

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**Jacyara Soares Dias**

**Análise do estado de conservação das nascentes do Córrego  
da Pindaíba em Tocantins-MG**

**Juiz de Fora  
2018**

**Jacyara Soares Dias**

**Análise do estado de conservação das nascentes do Córrego  
da Pindaíba em Tocantins-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitária.

Área de concentração: Engenharia de Água e Solo

Linha de pesquisa: Conservação de Água e Solo

Orientador: Jonathas Batista Gonçalves Silva

**Juiz de Fora**

**2018**

**“Análise do estado de conservação das nascentes do Córrego  
da Pindaíba em Tocantins-MG”**

**Jacyara Soares Dias**

Trabalho Final de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com o artigo 9º da Resolução CCESA 4, de 9 de abril de 2012, estabelecida pelo Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 06 de Dezembro de 2018.

Por:

---

**Prof. DSc. Jonathas Batista Gonçalves Silva  
(Orientador)**

---

**Prof. Me. Fabiano Cesar Tosetti Leal**

---

**Prof. DSc. Maria Helena Rodrigues Gomes**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar o meu caminho durante essa grande etapa e permitir que este sonho se tornasse realidade.

Agradeço aos meus pais, Anália e Luiz Carlos por todo incentivo, apoio e por sempre acreditar nos meus sonhos e fazer deles, os seus. Obrigada pelo amor incondicional e por não medir esforços para que eu vencesse mais essa etapa, sem vocês nada disso seria possível!

Aos meus amigos que tiveram presente nessa jornada, obrigada pelo carinho, compreensão e apoio.

Agradeço aos professores de todo departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, por todo ensinamento durante esses anos, principalmente aos professores Jonathas, Fabiano e Maria Helena pelos conhecimentos compartilhados para que este trabalho chegasse até o final.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram e torceram de alguma forma para a realização deste sonho!

## RESUMO

O estudo da situação das nascentes dos córregos e rios brasileiros são de extrema importância. Essas áreas estão cada vez mais sendo degradadas em decorrência da expansão urbana, uso sem controle dos recursos hídricos e pouca ou total ausência de vegetação nas áreas consideradas por lei como Áreas de Preservação Permanente. O presente trabalho foi realizado nas nascentes do Córrego da Pindaíba, localizado na cidade Tocantins – Minas Gerais. O objetivo deste estudo foi caracterizar o estado de conservação de 10 nascentes e os impactos ambientais que ocorrem no entorno delas. Para a avaliação das nascentes foi utilizado a metodologia do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), no mês de junho de 2018. Este protocolo garante uma análise imediata de um local impactado, sem a necessidade de exames laboratoriais demorados. Foram avaliados alguns parâmetros neste protocolo, como por exemplo cobertura e o estado de conservação da APP, tipo de ocupação e o estado de conservação da mata de topo de morro, cercanias das nascentes, presença de animais e a extensão de APP, em categorias descritas e pontuadas de 1 a 5. O somatório das pontuações dos parâmetros refletem no nível do estado de conservação das nascentes. Para a análise dos fatores ambientais observados e os impactos ambientais relacionados, foi utilizada a metodologia de “rede de interação”, em que foi feito um esquema apresentando os impactos relacionados com cada processo gerador de impacto relacionado no *check-list*. Com os resultados obtidos, concluiu-se que 50% das nascentes obteve a classificação regular, 30% tiveram o estado de conservação ruim e apenas 20% como boa. Destaca-se que nenhuma nascente se enquadrou com qualidade ótima. No diagnóstico ambiental da área, a falta de vegetação foi o ponto de partida, afetando o meio biótico e o meio físico. Assim, foram apresentadas medidas mitigadoras para a recuperação e conservação dos recursos hídricos, garantindo assim uma melhor qualidade da água.

**Palavras-chaves:** Degradação, impactos ambientais, Área de Preservação Permanente

## Sumário

1	Introdução .....	1
2	Objetivos .....	3
2.1	Objetivo Geral .....	3
2.2	Objetivo Específico.....	3
3	Revisão Bibliográfica.....	4
3.1	Nascentes .....	4
3.2	Manejo da Bacia Hidrográfica .....	8
3.3	Código Florestal .....	11
3.4	Avaliação de Impactos .....	14
3.4.1	Disposição dos Resíduos Sólidos.....	14
3.4.2	Processos Erosivos .....	15
3.4.3	Atividade Pecuária e Atividades de pastagens .....	15
3.4.4	Uso de Agrotóxico .....	16
3.4.5	Práticas de Desmatamento e Queimadas .....	16
4	Materiais e Métodos .....	17
4.1	Área de Estudo .....	17
4.2	Estudo de Conservação .....	18
4.3	Identificação e avaliação aos danos ambientais da APP do córrego da Pindaíba.....	20
4.4	Medidas Mitigadoras .....	21
5	Resultados e Discussão.....	22
5.1	Análise do estado de conservação das nascentes .....	22
5.2	Avaliação de Impactos .....	355
5.2.1	Check-list.....	355
5.2.2	Redes de interação.....	388
5.3	Medidas Mitigadoras .....	399
6	Conclusão .....	455
7	Referências Bibliográficas.....	466

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Protocolo de Avaliação Rápida adaptado para nascentes .....	19
Tabela 2 Classificação aplicada às nascentes estudadas .....	20
Tabela 3 Quantificação das Análises dos parâmetros .....	23
Tabela 4 Classificação de impactos ambientais.....	35

## Lista de Figuras

Figura 1 Nascente com proteção incompleta no seu entorno, .....	8
Figura 2 Bacia Hidrográfica do Rio Pomba .....	17
Figura 3 Área de estudo - Microbacia do Córrego da Pindaíba.....	18
Figura 4 Localização das Nascentes avaliadas.....	22
Figura 5 Classificação das nascentes através do PAR .....	244
Figura 6 Área das nascentes classificadas como Boa .....	255
Figura 7 Área das nascentes classificadas como Ruim .....	266
Figura 8 Avaliação da cobertura do solo da área interna a APP .....	277
Figura 9 Avaliação do Estado de Conservação da APP .....	277
Figura 10 Avaliação da Extensão da APP das nascentes.....	288
Figura 11 Cobertura vegetal de nascentes avaliadas .....	288
Figura 12 Avaliação de presença de animais.....	299
Figura 13 Avaliação de cercamento das nascentes .....	30
Figura 14 Nascentes avaliadas com presença de animais .....	30
Figura 15 Nascentes avaliadas com lançamento de efluente doméstico e cercamento incorreto.....	311
Figura 16 Nascentes avaliadas com presença de resíduos sólidos e presença de plantio que ocorre aplicação de agrotóxico .....	311
Figura 17 Avaliação da ocupação da mata de topo de morro .....	333
Figura 18 Avaliação do estado de conservação da mata de topo de morro.....	333
Figura 19 Avaliação das matas de topo de morro das nascentes.....	344
Figura 20 Áreas entorno das nascentes com carência de vegetação .....	366
Figura 21 Deposição de sedimentos no Córrego da Pindaíba .....	377
Figura 22 Rede de interação dos impactos causados no Córrego da Pindaíba.....	399
Figura 23 Exemplo de terraços .....	444
Figura 24 Exemplo de caixa de retenção .....	444

## 1 Introdução

A água é um recurso natural de alto valor econômico e essencial à sobrevivência. Mas nem sempre é encontrada de forma acessível e de boa qualidade, isso pelo fato de ações como desmatamento de encostas e das matas ciliares, além do uso inadequado dos solos, vêm contribuindo para a diminuição da quantidade e características da água, com isso comprometendo a saúde da população bem como risco de extinção das nascentes. (COSTA, SOUZA, BRITES, 1996).

O Brasil possui uma distribuição desigual de água doce entre as regiões, apesar de ser o país com maior disponibilidade deste bem. Em 2014 foi registrada uma grande crise hídrica, a começar pela região sudeste e em grandes centros urbanos, advinda de um problema grave de seca e de gestão inadequada dos recursos naturais (PENA, 2016).

Em vista os usos preponderantes da água, a irrigação de agricultura é a principal desfrutadora deste bem, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 72% da água captada no país é utilizada na produção agrícola. De acordo com o órgão, responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União (tais como rios, que percorrem mais de uma unidade da federação), possuía, em 2014, cerca de 4.350 outorgas válidas para irrigação, totalizando 620 mil hectares. No entanto, devido ao uso racional de sua utilização, existem as tecnologias de irrigação avançadas de suma importância, que garantem tanto qualidade e produtividade quanto um consumo consciente da mesma. Dentre as tecnologias existentes nos sistemas de irrigação, cita-se irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada.

A exploração inadequada dos recursos naturais de forma cada vez mais desordenada, têm promovido inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes. Os mananciais hídricos precisam ser conservados, pois deles depende o abastecimento de água para a população e garantia do equilíbrio ecológico. Mananciais são corpos de água superficiais ou subterrâneos utilizados para abastecimento. Nascentes, rios, aquíferos e lagos são alguns exemplos de potenciais mananciais (IBGE 2004).

Para Rodrigues et al. (2006), as nascentes podem perder sua capacidade qualitativa e quantitativa quando são alteradas por atividades antrópicas, pelo uso e ocupação em seu entorno e na área de recarga do lençol freático. Uma das grandes causas para

degradação hídrica é a falta de saneamento rural, ou seja, disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, podendo carrear sedimentos com excesso de nutrientes, resíduos de agrotóxicos e dejetos de animais, comprometendo assim o reabastecimento e a qualidade da água (CRISPIM et. al, 2012).

Hoje os estudos envolvendo os recursos hídricos têm como princípio analisar toda a bacia hidrográfica, suas características físicas, as atividades nela desenvolvida, o tipo de manejo empregado entre outros. Vários fatores contribuem para a alteração da qualidade da água dos mananciais, por isso é necessário um gerenciamento adequado deste bem.

Um instrumento possível de ser utilizado como ferramenta complementar no monitoramento dos recursos hídricos, são os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), os quais tem a proposta de avaliar, de forma integrada, parâmetros que determinam a qualidade dos condicionantes físicos das nascentes (RODRIGUES e CASTRO, 2008a). Por definição, os PARs são ferramentas que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semi-quantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (CALLISTO et al, 2002, RODRIGUES e CASTRO, 2008).

As estratégias de preservação das nascentes devem englobar pontos básicos como: controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica. Uma nascente desprotegida é muito suscetível à erosão, tendo em vista que tanto a água da chuva quanto a água que sai da nascente são elementos causadores de erosão.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho realizar a caracterização e avaliar o estado de conservação de nascentes do Córrego da Pindaíba, no município de Tocantins, MG, Zona da Mata e, assim subsidiar propostas e atividades de manejo e educação ambiental para melhorar a preservação das mesmas.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o estado de conservação das Áreas de Conservação Permanentes (APPs) das nascentes do Córrego da Pindaíba.

### **2.2 Objetivo Específico**

- Avaliar quais os principais atores responsáveis pelo estado de conservação das nascentes.
- Propor medidas mitigadoras para as Áreas de Preservação Permanente (APP).

### **3 Revisão Bibliográfica**

#### **3.1 Nascentes**

Nascentes são manifestações superficiais de lençóis freáticos, que dão origem a cursos d'água ou uma fonte de água de acúmulo como, por exemplo, as represas. Nas propriedades agrícolas, as nascentes precisam ser tratadas cuidadosamente, devido ao seu valor inestimável, para assim fornecer uma água de boa qualidade, de forma abundante e contínua. Uma nascente ideal seria localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, facilitando assim a distribuição por gravidade, sem necessidade de gasto de energia.

A localização das nascentes pode ser em encostas ou depressões do terreno, ou ainda, no nível de base representado pelo curso d'água local. Elas possuem algumas classificações: perenes, ou seja, possui fluxo contínuo, temporárias com fluxo apenas nas estações chuvosas, e efêmeras que surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas (CALHEIROS et al., 2004). Segundo Linsley e Franzini (1978), quando a descarga de um aquífero se concentra em uma pequena área localizada, tem-se a nascente ou olho d'água. Esta classificação é de nascentes sem acúmulo d'água inicial, é comum quando ocorre o afloramento em terreno declivoso, surgindo em um único ponto em decorrência de a inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta. São exemplos desse tipo as nascentes de encosta e de contato.

Outro exemplo são as veredas, que se dão quando a superfície freática ou um aquífero artesiano interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espraiado numa área, o afloramento tenderá a ser difuso, formando um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno, originando as veredas.

Segundo PINTO et al., 2004, há diversos motivos que alteram a quantidade e qualidade da água das nascentes de uma bacia hidrográfica, destacam-se a declividade, o tipo e o uso do solo, principalmente nas zonas de recargas, que são responsáveis pela drenagem da água até a nascente. A preservação desta água depende da conservação dos outros recursos naturais existentes no sistema.

