

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
MARIANA MAGELA RAMOS**

**AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO E
RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS DEGRADADAS: ESTUDO DE CASO
NA COMUNIDADE RURAL DE PADRE TRINDADE, NO MUNICÍPIO DE FORMIGA
- MG**

**FORMIGA – MG
2017**

MARIANA MAGELA RAMOS

AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO E
RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS DEGRADADAS: ESTUDO DE CASO
NA COMUNIDADE RURAL DE PADRE TRINDADE, NO MUNICÍPIO DE FORMIGA -
MG

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária do UNIFOR-MG,
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia
Ambiental e Sanitária.
Orientador: Prof. Me. Paulo Ricardo Frade

FORMIGA – MG

2º SEMESTRE/2017

F676 Ramos, Mariana Magela.
Avaliação da implantação de técnicas de conservação e recuperação
de nascentes e áreas degradadas: estudo de caso na comunidade rural de
Padre Trindade no município de Formiga-MG / Mariana Magela Ramos.
- 2017.

62 f.

Orientador: Paulo Ricardo Frade.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Ambiental e Sanitária)-Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2017.

1. Preservação. 2. Recursos hídricos. 3. Produção de água.
I.Título.

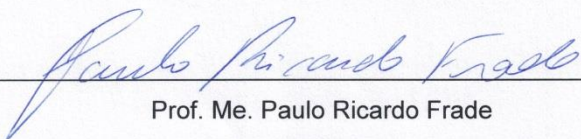
CDD 628.1

Mariana Magela Ramos

Avaliação da implantação de técnicas de conservação e recuperação de nascentes e áreas degradadas: estudo de caso na comunidade rural de Padre Trindade, no município de Formiga – MG.

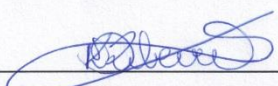
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

BANCA EXAMINADORA



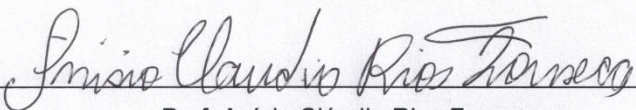
Prof. Me. Paulo Ricardo Frade

Orientador



Prof^a. Dra. Kátia Daniela Ribeiro

UNIFOR-MG



Prof. Anísio Cláudio Rios Fonseca

UNIFOR-MG

Formiga, 08 de novembro de 2017.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde, inteligência e perseverança para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde hoje estou, permitindo que este momento fosse vivido, trazendo alegria aos meus pais, minha família e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos os professores que me proporcionaram o conhecimento não apenas racional, mas a construção do caráter e crescimento profissional, e que com muito empenho, não somente ensinaram, mas fizeram-me aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados que sempre terão os meus eternos agradecimentos.

De maneira especial, agradeço ao Prof. Me. Paulo Ricardo Frade pela orientação, disponibilidade, apoio e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

À minha família, principalmente aos meus pais, Ângela e Geraldo, e minhas irmãs Elisângela e Cecília, que foram e são exemplos e conforto na árdua caminhada. A vocês tenho mais do que gratidão e respeito: tenho a satisfação de poder lhes dedicar essa conquista.

Agradeço aos meus amigos, pela compreensão nas ausências, confiança, apoio e presença constante em todos os momentos da caminhada.

A todos que direta ou indiretamente, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram parte da minha formação, a minha eterna gratidão!

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo, apresentar a partir de um estudo de caso, as possíveis consequências da implantação do programa Vida Nova Rio Formiga, através do Projeto Piloto Santuário das Águas, na dinâmica da água no solo e nas nascentes do município de Formiga - MG, mediante a adoção de práticas conservacionistas mecânicas: terraceamento e bacias de contenção. As ações foram direcionadas para: melhorar a infiltração de água nos solos, controlar o escoamento superficial, evitar erosões e propiciar a preservação de nascentes e afloramentos de água. Durante o projeto, foram estudadas e avaliadas, por meio de parâmetros macroscópicos, 10 (dez) nascentes localizadas na microbacia do córrego Quebradeira, na zona rural de Padre Trindade. A partir dessas avaliações, observou-se a necessidade da aplicação de técnicas de revegetação e indicou-se a mais apropriada, para dessa forma, garantir a recomposição da área e manter a função ambiental e econômica por meio do manejo correto de atividades agrosilvipastoris. Constatou-se ainda a necessidade de acompanhamento das práticas realizadas nas propriedades, bem como a orientação, conscientização e suporte aos produtores em ações voltadas à conservação do solo, vegetação e nascentes.

Palavras-chave: Preservação. Recursos hídricos. Produção de água.

ABSTRACT

The present study aimed to present, from a case study, the possible consequences of the implantation of the Vida Nova Rio Formiga program, through the Water Sanctuary Pilot Project, the water dynamics in the soil and the sources of the municipality of Formiga - MG, through the adoption of mechanical conservation practices: terracing and containment basins. The actions were directed to: improve the infiltration of water in the soils, control the runoff, prevent erosion and promote the preservation of springs and water outcrops. During the project, 10 (ten) springs located in the watershed of the Quebradeira stream, in the rural area of Padre Trindade, were studied and evaluated using macroscopic parameters. Based on these evaluations, it was observed the need for the application of revegetation techniques and it was indicated the most appropriate, in order to ensure the recomposition of the area and maintain the environmental and economic function through the correct management of agroforestry activities. It was also verified the need to follow the practices carried out on the properties, as well as the orientation, awareness and support to producers in actions aimed at the conservation of soil, vegetation and springs.

Keywords: Preservation. Water resources. Water production.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos fatores de degradação do solo.	25
Tabela 1 - Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos.	47
Tabela 2 - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.	48
Tabela 3 - Classificação das nascentes estudadas quanto ao grau de preservação	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Ciclo hidrológico.....	17
Figura 2 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Alto Rio São Francisco – SF 1.	38
Figura 3 - Localização do município de Formiga no estado de Minas Gerais.	39
Figura 4 - Microbacia de implantação do projeto.....	42
Figura 5 – Localização das nascentes.	44
Figura 6 – Construção de barraginhas ou bacias de contenção.	45
Figura 7 – Construção de terraços em nível.....	45
Figura 8 – Identificação de nascentes.....	46
Figura 9 – Construção de cercas para isolamento e proteção.	47
Figura 10 – Armazenamento de água em terraços.	49
Figura 11 – Bacia de contenção após precipitação pluviométrica.....	50
Figura 12 – Cercas construídas.	51
Figura 13 – Nascente classificada como ruim ou péssima.....	54
Figura 14 – Nascente classificada como razoável.	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação	53
Gráfico 2 - Classificação das nascentes quanto ao índice de impacto.....	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Ciclo hidrológico	16
3.2	Bacia Hidrográfica	17
3.3	Águas subterrâneas.....	19
3.3.1	Tipos de Nascentes.....	21
3.3.2	Hidrogeologia	22
3.3.3	Nascente e sua relação com a bacia hidrográfica	23
3.4	Degradação do solo.....	24
3.4.1	Causas e processos de degradação	24
3.4.2	Técnicas de RAD – recuperação de áreas degradadas	25
3.4.2.1	Regeneração natural	26
3.4.2.2	Nucleação	27
3.4.2.3	Semeadura direta e indireta	27
3.4.2.4	Adensamento	28
3.4.2.5	Plantio total.....	29
3.4.2.6	Hidrossemeadura	30
3.4.2.7	Manutenção.....	30
3.4.3.	Práticas conservacionistas do solo.....	31
3.4.3.1.	Sistemas de cultivo e preparo do solo	31
3.4.3.2.	Terraços em nível	32
3.4.3.3.	Caixas ou bacias de captação	32
3.5	Legislação pertinente.....	33
4	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1	Tipo de pesquisa	37
4.2.	Caracterização do Município	37
4.2.1.	Bacia Hidrográfica de Formiga – MG.....	38
4.2.2.	Localização.....	39

4.2.3.	Clima	39
4.2.4.	Hidrografia	40
4.2.5.	Topografia	40
4.2.6.	Geologia	41
4.2.7.	Regime pluvial	41
4.3.	Caracterização da área de estudo.....	41
4.4.	Escolha dos locais de conservação.....	43
4.5.	Métodos de execução do projeto.....	44
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

A exploração desordenada dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem provocando diversos impactos ambientais, que possuem consequências evidentes e preocupantes a toda sociedade, inclusive alterando a qualidade e quantidade de água drenada em uma bacia hidrográfica.

O desmatamento desenfreado e de forma agressiva, a escassez de matas ciliares, a prática da agropecuária sem assessoramento técnico, uso intensivo de inseticidas e defensivos agrícolas sem controle ou planejamento, o lixo doméstico e industrial disposto em locais impróprios, dentre outros, são práticas que vêm contribuindo para o comprometimento das reservas de água doce, quanto à quantidade e a qualidade da mesma.

Tal situação tem refletido em várias partes do mundo, dando início a diversos estudos de profissionais da área e de planejadores sociais, que visam principalmente estabelecer estratégias para a gestão do uso da água e a sustentabilidade do consumo, visando que as próximas gerações não sejam comprometidas pelas atuais condições de exploração dos recursos naturais.

Essa questão de sustentabilidade, ainda que vagarosamente, já é aplicada a projetos no campo, buscando a recuperação e preservação de áreas de afloramentos do lençol freático, também conhecidas como nascentes, que dão origem aos rios e córregos que abastecem as zonas rurais e urbanas.

Particularmente no caso de nascentes, há notório interesse na preservação, recuperação e melhoria da qualidade, quantidade e uniformidade na produção de água. É desejável que haja uma uniformidade da vazão durante o ano, tornando assim essencial o correto manejo da bacia hidrográfica, para que a água recebida durante uma precipitação pluvial não escoe em curto espaço de tempo, e sim seja absorvida através do solo e armazenada em lençóis subterrâneos, para aos poucos retornarem ao ciclo hidrológico através das nascentes.

Dessa forma, o manejo do solo das bacias hidrográficas é uma forma eficiente e necessária no uso dos recursos de uma região, pois visa à preservação e melhoria da quantidade e qualidade da água, buscando evitar o assoreamento de áreas, o controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de

contenção, minimização de contaminação química, biológica e pelas próprias partículas minerais do solo que podem ser arrastadas, e ações mitigadoras de perdas de água por evaporação e consumo das plantas.

Com estas considerações, ressalta-se a importância de estudos científicos e acadêmicos envolvendo diversas áreas como hidrologia, conservação do solo, reflorestamento de áreas, qualidade da água, buscando garantir a conservação e preservação dos recursos naturais, com aplicação de projetos e programas em regiões estratégicas de maior relevância ambiental bem como conscientização e envolvimento da sociedade nos desafios referentes à gestão dos recursos hídricos.

Essa pesquisa apresenta o estudo de caso da implantação do Projeto Vida Nova Rio Formiga, por meio do Projeto Piloto Santuário das Águas, desenvolvido na comunidade rural de Padre Trindade, zona rural de Formiga - MG.

