



RAFAEL CARDOSO ANDRADE

**DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE
CONSERVAÇÃO DE NASCENTES DE
LAVRAS – MG**

LAVRAS - MG

2019

RAFAEL CARDOSO ANDRADE

**DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES
DE LAVRAS – MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Soraya Alvarenga Botelho
Orientador

LAVRAS - MG

2019

RAFAEL CARDOSO ANDRADE

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE
NASCENTES DE LAVRAS – MG**
*ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS ABOUT THE STATE OF
CONSERVATION REGARDING SPRINGS FROM LAVRAS – MG*

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 28 de junho de 2019.

Dra. Michele Aparecida Pereira da Silva UFLA

Dra. Thiza Falqueto Altoe UFLA

Prof. Dr. Soraya Alvarenga Botelho
Orientador

LAVRAS - MG

2019

À minha mãe Vitória pela preocupação e dedicação em construir filhos melhores
para um mundo melhor.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A vida, por permitir vivenciar diferentes culturas e lugares.
A Visse, por sua leveza de viver a vida como um poema.
A Vivi e Violeta, por sua presença em todas as flores púrpuras.
Ao meu irmão, pelo companheirismo.
Aos Cardoso, por nunca parar de lutar e “propagar” plantas.
Ao Quedes, pelo seu amor à flora brasileira.
A Baroa e Alba, por mostrarem a simplicidade da vida.
Ao Velho Chico e Rio Grande, pelas águas abençoadas.
Aos amigos de Piumhi,
Aos amigos de Lavras,
Aos amigos de Lawrence,
Ao Mike, Susie e Ed, pelo cuidado, carinho e aprendizado.
A Prof. Soraya Botelho, pela orientação.
A Universidade Federal de Lavras, por todas as portas abertas.
Ao Ciência sem Fronteiras, por mostrar que o mundo é logo ali.
A Preserva Jr., pela experiência profissional.
Aos Plantadores de Rios, Regis, Charles e Ligi, pelo aprendizado.
A Gerdau, por empoderar pessoas que constroem o futuro.

RESUMO

Os ecossistemas naturais protetores das nascentes e dos corpos hídricos não foram conservados durante a ocupação territorial realizada pelo homem, causando mudanças ambientais as quais convergiram para a escassez de água onde esse bem era abundante. Em 2017 o Ministério do Meio Ambiente, por meio do Serviço Florestal Brasileiro, lançou o Programa Plantadores de Rios, que visa proteger e recuperar nascentes e áreas de preservação permanente de forma a combater a crise hídrica em âmbito nacional. Em 2018, a Universidade Federal de Lavras em parceria com a Prefeitura, teve a iniciativa de desenvolver o Projeto Plantadores de Rios de Lavras, um programa específico de recuperação de nascentes do município. A primeira etapa do Projeto foi o desenvolvimento e a aplicação de um modelo de caracterização de nascentes para facilitar o diagnóstico do estado de conservação das nascentes a partir de parâmetros visuais. A aplicação do diagnóstico se deu em áreas de preservação permanente ao redor de 175 nascentes no setor oeste do município de Lavras, Minas Gerais, distribuídas em 12 comunidades rurais, tendo como fronteiras Rio do Cervo, Rio Grande, Rodovia BR-381 e BR-265. O protocolo possibilitou a caracterização do estado de conservação das nascentes de forma simples e rápida, propiciando elaboração de estratégias de recuperação considerando a particularidade de cada nascente. Das 175 nascentes encontradas na área de estudo, avaliando o estado de conservação da área de preservação permanente ao redor destas, foram encontradas 44 (25,14%) nascentes conservadas, 28 (16,00%) pouco perturbadas, 44 (25,14%) muito perturbadas e 59 (33,72%) degradadas. Do total de áreas de preservação permanente referente ao entorno das nascentes, em 64,1% foi encontrado uso conflitante da terra, e apenas 21 nascentes (12%) foram declaradas no CAR das propriedades rurais visitadas, evidenciando falhas no cadastramento realizado.

Palavras-chave: Crise hídrica. Recuperação. Plantadores de rios.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	As nascentes e a importância de sua conservação	10
3.2	Técnicas para recuperação de nascentes	12
3.3	O Programa Plantadores de Rios	15
4	METODOLOGIA	17
4.1	Modelo de diagnóstico de conservação das nascentes.....	17
4.2	Caracterização da área de estudo	17
4.3	Elaboração de mapas	18
4.4	Aplicação do modelo de diagnóstico de conservação das nascentes	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1	Modelo de diagnóstico da conservação de nascentes	20
5.1.1	Descrição das informações básicas	20
5.1.2	Descrição dos parâmetros para avaliação da conservação das nascentes	22
5.1.3	Pontuação atribuída aos parâmetros de avaliação do estado de conservação das nascentes.	26
5.1.4	Caracterização dos parâmetros para avaliação da área de recarga das nascentes	27
5.2	CrITÉRIOS de avaliação geral de conservação das nascentes.....	28
5.3	Aplicação do modelo de diagnóstico no município de Lavras	30
5.3.1	Informações básicas	30
5.3.2	Parâmetros de avaliação da conservação da nascente.....	34
5.3.3	Parâmetros de avaliação da área de recarga das nascentes	44
5.4	Conservação geral das nascentes	50
6	CONCLUSÕES	53
7	EQUIPE PROJETO PLANTADORES DE RIOS DE LAVRAS.....	54
8	ANEXOS	55
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas naturais protetores das nascentes e dos corpos hídricos não foram conservados durante a ocupação territorial realizada pelo homem, causando mudanças ambientais as quais convergiram para a escassez de água onde esse bem era abundante. A redução da qualidade e quantidade deste recurso é consequência do desmatamento da Área de Preservação Permanente (APP), do mal-uso do solo e das mudanças climáticas. Sendo assim, a recuperação dos ecossistemas no entorno das nascentes, bem como uso de métodos de conservação do solo são necessários para restaurar as condições hídricas de uma região.

Em 2017 o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), lançou o Programa Plantadores de Rios, que visa proteger e recuperar nascentes e áreas de preservação permanente de forma a combater a crise hídrica (MMA, 2017).

Em maio de 2018, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) criou o Projeto Plantadores de Rios de Lavras em parceria com a Prefeitura de Lavras (PML), sendo a etapa inicial do Projeto, o desenvolvimento e aplicação de um modelo de diagnóstico da condição de conservação das nascentes de Lavras, através da obtenção de informações em campo relacionadas a conservação da vegetação ripária nativa, cobertura do solo, presença de processos erosivos, ocupação do entorno, dentre outras. Essa etapa é necessária tanto para a realização de um plano de recuperação e conservação da vegetação no entorno das nascentes, como também a utilização de práticas que beneficiam a infiltração de água na área de recarga, visando assim, aumentar a qualidade e quantidade de água das sub-bacias do município.

Uma das bases do Programa é o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR), Sistema que gere o Cadastro Ambiental Rural (CAR), registro eletrônico criado pela Lei 12.651/12 que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes à situação das áreas de preservação permanente

(incluindo áreas entorno de nascentes), das áreas de Reserva Legal, e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades rurais do país. Com o SiCAR é possível obter a localização das nascentes cadastradas, facilitando a visita em campo para realização do diagnóstico, além de permitir comparação entre as nascentes encontradas e as cadastradas no sistema.

Sendo assim, através do desenvolvimento e aplicação do modelo de caracterização do estado de conservação das nascentes de Lavras, é possível propor medidas de recuperação que melhorem a qualidade e quantidade de água do município de forma integrada.

2 OBJETIVOS

- Desenvolver um protocolo de diagnóstico ambiental do estado de conservação das nascentes do Projeto Plantadores de Rios de Lavras.

- Realizar o diagnóstico de nascentes no município de Lavras através da aplicação do protocolo desenvolvido.

- Analisar o cumprimento da legislação ambiental nas áreas de preservação permanentes do entorno de nascentes.