As nascentes possuem algumas estratégias para a preservação, nas bacias com cobertura de floresta natural, a vegetação promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), sendo

essas áreas muito importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade. Como já mencionado, a disponibilidade hídrica em corpos d'água e reservas de água potável do meio rural é fundamental, não só para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, como também para o abastecimento dos centros urbanos, para a produção industrial e para a geração de energia. Com a necessidade de preservar estas áreas a fim de limitar as interferências do homem, foi criada a Área de Preservação Permanente (APP), que são áreas cobertas ou não por plantaçao nativa, com a finalidade de preservar os recursos hídricos, fauna, flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população. A mata ciliar constitui um sistema essencial ao equilíbrio ambiental e, portanto, deve representar a preocupação central para o desenvolvimento rural sustentável.

O desmatamento dessas matas ciliares, possibilita o assoreamento, aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, erosão e comprometimento da fauna (OLIVEIRA-FILHO et al. 1994). Quando se compara uma microbacia de uso agrícola, com uma de uso florestal, há uma maior perda de nutriente e um elevado transporte de sedimentos na de uso agrícola, isso porque os sistemas aquáticos são receptores das descargas resultantes das várias atividades humanas nas bacias hidrográficas. (MARGALEF, 1983).

Um exemplo da importância da preservação da nascente para a agricultura foi na cidade de Itaocara, mais de 160 nascentes de água foram protegidas por agricultores preocupados com uso racional dos recursos hídricos. Neste local eles cercaram as nascentes onde impediram a passagem dos animais, com isso possibilitou que a vegetação crescesse com vigor. Após a proteção da nascente, os produtores rurais investiram no sistema de irrigação localizada por gotejamento, no qual a água é enviada para a planta de forma direcionada, por meio de pressão em tubos de plástico, evitando o desperdício hídrico. Como a infiltração acontece de forma direta no solo, o aproveitamento hídrico é de 95%. Além de a nascente disponibilizar mais água devida está protegido, o líquido dela é mais bem aproveitado pelo fato de ser irrigação por gotejamento. Isso traz benefício para o meio ambiente e para o produtor, uma vez que, sua intenção é uso eficiente da água na medida necessária para garantir a saúde dos vegetais. Neste exemplo citado, alguns produtores possuem uma prática agroecológica em que o solo não passa por aeração, em vez disso, após a colheita, o solo recebe camadas de palha, que ajudam na absorção e armazenamento de água

sempre que chove. Com a aração, formam-se sulcos na terra após as chuvas e a água é escoada, levando consigo nutrientes indispensáveis ao solo. Com isso, em época de seca, possui o privilégio de sempre possuir água para a irrigação. Outra ação bastante importante na cidade de Itacoara foi à plantação de espécies nativas em torno da nascente realizada pelos produtores rurais, ajudando o processo natural de regeneração da vegetação. Os produtores rurais ficaram satisfeitos com os resultados de suas ações para melhorar o meio ambiente e proteger as nascentes.

Para a recuperação e preservação das nascentes e mananciais em propriedades rurais, podem-se adotar algumas medidas de conservação e proteção do solo e da vegetação que englobam desde a eliminação das práticas de queimadas até o enriquecimento das matas nativas (CARVALHO, 2004).

A fim de evitar que as interferências sem critérios nas nascentes e ao longo dos cursos d'água venham causar danos irreversíveis à rede natural de drenagem, visando, portanto, preservar os recursos hídricos para o bem do ambiente como um todo, na utilização de uma nascente, há que se respeitar e atender a legislação específica de recursos hídricos, como exemplo a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabelece que em torno das nascentes, deve-se manter uma APP de raio mínimo de 50 metros. De modo geral, a legislação vigente tende a simplificar a regularização de pequenas interferências nas nascentes e garantir que os barramentos tenham tanta estabilidade como capacidade de extravasar as vazões de cheia e a vazão mínima para jusante (Vazão Q7,10).

O uso inadequado dos recursos naturais está crescendo no decorrer dos anos de forma desordenada, através de atividades como práticas agrícolas prejudiciais, desmatamentos, atividades extrativistas agressivas e construção indiscriminada de barramentos, têm promovidos diversos problemas ambientais, principalmente em áreas de nascente (Valente e Gomes 2011).

Mesmo apresentando grande importância ambiental, as nascentes continuam sendo degradadas. A proteção das APP's é fundamental para a preservação das nascentes e cursos d'água. A redução destas apresenta como consequência a erosão dos solos, diminuição da biodiversidade no local e degradação de grandes áreas (OLIVEIRA et al., 2012). Outra consequência é no abastecimento, a falta de proteção destas, causa um menor estoque de água nos lençóis, com menor disponibilidade para as propriedades, maior período de escassez nas estiagens prolongadas, redução do

nível das represas, aumento das enxurradas, carregando solos, causando destruição e assoreamento de rios e represas.

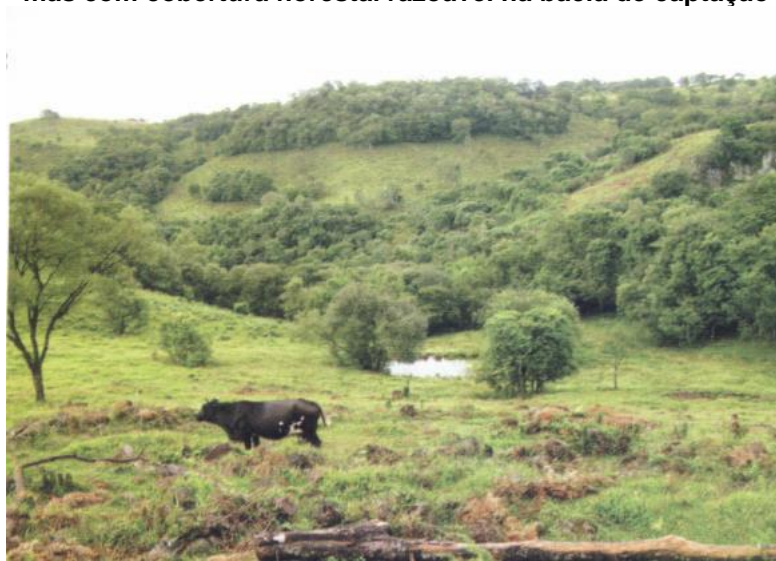
Rocha et al. (2012) caracterizaram oito nascentes da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, MG e sub-bacia do Rio Paraibuna, através da análise da qualidade da água e da aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) em um ambiente protegido, afim de diagnosticar se as mesmas sofreram alterações antrópicas significativas ao longo do tempo. Após a aplicação do PAR nas nascentes estudadas, verifica-se que por estarem localizadas em uma área de proteção ambiental, não há mudanças significativas na sua estrutura física que possam prejudicar a qualidade da água. Concluíram que, com os resultados preliminares obtidos, as nascentes estudadas do Jardim Botânico de Juiz de Fora apresentam ótimo estado de conservação, com boa qualidade da água para fins ecológicos e paisagísticos, apesar de ser um parque situado em meio a uma zona urbana. Callisto et al. (2002) também aplicaram um PAR da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ), como ferramenta de ensino e pesquisa, avaliando a preservação das condições naturais em Unidades de Conservação e em estudos de Impacto Ambiental em áreas degradadas. As áreas avaliadas por esse protocolo foram classificadas como naturais, alteradas e impactadas, enfatizando que ainda é necessário considerar os parâmetros de caracterização dos habitats individualmente, visando uma melhor interpretação das condições ecológicas. Esse método se tornou uma ferramenta importante no treinamento de pessoal e o protocolo utilizado como ferramenta de avaliação rápida foi útil em atividades de pesquisa e ensino nas diversas áreas de Ecologia e Ciências Ambientais.

A presença de mata ou faixas de árvores nas partes mais altas das bacias de captação reduz os efeitos gerados pela não proteção das nascentes, tanto pelo aumento da infiltração como pela redução da velocidade superficial da água (Figura 1). Segundo Martins (2007), a mata ciliar também é fundamental na proteção dos corpos d'água e das nascentes contra o assoreamento, a contaminação química, como agrotóxicos e em vários casos, como em zonas rurais, são os únicos remanescentes florestais e acabam sendo também essenciais à conservação da fauna.

Proteger as nascentes não inviabiliza o uso de suas águas, no caso de presença de

animais, o correto é não permitir o contato direto com as águas, pois além de contaminação, eles podem causar erosão nas margens, desvalorizando a propriedade e prejudicando os vizinhos a rio a baixo. Uma solução adequada é a instalação de bebedouros do lado de fora do cercamento das nascentes, córregos ou represas, medida simples, de baixo custo e fácil manutenção. O uso de herbicidas e outros agrotóxicos deve ser também evitado no entorno das nascentes.

**Figura 1 Nascente com proteção incompleta no seu entorno, mas com cobertura florestal razoável na bacia de captação**



Fonte: Martins (2007)

Um dos principais passos para proteção das nascentes é o isolamento da área com cercas convencionais, proibindo o acesso dos animais e pessoas. Dependendo do uso e ocupação da área a ser recuperada, mudas de espécies nativas podem aparecer já pouco depois do cercamento, restaurando a área protetora das nascentes. A recuperação da vegetação será mais rápida quanto mais criarmos condições favoráveis.

### **3.2 Manejo da Bacia Hidrográfica**

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma

rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

O ciclo hidrológico faz com que a água sofra algumas mudanças em sua qualidade, isso se deve pelo fato de que nas condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente, quando os recursos hídricos são influenciados para qualquer tipo de uso em uma determinada região como, por exemplo, para suprir indústrias, a agricultura, a demanda dos centros urbanos, as alterações do solo (ANEEL/ANA, 2001).

A bacia hidrográfica possibilita uma abordagem integrada de vários aspectos que intervêm no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental. As transições dos aspectos do solo na maioria das vezes advindas de ações antrópicas alteram constantemente a paisagem com o passar dos anos, e dentro de uma bacia hidrográfica essas modificações geram inúmeras consequência na qualidade e disponibilidade da água. Assim o manejo e a preservação dessas unidades reduzem efeitos negativos ao meio ambiente. (PORTO, 2008).

Os efeitos negativos causados pela falta de conservação e proteção das águas geram consequências, ocasionando contaminação das águas subterrâneas, maior concentração de metais pesados, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e nitratos presentes nos corpos d'água, conduzindo para uma degradação ambiental.

Um dos maiores problemas na bacia hidrográfica é a impermeabilização do solo, tanto nas zonas rurais, quanto nos centros urbanos, este com mais intensidade, pois diminui a infiltração do solo, aumentando o escoamento superficial e acarretando maiores enchentes, com isso prejudicando a qualidade de vida das pessoas. As constantes mudanças no uso do solo provocam significativas alterações no balanço de água, com reflexos nas camadas superficiais e subsuperficiais, ocorrendo erosão, transporte de sedimentos e elementos químicos bioativos, causando modificações no sistema ecológico e na qualidade da água (BOLIN e COOH, 1983, citados por TOLEDO, 2001). Segundo Pandey, Chowdary e Mal (2007), é necessário então, conhecimento sobre as condições físico-químicas e sobre o processo antrópico é de suma importância para condução de propostas de planejamento e de gestão dos recursos hídricos, com vista para o uso e manejo sustentável desse recurso natural.

No Brasil a gestão dos recursos hídricos se deu primeiramente com o Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, conhecido como Código das Águas, o qual

considera as águas como recursos naturais renováveis. Com isso, observa-se que na época, os recursos hídricos eram utilizados de forma indiscriminada para proporcionar o desenvolvimento industrial e agrícola do país. A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a qual 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 8.001/90, que modificou a Lei nº 7.990/89, modificaram a classificação quanto ao domínio da água, buscando também, o uso e o aproveitamento das águas no país, preocupando-se com a atualização do tratamento, tendo em vista incentivar e controlar o uso industrial e suprir as exigências do ramo hidráulico, mantendo a prioridade ao desenvolvimento econômico. O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, criado pela Lei nº 9.433 deve cumprir os seguintes objetivos: coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos ligados ao uso da água; implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e promover a cobrança pelo uso da água. Nesse horizonte, integram-se ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos de governo cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as Agências de água. Em Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), por meio da coordenação do Projeto Águas de Minas, é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do estado. Em execução desde 1997, o programa disponibiliza uma série histórica de dados da qualidade das águas e gera informações indispensáveis ao gerenciamento efetivo dos recursos hídricos (IGAM, 2011).

O monitoramento e a avaliação da qualidade da água permitem a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades, tais como planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2011). Trata-se de estratégias importantes para o manejo sustentável do uso dos recursos hídricos. A avaliação da qualidade da água inclui monitoramento, análise dos dados, elaboração de relatórios e disseminação de informações sobre as condições do ambiente aquático (BOYACIOGLU e BOYACIOGLU, 2008).

O estudo do uso inadequado das terras é de grande importância, pois, boa parte das propriedades rurais apresenta algum tipo de uso conflitante da terra (MOREIRA et al, 2003; MOREIRA, 1999; COSTA et al. 1996; ALVES, 1993). O instrumento legal mais importante para disciplinar o uso da terra é o Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 4.771/65, que nos artigos 2º e 3º, trata das áreas de preservação permanentes (APPs).

### **3.3 Código Florestal**

As discussões acerca das questões ambientais têm se intensificado nos últimos anos por diversas razões, como, por exemplo, o contínuo desmatamento nos biomas brasileiros, escassez hídrica, aumento da temperatura global, extinção de espécies da fauna e flora e outros.