O interesse pela abordagem desta temática surgiu da preocupação da preservação e conservação do solo e água através de práticas conservacionistas e tem como objetivo contribuir para o processo de divulgação e alcance desta tecnologia, assegurando o futuro das águas e condições de vida dos moradores e agricultores das zonas rurais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a implantação de técnicas de conservação de solos e de recuperação de áreas degradadas e nascentes, através de um estudo de caso na comunidade rural de Padre Trindade, localizado no município de Formiga – MG.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a importância da adesão às técnicas de proteção e conservação de solo;
- Identificar as técnicas adotadas e os benefícios das mesmas aos proprietários das áreas estudadas;
- Avaliar a conservação das nascentes de acordo com a metodologia apresentada.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ciclo hidrológico

Assim como os ciclos biogeoquímicos e demais ciclos naturais, o ciclo da água atua na manutenção da vida e de todo ecossistema terrestre. O ciclo hidrológico contribui com a provisão e redistribuição da água no planeta, mas sabe-se que diversos são os fatores que interferem e ocasionam falhas durante esse processo.

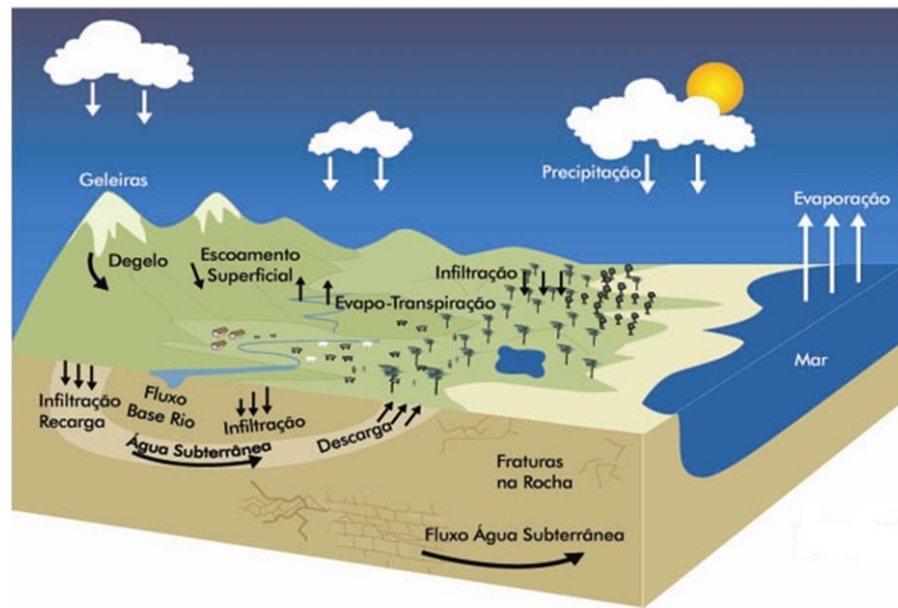
Segundo Castro e Lopes (2001 apud CALHEIROS et al., 2004, p.14), basicamente, “ciclo hidrológico é o caminho que a água percorre desde a evaporação no mar, passando pelo continente e voltando novamente ao mar”.

Tucci (2000) descreve o ciclo hidrológico a partir do vapor de água presente na atmosfera que, sob determinadas condições meteorológicas condensa-se, formando microgotículas de água que se mantêm suspensas devido à turbulência natural. O autor define-o ainda como o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre.

Durante o ciclo hidrológico, verifica-se a existência de duas etapas distintas: uma terrestre, que interage com os continentes e oceanos, e a outra que ocorre na atmosfera, precisamente na camada da troposfera, que abrange uma diversidade de condições físicas importantes ao processo. (TELLES, 2013)

De acordo com Santos et al. (2001), a água, existente em praticamente todo o planeta, na atmosfera, na superfície dos continentes, nos mares, oceanos e subsolo, encontra-se nos seus diferentes estados físicos e em permanente circulação, desenvolvendo o processo denominado ciclo hidrológico, conforme apresentado na FIG 1.

Figura 1– Ciclo hidrológico.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2017

Segundo Freire e Omena (2005), o ciclo hidrológico envolve 05 processos distintos:

- a evapotranspiração;
- a precipitação;
- a infiltração
- o escoamento superficial; e
- o escoamento subterrâneo.

Sendo um ciclo fechado de âmbito global que compreende várias fases, o ciclo da água apresenta uma característica única: qualquer que seja a frequência e intensidade de sua utilização pelo homem, seu volume global em nosso planeta nunca diminui; um exemplo de tal fato é a constância do nível médio dos mares. Porém, durante seu ciclo, a água readquire inteiramente suas propriedades e sua utilidade, podendo ser iniciado em qualquer uma de suas fases.

3.2 Bacia Hidrográfica

Tucci (2000) diz que bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação, que faz convergir o escoamento para um único ponto de

saída. É composta de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

A bacia hidrográfica é definida também como uma unidade geográfica constituída por uma área da superfície terrestre que contribui na sua formação e no armazenamento de determinado curso d'água. As bacias de cabeceiras são pequenas áreas de terras localizadas em regiões montanhosas, onde se formam as nascentes e drenam córregos e riachos. Uma bacia hidrográfica, normalmente, é constituída por inúmeras microbacias, que por sua vez possuem inúmeros pequenos riachos que formam a malha de drenagem dessa bacia (ALVES, 2000).

Telles (2013) destaca que a bacia hidrográfica é uma região ou área física em que a entrada da água precipitada em qualquer local da mesma converge para um mesmo ponto ou seção transversal denominada por exutório, sendo que esse é definido pelas características da área, relevo, altitude, uso do solo.

Diversos fatores influenciam na forma como a água da chuva interage com a bacia hidrográfica. Horton (1932, apud COLLISCHONN; DORNELLES 2015) cita como fatores importantes o clima, os solos, as rochas no subsolo e a vegetação, além das características morfométricas que estão associadas ao relevo, incluindo a área de drenagem, comprimento do curso de água principal e a declividade.

Desse modo, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e sub-superficial (TONELLO, 2005).

Segundo Loureiro (1983 apud CALHEIROS et al., 2004),

Dentro de uma bacia hidrográfica, a água das chuvas apresenta os seguintes destinos: parte é interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera; parte esco superficialmente formando as enxurradas que, através de um córrego ou rio abandona rapidamente a bacia. Outra parte se infiltra no solo, ficando temporariamente retida nos espaços porosos e é absorvida pelas plantas ou evapora através da superfície do solo. O restante alimenta os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo.

Através de suas copas, as árvores atuam também na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água. De acordo com Pierce (1967 apud ZAKIA, 1998), em condições de

cobertura de floresta natural não perturbada, a taxa de infiltração de água no solo é normalmente mantida em seu máximo. Nessas condições, raramente ocorre a formação de escoamento superficial, a não ser em locais afetados pelas atividades relacionadas com a exploração da floresta. As características do piso florestal constituem uma das condições principais para a manutenção da infiltração e da transmissão da água no solo.

Para Setti (1994 apud MIRANDA 2006), a vegetação representa um papel fundamental em relação aos mananciais, pois é reguladora dos fluxos de água, controlando o escoamento superficial e proporcionando a recarga natural dos reservatórios subterrâneos que, por sua vez, dão origem às nascentes e consequentemente interfere diretamente na bacia hidrográfica.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH n.º 32 de 15/10/03, o Brasil está dividido em 12 regiões hidrográficas. A região hidrográfica trata-se de um agrupamento de bacias ou sub-bacias adjacentes com características ambientais, sociais e econômicas similares. Cada espaço geográfico constitui uma unidade administrativa na qual atuam os chamados Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's) que buscam promover o planejamento regional, controlar os usos da água na região, proteger e conservar as fontes de captação da bacia.

3.3 Águas subterrâneas

O processo de armazenamento da água em reservas subterrâneas depende diretamente da quantidade e frequência do processo de infiltração do solo de determinado local. Por sua vez, segundo Tucci (2000), a infiltração depende da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e das quantidades de água e ar presentes no interior do solo.

Em seus estudos, Feitosa e Manoel Filho (2000) apontam que:

Quase toda a água subterrânea existente na Terra tem origem no ciclo hidrológico, isto é, sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano. Esse ciclo é governado, no solo e subsolo, pela ação da gravidade, bem como pelo tipo e densidade da cobertura vegetal e na atmosfera e superfícies líquidas (rios, lagos, mares e oceanos) pelos elementos e fatores climáticos, como por exemplo, temperatura do ar, ventos umidade relativa do ar (função do déficit de

pressão de vapor) e insolação (função da radiação solar), que são os responsáveis pelos processos de circulação da água dos oceanos para a atmosfera, em uma dada latitude terrestre.

De acordo com Miranda (2006), a água subterrânea encontra-se em reservatórios localizados nos espaços vazios ou poros das rochas, que são interligados entre si como se fossem um sistema de pequenos canais, onde a água é armazenada ou pode ser simplesmente denominada como um aquífero.

Segundo os estudos apresentados no Programa de Águas Subterrâneas (2001),

A água subterrânea corresponde à parcela mais lenta do ciclo hidrológico e constitui nossa principal reserva de água, ocorrendo em volumes muito superiores aos disponíveis na superfície. Ela ocorre preenchendo espaços formados entre os grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos. As águas subterrâneas representam a parcela da chuva que se infiltra no subsolo e migra continuamente em direção às nascentes, leitos de rios, lagos e oceanos. Os aquíferos, ao reterem as águas das chuvas, desempenham papel fundamental no controle das cheias. Nos aquíferos, as águas encontram proteção natural contra agentes poluidores ou perdas por evaporação. A contaminação, quando ocorre, é muito mais lenta e os custos para recuperação podem ser proibitivos.

Segundo Collischonn e Dornelles (2015), o estudo da infiltração e da dinâmica de água no solo é essencial, pois permite quantificar e controlar a geração de escoamento superficial. A água que infiltra no solo não escorre superficialmente, portanto, a adoção de práticas que favoreçam a infiltração contribui para evitar e minimizar a frequência e intensidade das cheias.

Ressalta-se que é esperado que a água produzida pela nascente varie dentro de um mínimo adequado, que seja capaz de defini-la como perene e propiciar seu uso para consumo humano e dessedentação de animais, durante todo o ano. Esse fato implica que a bacia não deve funcionar como um reservatório impermeável, que conduz em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial aos cursos d'água. Pelo contrário, a bacia deve absorver boa parte dessa água através do processo de infiltração, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, de maneira gradativa, aos cursos d'água através das nascentes. Isso é fundamental tanto para o uso econômico e social da água - bebedouros, irrigação e abastecimento público, como para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água à sociedade durante todo o ano. (CALHEIROS et.al. 2004).

Setti (1994 apud MIRANDA 2006) apontam o aumento do consumo das águas subterrâneas ao fato de se tratar de uma água que normalmente dispensa os caríssimos tratamentos exigidos para o abastecimento público. Tal fato acontece devido à localização das mesmas em reservatórios que as protegem e minimizam os riscos de contaminação por meio de agentes patógenos, apesar de estarem sujeitas à poluição proveniente da infiltração de esgotos a céu aberto, lixo e fossas.

