Acesso em 14 set. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2011

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013. 150 p.

COLET, K. M. **Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial na bacia do córrego do Barbado, Cuiabá-MT**. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2012.

CRUVINEL, C. E. de O. **Diagnostico ambiental e plano de recuperação de uma nascente**. 2011. 12 f., Artigo (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Ambiental.

DAMASCENO, A. C. F. Manual sobre Restauração de Matas Ciliares. Volume I – Noções Gerais e Volume II – Modelos de Restauração. Salvador, 2011. Disponível em <http://www.iicabr.ica.org.br/wp-content/uploads/2016/09/PRODUTO-3-Andr%C3%A9-Damasceno1_Recupera%C3%A7%C3%A3o-Matas-Ciliares.pdf>. Acesso em 23 out. 2017.

DURÃES, M. C. O. *et al.* Levantamento florístico do estrato arbóreo de três fragmentos de floresta ciliar como subsídio à recomposição da vegetação do rio Cedro, Montes Claros – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 47-58, jan.-mar., 2014.

FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Manual do meio ambiente. Rio de Janeiro, v. 2, 2002. 126 p.

FRANCO, G. B. *et al.* Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Almada, BA. **Revista Geografia** (Londrina), v. 20, n. 3, p. 071-094, set./dez. 2011.

FOLEGATTI, M. V. *et al.* Gestão dos recursos hídricos e agricultura irrigada no Brasil. In: BICUDO, C.E. de M; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B.. (Org.). **Águas do Brasil análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 1, p. 15 -23, 2010.

FONTANELLA, A. *et al.* Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio da Ilha, Taquara, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, V. 7, p. 23-41, 2009.

GOMES, E.S; ALSELMO, M. E. O.; FILHO, W. D. L. As reuniões de equipe como elemento fundamental na organização do trabalho. R. Bras Enferm , Brasília, v. 53, n. 3, p. 472-480, Jul/set 2000.

GOOGLE. Google Earth website. <<http://earth.google.com/>> Acesso em 2017.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 206 p. 2001.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. Estud. av. [online], vol.22, n.63, pp.83-96, 2008. ISSN 0103-4014.

MARTINS, C. T.; FIOROTTI, J. L.; SIMAN, R. Efeitos do despejo de efluentes domésticos no rio Guaxindiba em Aracruz – ES. In: XIV Encontro Latino Americano De Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano De Pós-Graduação – Universidade Do Vale Do Paraíba, 2010, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/RE_0236_0625_01.pdf> Acesso em: 13 de setembro de 2017.

MATOS, A.T. Poluição ambiental: Impactos no meio físico. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2010. 260p

MATTHIENSEN, A. Monitoramento e diagnóstico de qualidade de água superficial. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis: [s. n.], 2014. 127 p.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008.

PINHEIRO, M. R. C. **Avaliação de usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos à bacia hidrográfica do rio Macaé**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Federal de Educação, Ciência Tecnológica Fluminense, Macaé, 2008.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

REBOUÇAS, A. da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Bahia Análise e Dados*, Salvador, v.13, n. especial, p.341-345, 2003.

REVISTA DE QUÍMICA INDUSTRIAL. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2015.

REVISTA EM DISCUSSÃO. Brasília: Senado Federal, 2014. p. 7.

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. Prefeitura de Sorocaba. Procedimento de operação padrão: análise de coliformes totais e termotolerantes por membrana filtrante. 2010. 7 p.

SCARE, R. F. **Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil**. Dissertação (Mestre em Administração) - Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo. 135p. 2003.

SILVA, T. D. M. **Avaliação da qualidade microbiológica da água de consumo em uma unidade de saúde de Belém, PA**. 2009. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal do Pará, Faculdade de Biomedicina.

SILVA, et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4 ed. 2010.

TUCCI, C. E. M. Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos. Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002. 150 p.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006, 302 p.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados* 22 (63), p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. 76p.

VIEIRA, *et al.* Estimativa de perda de solo por erosão hídrica utilizando técnicas de geoprocessamento na bacia do rio Cedro/MG. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