Segundo Young (2006), a perda de áreas florestadas, em particular as de Mata Atlântica, está historicamente relacionada à forma de ocupação territorial e ao modo de produção estabelecidos no Brasil rural desde o início da era colonial. Considerando que o Brasil esteve sujeito a uma colonização de exploração, verifica-se que as atividades desenvolvidas no território brasileiro estiveram relacionadas, direta e indiretamente, à exploração de recursos naturais. Young (2006) cita a extração do Pau-Brasil, os ciclos da cana-de-açúcar, do ouro e do café e a pecuária como atividades ligadas ao uso predatório de recursos naturais, com graves danos ao meio ambiente. Embora o auge da extração dos recursos acima mencionados tenha ocorrido ao longo dos séculos XV a XIX (YOUNG,2006), observa-se que atualmente a degradação ambiental se mantém por diversos fatores, tais como, extrativismo vegetal, geração de energia, mineração, expansão industrial e urbana, e principalmente, avanço da atividade agropecuária.

Devido à forte expansão cafeeira, principalmente na região sudeste, em 1934 foi criado o Primeiro Código Florestal Brasileiro, já que partes das florestas estavam sendo substituídas por plantações de café. Esse código obrigava os donos de terras a manterem 25% da área de seus imóveis com a cobertura original.

Segundo Resende (2006), no período colonial o ordenamento jurídico ambiental brasileiro tinha como único objetivo a proteção dos bens econômicos de interesse dos colonizadores, sem se preocupar com a conservação e proteção. Esse mesmo paradigma se manteve ao longo dos séculos XVI a XIX durante os ciclos do açúcar,

gado, ouro e café, que apesar das enormes diferenças nas formas de produção e distribuição desses produtos, essas atividades estiveram ligadas ao uso predatório de recursos naturais, com graves danos ao meio ambiente (YOUNG, 2006).

Dessa forma, em 2010, a Comissão Especial do Código Florestal aprovou a proposta do deputado Aldo Rebelo para modificação do Código Florestal Brasileiro. A proposta de revisão do código florestal fundamentou-se na necessidade de ampliar o crescimento econômico por meio do aumento da produtividade do agronegócio, tradicional pilar da economia brasileira desde os tempos da colonização, e para isso seria necessário mudanças no âmbito do mesmo no sentido de flexibilização dos impedimentos ambientais e de ajustamento da situação das propriedades irregulares (STECKELBERG, 2014).

O Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, da Reserva Legal e das APP's, dispõe também sobre a exploração florestal, controle da matéria-prima, prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. 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 (BRASIL, 2012).

Essa lei institui as regras gerais sobre onde e de que forma a vegetação nativa do território brasileiro pode ser explorada. Ele determina as áreas que devem ser preservadas e quais regiões são autorizadas a receber os diferentes tipos de produção rural.

O novo Código Florestal, Lei 12.651/2012 entrou em vigor em maio de 2012, quando modificou a Lei anterior em vários artigos e trouxe novidades como a “regra da escadinha”, que define que quanto maior a propriedade, maior a recomposição da vegetação e o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é um registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais cujo objetivo é de integrar as informações ambientais

Entre os conceitos citados no Novo Código Florestal estão alguns já conhecidos no código anterior e outros recém-criados, sendo os principais destacados abaixo:

1. Área de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente (APP) foram instituídas por lei, como forma de mitigar os impactos ocasionados pela ação natural e antrópica ao meio ambiente, sendo assim, vital para manutenção e preservação da fauna, flora, margens de rios, lagos e nascentes, atuando na diminuição e filtragem do escoamento superficial e do carregamento de sedimento para os cursos d'água

As faixas que margeiam cursos d'água devem ter 30, 50, 100, 200 e 500 metros - contados a partir da borda da calha regular - para os corpos d'água com larguras inferiores a 10 m, entre 10 e 50, entre 50 e 200, entre 200 e 600 e maiores que 600 metros, respectivamente. Para lagos e lagoas naturais a faixa a ser preservada deve ser de 50 metros para lagos com área superficial menor que 20 hectares e de 100 metros para áreas superiores a esse valor.

Em torno das nascentes, deve-se manter uma APP de raio mínimo de 50 metros.

São consideradas APP também as encostas com inclinação maior ou igual a 45° e áreas com altitudes maiores que 1800 metros. Para topos de morros que possuam altura mínima de 100 metros e inclinação mínima de 25°, deve-se proteger o 1/3 superior, sendo o fracionamento contado a partir da base, segundo o plano horizontal adjacente ou ponto de sela mais próximo.

A recuperação das faixas marginais a corpos d'água será função do tamanho da propriedade, independente da largura do mesmo. Largura das faixas: 5, 8, 15 e 20 a 100 metros para imóveis menores que um módulo fiscal, de um a dois, de dois a quatro e maiores que quatro módulos fiscais, respectivamente.

Para nascentes a recuperação deve ser de um diâmetro mínimo de 15 metros; para lagos e lagoas, os parâmetros são os mesmos utilizados para corpos d'água, salvo para imóveis com área maior que quatro módulos fiscais, sendo nesse caso exigida uma largura mínima para a área de recuperação de 30 metros.

## 2. Reserva Legal (RL)

É a área de mata nativa que deve ser preservada dentro da propriedade. A área a ser protegida na Amazônia Legal corresponde a 80% da propriedade; 35% no cerrado; e 20% em áreas de campos gerais e em outras regiões do Brasil. As APP's passaram a ser incluídas no cálculo da área de RL.

## 3. Área Consolidada

Quando se tratar de uma Área Consolidada (áreas com uso consolidado até 22 de julho de 2008) será permitido continuidade das atividades agrossilvipastoris, de

ecoturismo e de turismo rural. Ficam isentos os proprietários de áreas rurais consolidadas das multas e sanções previstas na lei em vigor.

### **3.4 Avaliação de Impactos**

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 01, 23/01/1986, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.

Os métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos utilizados para coletar, analisar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas originadas de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente. Existem diversos métodos para avaliar o impacto ambiental, a escolha do melhor método envolve a disponibilidade de dados, características intrínsecas do tipo de empreendimento e dos produtos finais pretendidos. Os métodos mais utilizados são AD HOC, checklist, matrizes de interação, redes de interação, superposição de cartas, simulação e combinação de métodos.

As transformações ocorridas no meio ambientes são na maioria das vezes pela ação antrópica, sendo elas quase sempre negativas. Estas ações vêm se intensificando conforme suas necessidades e também a utilização de recursos naturais para sua vivência.

São vários motivos que comprometem a conservação dos mananciais, mas levando em consideração do estado de conservação das nascentes, alguns parâmetros podem ser apontados como os principais contribuintes para os impactos ambientais gerados no corpo hídrico, como se verifica a seguir.

#### **3.4.1 Disposição dos Resíduos Sólidos**

Os resíduos sólidos são causadores de contaminação dos recursos hídricos, é de grande importância a destinação adequada dos mesmos, principalmente nas zonas

rurais, caracterizado por populações com menor acesso as medidas de saneamento altamente impactantes, interferindo na qualidade dos mananciais. Como no caso da destinação final das embalagens de agrotóxicos, que deverão ocorrer a devolução das embalagens vazias aos estabelecimentos que foram adquiridos

### **3.4.2 Processos Erosivos**

O processo erosivo natural caracterizado pelo desprendimento e arrastes das partículas, é causado pela chuva ou vento, este processo vem se intensificando pela ação do homem.

O principal agente erosivo é a água que não infiltra no solo, seja por deficiência da cobertura vegetal, por compactação ou impermeabilização dos solos. Desta forma a erosão hídrica é um dos problemas mais sérios da agricultura, pois reduz a capacidade produtiva do solo, transporta sedimentos, nutrientes e agroquímicos, causando problemas na qualidade e disponibilidade da água (MERTEN et al., 1995). A medida que vai se aumentando o desmatamento, o processo erosivo tende a se intensificar, uma vez que os solos ficam desprotegidos de vegetação, com isso as chuvas caem diretamente sobre a superfície do terreno. Como consequência há alteração da qualidade da água, devido à grande quantidade de sedimentos dentro da nascente.

### **3.4.3 Atividade Pecuária e Atividades de pastagens**

Os processos erosivos com alto grau de intensidade, resultam em pastagens extensivas, uma vez que é escassa a cobertura vegetal e pisoteio muito frequente, provocando assim a degradação do solo, aumentando o escoamento superficial e com isso diminuindo a infiltração de água.

Quando as áreas de pastagens são mais intensificadas nas zonas de recarga constituídas de topos de morros, em torno de córregos e nascentes os danos são maiores pela falta de vegetação (EMMERICH E MARCONDES, 1975). Quando a prática da pecuária é exercida próximo às nascentes, na sua área de entorno ou área de recarga, existem riscos iminentes de contaminação, principalmente bacteriológica da água.

#### **3.4.4 Uso de Agrotóxico**

A contaminação por agrotóxicos é um tema de estudo que vem despertando atenção crescente, tendo em vista suas consequências para a saúde humana e o risco de degradação do meio ambiente, causados por seu uso crescente e, muitas vezes, inadequado (SOUZA et al., 2007 e FAVARO, 2007).

O uso de agrotóxico em zonas rurais, principalmente em regiões com presença de nascentes é um fator que causa contaminação nos recursos hídricos. Esta contaminação ocorre pela utilização destes em zonas de recarga da nascente, com isso ocorre a infiltração no solo podendo atingir os lençóis e assim prejudicando a qualidade da água e colocando em risco a saúde humana.

#### **3.4.5 Práticas de Desmatamento e Queimadas**

Nas últimas décadas o desmatamento das florestas, das matas ciliares, além de outras práticas inadequadas de uso dos solos, como as queimadas, vem contribuindo significativamente para diminuição da quantidade e qualidade das águas.

O desmatamento tem como consequência, desproteger os solos, diminuindo a fertilidade e aumentando o processo de erosão. Com a falta de área verde, as partículas são transportadas e depositadas em córregos, nascentes, lagos, causando assim o assoreamento.

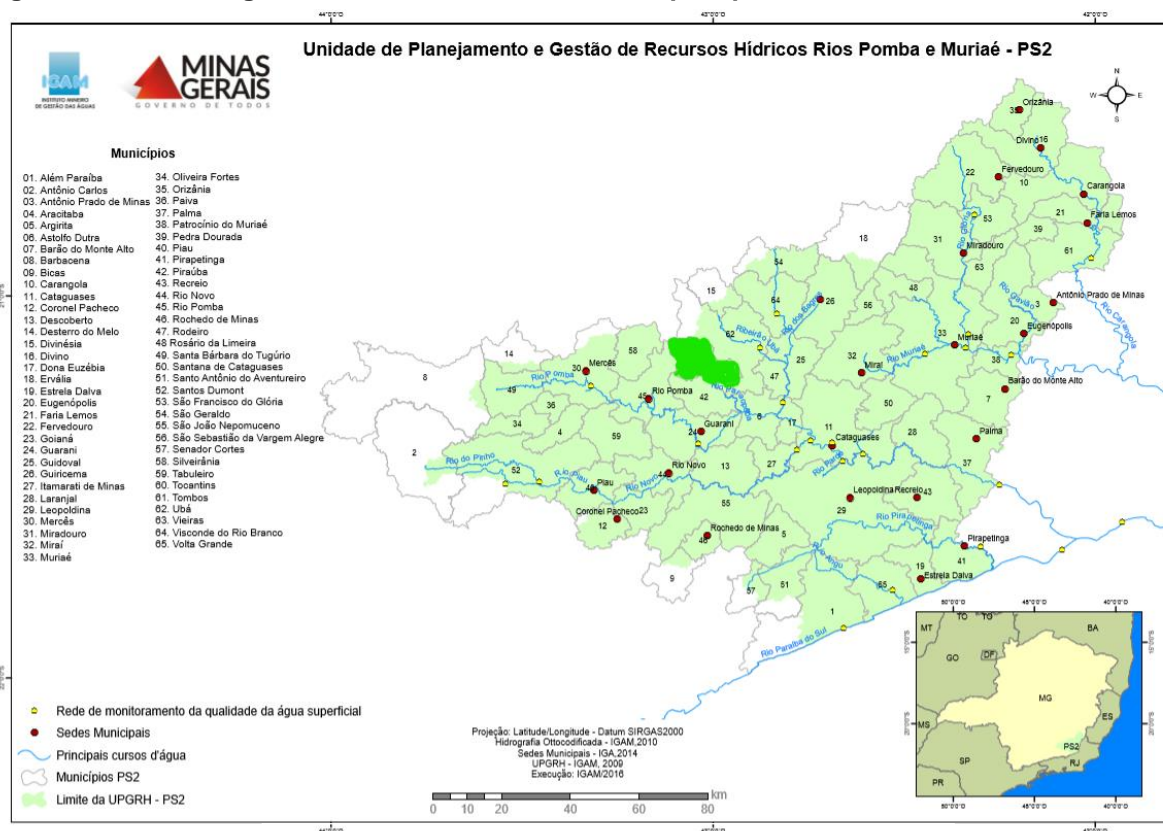
As queimadas também afetam o manancial, pois eliminam a matéria orgânica do solo, e fica favorável a erosão. Essa erosão nas áreas agrícolas implica não apenas nas taxas de perda do solo, mas do quanto ainda está disponível para a agricultura. É notável então que o manejo da cobertura vegetal influencia significativamente na produção de água, no regime fluviométrico e na qualidade da água da microbacia (STEDNICK, 1996; ARCOVA e CICCIO, 1997).