3.3.1 Tipos de Nascentes

O Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (MICHAELLIS, 2017) classifica o termo nascente como “Lugar onde começa um curso de água; fonte, mina”. Em seu estudo, Zanin et al. (2013) afirma que as nascentes são feições hidrogeológicas que formam as cabeceiras dos rios e ressalta que apesar da complexidade de processos e interações, a caracterização e preservação das mesmas são essenciais para a gestão dos recursos hídricos.

Já o Dicionário Geológico-Geomorfológico (GUERRA 1993) define, de forma mais técnica, nascente como equivalente à cabeceira de um rio. Segundo os mesmos autores, geralmente não se trata de um ponto, mas sim uma zona considerável da superfície terrestre. Os autores conceituam cabeceira como: “área onde existem os olhos d’água que dão origem a um curso fluvial; é o oposto de foz”. Os autores argumentam ainda que não se deve pensar que a cabeceira seja um lugar bem definido, pois pode constituir uma verdadeira área.

Calheiros et al. (2004) afirmam que as nascentes são afloramentos do lençol freático, que dão origem a uma fonte de acúmulo de água (represas, lagoas e mananciais) ou cursos d’água (ribeirões e rios). Elas podem se localizar em encostas ou depressões do terreno, ou ainda no nível de base representado pelo curso d’água local.

Segundo os mesmos autores, esses afloramentos podem ser classificados como: perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeros (surgem durante as chuvas, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

Quanto ao grau de degradação, as nascentes são denominadas como nascente preservada, perturbada e degradada. As nascentes preservadas são

definidas por apresentar condições naturais de conservação, como a presença de vegetação ao seu redor, e as perturbadas são aquelas que, mesmo não estando ocupadas por vegetação, têm uma boa conservação, por serem ocupadas com pastagem ou por uso agrícola adequado; já as degradadas, são as que se encontram em um alto grau de perturbação, como solo compactado, um alto grau de escassez da vegetação, presença de animais de grande porte, erosão do solo evidente, seja laminar, sulcos ou voçorocas (PINTO, 2003).

3.3.2 Hidrogeologia

De acordo com Calheiros et al. (2004), a hidrogeologia de uma nascente tem relação com o lençol freático, que é “uma camada saturada de água no subsolo, cujo limite inferior é outra camada impermeável, geralmente um substrato rochoso”. Em sua dinâmica, normalmente é de formação local, sendo definido pelos contornos da bacia hidrográfica, sendo criado a partir das águas de chuva que se infiltram através das camadas permeáveis do terreno até encontrar uma camada impermeável ou de permeabilidade muito menor que a superior.

A água proveniente do lençol freático pode vir a abastecer outro aquífero ou então ressurgir em superfície através de rios efluentes ou de nascentes. A transição do fluxo de base para o escoamento superficial, proporcionado pela feição de nascente, constitui um importante processo hidrológico em função da redução do tempo de concentração na bacia hidrográfica. (ZANIN et al., 2013)

A partir dos estudos apresentados por Tucci (2000), os sistemas hidrogeológicos podem ser classificados em:

Aquífero: formação geológica (ou grupo de formações) que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais e em quantidades significativas;

Aquiclude: formação geológica que pode conter água, mas sem condição de movimentá-la de um lugar para o outro, em condições naturais e em quantidades significativas;

Aquitardo: é uma formação geológica de natureza semipermeável. Transmite água a uma taxa muito baixa comparada com o do aquífero.

Miranda (2006) ressalta que o aquífero é de um reservatório subterrâneo do qual se pode extrair uma quantidade considerável de água. Visto isso, considera-se

o armazenamento da água nesses sistemas de extrema importância, pois de acordo com Telles (2013), “a água subterrânea no Brasil é utilizada para diversas finalidades, como abastecimento humano, a indústria, lazer e principalmente a irrigação, e seu consumo tende a crescer de forma acelerada”.

3.3.3 Nascente e sua relação com a bacia hidrográfica

Cada curso d'água, por menor que seja seu volume, sempre estará associado a uma bacia hidrográfica. Assim, como os cursos d'água maiores são formados por vários afluentes menores, a sua bacia hidrográfica também é formada pelas várias bacias menores denominadas sub-bacias, formadas por cada afluente (COSTA, 2011).

A bacia hidrográfica é uma unidade geográfica constituída por uma área da superfície terrestre que contribui na formação e no armazenamento de determinado curso d'água. As bacias de cabeceiras são pequenas áreas de terras localizadas em regiões montanhosas, onde se formam as nascentes e drenam córregos e riachos. Uma bacia hidrográfica, normalmente, é constituída por inúmeras microbacias, que por sua vez possuem inúmeros pequenos riachos que formam a malha de drenagem dessa bacia (ALVES, 2000).

Diversos fatores podem alterar a quantidade e a qualidade da água das nascentes de uma bacia hidrográfica, como por exemplo, a declividade, o tipo e o uso do solo, principalmente das zonas de recarga, responsáveis pela drenagem da água do divisor natural até a nascente. Essa captação influencia o armazenamento da água subterrânea e o regime da nascente e dos cursos d'água. A conservação dessa água depende da conservação dos outros recursos naturais existentes no sistema (PINTO et al., 2004).

Dessa forma, observa-se uma relação entre as nascentes, classificadas dentro da bacia como cursos d'água de primeira ordem, não recebendo nenhum outro efluente, porém de extrema importância considerando que, a partir das confluências desses cursos, dá-se origem a rios de médio a grande porte.

3.4 Degradação do solo

A degradação ambiental afeta diretamente o trajeto da água na natureza e conseqüentemente interfere nas etapas naturais do ciclo hidrológico. Portanto, o desmatamento, a poluição, ocupação de margens de rios e atividades agropecuárias desordenadas são atividades de origem antrópica que propiciam a erosão do solo, assoreamento, arraste de partículas e perda de uma ou mais qualidades do solo que garante sua capacidade produtiva.

De acordo com Sánchez (2006, p. 27), “a degradação ambiental pode ser conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental”. Ou seja, a degradação ambiental corresponde a um impacto ambiental negativo de uma atividade ao meio ambiente.

Já Almeida (2000) entende por áreas degradadas aquelas que sofreram ações que resultaram na perda de seu processo de regeneração natural, descaracterizando seus bióticos vegetativos. Dessa forma, degradação representa uma grave ameaça para a existência de determinadas populações, sendo responsável pelo desaparecimento ou mesmo a redução de algumas espécies, que dependem da vegetação nativa para sobreviver e reproduzir.

3.4.1 Causas e processos de degradação

A erosão é um processo que afeta toda e qualquer superfície do planeta. Sua intensidade e conseqüências ao meio são influenciadas por fatores como clima, tipo de solo, declividade, manejo do solo e cobertura vegetal existente na área. (SANCHEZ, 2008)

Trata-se de um fenômeno antigo e natural, de grande importância para a formação da paisagem e rejuvenescimento dos solos. Pires e Souza (2006) ressaltam que, quando o processo de erosão é acelerado de forma descontrolada, em sua maioria por práticas antrópicas, o prejuízo é evidente, não apenas para a exploração agrícola mas também para diversas atividades econômicas, além de influenciar diretamente na disponibilidade de recursos naturais.

Pires e Souza (2006) apontam ainda algumas práticas que intensificam a degradação e o processo erosivo do solo. Entre elas, vale ressaltar o preparo intensivo do solo, plantio “morro abaixo” (plantio em linhas dirigidas a favor do declive), atividade de pastoreio excessivo, inobservância da capacidade de uso ou aptidão agrícola da terra.

O QUADRO 1 abaixo classifica as ações antrópicas e as condições naturais nas categorias de fatores facilitadores e fatores diretos na degradação do solo. A partir dos aspectos apresentados, pode-se compreender a interferência direta das mudanças populacionais e observar sua influência nos processos de degradação do solo. (ARAUJO, 2008)

Quadro 1 - Classificação dos fatores de degradação do solo.

Fatores	Ações antrópicas	Condições naturais
Facilitadores	– Desmatamento	– Topografia
	– Permissão do superpastoreio	– Textura do solo
	– Uso excessivo da vegetação	– Composição do solo
	– Taludes de corte	– Cobertura vegetal
	– Remoção da cobertura vegetal para o cultivo	– Regimes hidrográficos
Diretos	– Uso de máquinas	– Chuvas fortes
	– Condução do gado	– Alagamentos
	– Encurtamento do pousio	– Ventos fortes
	– Entrada excessiva de água/drenagem insuficiente	
	– Excesso de fertilização acida	
	– Uso excessivo de produtos químicos	
	– Disposição de resíduos domésticos/industriais	

Fonte: Adaptada de Araujo (2008) apud Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2008)

3.4.2 Técnicas de RAD – recuperação de áreas degradadas

Segundo Martins (2010), o termo recuperação, no campo de estudo de áreas degradadas, remete à execução de práticas sivilculturais, agrônômicas e de engenharia, que objetivam a recomposição das características da área modificada.

Sanchez (2006) aponta, em termos gerais, que a recuperação ambiental baseia-se na aplicação de métodos de manejo que visam tornar um ambiente degradado apto para um novo uso produtivo, ou seja, restaurar às condições originais da área degradada antes do processo de degradação, permitindo sua futura exploração de forma sustentável.

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

Quaisquer que sejam as ações implantadas no processo de recuperação de uma área, no momento da escolha da técnica, deve-se observar os aspectos ambientais, estéticos e sociais da mesma, e ainda considerar o objetivo final da área trabalhada, visando estabelecer um novo equilíbrio ecológico.

3.4.2.1 Regeneração natural

Martins (2010) define a regeneração natural como a capacidade de uma área de se recuperar, naturalmente, de um distúrbio de origem natural ou antrópico. Quanto maior for o processo de degradação de um ecossistema, menor será sua capacidade de retornar, naturalmente, ao estado original. Desta forma, diz-se que essa área perdeu a sua resiliência, ou seja, sua capacidade de recuperação mediante as perturbações internas naturais ou provocadas pela ação humana, encontrando-se assim limitada devido à degradação. Vale ressaltar, que a regeneração natural apresenta um baixo custo, mas, por outro lado, é o processo que ocorre de forma mais lenta.

Segundo o mesmo autor, a regeneração natural só pode ser empregada se a degradação da área não for muito severa e se o banco de sementes não tiver sido perdido, ou ainda, se existirem fontes de sementes próximas à área que se pretende recuperar.

Moraes et al. (2013) afirmam que a regeneração natural é a técnica que procura, basicamente, eliminar a fonte de degradação ou algum elemento que esteja

interferindo na regeneração do meio, como por exemplo: fogo, presença de animais domésticos, agricultura ou alguma espécie invasora.