- Verificar a coerência entre nascentes encontradas em campo e nascentes declaradas no Cadastro Ambiental Rural – CAR.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 As nascentes e a importância de sua conservação

As nascentes, também conhecidas como olhos d'água, fios d'água, minas d'água, cabeceiras e fontes, são pontos nos quais a água subterrânea aflora naturalmente através da superfície do solo, mesmo que de forma intermitente. Estes pontos significam o início de um curso d'água formador de pequenos e grandes rios que vão desaguar nos mares. (PINTO, 2003).

As nascentes podem ser classificadas, conforme o regime da água, em: (a) perenes, quando apresentam fluxo de água constante; (b) intermitentes, quando apresentam fluxo de água apenas na estação chuvosa e (c) efêmeras, quando aparecem depois de uma chuva e depois secam. Quanto ao tipo de reservatório, as nascentes podem ser: (a) de encosta ou pontuais, quando o fluxo d'água se dá em apenas um ponto do terreno e (b) difusas, quando a nascente apresenta vários olhos d'água (CASTRO e GOMES, 2001).

Quanto ao seu estado de conservação, Pinto (2003) classifica as nascentes em preservadas (termo que posteriormente será substituído por conservada), quando apresentavam pelo menos 50 metros de vegetação natural no seu entorno; perturbadas, quando não apresentavam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas apresentavam bom estado de conservação, apesar de estarem ocupada em parte por pastagem e/ou agricultura; degradadas, quando encontravam-se com alto grau de perturbação, muito pouco vegetada, solo compactado, presença de gado, com erosões e voçorocas.

A manutenção da qualidade e quantidade da água das nascentes está atrelada a presença e conservação das matas ciliares, também denominadas de mata ripária, ribeirinhas ou de galeria. Essas florestas ocorrem ao longo dos cursos d'água e no entorno de lagos e de nascentes, exercendo a função benéfica de tamponamento entre os cursos d'água e as áreas adjacentes cultivadas, retendo

grande quantidade de sedimentos, defensivos agrícolas e nutrientes e pela sua capacidade de proteção do solo contra os processos erosivos e aumento na capacidade de infiltração de água no solo (BOTELHO e DAVIDE, 2002). A restauração da zona ripária constitui um dos fatores que, conjuntamente com outras práticas conservacionistas, contribui para garantir a quantidade e qualidade das águas (SIMÕES, 2001). As matas ciliares estão protegidas no art. 2º da Lei Nº 12.651/2012, que define as áreas com função ambiental de preservação dos recursos hídricos como áreas de preservação permanente (BRASIL, 2012).

A conservação da quantidade e qualidade da água depende das condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada. A exploração desordenada dos recursos naturais, como por exemplo, o desmatamento, a erosão dos solos devido ao uso e ocupação dos solos de forma incorreta nas bacias hidrográficas, principalmente nas áreas de recarga das nascentes e regiões ribeirinhas, associados às ações antrópicas e aos sistemas de produção inseridos nestas, como atividades agropecuárias e reflorestamento mal manejados, tem provocado alterações expressivas na dinâmica da água nestes locais, proporcionando, especialmente, diminuição da quantidade e qualidade da água e perdas do solo, devido ao manejo inadequado nestes sistemas, comprometendo assim, a recarga dos aquíferos e produzindo assoreamento de cursos d'água (BOTELHO e DAVIDE, 2002; SILVA, 2009).

A recuperação da vegetação no entorno de nascentes é de fundamental importância para a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos das bacias hidrográficas, bem como garantir a estabilidade dos solos, atuar como corredor para a fauna e evitar o assoreamento dos cursos d'água. Sendo assim, a realização de planos de recuperação e conservação da vegetação ripária no entorno de nascentes e cursos d'água, além da realização de medidas relacionadas ao ordenamento e planejamento do uso da terra, ou seja, de um manejo efetivo da

bacia hidrográfica, visando aumentar a sustentabilidade do ambiente são cada vez mais importantes (PINTO, 2003).

3.2 Técnicas para recuperação de nascentes

O primeiro passo a ser executado quando se pretende elaborar um programa de recomposição de mata ciliar de uma maneira integrada em uma sub-bacia é a elaboração de um diagnóstico dos meios físicos e bióticos da sub-bacia, o qual irá fornecer subsídios adequados na definição das estratégias para recuperação de cada nascente. Os seguintes aspectos são importantes no diagnóstico: declividade e tipo de solo, caracterização da vegetação no entorno das nascentes e cursos d'água e sua situação atual, uso atual do solo nas áreas de influência, fragmentos florestais existentes, métodos empregados na agricultura local, dentre outros (BOTEHO e DAVIDE, 2002).

Nos casos em que as nascentes se encontram perturbadas ou degradadas fazem-se necessárias estratégias de recomposição do ecossistema natural. A restauração desses ambientes depende também do entendimento do funcionamento desses ecossistemas. Nascentes, em geral, são sistemas com interações hidrológicas, geomorfológicas e biológicas complexas que ainda não são bem descritas (MCINTOSH e LAFFAN, 2005).

É indiscutível a importância de se manter ou recuperar a cobertura florestal junto aos corpos d'água DURIGAN e SILVEIRA (1999), entretanto, não são apenas as áreas de preservação permanente relacionadas aos corpos d'água que asseguram a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica. Deve-se atentar também, em relação à proteção das áreas de recarga, de modo a assegurar uma maior quantidade de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, um maior abastecimento de água pelos lençóis (PINTO, 2003).

De acordo Bernadi (2007), a regeneração florestal de uma área é dada por três métodos, regeneração natural, regeneração artificial, ou enriquecimento, que combina regeneração artificial com natural, os quais propiciam condições para que uma área perturbada ou degradada recupere algumas características da floresta original, regenerando um nova floresta com características estruturais e funcionais próximas às naturais.

Na regeneração natural a própria natureza estabelece o equilíbrio dinâmico, porque o habitat é propício a germinação das sementes e ao desenvolvimento das plantas, favorecendo a regeneração, principalmente, das espécies adaptadas ao sítio (FLOR, 1984). Segundo Crestana et al. (2004), a regeneração natural é o método que pode ser aplicado em locais pouco perturbados, em ambientes alterados e que mantêm características bióticas ligadas à flora e à fauna das formações florestais típicas dos locais em que se vai intervir. Próximo desses locais é necessário a existência de remanescente florestal, de modo que os meios de recuperação biótica estejam presentes e possam atuar como fornecedor de propágulos para a área a ser regenerada. Bernadi (2007) afirma que o sistema consiste em tornar possível a recuperação natural de áreas recentemente desmatadas ou pouco degradadas, por meio de isolamento do gado, controle de plantas invasoras e formiga, Botelho e Davide (2002) acrescentam que além dessas técnicas, a construção de aceiros também é importante, principalmente em áreas vizinhas a pastagens onde tradicionalmente usa-se o fogo como prática. Embora Crestana et al. (2004), cita que em muitos casos o isolamento da área já é suficiente para que ela se recupere gradual e naturalmente.

A regeneração artificial é a revegetação da cobertura florestal através de semeadura ou plantio de mudas feitas pelo homem (BERNARDI, 2007). Esse tipo de regeneração é muito utilizado na recuperação de áreas degradadas, devido ao fato que muitas destas áreas já estão em avançado grau de perturbação (KAGERYAMA et al. 1992).

O enriquecimento da vegetação consiste em aumentar o número de espécies ou o número de indivíduos de espécies já presentes na área (BERNARDI, 2007). Segundo Botelho e Davide (2002), o enriquecimento pode ser indicado nos casos onde há um declínio no vigor da vegetação em função da fragmentação ou da ocorrência de perturbações por fatores ambientais ou antrópicos, como fogo e cortes seletivos, ou em áreas em fase inicial de regeneração, onde se deseja acelerar o processo de sucessão natural.

Como discutido por Pinto (2003), além da recuperação da área de preservação permanente, para assegurar uma maior quantidade de infiltração de água no solo é necessário a utilização de práticas conservacionistas na área de recarga para garantir um maior abastecimento de água pelos lençóis.