## 4 Materiais e Métodos

### 4.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na microbacia do Córrego da Pindaíba, no município de Tocantins - MG, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Pomba, que é uma das regiões que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Na Figura 2 apresenta-se a bacia hidrográfica do Rio Pomba, destacando-se o município de Tocantins, onde se encontra a microbacia do Córrego da Pindaíba.

Figura 2 Bacia hidrográfica do Rio Pomba e os municípios pertencentes a ela



Fonte: Portal dos Comitês de Bacia - MG

Para realização do trabalho, foi necessário obter as coordenadas geográficas das nascentes utilizando um receptor GPS, do modelo *GPSmap 76CSx*. Foram objetos de análises dez nascentes para avaliar o estado de conservação durante o mês de junho de 2018. Na Figura 3 apresenta-se a delimitação da microbacia hidrográfica do córrego da Pindaíba.

**Figura 3 Área de estudo - Microbacia do Córrego da Pindaíba**



Fonte: Acervo próprio

## 4.2 Estudo de Conservação

A fim de estudar o estado de conservação e caracterização das nascentes, utilizou-se um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), adaptado de Callisto et al. (2002). Este método auxilia para que ocorra uma avaliação das nascentes sem que haja testes laboratoriais, focando em uma avaliação qualitativa em que elas se encontram de forma mais rápida. No protocolo são abordados um conjunto de parâmetro em categorias descritas e pontuadas de 1 a 5, dependendo do estado de conservação das nascentes. A pontuação foi atribuída de acordo com as observações feitas no local de estudo e no final do preenchimento de cada protocolo, foi obtido um somatório dos valores considerados de cada parâmetro. Na Tabela 1 apresenta-se o protocolo utilizado para as análises.

**Tabela 1 Protocolo de Avaliação Rápida adaptado para nascentes**

Protocolo de Avaliação Rápida adaptado para nascentes			
Localização da nascente (Lat/Long):			
Data:	Elevação:		
Parâmetros	PONTUAÇÃO		
	5 pontos	3 pontos	1 pontos
Tipo de ocupação das cercanias da nascente (área externa da APP da nascente)	Vegetação natural	Agricultura/ Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica
Cobertura do Solo da nascente (área interna da APP)	Vegetação natural	Agricultura/ Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica
Estado de conservação da cobertura da APP	Total	Parcial	Ausente
Tipo de ocupação da mata de topo de morro	Vegetação natural	Agricultura/ Reflorestamento	Pastagem/Ocupação de origem doméstica
Estado de conservação da cobertura da mata de topo	Total	Parcial	Ausente
Extensão da APP da nascente	Raio da vegetação maior que 30m	Raio de vegetação entre 30m e 25m	Raio de vegetação menor que 25m
Presença de animais	Ausente	Pouco frequente	Muito frequente
Cercamento da nascente	Presente	Parcial	Ausente
<b>TOTAL</b>			

Fonte: Dias, (2016)

A pontuação total obtida nos formulários de caracterização das nascentes, qualifica o nível de preservação das nascentes. Na Tabela 2 apresenta-se a classificação aplicada.

**Tabela 2 Classificação aplicada às nascentes estudadas**

Classificação	Pontuação
Ótima	31 a 40 pontos
Boa	21 a 30 pontos
Regular	11 a 20 pontos
Ruim	Menor que 11 pontos

Fonte: Dias, (2016)

### **4.3 Identificação e avaliação aos danos ambientais da APP do córrego da Pindaíba**

A identificação dos danos ambientais foi realizada mediante verificação *in loco*, percorrendo-se a área selecionada. Durante o percurso foram feitos registros fotográficos dos elementos encontrados na APP do Córrego da Pindaíba que impactam de maneira negativa. Posteriormente a identificação dos danos foi realizada a avaliação dos mesmos. Para a avaliação dos danos ambientais foi aplicada um *checklist*, na qual os impactos foram qualificados quanto à frequência (temporário, cíclico e permanente), extensão (local e regional), reversibilidade (reversível e irreversível), duração (longa duração, curta duração e média duração), sentido (positivo e negativo), origem (direto e indireto). Quanto à frequência, considerou-se temporário o impacto que se manifesta por um determinado tempo após a realização da ação, cíclico o que se manifesta em determinados períodos (ciclos) e permanente o que se manifesta por um período não determinado. Quanto à extensão, considerou-se impacto local o que se manifesta na própria localidade, e nas imediações e impacto regional o que se reflete além da fronteira de onde foi provocado. Quanto à reversibilidade, considerou-se reversível o impacto que quando ocorre permite que o ambiente consiga retornar às suas condições originais e impactos irreversíveis os que não permitem o retorno às condições originais. Quanto à duração, considerou-se de curto prazo o impacto que se manifesta simultaneamente à ação que o gera, de médio prazo o que ocorre depois de um certo tempo, podendo ser constatados em dias e meses e os de longo prazo o que se apresenta depois de anos. Quanto ao sentido,

considerou-se positivo o impacto que causa benefício a algum fator ambiental e negativo o que causa dano à qualidade de algum fator ambiental. Quanto à origem, considerou-se direto o impacto resultante de alguma relação de causa e efeito e indireto o resultante de ações secundárias ou de vários segmentos de reações.

Por fim, foi feita uma matriz de interação que segundo Tommasi (1993) a importância da rede de interação é que ela permite identificar impactos, de segunda e terceira ordem. A rede de interação é um tipo de método que permite estabelecer a sequência dos impactos ambientais desencadeados por uma ação (atividade) impactante como a retirada da vegetação original. O modo de representar esta cadeia de impactos pode ser a mais diversa possível, mas comumente são utilizados fluxogramas e gráficos.

#### **4.4 Medidas Mitigadoras**

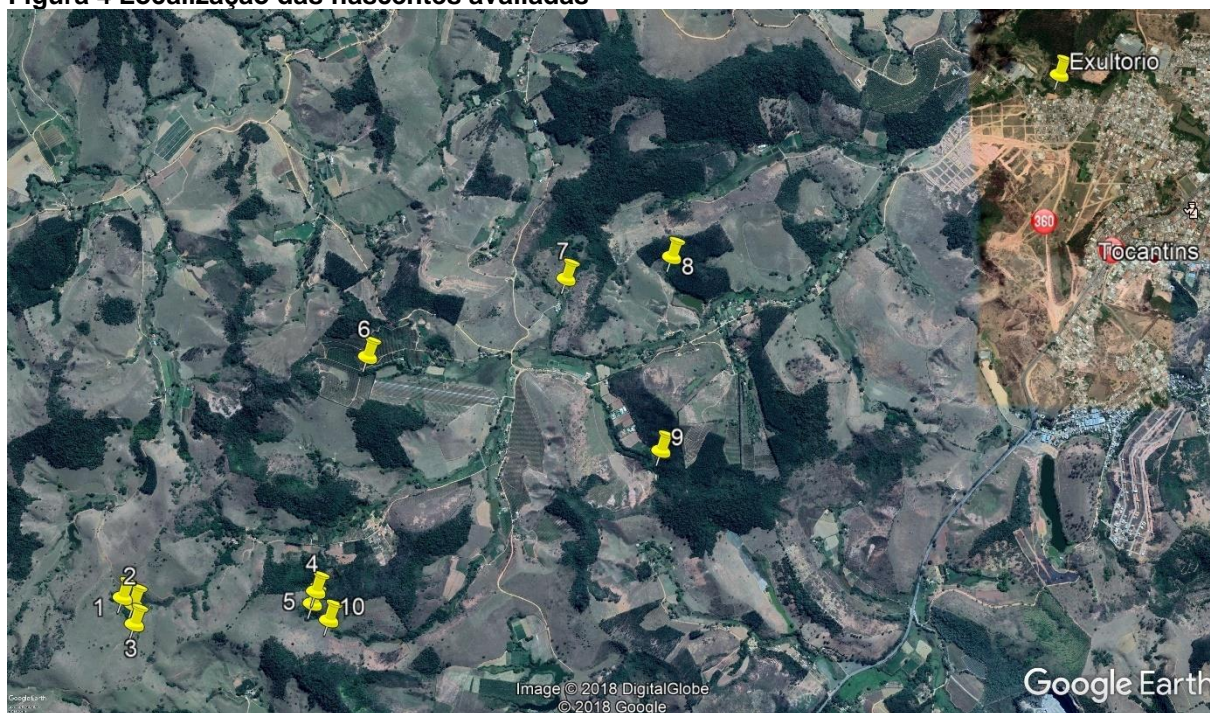
As medidas mitigadoras foram propostas após a identificação e avaliação dos impactos ambientais encontrados na área de estudo e foram baseadas nas informações existentes na literatura.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Análise do estado de conservação das nascentes

Foram avaliadas 10 nascentes conforme apresentada na Figura 4.

Figura 4 Localização das nascentes avaliadas



Fonte: Google Earth 2018

Os dados obtidos com as análises foram sistematizados na

Tabela 3, onde o somatório dos parâmetros foi classificado de acordo com a Tabela 2, para a determinação do estado de conservação das nascentes do Córrego da Pindaíba.

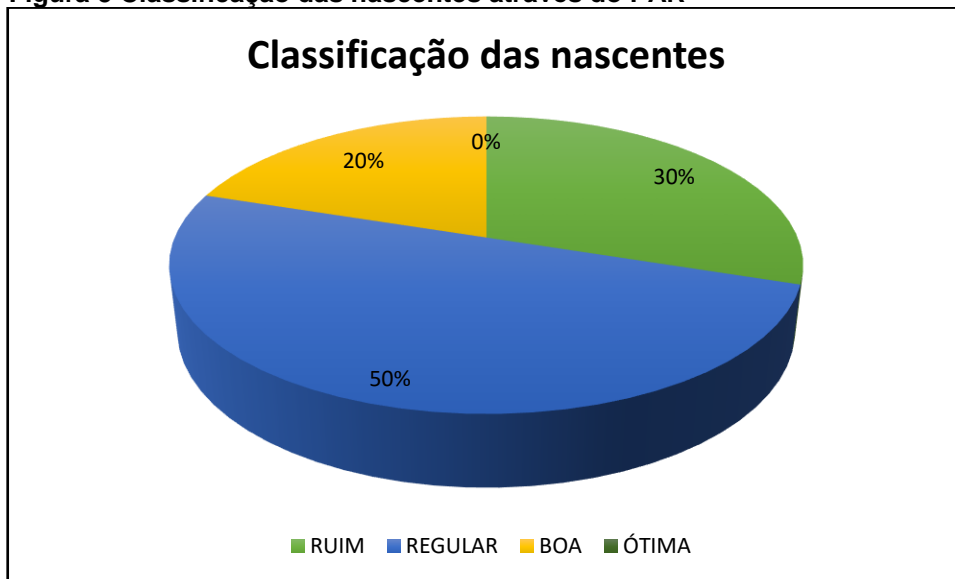
Os resultados determinados através do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) sobre o estado de conservação das nascentes podem ser visualizados na Figura 5. Das 10 nascentes analisadas a maior parte caracterizou-se como regular e ruim, totalizando 80%, apenas 20% foram consideradas como boa e nenhuma das nascentes em estudo foram classificadas como ótimas.

**Tabela 3 Quantificação das Análises dos parâmetros**

Nascentes	Latitude	Longitude	Elevação	Tipo de Ocupação das Cercanias da Nascente	Cobertura do solo da nascente	Estado de Conservação da cobertura da APP	Tipo de Ocupação da Mata de Topo de Morro	Estado de Conservação da Cobertura da Mata de Topo de Morro	Extensão da APP	Presença de Animais	Cercamento da Nascente	Nota de Qualidade	Qualidade da nascente
1	-21.19396 <sup>o</sup>	-43.08130 <sup>o</sup>	449	1	1	1	1	1	1	1	1	8	RUIM
2	-21.19429 <sup>o</sup>	-43.08072 <sup>o</sup>	462	1	1	1	1	1	1	1	1	8	RUIM
3	-21.19525 <sup>o</sup>	-43.08059 <sup>o</sup>	484	1	5	3	1	1	1	1	1	14	REGULAR
4	-21.19519 <sup>o</sup>	-43.08012 <sup>o</sup>	425	1	5	3	5	3	1	1	1	20	REGULAR
5	-21.19434 <sup>o</sup>	-43.07113 <sup>o</sup>	441	1	5	3	5	3	1	1	1	20	REGULAR
6	-21.18175 <sup>o</sup>	-43.06829 <sup>o</sup>	395	3	3	3	3	3	1	3	1	20	REGULAR
7	-21.17643 <sup>o</sup>	-43.05647 <sup>o</sup>	407	3	5	3	5	3	3	3	5	30	BOA
8	-21.15638 <sup>o</sup>	-43.04578 <sup>o</sup>	383	3	5	3	5	3	3	5	5	32	BOA
9	-21.16785 <sup>o</sup>	-43.03278 <sup>o</sup>	409	1	1	1	3	3	1	1	1	12	REGULAR
10	-21.19325 <sup>o</sup>	-43.08976 <sup>o</sup>	420	1	1	1	1	1	1	1	3	10	RUIM

Fonte: Acervo próprio

**Figura 5 Classificação das nascentes através do PAR**



Fonte: Acervo próprio

Em vista da classificação geral das nascentes, aquelas que obtiveram notas boas (bom estado de conservação), apresentam cercamento correto conforme exigido pela legislação, considerando a existência de área consolidada, e com isso não havia presença de animais. Há também vegetação natural na cobertura do solo das nascentes e mata de topo de morro, conforme apresentado na Figura 6. Considerando as nascentes classificadas como ruim (30%), estas obtiveram notas mínimas em todos os parâmetros analisados, um dos fatores que levam a esses resultados, são que em todas essas áreas há criação de gado sem nenhuma proteção das nascentes e a ocupação do solo. No entorno destas nascentes apresenta-se pastagens degradadas, de acordo com a Figura 7.