O método de regeneração natural, segundo Almeida (2000), é um método eficaz e uma prática adequada para áreas de menores perturbações nas quais existam uma boa cobertura vegetativa e possibilidade de migração de sementes, o que favorece a execução em relação ao custo de implantação e otimização do processo executado.

3.4.2.2 Nucleação

De acordo com Martins (2010), a nucleação pode ser definida como a capacidade que uma espécie possui de favorecer a ocupação de uma área por outras espécies, por meio de núcleos ou ilhas de vegetação que aceleraram o processo de sucessão natural de uma área degradada.

Entre as estratégias de nucleação que podem ser utilizadas, segundo o mesmo autor, pode-se destacar o plantio de mudas, arbustos de sub-bosque, transposição de galhadas, banco de sementes do solo, chuva de sementes e a utilização de poleiros naturais e artificiais.

Almeida (2000) afirma que esse modelo atua a partir da formação de ilhas de diversidade com espécies chaves para atração de fauna (polinizadores e dispersores) que são responsáveis pela disseminação de sementes e consequentemente pelo aumento de diversidade de uma área em processo de recuperação.

É evidente, a importância que os animais dispersores possuem, pois eles agregam valor ecológico ao processo, além de manterem o equilíbrio dinâmico das áreas que se pretende recuperar. Para isso, é preponderante que se disponibilize sementes o ano todo, no intuito de assegurar a permanência desses animais na área desejada (BARBOSA, 2006).

3.4.2.3 Semeadura direta e indireta

De acordo com Moraes et al. (2013), a semeadura pode ser realizada de forma direta ou indireta. Pelo método direto entende-se aquele que é feito,

diretamente no recipiente onde a muda vai realizar seu desenvolvimento. Como preceito básico, orienta-se que a sementeira possua profundidade que corresponda ao dobro do diâmetro da semente. Instrui-se ainda que, para a produção de mudas de árvores nativas, é aconselhável colocar mais de uma semente por embalagem, visando garantir a germinação de pelo menos uma das sementes. Quando da germinação das sementes plantadas, seleciona-se a mais desenvolvida e vigorosa.

Já a sementeira indireta é aquela que utiliza sementeira, com cobertura por sombrite nas chamadas estufas. Esse tipo de sementeira é indicado para sementes frágeis, que possuem germinação lenta ou irregular e que sejam sensíveis ao ressecamento, à chuva ou à irrigação deficiente (MORAES et al. 2013).

Os autores apontam ainda que a principal vantagem da sementeira direta é que ela não requer mão de obra especializada na área, evitando assim gastos com sementeiras e com transplantes. Como desvantagens, indicam a falta de homogeneidade da germinação, que ocorre de forma irregular, além de ser necessária uma maior área para cultivo e alta quantidade e frequência de regas.

Martins (2010) ressalta a importância da qualidade das sementes para a produção de mudas, ou para a sementeira direta. Recomenda ainda a utilização de uma grande diversidade de espécies a fim de garantir a variabilidade florística e evitar que ataques sucessivos de pragas interfiram no sucesso da aplicação da técnica.

3.4.2.4 Adensamento

“O adensamento tem por objetivo a introdução de espécies arbóreas defasadas nas áreas de florestas naturais para aumentar as populações que foram reduzidas devido ao processo de degradação e alteração na área” (BARBOSA, 2006).

Segundo Martins (2010), “o plantio adensado é recomendado para áreas de alta degradação, em que se faça necessária a rápida cobertura vegetal do solo, a fim de se evitar ou controlar processo de erosão”. Orienta-se também que o plantio utilize espécies pioneiras e não pioneiras intercaladas na área a ser recuperada.

A prática do adensamento possui como vantagens a possibilidade de promover a restauração florestal, controlando a expansão de espécies agressivas, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de espécies que toleram o sombreamento. Em contrapartida, o custo de implantação é maior quando comparado com a condução da regeneração natural tendo em vista que o processo envolve o plantio de mudas. (NBL – ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA, 2013)

3.4.2.5 Plantio total

Quando a capacidade de autorregeneração natural (resiliência) da área-alvo de restauração é baixa, o método mais eficaz e indicado é o plantio total de mudas em toda a região que se deseja recuperar. Nessa prática, são realizadas combinações das espécies em grupos de plantio, visando à implantação de espécies que possuam estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) simultaneamente com espécies dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais), compondo dessa forma unidades sucessionais que resultem em uma gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos ao longo tempo, caracterizando o processo de sucessão adequado (NBL, 2013).

O mesmo estudo aponta ainda que podem ser adotados diferentes modelos de plantio para a implantação de mudas em área de plantio total. Contudo, independentemente do modelo de plantio escolhido, o mesmo deve visar à garantia de uma alta diversidade e possibilitar a substituição gradual das espécies com o tempo.

O plantio total é a técnica de recuperação de área degradada que possui o maior nível de intervenção, devendo ser aplicada quando o nível de degradação de uma área for muito intenso, havendo necessidade de introduzir novas espécies arbóreas. Essa técnica deve ser adotada, preferencialmente, em áreas onde a regeneração não ocorre de forma natural, ou demanda muito tempo. Assim, a função principal do plantio é acelerar ou propiciar o processo de sucessão secundária. As transformações que o solo sofre, como: mudanças de temperatura, umidade, luminosidade, condições físico-químicas, permitem melhorar sua estrutura, aumentando sua fertilidade e contribuem para o processo. (MORAES, et al., 2013).

A disposição das mudas no local que se pretende recuperar ocorre de diversas formas, podendo ser sem espaçamento definido ou seguindo um espaçamento predeterminado. (MARTINS, 2010).

3.4.2.6 Hidrossemeadura

A hidrossemeadura é uma técnica de recuperação de área degradada que possibilita cobrir áreas consideradas inacessíveis a outras técnicas de recuperação. Ela evita o arraste de sólidos pelas águas pluviais em solos suscetíveis à erosão. Um fato que deve ser observado é a quantidade de água que essa técnica necessita, o que às vezes inviabiliza sua utilização quando ocorre em áreas que esse recurso seja escasso. Sua realização deve ser feita em duas etapas. Primeiramente, lança-se a semente e o fertilizante, se for necessário. Depois, cobre-se a área com uma cobertura morta composta por fibras curtas. Caso essas duas etapas ocorram, simultaneamente, corre-se o risco de impedir o contato da semente com o solo, o que interferirá na germinação. (MACEDO, et al., 2003).

3.4.2.7 Manutenção

De acordo com Martins (2010), para que um projeto de recuperação de área degradada surta os resultados esperados, é crucial que sua implantação tenha sido feita de forma correta e que se tenha um plano efetivo de manutenção do reflorestamento. Não basta observar a correta adoção das técnicas de recuperação de área se não houver uma preocupação com sua continuidade. A sustentabilidade de uma área restaurada depende da diversidade das espécies utilizadas na recuperação. Assim, quanto maior for a diversidade das espécies, menor a necessidade da aplicação de técnicas de manutenção.

Algumas técnicas para garantir a manutenção de uma área degradada são: “combate permanente às formigas cortadeiras, o coroamento ao redor das mudas, ou capinas ou roçadas, ao longo das linhas de plantios, o controle de trepadeiras, a adubação de cobertura e a irrigação nas épocas de déficit hídrico acentuado”. (MARTINS, 2010, p. 120).

3.4.3. Práticas conservacionistas do solo

Através do conhecimento das características e propriedades gerais do solo, o responsável pelo manejo tem condições de elaborar os projetos e executar as atividades com a menor taxa de impactos possíveis. (BERTONI ; LOMBARDI NETO, 2010)

As denominadas práticas conservacionistas têm como objetivo evitar o impacto direto da água da chuva no solo e reduzir sua velocidade de escoamento e arraste de partículas. (LEPSCH, 2002).

As práticas mecânicas de controle da erosão são projetadas e construídas no intuito de conter a água da enxurrada, propiciando sua infiltração no solo ou o escoamento em velocidades e condições seguras e adequadas. (PIRES ; SOUSA, 2006)

3.4.3.1. Sistemas de cultivo e preparo do solo

O sistema de cultivo e o preparo do solo têm grande relevância no processo de manejo de bacias e conservação do solo e da água, pois interferem diretamente na cobertura vegetal e nas características físicas e biológicas do solo (GOMES, 2011). Com o passar do tempo e o uso contínuo do solo, sua estrutura é alterada de forma que propicia em maior risco de desagregação, erosão, diminuição das taxas de infiltração e percolação, redução das vazões em nascentes e rios, assoreamento e deterioração da qualidade da água etc.

Os implementos e equipamentos utilizados no manejo do solo devem ser adaptados às suas condições e a seus tipos, visando, particularmente, à preservação das propriedades físicas e biológicas do terreno, evitando a desagregação excessiva. As alterações que ocorrem no solo por ocasião do preparo são determinadas, em grande parte, pelo tipo de implemento utilizado, mas o conteúdo de umidade e o sentido do processo são fatores de grande influencia no momento da realização da prática (GOMES, 2011).

3.4.3.2. Terraços em nível

A ocorrência de escoamento superficial varia em forma e intensidade relacionadas à precipitação (quantidade e intensidade), declividade, classe de solo e outros fatores naturais. Entretanto, as atividades de origem antrópica são aliadas para o desequilíbrio de algumas fases do ciclo hidrológico, causados pelo manejo intensivo e inadequado do solo. Via de regra, em todos os sistemas de uso do solo, verifica-se a presença de escoamento superficial, sendo que, a depender do manejo adotado, o processo é maior ou menor, com atuação direta na vazão máxima e mínima dos mananciais, além de influenciar em processos erosivos, empobrecimento do solo, assoreamento e comprometimento da qualidade e quantidade da água (GOMES, 2011).

O sistema de terraceamento é uma das práticas mais eficientes para controle efetivo de erosões em áreas cultivadas ou de pastagem. A palavra terraço significa a construção de camalhões e canais em corte da linha de maior declive de um terreno. (BERTONI ; LOMBARDI NETO, 2010)

Souza e Domingues (2016) definem o terraceamento como uma prática conservacionista de caráter mecânico, cuja implantação envolve a movimentação de terra, por meio de cortes e aterros. O terraceamento baseia-se na construção de estruturas físicas no sentido transversal ao declive do terreno, em intervalos dimensionados por projetos, visando o controle do escoamento superficial das águas de chuva.

Ainda segundo os autores, as estruturas construídas são denominadas “terraços” e sua aplicação está diretamente relacionada ao tipo de solo, à declividade do terreno e à intensidade e duração das chuvas. A função principal dos mesmos, portanto, é interceptar a água que escorre na superfície do terreno, evitando a formação de grandes volumes de enxurradas e facilitando o processo de infiltração da água no solo e ou a sua drenagem lenta e segura.

3.4.3.3. Caixas ou bacias de captação

Em estradas rurais, pastagens e áreas de uso do solo com cultivos permanentes ou temporários, é comum a ocorrência de escoamento superficial concentrado devido à formação de enxurradas. A concentração e velocidade de

escoamento da água em determinado local nas propriedades é a principal responsável pelas erosões e voçorocas encontradas ao longo das encostas (GOMES, 2011).