Visando o aumento da infiltração de água na área de recarga das nascentes, um dos métodos mais eficientes é a construção de bacias de infiltração, também conhecidas como bacias de contenção, bacias de retenção, barraginhas ou bolsões. As barraginhas são pequenos reservatórios que possuem a forma de bacia, construídos nos terrenos, ou seja, é uma área escavada que tem como principal função a contenção das enxurradas, por meio da coleta da água que escoar em excesso em propriedades rurais ou estradas vicinais e a recarga de água subterrânea. O sistema de bacias de contenção traz diversos benefícios, como por exemplo, a diminuição da erosão do solo, evitando a perda de nutrientes, promove a recarga do lençol freático o que aumenta o nível de água no interior do solo, contribuindo para a conservação de nascentes e de mananciais de água (EMATER, 2005).

Dentre as práticas utilizadas para controlar a erosão hídrica e reduzir a energia do escoamento superficial da água em solos agrícolas, o terraceamento agrícola é a prática mecânica mais utilizada (GRIEBELER, 2005). Conforme o Manual Técnico (CATI, 2014), o terraceamento agrícola engloba procedimentos onde as porções de terra são dispostas adequadamente em relação ao declive do

terreno. Essas práticas têm a finalidade de parcelar o comprimento de rampa, possibilitando a redução da velocidade e subdividindo o volume do deflúvio superficial para possibilitar a infiltração da água no solo, ou disciplinar o seu escoamento até um leito estável de drenagem natural ou construído.

3.3 O Programa Plantadores de Rios

Diante da importância de conservação das áreas de preservação permanente e das áreas de recarga para a proteção das nascentes brasileiras, foi criado o Programa Plantadores de Rios, lançado em junho de 2017 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) por meio do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), que tem como principal objetivo proteger e recuperar nascentes e áreas de preservação permanente de cursos d'água, para ampliar a oferta de água e a segurança hídrica da população nas diversas regiões do país (MMA, 2017).

Uma das inovações do Programa é um aplicativo interativo que permitirá a participação social nas ações de recuperação dos rios e nascentes. O aplicativo permitirá a “adoção” de nascentes que precisam ser recuperadas por pessoas e instituições que queiram investir no processo de recuperação de modo a auxiliar o proprietário rural. (MMA, 2017).

De acordo com o MMA (2017) “para criar o Programa, o Serviço Florestal Brasileiro se baseou nas pesquisas socioambientais realizadas pelo Inventário Florestal Nacional (IFN). Elas mostram que a população reconhece a relação entre floresta e a produção de água. Mais de 70% dos entrevistados responderam que o principal serviço ambiental das florestas é a produção de água e proteção de nascentes. Outra fonte de dados para criação do ‘Plantadores de Rios’ foi o SiCAR. O Sistema, que gere o Cadastro Ambiental Rural (CAR), já tem mapeados 15 milhões de hectares de áreas de preservação permanentes. Dessa área, mais de 6 milhões de hectares precisam ser recuperados. Também foram cadastradas no sistema cerca de 1,5 milhões de nascentes, das quais o Serviço Florestal Brasileiro

tem um diagnóstico da condição de conservação de cada uma delas, além de dados dos proprietários. Cinquenta e um por cento de proprietários e posseiros inscritos no Cadastro Ambiental Rural (CAR) manifestaram interesse em aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) e 18% destes manifestaram o desejo de fazer reflorestamentos para recuperar suas áreas.”

Neste sentido a Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com a Prefeitura Municipal de Lavras (PML) teve a iniciativa de desenvolver um programa específico de recuperação de nascentes, criando o Projeto Plantadores de Rios de Lavras, que visa a recuperação de todas as nascentes do município. Esse projeto foi criado com base na experiência do corpo técnico da Universidade que possui vasta experiência em projetos de restauração ambiental, bem como no conhecimento do agravamento das condições hídricas regionais, que tem causado em vários momentos escassez de água no município.

O Projeto Plantadores de Rios de Lavras tem o objetivo de recuperar as nascentes do município, por meio da ação conjunta da comunidade lavrense, envolvendo a PML, a UFLA, proprietários rurais, empresários e comunidade em geral, além de criar um modelo de referência que possa ser replicado em outros municípios, contribuindo assim para a conservação ambiental local, regional e nacional.

4 METODOLOGIA

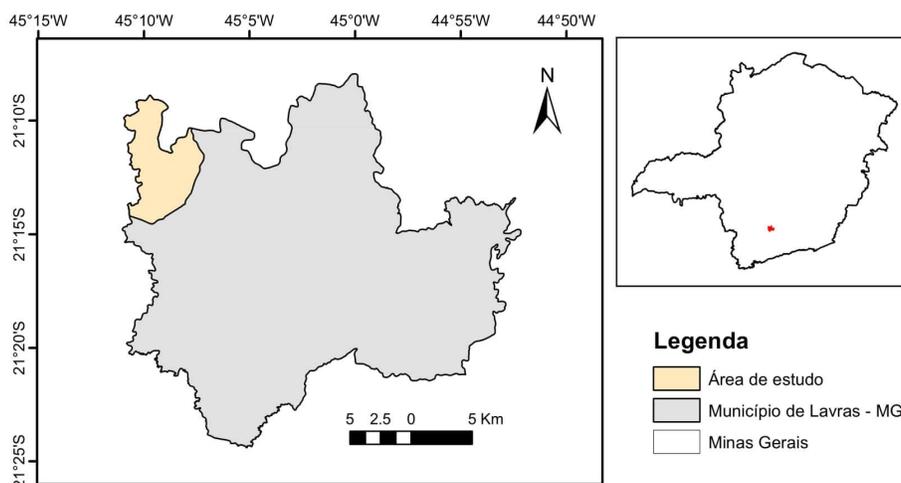
4.1 Modelo de diagnóstico de conservação das nascentes

Um modelo de caracterização de nascentes foi desenvolvido pela equipe do Projeto Plantadores de Rios de Lavras para facilitar o diagnóstico do estado de conservação das nascentes a partir de parâmetros visuais, que geram resultados de fácil compreensão e que caracterizam de forma simplificada o local da avaliação. Na construção do modelo foram considerados projetos e estudos de diagnósticos de nascentes, tendo como base o “Stream Visual Assessment Protocol” de Newton et al., (1998), o diagnóstico proposto por Pinto (2003), e o diagnóstico apresentado por Faria (2012).

4.2 Caracterização da área de estudo

A aplicação preliminar do diagnóstico desenvolvido pela equipe dos Plantadores de Rios se deu em áreas de preservação permanente ao redor de 175 nascentes no setor oeste do município de Lavras, Minas Gerais, distribuídas em 12 comunidades rurais, sendo elas Bananal, Boa Vista, Carrancas, Cava, Criminoso, Córrego do Paiol, Fabrica Velha, Macoquinha, Mandu, Naca, Peixeiros e Três Barras. A área de aplicação do diagnóstico tem como fronteiras o Rio do Cervo, o Rio Grande, a Rodovia BR-381 (Fernão Dias) e a BR-265, todas inseridas na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Vertentes do Rio Grande (UPGRH-GD2), Figura 1.

Figura 1 - Área de aplicação do diagnóstico, localizada no setor oeste do município de Lavras – MG.



Fonte: do autor (2019).

A formação florestal característica da região de Lavras é a Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO et al., 1991). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Cwb, subtropical úmido, com evidente sazonalidade climática, possuindo inverno frio e seco e verão quente e úmido. A temperatura média anual é de 19,3°C, tendo no mês mais quente e mais frio, temperaturas médias de 21,5 e 15,5°C, respectivamente (ALVARES et al., 2013). A precipitação anual normal de Lavras é de 1.530 mm (BRASIL, 1992).

4.3 Elaboração de mapas

Mapas foram confeccionados no ArcGIS, contendo os limites das propriedades rurais da área de estudo de acordo com a base de dados do CAR. Em cada propriedade foram demarcados pontos de visitação, denominados pontos de conferência, que são pontos prováveis de serem encontradas nascentes. Esses

pontos foram determinados pelos dados do SiCAR, utilização de software SIG (ArcGIS) e observação manual de imagens de satélite. O ArcGIS foi utilizado para gerar pontos de conferência denominados de vetorizados a partir da ferramenta Spatial Analyst – Hydrology do ArcGIS 10.0 em conjunto com o Modelo Digital de Elevação (MDE) de Minas Gerais disponibilizado pelo IBGE.