Figura 6 Área das nascentes classificadas como Boa



Fonte: Acervo próprio

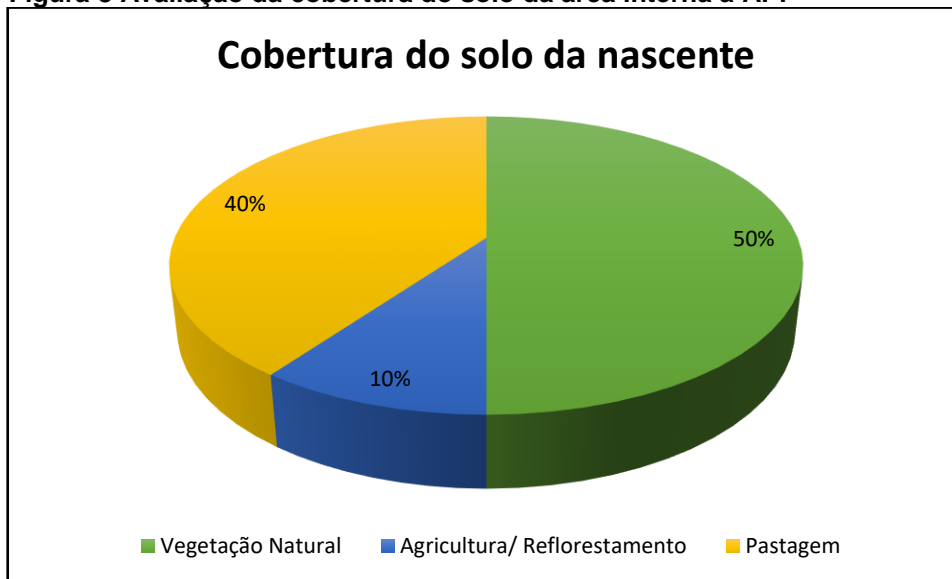
**Figura 7 Área das nascentes classificadas como ruim**



Fonte: Acervo próprio

Dentre os parâmetros avaliados no Protocolo de Avaliação Rápida, os que apresentaram maior relevância, foram: cobertura do solo das nascentes, a extensão e o estado de conservação da área de preservação permanente (APP). Como é observado na Figura 8, 50% das nascentes possuem em seu entorno vegetação natural, a outra metade apresentou-se 40% e 10% de pastagem e agricultura/reflorestamento, respectivamente. Porém, essa vegetação natural observada, não apresenta a extensão necessária segundo a legislação, para garantir uma nascente de qualidade.

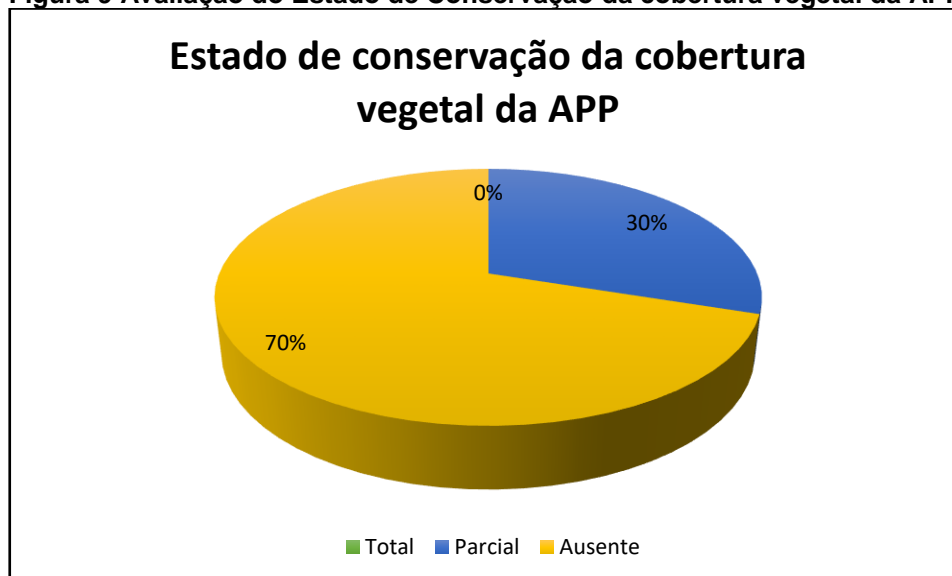
**Figura 8 Avaliação da cobertura do solo da área interna a APP**



Fonte: Acervo próprio

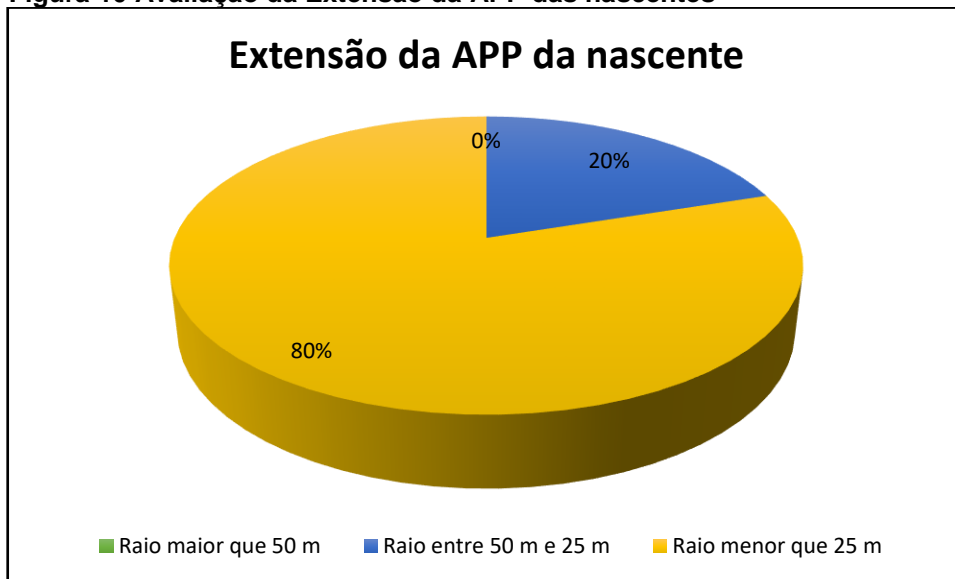
Na figura 9 pode-se notar que o estado de conservação da cobertura vegetal das nascentes na APP, está bem degradada, visto que a maior parte delas não há vegetação (70%), na Figura10 apresenta-se os resultados da avaliação da extensão da APP, correspondendo 80% um raio menor que 25 metros.

**Figura 9 Avaliação do Estado de Conservação da cobertura vegetal da APP**



Fonte: Acervo próprio

**Figura 10 Avaliação da Extensão da APP das nascentes**



Fonte: Acervo próprio

A Figura 11 a seguir apresenta fotos dos locais em estudo mostrando a degradação da cobertura vegetal.

**Figura 11 Cobertura vegetal de nascentes avaliadas**



Fonte: Acervo próprio

Diante os resultados apresentados, Primack e Rodrigues (2001) afirmam que a degradação da vegetação no entorno das nascentes é preocupante, pois a presença de vegetação no solo tem como objetivo de proteger, filtrar, reter sedimentos para que não ocorra processos erosivos, influenciam na qualidade da água e protegem a diversidade local. Para Gomes (2005), avaliando a degradação da vegetação em áreas de nascentes, observou-se que as que estavam livres de impactos ambientais

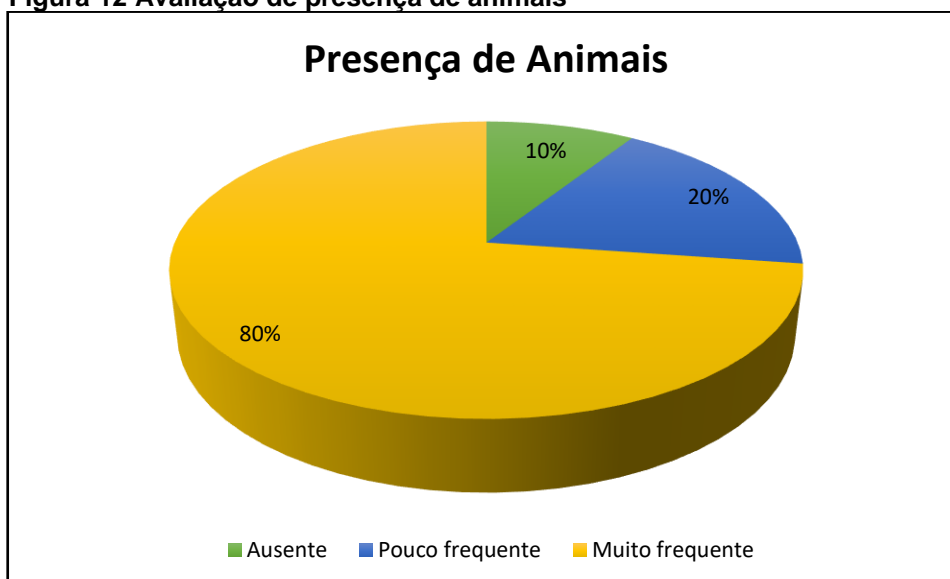
estavam distantes de construções e havia proteção em seu entorno. Levando em consideração ainda a carência de vegetação, Faria e Marques (1999) citam que em todas regiões, em que há desmatamento e cultivo inadequado, são áreas que ocorrem a extinção de cursos d'água em pequenas bacias de drenagem.

A área em estudo, possui uma escassez de vegetação considerável, uma vez que, grande parte das nascentes avaliadas possui criação de gado em seu entorno, contribuindo assim para a degradação destas. Um outro fator importante observado foi a presença de plantações em uma distância pequena da nascente, onde ocorre aplicação de agrotóxicos, passagens de carros e tratores afetando assim a preservação da vegetação da APP e do solo.

É de extrema importância a conservação e preservação da vegetação em áreas de nascentes, rios, lagos para o manejo de bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas. A ausência da área verde pode provocar a diminuição da vazão pois o nível médio do lençol freático (profundidade do lençol), que alimenta as nascentes, pode aumentar (HORTON, 1945).

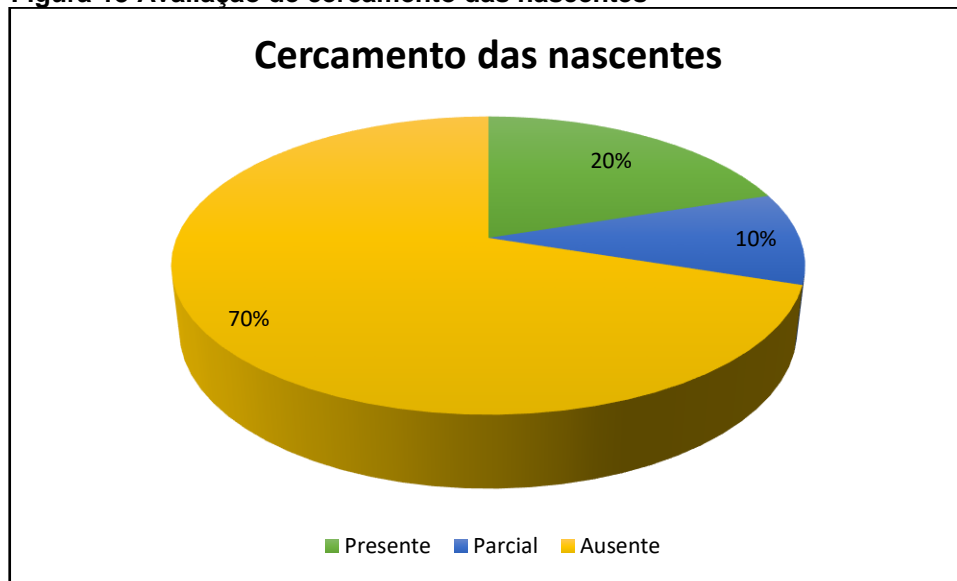
Outros parâmetros importantes a serem discutidos é quanto o cercamentos das nascentes e a presença de animais nelas. Na Figura 12 pode-se observar que 80% das nascentes há presença de animais em seu entorno e apenas 10% não apresenta o contato com os animais. Um dos fatores responsáveis por este problema é falta de proteção nas nascentes, como pode ser visto na Figura 13, apenas 20% das nascentes avaliadas apresentam cercamentos.