Segundo estudos apresentados por Souza e Domingues (2006), diante da situação apresentada, uma das soluções que podem ser implantadas é a construção de bacias de captação de enxurradas, também conhecidas por “bacias de contenção”, “bacias de retenção”, “barraginhas” ou “bolsões”.

Os autores apontam que a função desses reservatórios feitos no terreno é interceptar as enxurradas por meio da coleta e armazenamento da água que escorre na superfície. A bacia propicia, ainda, a infiltração da água acumulada, promovendo a recarga do lençol freático, favorecendo a manutenção de nascentes, além de contribuir na retenção dos sedimentos para ela transportados que, em sua maioria, seriam carreados para cursos hídricos próximos.

Gomes (2011) afirma que:

As caixas de captação devem ser dimensionadas e distribuídas levando-se em consideração a precipitação pluviométrica, a área de escoamento superficial, a declividade, a cobertura vegetal do solo, a classe de solo, o comprimento da estrada e outros fatores que o técnico deve identificar no campo no momento da leitura do ambiente.

Para Barros (2009), uma das vantagens apresentadas pela implantação de bacias de captação é a contenção do avanço da degradação do solo causada pelas enxurradas, as quais geram erosões e arrastam sedimentos (terra, pedregulho e folhagem) para os cursos d'água, empobrecendo o solo e comprometendo os recursos hídricos da propriedade.

Tem-se ainda o fato de que essa captação mitiga a formação de enchentes e contribui diretamente para a recarga hídrica da propriedade, favorecendo o aparecimento e perenidade de nascentes além de proporcionar uma agricultura segura e alimentos de qualidade e gerar emprego e renda.

3.5 Legislação pertinente

Entre as diversas regulamentações referentes às atividades degradadoras do solo e à proteção e conservação do meio ambiente e recursos hídricos, algumas

possuem maior destaque por suas definições, disposições e demais informações presentes.

O Código Florestal Brasileiro e a Lei Florestal de Minas Gerais têm como objetivo dispor sobre as diretrizes gerais de onde e de que forma o território pode ser explorado ao determinar as áreas de vegetação nativa que devem ser preservadas e quais regiões são autorizadas a receber os diferentes tipos de atividades rurais.

No âmbito federal segundo o Novo Código Florestal Brasileiro, regido pela Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e ainda pela Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, consideram-se de preservação permanente, pelo efeito de lei, as áreas rurais ou urbanas nas quais se situam as nascentes, ainda que intermitentes, e os chamados “olhos d’água” qualquer que seja a sua situação topográfica, devendo ter um raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.

A mesma lei define ainda como APP – Área de Preservação Permanente - toda área protegida podendo estar coberta ou não por vegetação nativa, que tenha como função ambiental a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, fluxo gênico da fauna e flora, visando à proteção do solo e assegurando o bem-estar da população humana e a conservação da biodiversidade.

Já a Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, do estado de Minas Gerais, dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade e visa estabelecer normas sobre o tema de acordo com as especificidades regionais de uso do solo e de cuidados exigidos pelos biomas do Estado.

De forma complementar e associativa, ambas as leis buscam garantir a conservação e preservação da biodiversidade e estabelecem limites e parâmetros quanto ao uso de solo, nascentes, recursos hídricos e os trâmites necessários para legalizar ações e atividades realizadas nessas áreas.

Com a publicação da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, e demais alterações, definiram-se as dimensões referentes às áreas adjacentes consideradas de preservação permanente a serem seguidas no entorno de nascentes, rios, reservatórios artificiais e naturais, entre outros, como se segue:

Art. 9º Para os efeitos desta Lei, em zonas rurais ou urbanas, são APPs:

I - as faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, medidas a partir da borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30m (trinta metros), para os cursos d'água de menos de 10m (dez metros) de largura;

b) 50m (cinquenta metros), para os cursos d'água de 10m (dez metros) a 50m (cinquenta metros) de largura;

c) 100m (cem metros), para os cursos d'água de 50m (cinquenta metros) a 200m (duzentos metros) de largura;

d) 200m (duzentos metros), para os cursos d'água de 200m (duzentos metros) a 600m (seiscentos metros) de largura;

e) 500m (quinhentos metros), para os cursos d'água de mais de 600m (seiscentos metros);

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa de proteção, com largura mínima de:

a) 30m (trinta metros), em zonas urbanas;

b) 50m (cinquenta metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja inferior a 20 ha (vinte hectares) de superfície;

c) 100m (cem metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja superior a 20 ha (vinte hectares) de superfície;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa de proteção definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50m (cinquenta metros);

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45° (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento), na linha de maior declive;

VI - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa não inferior a 100m (cem metros) em projeções horizontais;

VII - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100m (cem metros) e inclinação média maior que 25° (vinte e cinco graus), as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

VIII - as áreas em altitude superior a 1.800m (mil e oitocentos metros);

IX - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50m (cinquenta metros), a partir do término da área de solo hidromórfico.

Em relação às nascentes localizadas em áreas urbanas, de acordo com a situação em que as mesmas se encontrem, serão adotadas medidas diferentes. No caso da nascente sem modificação ou intervenção, como construções em um raio de 50 metros, a legislação é a mesma da área rural. Já nos casos em que se encontram perturbadas por alguma atividade ou interferência anterior num raio de 50

m, como habitações consolidadas (construções anteriores a 22 de julho de 2008), fica exigido à recomposição de no mínimo 30 m de vegetação para proteção da área.

A Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, apresenta ainda, em seu artigo 16º, a adoção de regime diferenciado para propriedades que se encaixam como área rural consolidada, visando garantir dessa forma a continuidade de atividades que, na maioria das ocasiões, são a fonte de renda dos proprietários.

Quanto às penalidades, a Lei de Crimes Ambientais 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998, conforme Artigo 39.º determina que seja proibido “Destruir ou danificar a floresta da área de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”. E prevista pena de detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas, cumulativamente, se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de pesquisa

A presente pesquisa utilizou-se de um estudo de caso que é um método qualitativo que consiste, geralmente, em uma forma de aprofundar um ou mais aspectos. O estudo é um procedimento utilizado habitualmente na intervenção clínica com objetivo de compreensão e planejamento da intervenção, destacando-se pela possibilidade de integração de diferentes técnicas e campos do conhecimento.

O estudo de caso, segundo Gil (2009), “caracteriza-se pelo estudo profundo e incessante de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos”.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em fontes físicas como livros técnicos, dissertações e monografias. Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

A pesquisa eletrônica também foi realizada, sendo consultadas fontes como o Google Acadêmico e o Scielo. Além dessas fontes, foram realizadas buscas em banco de dados secundários oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), dentre outras.

4.2. Caracterização do Município

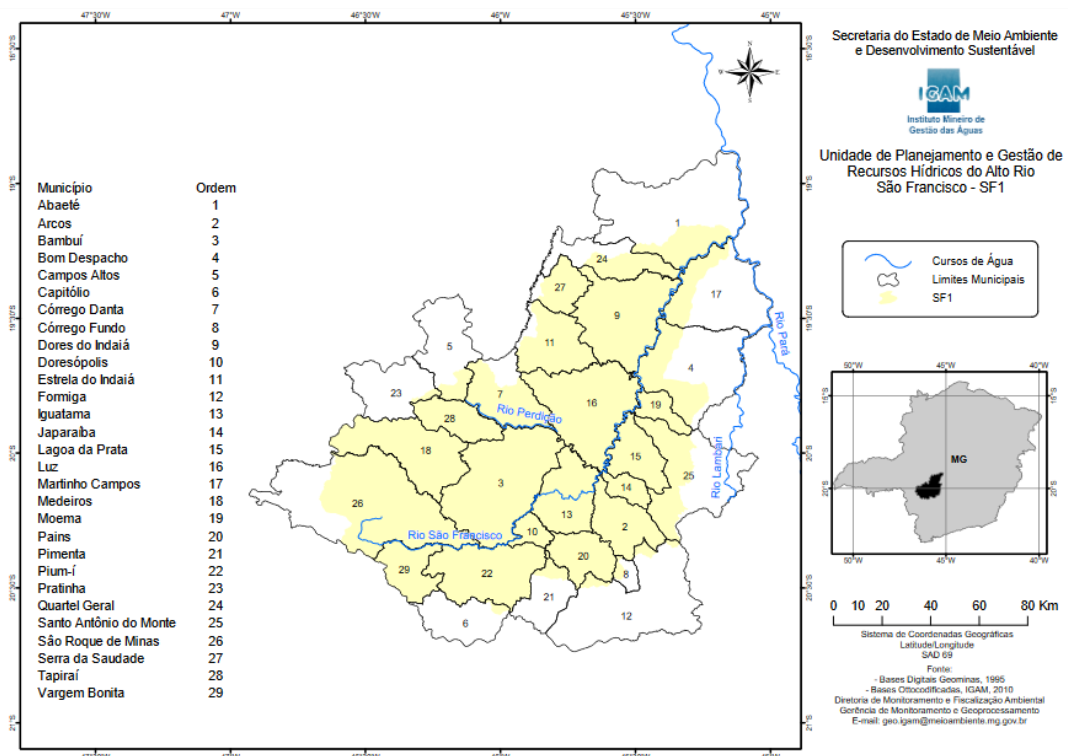
A seguir estão descritas as características básicas do município de Formiga, estado de Minas Gerais, com o objetivo de fazer uma apresentação sumária da área de estudo.

4.2.1. Bacia Hidrográfica de Formiga – MG

De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF, 2017), a grande dimensão territorial da bacia do rio São Francisco, estimada em 639.219 km² de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850 m³/s (2% do total do país), motivou a sua divisão por regiões, para fins de planejamento e para facilitar a localização de suas diversas populações e ambiências naturais. A divisão se fez de acordo com o sentido do curso do rio e com a variação de altitudes.

O município de Formiga – MG encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) SF 1 – Alto São Francisco, conforme é possível verificar na FIG. 2.

Figura 2 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Alto Rio São Francisco – SF 1.



Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, (2017).

4.2.2. Localização

A área de estudo compreende o município de Formiga, localizado na região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais (FIG. 3) distante da capital mineira, Belo Horizonte, há aproximadamente 200 km. O município possui cerca de 65.128 habitantes, distribuídos em uma área de aproximadamente 1.502 km². (IBGE, 2017).

Figura 3 - Localização do município de Formiga no estado de Minas Gerais.



Fonte – Google Maps, 2017.

O município de Formiga se localiza na latitude 20°27'52.38" S e na longitude 45°25'38.40" W. Ele faz divisa com os seguintes municípios: a norte – Pains, Córrego Fundo, Arcos, Santo Antônio do Monte e Pedra do Indaiá; a sul – Candeias e Cristais; a oeste – Pimenta e Guapé; e a leste – Itapecerica.

4.2.3. Clima

O município de Formiga possui clima Tropical de Altitude, com uma temperatura média anual de 21,8° C. A média máxima anual é de 28,7° C e a média

mínima anual é de 15,8° C - (Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, 2016).