ANEXO A – Tabela

Tabela A.1 – Número Mais Provável (NPM) e intervalo de confiança a nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos em séries de cinco tubos

| Nº de tubos que apresentam reação positiva quando são utilizados | | | Índice de NMP por 100 mL | Limites de confiança 95% | |
|--|-----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
| 5 tubos de 10 mL | 5 tubos de 1 Ml | 5 tubos de 0,1 mL | | Inferior | Superior |
| 0 | 0 | 0 | < 2 | - | - |
| 0 | 0 | 1 | 2 | < 1 | 10 |
| 0 | 1 | 0 | 2 | < 1 | 10 |
| 0 | 2 | 0 | 4 | < 1 | 13 |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 11 |
| 1 | 0 | 1 | 4 | 1 | 15 |
| 1 | 1 | 0 | 4 | 2 | 15 |
| 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 18 |
| 1 | 2 | 0 | 6 | 1 | 18 |
| 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 17 |
| 2 | 0 | 1 | 7 | 2 | 20 |
| 2 | 1 | 0 | 7 | 2 | 21 |
| 2 | 1 | 1 | 9 | 3 | 24 |
| 2 | 2 | 0 | 9 | 3 | 25 |
| 2 | 3 | 0 | 12 | 5 | 29 |
| 3 | 0 | 0 | 8 | 3 | 24 |
| 3 | 0 | 1 | 11 | 4 | 29 |
| 3 | 1 | 0 | 11 | 4 | 29 |
| 3 | 1 | 1 | 14 | 6 | 35 |
| 3 | 2 | 0 | 14 | 6 | 35 |
| 3 | 2 | 1 | 17 | 7 | 40 |
| 4 | 0 | 0 | 13 | 5 | 38 |
| 4 | 0 | 1 | 17 | 7 | 45 |
| 4 | 1 | 0 | 17 | 7 | 46 |
| 4 | 1 | 1 | 21 | 9 | 55 |
| 4 | 1 | 2 | 26 | 12 | 63 |
| 4 | 2 | 0 | 22 | 9 | 56 |
| 4 | 2 | 1 | 26 | 12 | 65 |
| 4 | 3 | 0 | 27 | 12 | 67 |
| 4 | 3 | 1 | 33 | 15 | 77 |
| 4 | 4 | 0 | 34 | 16 | 80 |
| 5 | 0 | 0 | 23 | 9 | 86 |
| 5 | 0 | 1 | 30 | 10 | 110 |
| 5 | 0 | 2 | 40 | 20 | 140 |
| 5 | 1 | 0 | 30 | 10 | 120 |
| 5 | 1 | 1 | 50 | 20 | 150 |
| 5 | 1 | 2 | 60 | 30 | 180 |
| 5 | 2 | 0 | 50 | 20 | 170 |
| 5 | 2 | 1 | 70 | 30 | 210 |
| 5 | 2 | 2 | 90 | 40 | 250 |
| 5 | 3 | 0 | 80 | 30 | 250 |
| 5 | 3 | 1 | 110 | 40 | 300 |
| 5 | 3 | 2 | 140 | 60 | 360 |
| 5 | 3 | 3 | 170 | 80 | 430 |
| 5 | 4 | 0 | 130 | 50 | 390 |
| 5 | 4 | 1 | 170 | 70 | 480 |
| 5 | 4 | 2 | 220 | 100 | 580 |
| 5 | 4 | 3 | 280 | 120 | 690 |
| 5 | 4 | 4 | 350 | 160 | 820 |
| 5 | 5 | 0 | 240 | 100 | 940 |
| 5 | 5 | 1 | 300 | 100 | 1300 |
| 5 | 5 | 2 | 500 | 200 | 2000 |
| 5 | 5 | 3 | 900 | 300 | 2900 |
| 5 | 5 | 4 | 1600 | 600 | 5300 |
| 5 | 5 | 5 | >1600 | - | - |

Fonte: Adaptada de APHA, 1985.

APÊNDICE A - Quadros

Quadro A.1 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento *in loco* do trecho A, com os respectivos impactos observados

(Continua)

| Ponto coletado | Coordenadas (latitude/longitude) | Impactos observados |
|---|----------------------------------|---|
| 01 - Foz | 16°40'1.01"S 43°50'56.69"O | Desaguando no Vieira com baixa vazão |
| | | Lixo nos galhos de árvores |
| | | Assoreamento |
| | | Corte/desmatamento |
| | | Mau cheiro |
| 02 – Barragem (Ponto de banho dos moradores) | 16°40'0.35"S 43°50'57.59"O | Presença de lixo |
| | | Assoreamento |
| | | Marcas de queimada |
| | | Ausência de mata ciliar |
| | | Bomba/poço tubular da COTENOR na margem do rio |
| 03 - Criação de animais | 16°40'1.03"S 43°51'1.16"O | Cultivo de cana próximo ao rio |
| | | Algumas áreas visivelmente compactadas |
| | | Presença de animais confinados em área de APP |
| 04 - Final do Residencial Vitoria 1 | 16°39'59.53"S 43°51'2.99"O | Presença de lixo residencial (com desnível sentido o rio) |
| | | Queimada de lixo |
| | | Desmatamento com terra solta e destoca |
| | | Segundo morador, há a remoção de terra para uso em plantio e jardinagem, por empresa desconhecida |