O intuito dos mapas e os pontos de conferência foi facilitar as visitas a campo, as nascentes encontradas em campo foram denominadas declaradas, vetorizadas ou novas se a origem do seu ponto de conferência foi o SiCAR, o ArcGIS ou observação de imagens de satélite, e aquelas encontradas em campo sem pontos de conferências demarcados, respectivamente.

4.4 Aplicação do modelo de diagnóstico de conservação das nascentes

O diagnóstico desenvolvido foi utilizado na área de estudo para caracterização do estado de conservação das nascentes e sua área de recarga. A aplicação de um diagnóstico inicial, possibilita que iniciativas de recuperação e restauração da vegetação ciliar sejam tomadas de maneira eficiente, considerando as peculiaridades de cada nascente. O diagnóstico também é importante para monitoramento futuro dessas possíveis restaurações.

5 RESULTADOS E DICUSSÃO

5.1 Modelo de diagnóstico da conservação de nascentes

A primeira parte do modelo de diagnóstico elaborado pela equipe do Projeto Plantadores de Rios de Lavras, conta com informações básicas das nascentes visitadas. Em seguida, consta a relação de parâmetros estabelecidos para diagnosticar a condição de conservação das nascentes: formas de uso do solo, conservação da vegetação nativa arbórea, regeneração natural, serapilheira, ocorrência de espécies exóticas invasoras, estado conservação do solo e relevo.

Posteriormente, foi realizada a avaliação da conservação da área de recarga das nascentes com os parâmetros: formas de uso do solo; conservação do solo; relevo; existência de voçorocas; existência de estradas, seu tipo (municipal ou privada) e seu estado de conservação.

Seguindo a metodologia adotada por Faria (2012), os parâmetros de avaliação das nascentes, com exceção do relevo, existência de voçorocas e existência de estrada vicinal, receberam pontuação de 1 a 10 conforme seu estado de conservação. A pontuação atribuída será abordada no tópico 5.1.3.

O modelo de diagnóstico elaborado é utilizado pela equipe dos Plantadores para gerar um projeto de recuperação para cada nascente encontrada em campo. O modelo encontra-se no Anexo I.

5.1.1 Descrição das informações básicas

A primeira parte do modelo contém o nome do proprietário, a propriedade e a comunidade rural, a identificação (ID), as coordenadas geográficas, o tipo (pontual ou difusa) e o regime (perene ou intermitente) das nascentes, a data e o responsável pelo diagnóstico. No ID é atribuído um número de acordo com a ordem da nascente encontrada, sendo esse precedido por uma letra que corresponde a origem do ponto de conferência – declarada (D), vetorizada (V) ou

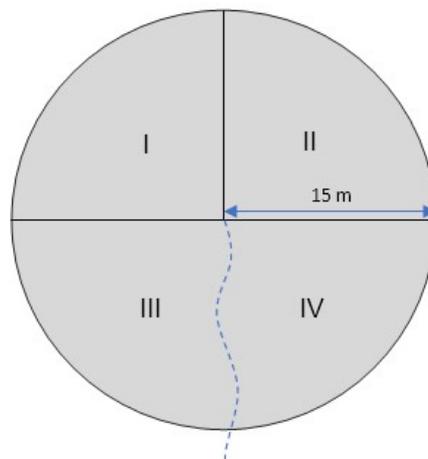
nova (N). As coordenadas geográficas foram coletadas com GPS no ponto mais próximo do centro da nascente.

As nascentes foram classificadas em pontuais quando o afloramento do lençol freático ocorre em um único ponto ou difusa quando a surgência de água se dá em diversos pontos.

Quanto à continuidade do fluxo, as nascentes foram categorizadas em regime perene, se o fluxo de água é contínuo durante o ano inteiro, ou intermitente, se o fluxo apenas ocorre durante a estação chuvosa. Nascente temporárias (efêmeras) não foram consideradas por surgirem apenas durante a chuva e permanecendo por curto período de tempo.

A área de preservação permanente das nascentes foi dividida nos quadrantes I, II, III e IV, os quais foram avaliados separadamente, sendo a nascente o centro da circunferência e o fluxo d'água em direção aos quadrantes III e IV, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Croqui das nascentes encontradas



Fonte: Plantadores de Rios de Lavras (2018).

A mesma figura foi utilizada em campo como croqui das nascentes, no qual foram ilustradas a APP, forma de uso do solo e relevo, além de observações como rochas, espécies exóticas invasoras, canalizações, etc. A APP das nascentes foi delimitada considerando a distância estabelecida pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012) que estabelece 15 metros de raio para as nascentes e olhos d'água perenes em áreas rurais de uso consolidado, ou seja, áreas que a supressão da vegetação nativa ocorreu antes de 22 de julho de 2018, parágrafo incluído pela Lei nº 12.727 de 2012. Em áreas que a vegetação nativa foi suprimida posteriormente a data mencionada, a recuperação da vegetação nativa foi considerada de 50 metros (BRASIL, 2012). Essa informação foi obtida pela comparação entre imagem de satélite atual e imagem anterior a 22 de julho de 2018. Em nascentes difusas, foi criado um shape no ArcGIS englobando a área encharcada, sendo os 15 ou 50 metros de APP contados a partir da borda do shape criado.

Para o computo de vegetação nativa remanescente, foi criado um buffer correspondente aos 15 metros de raio através do ArcGIS a partir das coordenadas de cada nascente, posteriormente foi extraído o shape de vegetação nativa remanescente de Lavras, cedido pelo Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF).

5.1.2 Descrição dos parâmetros para avaliação da conservação das nascentes

A) Formas de uso do solo

Descrição do parâmetro: os ecossistemas naturais protetores das nascentes não foram conservados durante a ocupação territorial desordenada realizada pelo homem, causando degradação ambiental. Segundo Pinto (2003), um dos principais agentes dessa degradação é o uso inadequado da terra que pode causar impacto negativo sobre a regeneração natural e compactação dos solos pela

presença de pastagem e do gado, assoreamento e contaminação das nascentes pelo preparo do solo e uso de defensivos. Sendo assim, o atual uso do solo deve ser levantado.

Crítérios de avaliação: foi avaliado os possíveis conflitos de uso da terra nas áreas de preservação permanente no entorno de nascentes, sendo observado se a atual forma de uso do solo estava composta por vegetação arbórea ou campo limpo nativo, pastagem exótica, culturas agrícolas ou solo exposto, com ou sem presença de gado.

B) Estado de conservação da vegetação arbórea

Descrição do parâmetro: uma zona ripária saudável é o elemento mais importante para o ecossistema de uma nascente saudável (NEWTON et al., 1998). Segundo Botelho e Davide (2002), os principais benefícios das matas ciliares são a manutenção da qualidade e quantidade da água pela sua função de tamponamento entre os cursos d'água e as áreas adjacentes cultivadas, retendo grande quantidade de sedimentos, defensivos agrícolas e nutrientes e pela sua capacidade de proteção do solo contra os processos erosivos e aumento na capacidade de infiltração de água no solo.

Crítérios de avaliação: para caracterização da conservação da vegetação nativa arbórea foi considerado o estágio de sucessão da vegetação arbórea, a estratificação dos dosséis, a altura do dossel principal, o diâmetro à altura do peito (DAP) médio e a presença ou ausência de epífitas.

C) Regeneração natural

Descrição do parâmetro: a regeneração natural da vegetação ocorre através de processos naturais, como germinação de sementes e brotação de tocos e raízes, sendo responsável pelo processo de sucessão na floresta (BOTELHO e DAVIDE, 2002). Algumas práticas devem ser adotadas, como por exemplo, a construção de cercas, no caso de presença de gado na área e a construção de aceiros,

principalmente em áreas vizinhas a pastagens onde tradicionalmente usa-se o fogo como prática.

Critérios de avaliação: foi avaliado a presença de indivíduos de pequeno porte (0,50 a 3,00 metros) de diferentes espécies e seu estágio de regeneração, além da existência de perturbação no desenvolvimento dos indivíduos regenerantes.

D) Serapilheira

Descrição do parâmetro: Lima (1986), afirma que de todos os efeitos sobre a infiltração resultantes da presença da floresta, o piso florestal (serapilheira) constitui-se em uma das condições principais para a manutenção das condições ótimas para o processo de infiltração, além de constituir um obstáculo à formação de escoamento superficial.