De uma forma geral, esse tipo de clima se caracteriza por ser mesotérmico, úmido, com chuvas torrenciais e chuvas orográficas. Também apresenta como característica importante temperaturas amenas com poucas variações, além de chuvas no verão e seca no inverno, o que corresponde, segundo a classificação de Köppen (1962), ao clima do tipo Tropical (Aw) e Tropical de Altitude (Cwb) (PMSB, 2016).

4.2.4. Hidrografia

O município de Formiga é privilegiado com uma grande quantidade de corpos hídricos presentes em toda a sua extensão. Assim, apresenta rios e córregos afluentes, ao norte, da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e principalmente, ao sul, da Bacia do Rio Grande. Os principais rios que se destacam são o Rio Pouso Alegre, Rio Santana, Rio Lambari, Rio Mata Cavalo e o Rio Formiga, este, considerado o mais importante, passando por toda a região central da cidade (SANTUÁRIO DAS AGUAS, 2016).

O Rio Formiga forma-se pela junção dos Ribeirões Padre Trindade e Barra Mansa, no município de Formiga, MG. Desta junção, ele percorre aproximadamente 30 km até desaguar no Lago da Hidrelétrica de Furnas (Rio Grande) (FORMIGA, 2006)

4.2.5. Topografia

Com um relevo bastante diversificado, que vai de plano, ondulado a montanhoso, Formiga possui uma altitude máxima de 1125 metros na Serra Capão da Mata, altitude mínima de 785 metros na Represa de Furnas e o ponto central da cidade de 841,45 metros (FORMIGA, 2006).

4.2.6. Geologia

A geologia regional é marcada por duas tipologias distintas: a Bacia Sedimentar do Grupo Bambuí a oeste, e o Complexo Maciço Cristalino Arqueano a leste, definindo grandes diferenças no relevo. Na primeira região, o relevo é marcado pela presença de colinas suaves e na segunda, o município é caracterizado por um relevo em mar-de-morros, bastante acidentado. (OLIVEIRA, 2008).

As classes de solos encontradas com predominância no município de Formiga – MG são os Latossolos e Argissolos. A classe dos Cambissolos é encontrada em pequena porção (FORMIGA, 2006).

4.2.7. Regime Pluvial

O município de Formiga caracteriza-se por apresentar um período de estiagem no inverno e um elevado índice pluviométrico no verão, com uma média anual de 1272 mm (FORMIGA, 2006).

4.3. Caracterização da área de estudo

O trabalho de pesquisa foi realizado na microbacia do Corrego Quebradeira, em Padre Trindade, zona rural do município de Formiga, MG. Essa região é marcada pela presença do Córrego Quebradeira que é de vital importância, pois junta-se ao Córrego Morro das Pedras, formando em seguida o Rio Padre Trindade que posteriormente encontra-se com o Ribeirão do Morro Cavado e Ribeirão Barra Mansa, transformando-se no Rio Formiga, do qual é feito todo o abastecimento à população da cidade de Formiga.

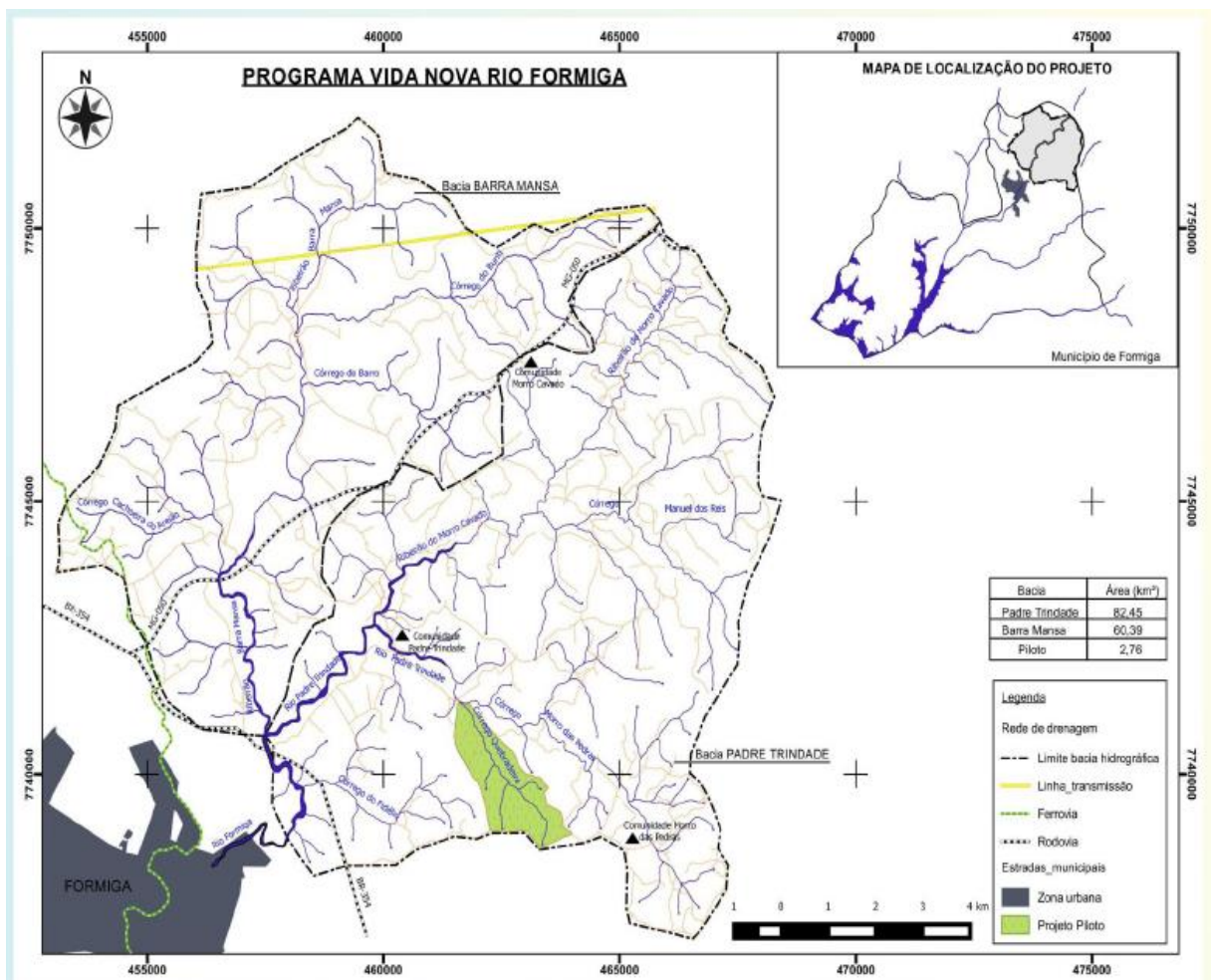
A Comunidade Rural de Padre Trindade localiza-se a aproximadamente 12 quilômetros do centro da cidade de Formiga/MG e tem hoje cerca de 150 habitantes, sendo sua principal atividade econômica a agricultura de subsistência familiar, por meio do cultivo de verduras e legumes que são revendidos no próprio município e cidades vizinhas.

A vegetação da microbacia é caracterizada pelo bioma Cerrado em suas diferentes fitofisionomias, predominando as Formações Típicas do Cerrado. O solo

predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo, sendo também frequentes os Cambissolos e Argissolos (FEAM. 2017). A precipitação pluviométrica anual baseia-se na ocorrência de 80% das chuvas nos meses de dezembro a março, e o restante se distribuindo principalmente nos meses de outubro e novembro.

De acordo com a FIG. 4, que representa a distribuição das bacias hidrográficas do município de Formiga e suas respectivas redes de drenagem, observa-se que a microbacia escolhida para realização do presente estudo, está localizada a montante da zona urbana, sendo contribuinte direto quanto à água que chega à Estação de Tratamento de Água (ETA) e a população formiguense.

Figura 4 - Microbacia de implantação do projeto



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

4.4. Escolha dos locais de conservação

O projeto em estudo contemplou o período entre dezembro/2015 a dezembro/2016; a construção de estruturas e práticas que abrangeu direta e indiretamente 15 propriedades, em uma área de aproximadamente 276 hectares.

Os locais escolhidos para a implantação das técnicas de conservação de solo e a proteção de 10 nascentes foram definidos através de estudo preliminar com o auxílio da equipe coordenadora do Projeto Piloto Santuário das Águas, formada por membros da Prefeitura Municipal, Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), Associação Regional de Proteção Ambiental (ARPA), Ministério Público, Centro Universitário de Formiga (UNIFOR/MG) entre outras entidades. Após a implantação das técnicas, as propriedades foram acompanhadas durante o período de 06 (seis) meses e foram observados aspectos quanto à sua recuperação e conservação.

A localização das nascentes foi obtida através de aparelho de sistema de posicionamento global (GPS) Portátil GARMIN ETREX 10 e pode ser observada na TAB.1 abaixo.

Tabela 1 - Identificação e localização das nascentes.

Identificação	Coordenadas Geográficas (UTM) – Zone 23K		
	Longitude	Latitude	Altitude
01	461585.00 m E	7740548.00 m S	954
02	462304.00 m E	7740572.00 m S	940
03	462065.00 m E	7740105.00 m S	964
04	462395.00 m E	7740169.00 m S	921
05	462630.00 m E	7739507.00 m S	955
06	462364.00 m E	7739408.00 m S	955
07	462512.00 m E	7739214.00 m S	994
08	463113.00 m E	7739897.00 m S	962
09	463482.00 m E	7739196.00 m S	976
10	463286.00 m E	7738834.00 m S	994

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Na FIG. 5 é possível observar os pontos escolhidos para a implantação do projeto e presente estudo.

Figura 5 – Localização das nascentes.



Fonte: Google Earth, 2017.

4.5. Métodos de execução do projeto

4.5.1. Práticas Adotadas

Neste projeto foi realizada a construção de bacias de contenção ou barraginhas (FIG. 6), sistemas de terraceamento (FIG. 7). Estas técnicas são facilmente implantadas e economicamente acessíveis, porém faz-se necessário um planejamento técnico preliminar para garantir a sua eficiência.

Figura 6 – Construção de barraginhas ou bacias de contenção.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Figura 7 – Construção de terraços em nível.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Segundo Zuquette et al. (2013 apud Gomes, 2015), o processo de recuperação de uma área degradada visa atingir metas como: interromper o desenvolvimento da degradação, estabilizar as condições atuais, recuperar as condições para um nível de controle do ambiente, respeitando os critérios de

resiliência, restaurar a área e restabelecer todas as condições e interações existentes antes da degradação.

Deste modo, o restabelecimento do equilíbrio dos processos físicos e/ou químicos e/ou biológicos reflete na recuperação da área degradada.

4.5.2. Identificação, classificação e proteção de nascentes

Para proteção e preservação de nascentes são recomendadas medidas simples, de baixo custo e práticas. A primeira e principal medida adotada foi à identificação in loco e o cercamento da mesma (FIG. 8 e FIG. 9).