Quadro A.1 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento *in loco* do trecho A, com os respectivos impactos observados

(Continua)

| Ponto coletado | Coordenadas (latitude/longitude) | | Impactos observados |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|--|
| 05 - Área de drenagem | 16°39'59.74"S | 43°51'3.80"O | Caixa de esgoto em más condições, entope e transborda na chuva, sentido ao rio |
| | | | Voçoroca ao entorno do cano de drenagem, que fica dentro da área de APP |
| | | | Presença de chácara na margem oposta |
| | | | Ausência de mata ciliar |
| | | | Cano de esgoto atravessando o rio (por cima) |
| 06 - Plantio | 16°40'0.36"S | 43°51'8.06"O | Assoreamento |
| | | | Plantio de frutíferas e hortaliças às margens do rio |
| | | | Lixo, entulho e queimada dos mesmos |
| | | | Campo de futebol perto do rio |
| | | | Compactação |
| 07 - Plantio margem oposta | 16°40'1.75"S | 43°51'8.14"O | Destoca na beira do campo |
| | | | Presença de bombas para irrigação |
| | | | Acúmulo de folhas e matéria orgânica em geral |
| | | | Assoreamento |
| | | | Árvore cortada para facilitar travessia do rio |
| Área de alto desnível | | | |

Quadro A.1 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento *in loco* do trecho A, com os respectivos impactos observados

(Conclusão)

| Ponto coletado | Coordenadas (latitude/longitude) | | Impactos observados |
|--|----------------------------------|---------------|--|
| 08 - Captação de água | 16°40'1.55"S | 43°51'9.33"O | 2 bombas instaladas destinadas a irrigação Plantio de horta na margem direita |
| 09 - Dreno água da chuva | 16°40'0.65"S | 43°51'12.05"O | Presença de dreno subterrâneo que pode acarretar problemas caso estoure Presença de fossa do vestuário |
| 10 - Pasto | 16°39'59.61"S | 43°51'13.80"O | Presença de pasto dentro da faixa reservada para mata ciliar |
| 11 - Manilha de esgoto | 16°39'59.47"S | 43°51'15.33"O | Lançamento de efluentes diretamente no rio (COPASA) Casas às margens com plantio de horta |
| 12 - Ocupação | 16°39'56.60"S | 43°51'14.70"O | Retirada de água do rio para regar horta Sitio na margem direita Barragem irregular no leito do rio |
| 13 - Ponte | 16°39'53.49"S | 43°51'14.95"O | Quantidade exacerbada de lixo |
| 14 - Sede da fazenda | 16°39'55.65"S | 43°51'27.89"O | Topografia não propicia escoamento superficial |
| 15 – Travessia para margem oposta | 16°40'8.68"S | 43°51'29.68"O | Assoreamento e processos erosivos Compactação do solo Presença de pegadas de gado Queimada Início de construção dentro da área de preservação permanente |

Fonte: Do autor, 2017.

Quadro A.2 – Coordenadas coletadas durante o reconhecimento *in loco* do trecho B, com os respectivos impactos observados

| Ponto coletado | Coordenadas (latitude/longitude) | | Impactos observados |
|---|----------------------------------|---------------|--|
| 01 - Córrego Buriti / Ponte | 16°39'18.10"S | 43°59'41.60"O | Baixa vazão, porém, a água se apresenta límpida Possui mata ciliar, no entanto, com extensão muito abaixo da imposta pelo Código Florestal |
| 02 - Córrego Buriti / Segunda Ponte) | 16°40'21.90"S | 44° 0'7.60"O | Córrego seco Está ocorrendo cercamento por moradores da comunidade Ausência de mata ciliar Presença de dejetos de animais |
| 03 - Trecho Rio Cedro | 16°40'27.00"S | 44° 0'15.30"O | Rio correndo com baixa vazão |
| 04 - Área de conflito de água | 16°40'30.90"S | 44° 0'19.70"O | Prática de atividades agrícolas próximas ao rio Relato de morador: há um tempo atrás desviaram o rio para facilitar a irrigação dessa área de cultivo Queimadas Relato de morador: há pouco tempo houve conflito entre usuários devido barramento do rio |
| 05 - Nascente | 16°41'24.10"S | 44° 0'41.60"O | Se encontra dentro dos limites do Parque Estadual da Lapa Grande, o que restringe o acesso de pessoas A nascente está visivelmente preservada, com uma profundidade de aproximadamente 1,5m A mata ciliar está protegida, exceto pela interferência, em um dos lados, de uma estrada |

Fonte: Do autor, 2017.