**Figura 12 Avaliação de presença de animais**



Fonte: Acervo próprio

**Figura 13 Avaliação de cercamento das nascentes**



Fonte: Acervo próprio

Nas Figuras 14, 15 e 16, são observados a presença de animais e humanos através de fezes e pisoteio, cercamentos de forma incorreta, lançamento de efluentes doméstico sem tratamento, presença de resíduos sólidos e aplicação de agrotóxico em plantações.

**Figura 14 Nascentes avaliadas com presença de animais**



Fonte: Acervo próprio

**Figura 15 Nascentes avaliadas com lançamento de efluente doméstico e cercamento incorreto**



Fonte: Acervo próprio

**Figura 16 Nascentes avaliadas com presença de resíduos sólidos e presença de plantio que ocorre aplicação de agrotóxico**



Fonte: Acervo próprio

Conforme estabelece a legislação, para a conservação das nascentes é necessário cuidar do local onde elas nascem, protegendo o seu entorno do acesso direto de pessoas e animais em um raio mínimo de 50 metros. Segundo estudos realizados por Jawetz et al, (1998) a presença de animais em nascentes contribui para diminuir o ritmo de recomposição da cobertura vegetal. Essa utilização por animais domésticos de sangue quente pode ocasionar a contaminação da água por bactérias patogênicas

do trato gastrointestinal. Lombardini Neto (1992) relatou que as pastagens facilitam os processos de erosões, pois a baixa cobertura vegetal provocada pela degradação precoce do pasto, devido à compactação do solo, favorece o escoamento superficial e a erosão.

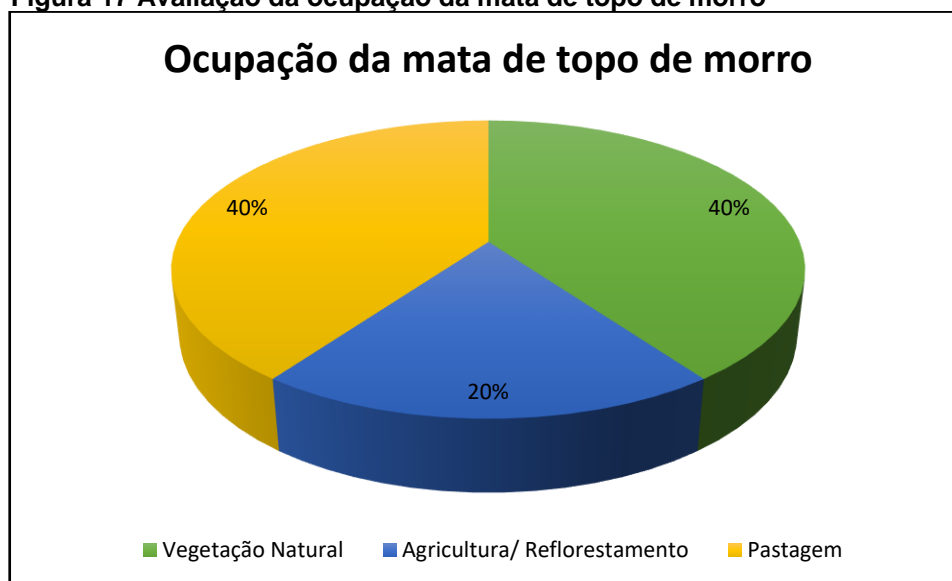
Os carreadouros e estradas que são formados pelos gados, constituem uma área de captação e escoamento de águas pluviais, acelerando o processo erosivos e a sedimentação nas várzeas (BELINAZZI, 1987).

Não só de animais, mas também se observou a presença de usos pelos humanos, através de irrigação, consumo doméstico, tanque de criação de peixe, resíduos sólidos, esgoto. Essas interferências antrópicas ocasionam aspectos negativos para preservação desses locais. Esses usos incorretos pelos homens ocorrem devido à falta de proteção, manutenção e fiscalização.

A deposição de lixo e o uso de agrotóxico no entorno também foi verificada, embora não tenha sido parâmetro para obtenção de nota. Uma das nascentes analisadas foi constada o uso agrotóxico em seu entorno. O uso dos agrotóxicos na produção agrícola, principalmente em áreas de entorno de nascentes, promove degradação do ambiente, afetando a qualidade da água e do solo, além disso trazer danos à saúde das pessoas envolvidas.

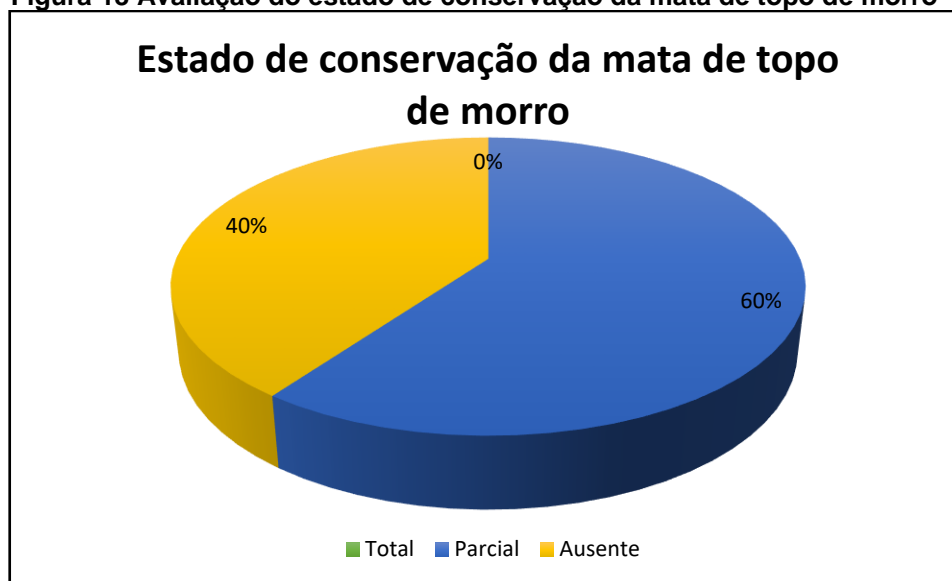
Levando em consideração as análises da mata de topo de morro das nascentes, foi observado que o tipo de ocupação abrangente são 40% de vegetação natural, 20% de agricultura/reflorestamento e 40% de pastagens, como mostra a Figura 17. Sobre o estado de conservação da mata, a Figura 18 mostra que 40% é ausente e os outros 60% é parcial, nenhuma outra apresentou um estado de conservação total.

**Figura 17 Avaliação da ocupação da mata de topo de morro**



Fonte: Acervo próprio

**Figura 18 Avaliação do estado de conservação da mata de topo de morro**



Fonte: Acervo próprio

Na Figura 19 é observado o estado de conservação das matas de topo de morro das nascentes avaliadas.

**Figura 19 Avaliação das matas de topo de morro das nascentes**



Fonte: Acervo próprio

Para Simões (2001), a recomposição da mata de topo constitui um dos fatores que, juntamente com outras práticas conservacionistas como recuperação da mata ciliar e uso adequado do solo, são fundamentais para a recarga do lençol freático, garantindo a qualidade e quantidade da água e a biodiversidade. Destaca-se que a sombra das árvores no topo de morro diminui a temperatura local, mantendo o solo úmido por mais tempo, depois de uma chuva, e retardando a evaporação da água. Com isso, mais água se infiltra no solo, alimentando a nascente. Além disso, as árvores protegem da erosão, evitando que a terra deslize e a nascente seja soterrada. A vegetação contribui também para manter a boa qualidade da água, funcionando como um filtro de poluentes que estejam presentes no solo. Os topos de morro são considerados pontos estratégicos para o abastecimento do depósito de água subterrânea, tanto dos aquíferos freáticos quanto dos artesianos, e por isso são consideradas áreas de recarga. As matas de topo de morro propiciam uma maior e melhor infiltração e percolação das águas de chuva, fazendo com que o solo absorva grande parte desta água, favorecendo a recarga dos lençóis subterrâneos (MARTINS e DIAS, 2001). A conservação da qualidade e da quantidade da água depende das condições naturais e do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada. Os recursos naturais vêm sendo explorado de maneira desenfreada, um exemplo disso é as ações antrópicas na bacia hidrográfica, principalmente nas áreas das nascentes, têm provocado alterações expressivas na dinâmica da água, principalmente na diminuição da quantidade e qualidade da água, comprometendo assim a recarga dos aquíferos e assoreando cursos d'água.

## 5.2 Avaliação de Impactos

Os impactos ambientais foram relatados com base na Resolução Conama nº001/86, que define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.

### 5.2.1 Check-list

Através do diagnóstico ambiental realizado na área de estudo do Córrego da Pindaíba, notou-se alguns problemas ambientais que foram classificados em um *check-list*, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3 Classificação de impactos ambientais**

Critérios	Tipos de Impactos Ambientais					
	Resíduos Sólidos	Supressão da Vegetação	Processo de Assoreamento	Alteração de Microclima	Despejo de Efluente no córrego	Presença de plantas exóticas e invasoras
Frequência	T	PE	C	C	PE	PE
Reversibilidade	R	R	R	R	R	R
Extensão	L	L	L	L	L	L
Duração	CP	CP	MP	CP	CP	MP
Origem	D	D	ID	ID	D	ID
Sentido	N	N	N	N	N	N

Legenda: Classificação dos impactos observados na área. T: Temporário; PE: Permanente; C: Cíclico; R: Reversível; IR: Irreversível; L: Local; R: Regional; E: Estratégico; CP: Curto Prazo; MP: Médio Prazo; LP: Longo Prazo; D: Direta; ID: Indireta; P: Positivo; N: Negativo

Fonte: Acervo próprio

De acordo com a classificação feita no *check-list* (Tabela 3), não houve nenhum aspecto observado de grau positivo, os impactos que foram classificados como indireto, ou seja, originam-se através de um outro impacto primário se deve a retirada da vegetação, que é um impacto direto. O impacto que foi classificado como cíclico, é

o processo de assoreamento, essa classificação se deve ao fato de que nos períodos de chuva com a ausência de vegetação entorno do córrego o processo erosivo se agrava mais.

A supressão da vegetação, impacto ambiental de ordem direta, tem consequências negativas tanto para o solo, quanto para a água e à fauna. Com a retirada da vegetação natural, o solo fica exposto e frágil, afetando a proteção natural fornecida pela cobertura vegetal, tendo como principal consequência a desestruturação do solo (NERES et al., 2015). Como consequência da retirada da vegetação nativa, acaba por contribuir para o aparecimento de espécies exóticas nas áreas próximas a nascente. Os benefícios de se manter a vegetação também estão ligados a melhoria da qualidade do ar, pois a cobertura vegetal capta poluentes, incluindo materiais particulados, e age como filtro no controle da poluição (SILVA, 2010).

Nesse diagnóstico ambiental da área, a falta de vegetação foi o ponto de partida, conforme exposto na Figura 20.

**Figura 20** Áreas entorno das nascentes com carência de vegetação



Fonte: Acervo próprio

Em outros pontos do Córrego, o solo que está exposto, fica suscetível a ser transportado e depositado no curso d'água pelas chuvas. A água das chuvas chega até os corpos hídricos mais facilmente e com maior rapidez quando a vegetação é suprimida, já que a barreira natural formada pela cobertura vegetal foi retirada, a situação é agravada quando há a impermeabilização do solo, pois o processo de infiltração não ocorre e a água chega em maior quantidade e velocidade aos corpos d'água, o que proporciona o carregamento de maiores quantidades de sedimentos

(POLI, 2013). Além de trazer consequências aos recursos hídricos, os processos de assoreamento geram danos diretos sobre a fauna aquática, além de alterar o microclima local. A Figura 21 mostra alguns pontos com deposição de sedimentos.

**Figura 21 Deposição de sedimentos no Córrego da Pindaíba**



Fonte: Acervo próprio

Quanto aos resíduos sólidos, foram encontradas sacolas plásticas e garrafas PET entorno do Córrego (Figura 16) que se decompõem nas margens, e em conjunto com outros resíduos, impactam esteticamente a paisagem natural.

A presença de resíduos sólidos na APP causa impactos negativos na qualidade da água do Córrego. Fato que fica evidente pela existência de resíduos dentro do corpo d'água e que com o passar do tempo, se decompõem ali. Outro fator agravante é a possibilidade de formação de chorume oriundo da decomposição dos materiais depositados nas margens do Córrego.

Os resíduos descartados no local são de naturezas longas para se decomporem. Para Petry (2012), sacolas e garrafas PET possuem grande resistência a biodegradação, podendo levar séculos para se decompor, e este é um dos principais problemas para o descarte inadequado. Dias (2013) destaca que as disposições incorretas de garrafas PET causam a poluição dos cursos d'água, além de poderem ser ingeridos pelos animais ao serem confundidos com alimentos.