Figura 8 – Identificação de nascentes.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Figura 9 – Construção de cercas para isolamento e proteção.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

A fim de se classificar o estado de conservação das nascentes, foi realizada a avaliação de parâmetros macroscópicos, sendo adotada a metodologia apresentada por Gomes et al (2005).

Os critérios adotados na análise foram: cor da água; odor; lixo ao redor; materiais flutuantes; espumas; óleos; esgoto; vegetação; uso por animais; uso por humanos; proteção do local; proximidade com residência ou estabelecimento e tipo de área de inserção. A partir destes parâmetros foi atribuída uma pontuação de acordo com seu estado de exposição: 1 para ruim, 2 para médio e 3 para bom, conforme TAB. 02.

Tabela 2 - Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos.

PARÂMETRO	1	2	3
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro Forte	Cheiro Fraco	Sem Cheiro
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Sem lixo
Materiais Flutuantes	Muito	Pouco	Sem materiais flutuantes
Espumas	Muito	Pouco	Sem espumas
Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos
Esgoto	Esgoto doméstico	Fluxo Superficial	Sem esgoto

Tabela 2. Continuação

Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Proteção	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Sem proteção (sem acesso)
Proximidade com residência	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Mais de 100 metros
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

Fonte: Adaptado de GOMES et. al, 2005.

O somatório dos atributos creditados a cada parâmetro compôs o Índice de Impacto Ambiental de Nascente que foi utilizado para a classificação das nascentes de acordo com seu grau de conservação, sendo estabelecida a margem de pontuação, de acordo com a TAB. 03.

Tabela 3 - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.

CLASSE	GRAU DE PRESERVAÇÃO	Pontuação Final
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	Entre 34 a 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Adaptado de GOMES et. al, 2005.

A partir da análise dos dados coletados, as nascentes do local foram enquadradas quanto ao grau de preservação obtido na aplicação da metodologia apresentada, e dessa forma foi possível indicar os fatores que contribuíram diretamente para a classificação da mesma, e com isso propor a adoção de medidas de recuperação adequadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto em estudo contemplou a construção de:

- 7.616 m (sete mil, seiscentos e dezesseis metros) de terraços em nível, importantes na interceptação de água;
- 47 (quarenta e sete) bacias de contenção (barraginhas);
- 3.674 m (três mil, seiscentos e setenta e quatro metros) de cercas construídas, protegendo uma área de aproximadamente 14,5 ha, sendo 10 (onze) nascentes.

Na FIG. 10 é possível observar os terraços já em funcionamento, através da retenção da água da chuva, promovendo a sua infiltração e redução da velocidade do escoamento superficial gerado pela água precipitada.

Figura 10 – Armazenamento de água em terraços.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Na FIG. 11, está demonstrada uma bacia de contenção construída em uma das propriedades, logo após a ocorrência de chuvas na região. Após 24 horas, a

água acumulada foi totalmente infiltrada, promovendo uma alta eficiência e auxiliando na recarga do aquífero.

Figura 11 – Bacia de contenção após precipitação pluviométrica.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Os sistemas adotados trazem diversos benefícios, como por exemplo, a redução da velocidade da água das chuvas erosivas que escorrem sobre o terreno diminuindo a erosão do solo, evitando a perda de nutrientes, e ainda promovendo a recarga do lençol freático e consequentemente aumentando o nível de água no interior do solo, contribuindo para a conservação de nascentes e de mananciais de água.

Os 3.674 m de cercas construídas (FIG. 12) tiveram como objetivo proteger as áreas de proteção permanentes, isentando-as de qualquer atividade que possa vir a degradá-las e auxiliando na regeneração natural.

Figura 12 – Cercas construídas.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

As intervenções realizadas na microbacia visam atenuar os impactos gerados pela ação humana nas cabeceiras dos rios, como forma de beneficiar tanto a população da área rural, quanto às populações das cidades, geralmente localizadas a jusante das bacias.

Segundo o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, (CEPA-SC, 1999), após 08 anos de funcionamento do projeto, que abrangeu 534 microbacias, iniciado no estado de Santa Catarina no ano de 1991, os resultados superaram as metas e foram extremamente relevantes em relação aos impactos ambientais e econômicos.

Entre eles destacam-se: a diminuição sensível dos índices de erosão, por meio da cobertura permanente do solo com espécies apropriadas; recuperação e conservação da capacidade produtiva do solo e incentivo ao planejamento do uso do espaço nas propriedades de acordo com a aptidão natural.

Em seu estudo sobre a implantação de práticas conservacionistas na sub-bacia do Córrego Frutal em Frutal/MG, cujo projeto teve início em 2001, Cardoso (2008) aponta que no momento do estudo, o terraceamento e a recuperação de áreas degradadas já havia atingindo cerca de 600 ha da sub-bacia, cerca de 45% da área total, e já é visível o aumento e melhoria qualitativa das águas do Ribeirão Frutal.

A TAB. 4 apresenta a aplicação da metodologia apresentada por Gomes et al (2005) quanto à avaliação das nascentes por seus parâmetros macroscópicos: cor da água; odor; lixo ao redor; materiais flutuantes; espumas; óleos; esgoto; vegetação; uso por animais; uso por humanos; proteção do local; proximidade com residência ou estabelecimento e tipo de área de inserção.

Tabela 4 - Classificação das nascentes estudadas quanto ao grau de preservação

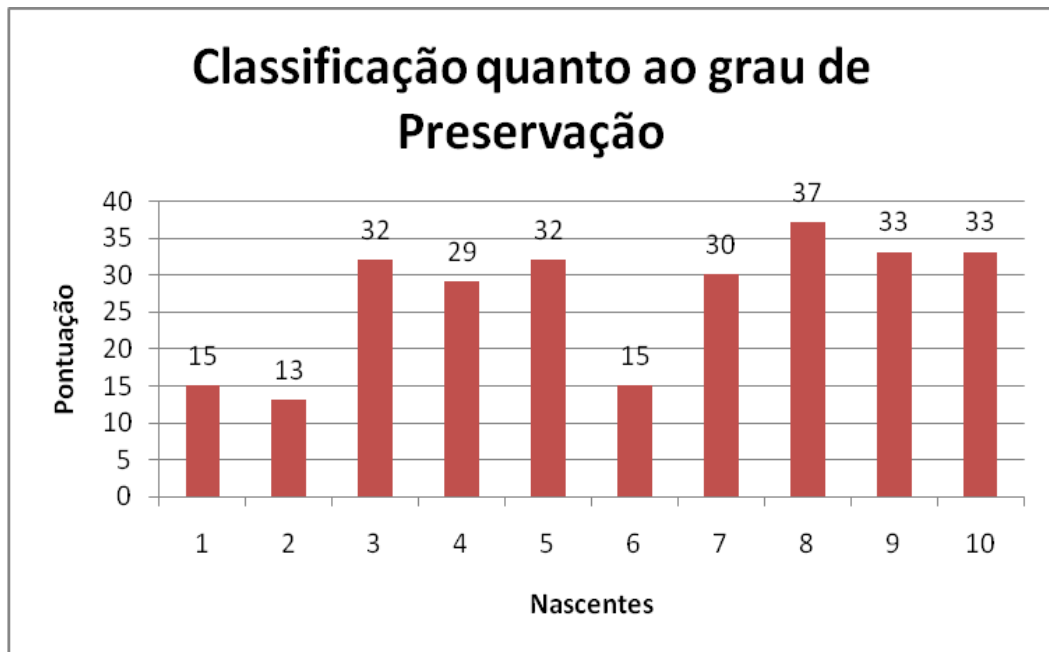
PARÂMETRO	NASCENTES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cor da água	0	0	2	2	2	0	1	3	2	2
Odor	0	0	3	2	3	0	2	3	3	3
Lixo ao redor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Materiais Flutuantes	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3
Espumas	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3
Óleos	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3
Esgoto	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3
Vegetação	2	1	2	1	2	1	1	3	2	2
Uso por animais	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
Uso por humanos	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Proteção	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2
Proximidade com residência	1	2	3	3	2	3	3	3	3	3
Tipo de área de inserção	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL	15	13	32	29	32	15	30	37	33	33

Nota: As nascentes 1, 2 e 6 tiveram parâmetros – 0 – devido ao fato de não possuírem água durante a fase de implantação e acompanhamento do programa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

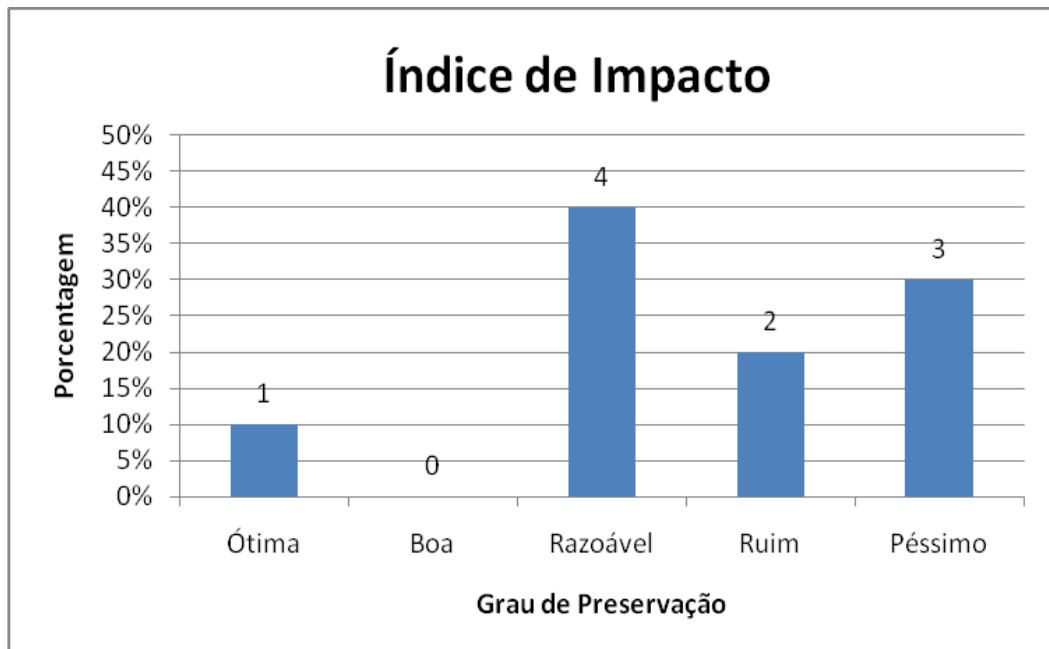
O monitoramento das nascentes de áreas de recarga é importante porque, garante não apenas a proteção da vegetação natural e assegura a conservação de sua perenidade e qualidade de suas águas. A partir da análise dos gráficos abaixo (GRAF. 1 e 2), percebe-se que a ausência de vegetação nativa e presença de animais influi diretamente no grau de conservação das nascentes, justificando dessa forma a necessidade do isolamento das áreas de recarga.