Critérios de avaliação: para caracterização desse parâmetro, foi observado a presença de serapilheira em toda a extensão da APP da nascente.

E) Ocorrência de espécies exóticas invasoras

Descrição do parâmetro: Ziller (2005) mostra que as espécies exóticas invasoras têm, não apenas, o poder de sobrevivência e adaptação em outros ambientes, mas também a capacidade de impor uma dominância sobre a diversidade biológica nativa, alterando as características básicas do ambiente natural e modificando os processos ecológicos interativos. Distante dos seus ambientes de origem e livres de processos competitivos e predatórios, as espécies exóticas invasoras encontram condições favoráveis para a expansão e domínio do espaço de ocupação, sobretudo se este espaço foi ou vem sendo alterado por processos sucessivos de intervenções antrópicas. Correspondem a um dos grandes entraves da regeneração natural. Segundo Ferreira (2006), citado por Souza (2010), o controle de gramíneas exóticas invasoras é importante para o sucesso no estabelecimento da regeneração natural.

Crítérios de avaliação: foi avaliada a presença espécies exóticas invasoras com baixa ou alta densidade. Foram consideradas invasoras as seguintes espécies: braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster), lrio-de-são-josé (*Hemerocallis flava* (L.) L.), taboa (*Typha domingensis* Pers.), lágrima-de-nossa-senhora (*Coix lacryma-jobi* L.), capim-napi (*Pennisetum novas nascentes.purpureum* Schumach.), capim-tifton (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), além de diversas espécies de cipós, samambaias e bambus.

F) Estado de conservação do solo

Descrição do parâmetro: a degradação dos solos pode ser considerada um dos mais importantes problemas ambientais (Silva, 2005). A erosão hídrica afeta gravemente a capacidade produtiva dos solos, além de causar assoreamento de cursos d'água e mananciais pelo arraste de partículas do solo.

Crítérios de avaliação: foi observado evidências da camada superficial do solo com encrostamento ou compactação causada pelo pisoteio de animais domésticos, vestígios de erosão hídrica laminar ou por sulcos, trilhos de gado bem demarcados, presença de ravinas ou voçorocas e indícios de potencial degradação ou movimentação de sedimentos. A avaliação de conservação do solo foi realizada tanto na área com presença de vegetação nativa quanto na área desprovida dessa vegetação.

G) Relevo

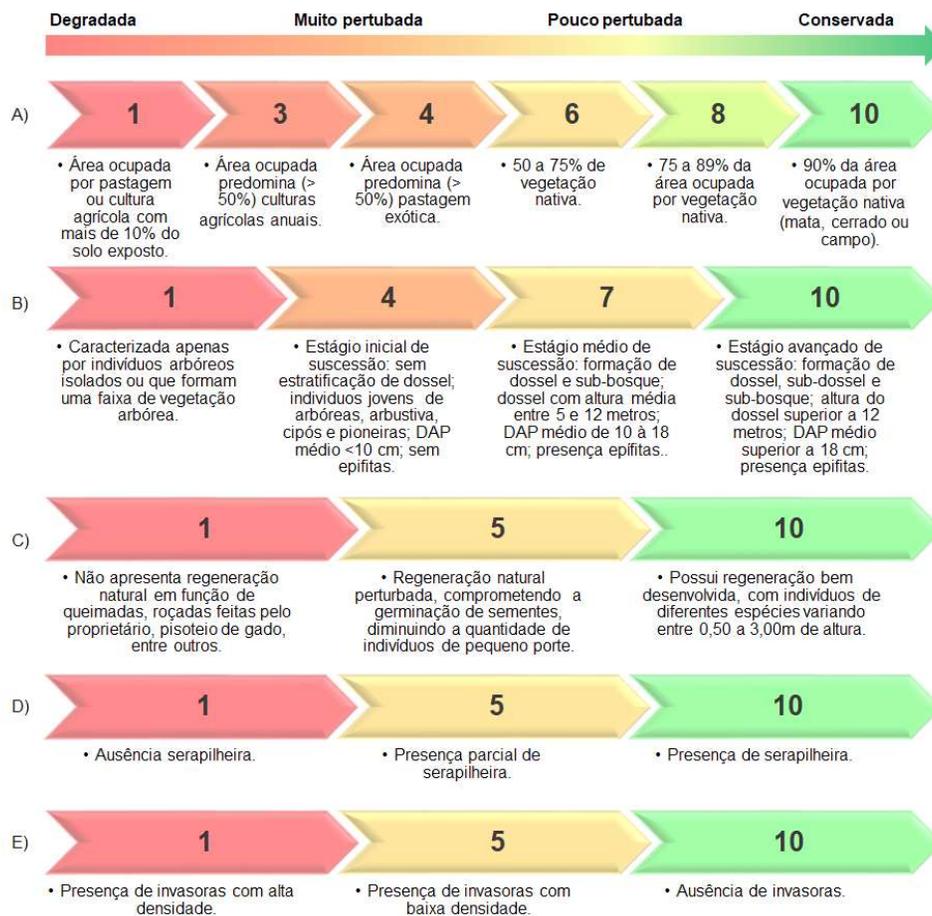
Descrição do parâmetro: a declividade tem relação importante com vários processos hidrológicos, tais como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo, etc (Lima, 1986). Nesse modelo as classes do relevo foram avaliadas para discriminar as nascentes que permitem ou não o uso de maquinário agrícola.

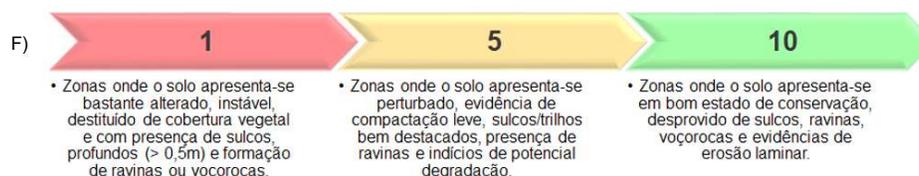
Crítérios de avaliação: foi avaliado a possibilidade de uso de máquinas agrícolas no relevo.

5.1.3 Pontuação atribuída aos parâmetros de avaliação do estado de conservação das nascentes.

A pontuação de cada parâmetro de acordo com o sistema de classificação proposto encontra-se na Figura 3.

Figura 3 - Parâmetros adotados para caracterização do estado de conservação das nascentes e suas pontuações atribuídas. (A) Formas de uso do solo, (B) estado de conservação da vegetação arbórea, (C) regeneração natural, (D) serapilheira, (E) ocorrência de espécies exóticas invasoras, (F) estado de conservação do solo, (G) relevo.





Fonte: do autor, (2019).

O parâmetro Formas de uso do solo (A) segue o modelo apresentado por Faria (2012), que avalia o uso da terra em conjunto com o percentual de cobertura vegetal, o qual difere do modelo proposto pela equipe dos Plantadores de Rios, que avalia esses parâmetros de forma distinta.

5.1.4 Caracterização dos parâmetros para avaliação da área de recarga das nascentes

Na avaliação da área de recarga das nascentes, foram avaliadas as formas de uso do solo, a conservação do solo e o relevo, conforme descritos no tópico anterior. Os dois parâmetros a seguir complementam a avaliação de conservação da área de recarga, não sendo atribuídos pontos, apenas a constatação da existência devido ao alto potencial de degradação das nascentes.

Voçoroca

Descrição do parâmetro: a formação de sulcos e voçorocas, processo erosivo no qual o escoamento superficial de fluxo hídrico se acumula de forma recorrente em sulcos estreitos e em curto período de tempo, remove o solo desses sulcos, aprofundando-os significativamente (SSSA, 2013), é um importante processo de degradação do solo, causador de montantes significativos de perdas de solo e produção de sedimentos (POESEN et al., 2003). Numa chuva as partículas de solo das voçorocas se desprendem e contribuem para assoreamento de nascentes e corpos hídricos.

Crêterios de avalia o: a presença ou ausência de voçorocas, ravinas ou trilhos de gado bem delimitados na área de recarga para que a es futuras incluam também práticas de estabiliza o, uma vez que pode acarretar no assoreamento de nascentes.