Quanto aos efluentes domésticos, eles são lançados diretamente nas águas do Córrego por canalizações irregulares, conforme a Figura 15, e comprometem sua qualidade, além de prejudicar a fauna local e serem vetores e criadouros para vetores de doenças.

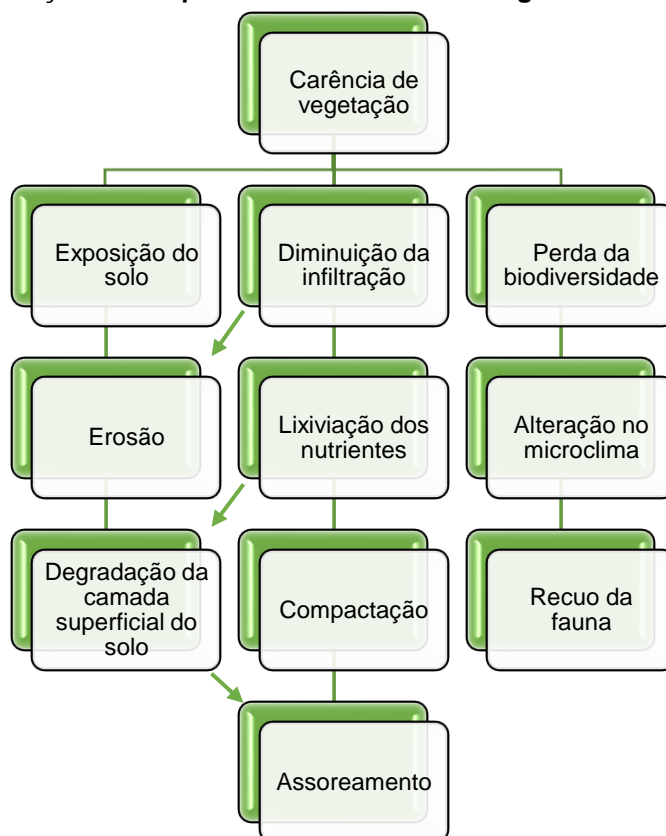
Segundo o disposto na Resolução CONAMA nº 430/2011, art. 3º, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos na resolução e em outras normas aplicáveis. Segundo Abrahão (2006) além de possíveis efeitos tóxicos imediatos de alguns poluentes, existe o perigo de bioacumulação nos organismos, processo onde os seres vivos vão retendo algumas substâncias tóxicas e que também se acumulam nos demais seres da cadeia alimentar. As doenças de veiculação hídrica e as que são transmitidas por falta de higiene pessoal adequada estão intimamente ligadas às disposições incorretas de dejetos e ao consumo de água de qualidade ruim (COSTA, 2007).

Todos os impactos foram classificados como reversíveis, mais para isso é necessário de implantar ações para visar a recuperação das áreas degradadas.

### **5.2.2 Redes de interação**

Os métodos de redes de interações estabelecem relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando, relativamente, uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações, assim como a identificação dos impactos indiretos e suas inter-relações (CREMONEZ et al., 2014). Neste diagnóstico ambiental na área de estudo, a carência de vegetação foi o ponto de partida da rede. Na Figura 22 mostra-se melhor os efeitos seja de primeira, segunda e terceira ordem que a falta de vegetação causou no meio físico e biótico.

Figura 22 Rede de interação dos impactos causados no Córrego da Pindaíba



### 5.3 Medidas Mitigadoras

Medidas ambientais mitigadoras destinam-se a minimizar o efeito dos impactos, ou seja, diminuir sua magnitude e/ou importância, no meio físico da área e da qualidade ambiental de sua área de influência direta (ALMEIDA JUNIOR, 2004). Na área de estudo faz-se necessário à implantação das medidas mitigadoras corretivas, diante o estado de conservação das nascentes e os impactos ambientais gerados no Córrego da Pindaíba, uma vez que a implantação dessas medidas visa controlar e/ou eliminar os fatores geradores de impacto.

Existem algumas práticas para resolver esses problemas em que a região em estudo se encontra.

- Florestamento e reflorestamento

Diante a avaliação do estado de conservação das nascentes e do Córrego é necessário o reflorestamento da área. Solos com baixa fertilidade e alta susceptibilidade à erosão devem ser ocupadas com vegetação densa e permanente como é o caso para utilização ou recuperação de áreas degradadas, para proteção de mananciais, cursos d'água e nascentes. Como regra geral, devem ser reflorestadas,

para fins de conservação as áreas sem aptidão agrícola ou pecuária e área definidas pela legislação (Código Florestal). As Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram instituídas por lei, para mitigar os impactos ao meio ambiente, preservando nascentes, fauna, flora, rios, lagos, e assim diminuindo o escoamento superficial e o carregamento de sedimentos para o corpo hídrico. Segundo o Novo Código Florestal as faixas que margeiam cursos d'água devem ter 30, 50, 100, 200 e 500 metros - contados a partir da borda da calha regular - para os corpos d'água com larguras inferiores a 10 m, entre 10 e 50, entre 50 e 200, entre 200 e 600 e maiores que 600 metros, respectivamente. Para lagos e lagoas naturais a faixa a ser preservada deve ser de 50 metros para lagos com área superficial menor que 20 hectares e de 100 metros para áreas superiores a esse valor. Em torno das nascentes, deve-se manter uma APP de raio mínimo de 50 metros. São consideradas APP também as encostas com inclinação maior ou igual a 45° e áreas com altitudes maiores que 1800 metros. As matas ciliares utilizadas nas margens dos rios, o principal efeito em relação a erosão está no fato de apresentarem rugosidade e com isso reduzir o escoamento superficial, diminuindo assim o transporte de sedimentos.

As nascentes avaliadas não atendem a legislação do novo Código Florestal, Lei 12.651/2012, obtendo uma faixa preservada no raio de 15 metros em seu entorno, considerando uma área consolidada. Existem métodos distintos para recuperação da Área de Preservação Permanentes, como por exemplo a plantação de mudas que irão auxiliar na fase recuperação, outro exemplo é a regeneração, mas para isso ocorrer o solo precisa possuir sua resiliência, ou seja, presença de matéria orgânica, sementes, nutrientes. Se o solo ainda possuir, é necessário cerca-lo de forma correta para assim ocorrer sua regeneração.

As nascentes não estão desaparecendo por falta de chuva, mas sim pelo desmatamento de encostas e a impermeabilização das áreas de recarga, e também pelo seu uso inadequado. Por isso, é preciso evitar o uso conflitante da terra na área de recarga das nascentes, ou seja, área que vai da nascente até o topo de morro, plantando vegetação nativa ou deixando a regeneração natural nas encostas e usando as áreas com 20% a 45% de declividade com culturas perenes, por exemplo.

- Pastagem

A maior parte da área em estudo se dá por pastagem degradadas, devido à grande presença de animais. As pastagens fornecem boa proteção no solo contra processos erosivos, mas para isso elas precisam ter o manejo adequado, pois caso contrário irá prejudicar o cumprimento dessa função, uma vez que o pisoteio intensivo pode torná-la escassa, como é o caso da área em estudo.

A superlotação animal é comum na maioria das propriedades, mas não deve ser uma prática, por um período de tempo prolongado ela prejudica a recuperação das plantas forrageiras, provocando degradação. Uma boa alternativa para este problema é o uso do sistema de rotação de pastoreio, para isso a área é dividida em piquetes para onde o gado é conduzido conforme o planejamento preestabelecido. Assim a pastagem não sendo excessivamente pisoteada pelos animais, terá mais condições de se recompor. O ressemeio periódico da área são práticas recomendáveis para manter a pastagem com uma cobertura boa para garantir proteção do solo contra erosão.

Para recuperação de pastagens muito degradadas em encostas de pequenas bacias, pode-se adotar o sistema lavoura/pecuária, milho e braquiária ou o sistema agrossilvipastoril, com milho, braquiária e eucalipto.

É necessário o cercamento das nascentes respeitando os limites estabelecidos na legislação e ainda a instalação de bebedouros nos pastos, evitando o pisoteio das nascentes pelo gado.

Outra prática para recuperação das pastagens é a calagem, ela tem como objetivo eliminar a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio estimula o crescimento das raízes e, portanto, com a calagem ocorre o aumento do sistema radicular e uma maior exploração da água e dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca. A calagem ainda tem outros benefícios, como aumentar a disponibilidade de fósforo, já que diminui os sítios de fixação no solo, aumentar a mineralização da matéria orgânica com consequente maior disponibilidade de nutrientes e favorecer a fixação biológica de nitrogênio. Algumas áreas das nascentes avaliadas, realizam essa prática anualmente, além disso, é uma prática de custo econômico favorável.

- Práticas Sustentáveis na Agricultura

Para as práticas sustentáveis temos os adubos verdes que são plantas utilizadas para melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Há espécies como

leguminosas, que se associam a bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, transferindo-o para as plantas. Estes adubos consistem na incorporação de plantas especialmente cultivadas para este fim ou de restos de plantas forrageiras e ervas ao solo, constituindo uma das formas mais baratas e acessíveis de repor a matéria orgânica no solo. A utilização de adubos verdes no período de inverno já é bastante comum, mas a utilização de espécies de verão, tais como as crotalárias, mucunas, feijão bravo do Ceará, feijão de porco, guandu entre outros, ainda é feita por um número reduzido de agricultores no sul do país. As altas temperaturas e chuvas que ocorrem durante o verão permitem alta produção de biomassa, incorporação de nitrogênio e ciclagem de nutrientes. Assim, a introdução de leguminosas de verão em sistemas de consórcio ou de rotação de culturas pode incorporar quantidades significativas de nitrogênio aos sistemas de produção. Existe ainda a possibilidade de associar essa forma de adubação verde com sistemas de plantio direto. A formação de grande quantidade de palhada favorece a proteção do solo e dificulta o estabelecimento de plantas invasoras.

Outra prática sustentável na agricultura é a rotação de culturas, que é uma prática já bastante difundida principalmente para que os nutrientes do solo se recomponham. Propicia uma maior cobertura, melhora as condições físicas do solo, reduz a erosão e enxurrada desde que a área em descanso esteja recoberta por uma vegetação rasteira para que a água da chuva não impacte o solo desnudo.

Mais um exemplo de práticas sustentáveis que ajudaria na mitigação da área em estudo é o plantio em faixa de retenção e Cordões de vegetação permanente, que são fileiras de plantas perenes de crescimento denso, de largura específica, dispostas em contorno e niveladas entre faixas de rotação. Plantas que costumam ser mais utilizadas é a cana-de-açúcar, capim-vetiver, erva-cidreira, capim gordura, capim elefante, etc. As faixas de retenção são responsáveis pela redução da velocidade de escoamento superficial e, conseqüentemente, da capacidade de transporte de sedimentos, com isso, junto às faixas de retenção são formados diques naturais decorrentes da deposição e do acúmulo de sedimentos.

- Controle de queimadas

A queimada ainda é muito utilizada pelos agricultores para limpeza do terreno, e preparo do solo antes do plantio, porém esta ação é feita de maneira indiscriminada e sem acompanhamento, causam malefícios ao solo, tendo em vista o fato de que a

queima da matéria orgânica e a volatilização do nitrogênio acarretam diminuição da fertilidade do solo, que são nutrientes essenciais à plantas. Algumas áreas da região de estudo costumam praticá-las de forma inadequada. As queimadas também trazem uma série de prejuízos à biodiversidade, a dinâmica dos ecossistemas e a qualidade do ar, ela pode até favorecer a renovação da vegetação, apresentando-se como uma ferramenta acessível e de baixo custo, mas, em longo prazo, as consequências não são tão positivas. A queima controlada consiste em manejar o fogo nas áreas previamente estabelecidas no sentido de prevenir a ocorrência de incêndios. O primeiro passo é ter a autorização junto à Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (FEMARH), com a apresentação dos seguintes documentos: CPF, identidade, título da propriedade e autorização de desmatamento. Os produtores que solicitaram a autorização de queima terão suporte gratuito do Corpo de Bombeiros, Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) e Femarh. De posse da autorização algumas orientações deverão ser seguidas, como: Comunicar aos vizinhos o dia da queima, notificar os órgãos responsáveis sobre o dia e horário da queima, estudar as características do terreno (declividade, tamanho da área a ser queimada, teor de umidade do solo), fazer aceiros (devem medir no mínimo 3 m), verificar clima e horário (força e direção do vento, temperatura) e instruir e preparar o pessoal que vai fazer a queima.

- Terraceamento

É uma prática que utilizam estruturas artificiais, visando a interceptação e/ou condução do escoamento superficial. Os terraços são sulcos ou valas construídas transversalmente à direção do maior declive, com a função de controlar a erosão e aumentar a penetração da água no solo. Os objetivos dos terraços são: diminuir a velocidade e volume da água, diminuir as perdas de solo, sementes e adubos, aumentar a infiltração de água aumentando a umidade no solo e a recarga da água subterrânea, reduzir o pico de descarga dos cursos d'água, amenizar a topografia e melhorar as condições de mecanização das áreas agrícolas. O terraceamento (exige investimentos), deve ser usado apenas quando não é possível controlar a erosão em níveis satisfatórios com a adoção de outras práticas mais simples de conservação do solo. A Figura 23 apresenta um exemplo de terraço em lavoura de cana.