Gráfico 1 - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Gráfico 2 - Classificação das nascentes quanto ao índice de impacto



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Diante do exposto, observa-se que 50%, das nascentes estudadas são consideradas “ruins ou péssimas” quanto ao grau de preservação, sendo que entre estas, 03 (três) não possuem água (FIG. 13). Das outras 05 (cinco) nascentes, 04

(quatro) foram consideradas como razoáveis (FIG. 14) e uma classificada como ótima.

Figura 13 – Nascente classificada como ruim ou péssima.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Figura 14 – Nascente classificada como razoável.



Fonte: Santuário das Águas, 2016.

Embora, o Índice de Impactos das nascentes (método adotado neste trabalho), aponte uma porcentagem relevante (40%) de nascentes na categoria C (razoável), deve-se lembrar que esta metodologia não estabelece no parâmetro “proteção das nascentes” o raio mínimo de matas ciliares, e sim aponta diversos parâmetros que são relevantes na avaliação do estado de conservação. Na análise, os parâmetros tratados levam em considerações características macroscópicas que alteram ou não a qualidade da água (óleos, odor, espumas, alteração de vegetação, acesso, e outros).

Em sua avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia/MG, Gomes (2005) ressalta que a ausência de proteção e a proximidade de residências são os principais fatores que influenciam negativamente na classificação das nascentes urbanas. Tal observação é pertinente para o presente estudo, visto que a falta de proteção favorece o contato de humanos e animais às áreas, intensificando a degradação do meio em questão e alterando suas condições.

A partir dessas avaliações, ressalta-se ainda a necessidade da aplicação de técnicas de revegetação das áreas de APP das nascentes. A técnica de regeneração natural associada com o plantio direto de espécies nativas é a mais apropriada, considerando o cercamento das áreas de APP das propriedades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das técnicas de conservação do solo e água, como barraginhas e terraços, de forma integrada e complementar tem proporcionado um maior domínio, por parte do agricultor, do potencial de sua propriedade, garantindo o uso da água onde ela cai para geração de alimento, trabalho e renda, com uma grande diversidade de atividades que não seria possível sem a integração das tecnologias.

O uso adequado do solo e práticas de conservação nestas áreas é de extrema importância para que se possa realizar a interceptação da água da chuva, reduzir a quantidade e a velocidade do escoamento superficial e aumentar a infiltração, possibilitando a recarga do lençol freático, que é responsável pela condição das nascentes e sua preservação, permitindo ainda a redução de impactos ambientais e a garantia da disponibilidade hídrica futura da região e do município de Formiga - MG.

A adoção das práticas mencionadas propicia a adequação quanto à legislação ambiental vigente, que estabelece a proteção e recomposição de vegetação, quando necessário, a fim de se garantir a função ambiental da área, a preservação dos recursos hídricos, paisagem, fluxo gênico da fauna e flora, visando à proteção do solo e assegurando o bem-estar da população humana e a conservação da biodiversidade.

O método de avaliação de parâmetros macroscópicos apresentado possibilitou a classificação de nascentes e propiciou uma visualização clara quanto ao parâmetro e/ou causa de seu enquadramento nos graus de preservação estabelecidos. Dessa forma, com o conhecimento dos fatores, torna-se mais eficaz a adoção de projetos e medidas de revitalização da paisagem e de suas condições naturais.

A partir do presente trabalho ressalta-se ainda um fator hidrogeológico importantíssimo, pois a condição de uma nascente não está relacionada apenas ao que ocorre em sua APP. Seu estado está associado a toda a bacia hidrográfica da qual faz parte. Com isso, um projeto de proteção de nascentes envolve não apenas a delimitação de uma APP, mas sim um amplo programa de recuperação da capacidade de infiltração de águas de chuva em toda a bacia de contribuição.

Portanto, de maneira geral, é grande o interesse por parte de proprietários e produtores rurais na execução de práticas conservacionistas e planos de manejo, que visam à recuperação e preservação do solo, vegetação e nascentes, porém a mobilização e apresentação do programa, prazo de adequação e orientação técnica efetiva são ações de extrema importância para o sucesso desses projetos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000.
- ALVES, S. C. A água como elemento fundamental da paisagem em microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 9-14, nov./dez. 2000.
- ARAUJO, G. H. de S; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- BARBOSA, L. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista - importância da interação animal-planta na recuperação de áreas degradadas p 40** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
- BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 49 p. il. (ABC da agricultura familiar, 21).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 2010. 355p.
- BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998**, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providencias. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/gab/asin/lei.html>. Acesso em: 21 de Setembro de 2017.
- BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out 2012.
- BRASIL **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n^{os} 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 n^{os} 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai 2012.
- BRASIL. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**, Dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em: 21 de Setembro de 2017.
- CALHEIROS, R. DE OLIVEIRA ET AL. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais (CTRN), 2004. 40p
- CARDOSO, A. A. G. **Diagnóstico e implantação de práticas conservacionistas na sub-bacia do córrego Frutal, Frutal (MG)**. 2008. 42 p. Monografia (Pós-

Graduação *Lato Sensu* em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas). Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2008

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

CASTRO, P.S. & LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2001. 84p. (Série Saneamento e Meio Ambiente, n. 296).

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. **A Bacia**. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>>. Acesso em: 03 ago. 2017

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003 – Institui a divisão hidrográfica nacional**. Brasília (DF), 2003.

COSTA, F. F. **Avaliação Ambiental em áreas de nascentes na bacia hidrográfica do Alto Rio Grande – PB**. 2011. 98p. Dissertação de Mestrado. João Pessoa – Paraíba. Universidade Federal da Paraíba

FAO. Natural resources ad the human environment for food anf agriculture, Environment Paper Nº 1. Roma, 1980.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Banco de Solos de Minas Gerais** Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 01 out. 2017

FEITOSA, Fernando A. C.; MANOEL FILHO, João. (coord.) **Hidrogeologia – conceitos e aplicações**. 2ª ed., Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, cap. 2. p. 13-34, 2000. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/1977518/livro-hidrogeologia-conceitos-e-aplicacoes>> Acesso em: 03 ago. 2017

FREIRE, C. C; OMENA, S. P. F. **Princípios De Hidrologia Ambiental**. Curso de Aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Alagoas – Universidade Federal de Santa Catarina. 2005. 203 p.

FORMIGA. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor de Formiga-MG**. Diagnóstico E Diretrizes Para A Estrutura Urbana. Formiga, MG, 2006. Disponível em: <<https://www.formiga.mg.gov.br/antigo/arquivos/downloads/diagnosticoediretrizesparaestruturaurbanadeformigavolume1washington.pdf>>. Acesso em: 12 out.g 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S/A, 2009.

GOOGLE MAPS. Formiga. 2017. Disponível em: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&cp=7&gs_id=q&xhr=t&q=minas%20gerais&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.&bpcl=38625945&biw=1280&bih=705&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl>. Acesso em: 26 set. 2017.

GOMES, E. R. **Diagnóstico e Avaliação Ambiental das Nascentes da Serra dos Matões, Município de Pedro II, Piauí**, Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro-SP, 2015

- GOMES, M. A. **Técnicas de manejo e conservação do solo para a revitalização de nascentes**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 263, p. 70-78, jul./ago. 2011.
- GOMES, P. M.; Melo C.; 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.
- GUERRA, A. J. T, **Dicionário geológico-geomorfológico** /. 8. ed. - Rio de Janeiro. IBGE, 1993, 464 p.
- IBGE). INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Minas Gerais – Formiga**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=312610&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 21 de setembro de 2017.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS. **Comitês e Unidades de Planejamento**. IGAM. 2017. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/83?task=view>> Acesso em: 21 de set de 2017.
- INSTITUTO CEPA/SC - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Avaliação Do Projeto Microbacias - Relatório de Avaliação Final** - Resumo Executivo. Santa Catarina 1999
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LOUREIRO, B. T. **Águas subterrâneas. Irrigação: produção com estabilidade**. Informe agropecuário, v. 9, n. 100, 1983. P. 48-52
- MACEDO, R. L. G. et. al. Hidrossemeadura para recuperação de áreas tropicais degradadas. **Revista FAEF**. Ano I, n. 1, fev. 2003. Disponível em <<http://www.faeff.revista.inf.br>> Acesso em 20 set. 2017.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, A. M. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed.
- MARTINS, S. V.. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010.
- MICHAELLIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Ed. Melhoramentos. 2017. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/nascente/>>. Acesso em 05 ago. 2017.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Águas subterrâneas: programa de águas subterrâneas**. Brasília: MMA, 2001.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS E AMBIENTE URBANO. **Águas subterrâneas. Um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília: MMA/SRH, 2007.
- MIRANDA, A. C; GOMES, H. P; SILVA, M. O da. **Recursos hídricos: a gestão das águas, a preservação da vida**. São Paulo. All Print,, 2006.
- MORAES, L. F. D. et al. **Manual técnico para restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

- NBL – ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA E THE NATURE CONSERVANCY (TNC). 2013. **Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará**. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 p.
- OLIVEIRA, D. G. S. **Potabilidade da água de fontes alternativas (nascente, poço raso e poço profundo) na zona rural de Formiga (MG) e sua relação com a condição ambiental da microbacia**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Divinópolis, 2008.
- PIERCE, R. S. (1967). Evidence of overland flow on forest water shed. In: *International Symposium on Forest Hydrology*. Pergamon Press. p 247-254.
- PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PINTO, L. V. A. et al. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 65, p.197-206, jun. 2004.
- PIRES, F. R; SOUZA, C. M de. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. 2. ed. Viçosa(MG): [s.n.], 2006.
- PMSB **Plano Municipal de Saneamento Básico** - Premier Engenharia e Consultoria. Prefeitura Municipal de Formiga. 2016.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- SANTOS, I. dos., et al. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/17549556/livro-hidrometria-aplicada---irani-dos-santos-luiz-fernando-lautert>>. Acesso em 05 ago. 2017.
- SANTUARIO DAS ÁGUAS. 2016. Projeto Piloto. Programa Vida Nova Rio Formiga. Microbacia Córrego Quebradeira.
- SETTI, A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia legal. Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. Brasília, 1994.
- SOUZA, E. R; DOMINGUES, J. F. N. **Conservação do solo e água: Terraceamento**. Emater/MG. Série: Ciências Agrárias. Out. 2016
- TELLES, D. D'A. **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blucher, 2013.
- TONELLO, K. C. et. al. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69 f. (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Org. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- ZANIN, P. R; BONUMÁ, N. B; CHAFFE, P. L. B; **Características hidrogeológicas de nascentes situadas em diferentes modelados de relevo**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. 2013.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição florestal**. São Carlos. 1998. 98 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo

ZUQUETTE, L. V. PEJON, O. J.; RODRIGUES, V. G. S. Impactos ambientais sobre o solo. In: Engenharia Ambiental : conceitos, tecnologia e gestão [S.l: s.n.], 2013.