Estrada vicinal

Descri o do parâmetro: a supressão de florestas e o mau uso do solo para constru o de estradas são dois dos muitos problemas que contribuem para o assoreamento e o aumento da turbidez dos rios e nascentes. A erosão provocada pela água no próprio leito da estrada e nas suas laterais   um dos mais relevantes fatores que provocam a perda de solo, naturalmente conduzindo os sedimentos para os cursos d'água e nascentes (GRIEBELER et al., 2005).

Crêterios de avalia o: foi considerado a presença ou ausência de estradas na área de recarga, no caso de existência também foi avaliado seu estado de conserva o e seu domínio, público ou privado.

5.2 Crêterios de avalia o geral de conserva o das nascentes

A  rea de preserva o permanente das nascentes foi dividida em quadrantes (I, II, III e IV), os quais foram avaliados separadamente. Durante o preenchimento do roteiro de avalia o em campo, cada quadrante recebeu uma nota de 1 a 10 referente a cada parâmetro de avalia o estabelecido no diagnóstico. Para avalia o individual do parâmetro, foi realizado a média obtida nos quadrantes, enquanto para avalia o geral do estado de conserva o das nascentes, além da pontua o atribuída em campo, cada parâmetro avaliado foi multiplicado por um peso que reflete seu grau de importância para a conserva o das nascentes, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Pesos atribuídos aos parâmetros de avaliação de acordo com sua importância na conservação de nascentes.

Parâmetro	Definição	Peso
A	Formas de uso do solo	0,40
B	Estado de conservação da vegetação arbórea	0,15
C	Regeneração natural	0,15
D	Serapilheira	0,05
E	Ocorrência de invasoras	0,05
F	Estado de conservação do solo	0,20

Fonte: do autor, (2019).

Os pesos foram determinados tendo como base os fatores de importância estabelecidos por Faria (2012). O estado de conservação da vegetação ripária citado pela autora, foi dividido nos parâmetros: estado de conservação da vegetação arbórea, regeneração natural, serapilheira e ocorrência de invasoras.

Posteriormente, todos os parâmetros de avaliação foram somados, e o resultado obtido foi utilizado para classificar a nascente em: preservada, pouco perturbada, muito perturbada e degradada, tendo como base os intervalos de valores apresentados na Tabela 2.

$$PN_i = \sum Py_i \times Fy_i$$

Onde:

- PN_i = Pontuação da nascente i
- Py_i = Nota do parâmetro y da nascente i
- Fy_i = Peso do parâmetro y da nascente i
- y = Parâmetros A, B, C, D, E, F e G
- i = 1 ... n

Tabela 2 – Intervalo de classificação do estado de conservação do entorno de nascentes.

Classificação	Intervalo valor de PN_i
Conservada	>9
Pouco perturbada	7 a 8.9
Muito perturbada	5 a 6.9
Degradada	<5

Fonte: do autor, (2019).

A determinação dos intervalos foi realizada pela comparação entre o resultado da avaliação geral de conservação das nascentes e as fotos das nascentes obtidas em campos.

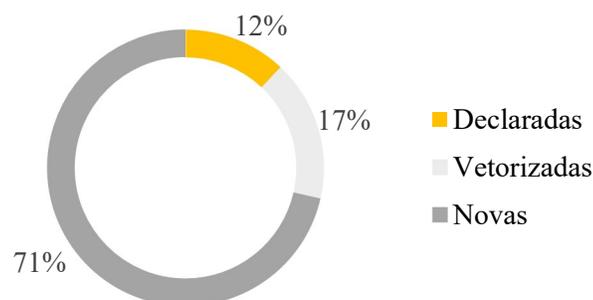
5.3 Aplicação do modelo de diagnóstico no município de Lavras

5.3.1 Informações básicas

Na área de estudo foram encontradas 175 nascentes, sendo visitadas 28 propriedades em 12 comunidades rurais do município de Lavras – MG.

Considerando a origem do ponto de conferência, foram encontradas 21 nascentes declaradas, 29 vetorizadas e 125 novas, conforme Figura 4.

Figura 4 – Origem dos pontos de conferência.



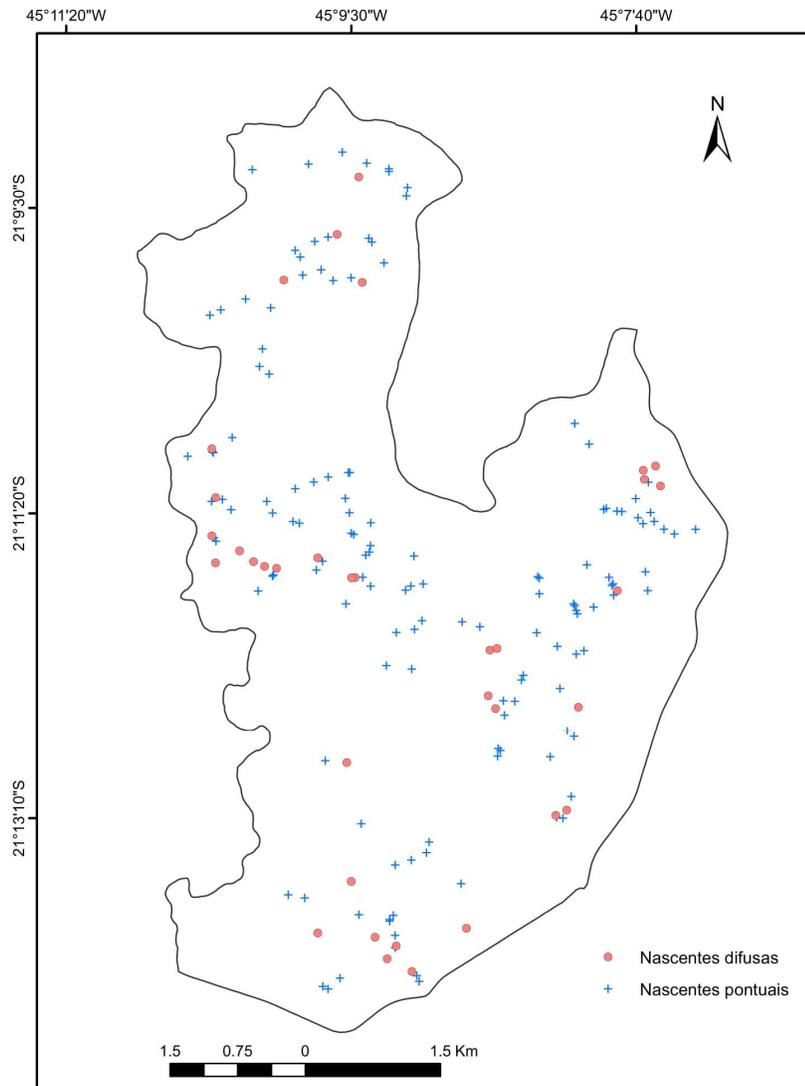
Fonte: do autor, (2019).

Apesar do CAR ser um importante instrumento de gestão, controle e monitoramento ambiental, apenas 12% das nascentes encontradas foram declaradas no cadastro. O baixo número de nascentes declaradas pode estar atrelado ao desconhecimento das nascentes pelos produtores rurais, ou por estes considerarem nascentes apenas as nascentes que a água é utilizada para abastecimento das casas ou gado. A falta de informação, a elaboração do CAR sem visita das propriedades e o despreparo de grande parte dos responsáveis pelo cadastro constituem outra possibilidade, uma vez que o CAR não exige conhecimento técnico para realização do cadastro. De 125 nascentes encontradas, o ponto de conferência foi dado a partir da avaliação manual das imagens de satélites ou foram encontradas em campo sem ponto de conferência estabelecido, expondo a importância das visitas a campo para o diagnóstico das nascentes, e também, da avaliação detalhada das imagens de satélites de forma manual para determinar áreas passíveis de serem encontradas nascentes.

As nascentes com afloramento do lençol freático em um único ponto, denominadas pontuais, representaram 140 nascentes encontradas, enquanto as

nascentes com diversos pontos de surgências de água, difusas, representaram 35, conforme Figura 5.