**Figura 23 Exemplo de terraços**



Fonte: Embrapa

- **Bacias de retenção ou Caixas de captação**

São depressões construídos no final dos terraços, cordões de contorno e, também, às margens de estradas e carreadores, que tem a função de receber o fluxo infiltrá-lo lentamente, no seu fundo ou liberá-lo gradativamente, para os desaguadouros ou caixas de recepção, em sequência. A Figura 24 apresenta um exemplo de caixa de retenção.

**Figura 24 Exemplo de caixa de retenção**



Fonte: Embrapa

A escolha destas práticas de prevenção à erosão é feita em função dos aspectos ambientais e sócio-econômicos de cada propriedade. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema. Para uma prevenção adequada da erosão, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas.

## 6 Conclusão

Diante o diagnóstico ambiental realizado nas nascentes do Córrego da Pindaíba, em Tocantins – MG, a maior parte delas encontram-se em condições ruins ou regulares, totalizando 80%. É notado o descumprimento com a legislação em relação às Áreas de Preservação Permanente (APPs), pois há alterações na retirada da vegetação nativa e a implantação de uma pastagem, que com passar do tempo torna-se degradada. Na conservação do estado das nascentes há necessidade do cercamento, visto que 70% não estão devidamente protegidas das influências externas.

A avaliação dos impactos ambientais permite averiguar de maneira mais precisa o atual estado de degradação na APP do Córrego da Pindaíba. Diante da matriz de interação o fator desencadeador dos demais impactos ambientais encontrados, foi a retirada da vegetação nativa.

Dessa forma, é necessária a intervenção antrópica com as medidas mitigadoras como por exemplo, rotação de pastoreio, dividindo as áreas em piquetes para assim não haver pisoteio excessivo dos animais e ressemeio para ter uma pastagem conservada, o reflorestamento da APP e das áreas de recarga, cercamentos das nascentes de forma correta, instalação de bebedouros para os animais. As faixas de retenção também são medidas de mitigação importantes, para reduzir a velocidade do escoamento superficial e transporte de sedimentos. Existem também cursos de capacitação e palestras oferecidos pela Emater para os moradores das comunidades, sobre ações para preservação de nascentes e práticas de agricultura sustentáveis, uma vez que a região utiliza muito esta atividade, para assim conscientizar os moradores e produtores sobre a necessidade de cuidados com o meio ambiente.

Através dessas medidas, os processos de degradação podem ser minimizados e o processo de regeneração natural em partes da nascente ser otimizado, e para a parte de que se encontra muito degradada seja recuperada.

## 7 Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, R. **Impactos do Lançamento de Efluentes na Qualidade da Água do Riacho Mussuré**. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa- PB. Disponível em:. Acesso em: 20 abr. 2016.

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

ALMEIDA JÚNIOR, A.G. **Ações mitigadoras de impactos ambientais Rodoanel Mário Covas- Trecho Oeste**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil)- Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

ALVES, L.M. **Sistemas de informações geográficas como instrumentos para o planejamento de uso da Terra, em bacias hidrográficas**. 1993. 112 p. (Tese - Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANA: **Agência Nacional das águas** – Informações completas. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/>> Acesso em: 5 de maio de 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA. **Proposição de técnicas e parâmetros de irrigação para a produção integrada do tomateiro para processamento**. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_1/a660\\_t977\\_comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/a660_t977_comp.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2017.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A água na agricultura**. Roma, IT: FAO, 1991. 218 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

BAR, I. Iron control system for dripirrigationmicroirrigation for a change world: Conservingresources/Preservingtheenvironment. In: INTERNACIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 15., 1995, Orlando **Proceedings**.1995, p. 239-243.

BELINAZZI JUNIOR, R. **Plano diretor de uso e manejo da microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeirinha Iracemópolis**. Prefeitura Municipal de Iracemópolis, São Paulo, 1987. p. 41-49.

BLANCO, F.F.; MEDEIROS, J.F., FOLEGATTI, M.V. **Produção da alface (*Lactuca sativa L.*) em ambiente protegido sob condições salinas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. Anais... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999.

BOYACIOGLU, H.; BOYACIOGLU, H. (2008) **Investigationof temporal trends in hydrochemicalqualityofsurfacewater in western Turkey**. **Bulletinof Environmental ContaminationandToxicology**, v. 80, n. 5, p. 469-474.

Brasil. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 17 de março de 2005.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira; TABAI, Fernando César Vitti; BOSQUILIA, Sebastião Vainer; CALAMARI, Márcia. **Preservação e recuperação de nascentes.** Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ- CTRN, XII, p.37. Piracicaba, 2004.

Callisto, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia.** 14(1):91-98, 2002.

CARVALHO, S. L. de. Medidas que preservam nascentes e mananciais. **Jornal da Ilha,** Ilha Solteira, SP, p. A-7, 19 fev. 2005.

CHRISTOFIDIS, D. **Água, irrigação e segurança alimentar.** Ministério da Integração Nacional. Série Irrigação e água: I 2008. Brasília: IICA, 2008.

CORDEIRO, E. de A.; VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C. **Principais causas de obstrução de gotejadores e possíveis soluções.** Viçosa – MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais/UFV, DEA, 2003. 41 p. (Engenharia Agrícola. Boletim Técnico; 6).

COSTA, T.C.C., SOUZA, M.G., BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Revista Árvore,** v.20, n.1, p.129-135, 1996.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V. & OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais INTERCON, Rio de Janeiro, 2005.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; DE CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais,** v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

CRISPIM, J. Q. et. al. **A recuperação e proteção de nascentes com solo-cimento.** Campo Mourão, 2012.

DIAS, E.G.C.S. **Avaliação de Impacto Ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento.** 2001. 303 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

EMMERICH, W.; MARCONDES, M. A. P. **Algumas características no manejo de Bacias Hidrográficas.** Boletim Técnico n. 18. São Paulo. p.1. 1975.

FARIA, A. P.; MARQUES, J. S. O Desaparecimento de Pequenos Rios Brasileiros. **REVISTA CIÊNCIA HOJE**, Rio de Janeiro, V.25, n.146, p.56-61, jan./fev.1999.

FAVERO, J. L.; MUNIZ, A. R.; SANTOS, R. P. B. dos. Theoretical-experimental analysis of liquid pollutant dispersion in soils. **Eng. sanit. ambient.** Vol.12, n.4, p. 410-416. 2007.

FERREIRA, I.R.P.; DUARTE, S.N.; MIRANDA, J.H.; MEDEIROS, J.F. **Efeitos da salinidade da água de irrigação e da lâmina de lixiviação na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*) cultivada em vasos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998.v.2, p.106-108.

GALLON, Janice F. et al. Irrigação por Gotejamento Uso da Água com Tecnologia para a Produção. In: **I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO EM CADEIAS PRODUTIVAS DO AGRONEGÓCIO**, 1., 2015, Caxias do Sul. Anais. Caxias do Sul: Ucs, 2015. p. 1 - 11.

GOMES, P. M.; de MELO, C.; do VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. *Sociedade & Natureza Uberlândia*, v. 17 n.32, p.103-120. 2005.

Hernandez, F. B. T.; Petinari, R. A. Qualidade da água para irrigação localizada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas, **Anais**...Poços de Caldas: SBEA, 1998, v.II, p.58-60.

HESPANHOL, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Rev. Bras. Rec. Hid.**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins – hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bull. Geol. Soc. Am**, vol. 56, p.275-370. 1945.

IBGE: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 5 de maio de 2018.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Doce** em 2007. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, dezembro, 2008. 171p.

JAWETZ, E.; MELNICK, J.; **ADELBERG, E. Microbiologia Médica**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 20<sup>o</sup> edição. 524. 1998.

LINSLEY, R.K., FRANZINI, J.B. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1978. 786 p.

LOMBARDI NETO, Francisco (Coord.). CAMARGO, Otavio Antonio de (Coord.). **Microbacia do Córrego São Joaquim: Município de Pirassununga, SP**. Campinas: IAC, 1992. (Documento IAC, 29).

MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MARGALEF, R. 1983. **Limnología**. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1010p.

MERTEN, G. H.; CAVIGLIONE, J. H.; CIACOMINI, D. C.; RUFINO, R. L.; MEDEIROS, G.; SAINTRAIN, D.; RIBAS, G. C.; DEDECEK, R.; KESSLER, C. A. **El uso del SIG del modelo USLE para determinar mapas de erosion potencial y actual em las microcuencas pilotos de Água Grande y Córrego do Pensamento, Mamborê, Paraná, Brasil**. Santiago, Chile: Proyecto Regional GCP/ RLA/107/JPN. (FAO documento de campo 6). 43p. 1995.

MOREIRA, A. A. **Identificação de conflito no uso da Terra em uma microbacia hidrográfica**. 1999. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MOREIRA, A. A.; SOARES, V. P.; Ribeiro, J. C.; SILVA, E.; RIBEIRO, C. A. A. S. Determinação de áreas de preservação permanente em uma microbacia hidrográfica a partir de fotografias aéreas de pequeno formato. In: XI SBSR, 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais ....** INPE, 2003. p. 1381-1389.

NERES, N. G.C.; SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F. D.; GIONGO, M. & BARBOSA, L. N. L. Avaliação Ambiental e Indicação de Medidas Mitigadoras para a Nascente do Córrego Mutuca, Gurupil-TO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.11 n.21; p. 2824, 2015

OLIVEIRA, A. C. D. et al. QUALIDADE DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMI-ÁRIDO ISSN 1808-6845**, Patos - PB, v. 7, n. 3, p. 01-15, abr. 2017.

OLIVEIRA, G.C.; FERNANDES FILHO, E.I. Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu, **Anais...**Foz do Iguaçu: INPE, 2013, p.4443 – 4450.

PENA, R. F. A. "**Escassez de água no Brasil**"; Brasil Escola. Disponível em: . Acesso em: 10 de outubro de 2018.

PETRY, Jéssica. Estudo de Caso: Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas pet. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.6, n.3, p. 72-86. 2012.

PIRES, F. R. et al. Avaliação da fitorremediação de tebuthiuron utilizando *Crotalaria juncea* como planta indicadora. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 245-250, 2008.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

RESENDE, K. M. **Legislação Florestal Brasileira: Uma Reconstituição Histórica**. Lavras, 2006.

Rocha, N. H. et al. **Caracterização das nascentes do Jardim Botânico do município de Juiz de Fora (MG)**. In: XIX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.

Rodrigues V.A. **Recuperação de nascentes em microbacias da cuesta de Botucatu**. In: Rodrigues V.A, Bucci LA, organizadores. Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais. Botucatu: FEPAF; 2006.

RODRIGUES, A.S.L; CASTRO, P.T.A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

ROSSATTO, T. M. & BERNEIRA, P. W. **Impactos Ambientais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Soturno Decorrentes do Desmatamento da Mata Ciliar**. In: 3º FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR. Santa Maria/RS -

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p 35-51.

Simões, L.B. A importância das matas ripárias no controle da poluição difusa. In: Simpósio ecótono nas interfaces dos ecossistemas aquáticos, Botucatu. **ANAIS**. Botucatu: UNESP, Instituto de Biociências, p. 24-35. 2001.

SOUZA, C. F.; POMPEO, C. A.; TUCCI, C. E. M. (No prelo) **“Diretrizes para o estabelecimento de loteamentos urbanos sustentáveis”** in: Caramori, V. (Org.) VI Encontro Nacional de Águas Urbanas, Belo Horizonte. 2007.

SOUZA, M. R. de. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

STECKELBERG, T. B. Os três Códigos Florestais: análise da legislação florestal brasileira. **Revista Científic@**, Goianésia, v.2, n. 1, 2014.

STEDNICK, J. D. Monitoring the effects of timber harvest on annual water yield. **Journal of Hydrology**, v. 176, p. 79-85. 1996.

TOLEDO, A. M. A. **Evolução espaço-temporal da estrutura da paisagem e sua influência na composição química das águas superficiais dos ribeirões Piracicamirim e Cabras (SP)**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

TOWNSEND C.R., BEGON M. & HARPER J.P. 2006. **Fundamentos em Ecologia**. Editora ARTMED, Porto Alegre 2º. edição.

UCKER, Fernando Ernesto et al. ELEMENTOS INTERFERENTES NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (e-issn: 2236-1170)**, Cascável, v. 10, n. 10, p.2102-2111, abr. 2013.

USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. Washington: U. S. **Environmental Protection Agency**, 1992. 252 p.

VALENTE, Osvaldo Ferreira; GOMES, Marcos Antônio. **Conservação de Nascentes: produção de água em pequenas bacias hidrográficas**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.

YOUNG, C. E. F. Desmatamento e desemprego rural na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 2, p. 75-88, 2006.