Figura 5 - Nascentes difusas e pontuais encontradas na área de estudo em Lavras – MG.

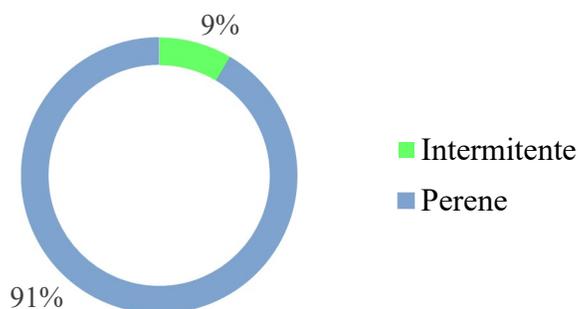


Fonte: do autor, (2019).

Essa classificação é importante na elaboração de projetos de recuperação, uma vez que nascentes difusas requerem o uso de espécies adaptadas ao ambiente úmido e encharcado que ocorre nestas nascentes. No trabalho apresentado por Pinto (2005), as nascentes difusas apresentaram menor diversidade de espécies devido à maior disponibilidade de água no seu ambiente, o que deve estar exercendo uma seleção de espécies preferenciais a essa condição, visto que, o regime de água é o principal fator ambiental associado à distribuição das espécies.

Das nascentes encontradas, 160 foram diagnosticadas com regime perene, ou seja, possuem fluxo contínuo de água durante o ano inteiro, enquanto 15 nascentes foram diagnosticadas como intermitentes, as quais o fluxo de água ocorre apenas durante a estação chuvosa, conforme Figura 6. A informação de nascentes intermitentes foi obtida através de relatos dos produtores rurais.

Figura 6 – Classificação das nascentes encontradas em campo quanto ao regime de escoamento das nascentes.



Fonte: do autor, (2019).

O diagnóstico do estado de conservação da área de preservação permanente foi aplicado tanto nas nascentes perenes quanto nas nascentes intermitentes.

5.3.2 Parâmetros de avaliação da conservação da nascente

Formas de uso do solo

A área de preservação permanente no entorno das nascentes encontradas totalizou 0,189 km². Desse total, 35,9% da área de APP está ocupada por vegetação nativa do tipo mata, não sendo encontradas áreas ocupadas por capoeira ou campo limpo nativo. Segundo Botelho e Davide (2012) um dos principais benefícios das matas ciliares é a manutenção da qualidade e quantidade da água pela sua função de tamponamento entre os corpos d'água e as áreas adjacentes cultivadas, retendo grande quantidade de sedimentos, defensivos agrícolas e nutrientes e pela sua capacidade de proteção do solo contra os processos erosivos e aumento na capacidade de infiltração de água no solo.

A maior parte da área de APP do entorno de nascentes estava ocupada por pastagem exótica (63,6%), constituída principalmente pela braquiária. A ocupação por pastagem é considerada um dos principais agentes de degradação, uma vez que quando mal manejadas podem impactar negativamente na regeneração natural, causar assoreamento das nascentes, além de promover compactação do solo pela presença de animais domésticos (gado). No entanto, quando a pastagem recebe os tratamentos adequados, o recobrimento da superfície do solo durante o ano todo auxilia na redução do escoamento superficial e erosão pluvial.

Em apenas quatro nascentes foi encontrado cultivo agrícola na área de APP, correspondendo a 0,47% da área total de preservação permanente. O cultivo encontrado era constituído por bananeiras, sendo o potencial de contaminação ou assoreamento da nascente não avaliado, por se tratar de um cultivo permanente, não expondo o solo do cultivo durante o período de plantio. Área sem ocupação do solo (solo exposto) foi encontrada em uma nascente, correspondendo a 0,03% da área total de APP, a qual contribui para o assoreamento da nascente devido a

desagregação do solo e intenso processo erosivo pelas gotas de chuva. A Figura 7 demonstra situações comumente encontradas na APP das nascentes.

Figura 7 - Uso e ocupação da terra por pastagem exótica, comumente encontrado nas áreas de preservação permanente das nascentes visitadas.



Fonte: Plantadores de Rios de Lavras, (2019).

Do total de área de APP referente ao entorno das nascentes, em 64,1% foi encontrado uso conflitante da terra. Esse resultado demonstra que mesmo com a anistia estabelecida pela Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que reduz o raio mínimo da APP no entorno de nascentes de 50 para 15 metros para áreas rurais consolidadas, ou seja, áreas desmatadas antes de 22 de julho de 2008, a legislação não é cumprida em relação ao uso e ocupação da terra no entorno de nascentes. Sendo assim, um plano de recomposição dessa porção da APP (0,12km² - 64,1%) é necessário para cumprimento da lei e fundamental para recuperação da nascente, uma vez que o desmatamento assim como o uso incorreto da terra causa impactos negativos na quantidade e qualidade de água das nascentes e conseqüentemente da bacia hidrográfica.

Em todas as áreas com presença de braquiária, foi considerada a necessidade de cercamento dessas áreas pela possibilidade de presença de gado na área de preservação permanente. Para um diagnóstico mais assertivo, a inclusão

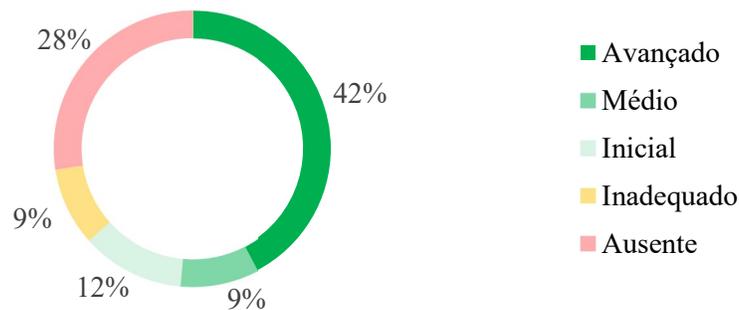
de um checklist relacionado a presença ou ausência de cercamento e seu estado de conservação é interessante.

Estado de conservação da vegetação arbórea

Considerando o estado de conservação da vegetação nativa arbórea remanescente nas APPs das nascentes, pela avaliação visual, os fragmentos florestais de 74 nascentes se encontravam em estágio avançado de sucessão, no qual a parte aérea estava dividida em três estratos (dossel, sub-dossel e sub-bosque), com altura do dossel superior a 12 metros, ocorrência frequente de indivíduos emergentes, DAP (diâmetro a 1,30 metro) médio > 18 cm e presença abundante de epífitas. Em 16 nascentes, a porção da área de preservação permanente que possui vegetação nativa arbórea foi encontrada em estágio médio de sucessão, no qual a parte aérea estava dividida em dossel e sub-bosque, a altura do dossel estava entre 5,0 e 12,0 metros com poucas ou nenhuma espécie pioneira, DAP (diâmetro a 1,30 metro) médio entre 10 e 18 cm metros e riqueza de epífitas. Em 21 nascentes, a porção da área de preservação permanente que possui vegetação nativa arbórea foi encontrada em estágio inicial de sucessão, no qual não foi encontrado estratificação das copas, possuindo um único dossel, predominância de indivíduos jovens de espécies arbóreas, arbustivos e cipós, abundância de espécies pioneiras, DAP (diâmetro a 1,30m) médio de 10,0cm e pouca diversidade de epífitas.

Em 16 nascentes, a porção da área de preservação permanente que possui vegetação nativa foi encontrada em estágio inadequado de conservação, sendo encontrados apenas indivíduos dispersos ou formando uma faixa de vegetação, enquanto em 48 nascentes, a área de preservação permanente não possui vegetação nativa arbórea remanescente.

Figura 7 – Classificação do estado de conservação da vegetação arbórea.



Fonte: do autor, (2019).

Pelos resultados apresentados, foi verificado que 111 nascentes encontradas possuem fragmentos de vegetação nativa arbórea em estágio de sucessão florestal inicial, médio ou avançado, os quais são essenciais para reduzir a velocidade de escoamento superficial, aumentar a infiltração de água e agir como filtro de nutrientes. Em fragmentos florestais mais densos e em estágios mais avançados de sucessão, além de reduzir o impacto das gotas de chuva sobre o solo, há um decréscimo da velocidade do escoamento superficial devido a rugosidade superficial desses fragmentos, e um acréscimo da infiltração de água devido a adição de matéria orgânica no solo, responsável pela melhoria na estrutura do solo, aumentando a capacidade de infiltração e retenção de água, contribuindo para perenidade das nascentes. Nesses fragmentos são necessárias medidas de conservação, aonde as possíveis intervenções serão realizadas para proteger a vegetação existente e favorecer a regeneração natural, como o controle de capim braquiária, a construção de aceiros e o cercamento do perímetro da APP. Caso o fragmento esteja fragilizado, o enriquecimento com mudas nativas pode ser utilizado para acelerar o processo de regeneração. Fatores como tamanho do fragmento e sua composição florística não foram avaliados nesse diagnóstico.

Na parte da APP destituída de vegetação arbórea dessas nascentes, assim como nas nascentes sem presença de vegetação arbórea, ou que apresentam poucos indivíduos nativos isolados, ações mais robustas devem ser empregadas para recuperação dessas áreas. Além do cercamento da APP, o plantio misto adensado de mudas, favorecendo a utilização de diferentes espécies regionais de diferentes estágios de sucessão, de forma a se assemelhar com a floresta natural, deve ser realizado. A utilização de diversas espécies é essencial, uma vez que desempenham diferentes papéis na recuperação da APP. Segundo Botelho e Davide (2002), apenas a recomposição da mata ciliar não é suficiente para recuperar a capacidade de "produção" de água de uma nascente, sendo fundamental a proteção da área de recarga acima das nascentes, por meio do uso e ocupação do solo de acordo com a sua capacidade e a existência de matas nos topos de morro.

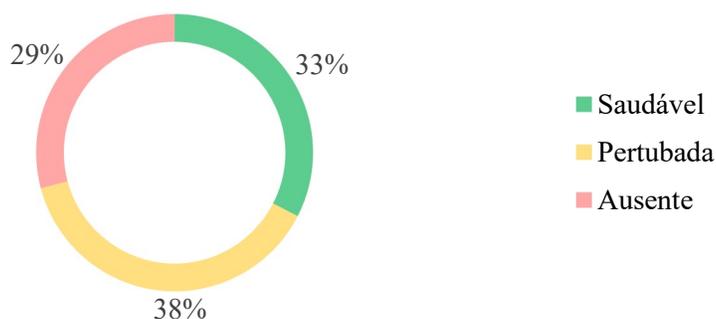
Para complementação do diagnóstico, é interessante incluir também, o estado de conservação da vegetação não arbórea, uma vez que essa vegetação tem efeito benéfico quando comparada ao solo exposto, oferecendo proteção ao solo, diminuindo o impacto das gotas de chuva e desprendimento de partículas do solo que seriam carregadas durante o escoamento superficial.

Regeneração natural

A regeneração natural de 57 nascentes estava saudável e bem desenvolvida, com indivíduos diversos variando de 0,50 a 3,00 metros, apresentando grande potencial para o processo de revegetação da mata ciliar no entorno das nascentes. Na regeneração de 67 nascentes foi encontrado algum tipo de perturbação, comprometendo a germinação de sementes e crescimento de indivíduos regenerantes, diminuindo a quantidade de indivíduos de pequeno porte. Segundo Ferreira et al.; (2007), nesses casos são necessários tratamentos adequados para controle de capim braquiária e espécies invasoras, para aumentar

a sobrevivência e estabelecimentos de indivíduos regenerantes. Dentre as nascentes visitadas, 51 nascentes não apresentaram regeneração natural. Nessas nascentes, além do controle de capim braquiária e de espécies invasoras, a implantação de regeneração artificial por meio de plantio misto de mudas é necessária. A figura 8 demonstra a distribuição das nascentes quanto a regeneração natural.

Figura 8 – Classificação das nascentes quanto a regeneração natural.



Fonte: do autor, (2019).

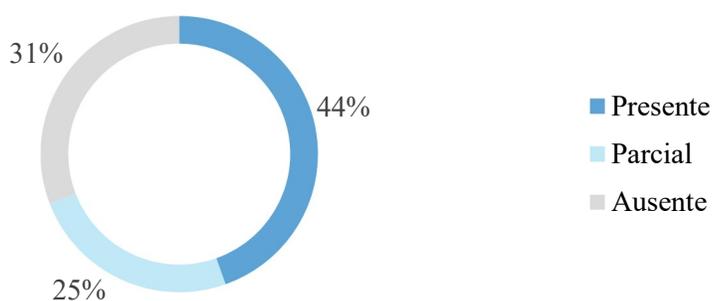
Para proteção da regeneração natural ou artificial são indicados a construção de aceiros, para que possíveis queimadas não alcancem a vegetação em restauração, o cercamento da área, para que o gado não cause compactação no solo ou prejudique a regeneração e a conscientização do produtor, para que os regenerantes não sejam roçados.

A possibilidade de utilização da regeneração natural deve ser sempre considerada, uma vez que reduz os custos de recuperação da APP e conta com plantas que estão adaptadas ao ambiente através da seleção natural.

Serapilheira

Em 78 nascentes foi presenciado serapilheira nos quatros quadrantes, formando uma camada de espessura suficiente para auxiliar na infiltração de água no solo, reduzir a erosão causada pelo impacto das gotas de chuva, manter a umidade do solo por um tempo maior quando comparado a solo exposto e reter a absorver o escoamento superficial, evitando o assoreamento da nascente. A serapilheira de 43 nascentes estava presente em parte da APP, principalmente nas áreas com vegetação arbórea remanescente, oferecendo proteção parcial uma vez que parte da APP não apresentou piso florestal. No solo da APP de 54 nascentes, a cama de serapilheira não foi encontrada, sendo a proteção oferecida pelo piso florestal perdida. A inexistência de serapilheira ocorre em função da ausência de remanescentes arbóreos, queimadas, pisoteio de animais domésticos ou por efeito do escoamento superficial de águas pluviais. A figura 9 demonstra a distribuição das nascentes quanto a presença de serapilheira.

Figura 9 – Classificação das nascentes quanto a presença de serapilheira.

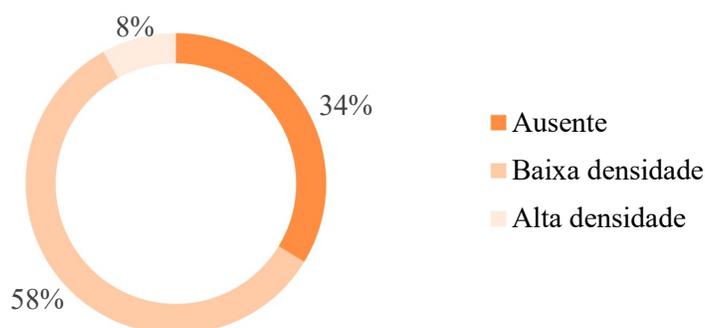


Fonte: do autor, (2019).

Ocorrência de espécies exóticas invasoras

Na área de preservação permanente de 59 nascentes não foi constada a ocorrência de espécies exóticas invasoras, não havendo competição com os regenerantes das espécies nativas. Em 102 nascentes, foram encontradas espécies exóticas invasoras em baixa densidade, oferecendo baixa dominância na diversidade biológica nativa, sendo preciso certo controle dessas espécies para que não haja expansão e domínio do espaço de ocupação. Espécies exóticas invasoras em alta densidade foram encontradas em 14 nascentes, alterando as características básicas e modificando as interações biológicas do ambiente natural. A alta densidade dessas espécies é explicada pela inexistência de processos competitivos e predatórios, encontrando condições que favorecem sua expansão. Nessas nascentes, para recuperação da APP é necessário um controle robusto das espécies exóticas invasoras para que haja sucesso na regeneração natural ou no estabelecimento e crescimento das mudas plantadas. Em duas dessas nascentes, a APP estava apropriada de moitas de bambu taquara (*Bambusa* sp.) em alta densidade, impedindo o crescimento de indivíduos nativos regenerantes. A figura 10 demonstra a distribuição das nascentes quanto a ocorrência de invasoras.

Figura 10 – Classificação das nascentes quanto a ocorrência de invasoras.

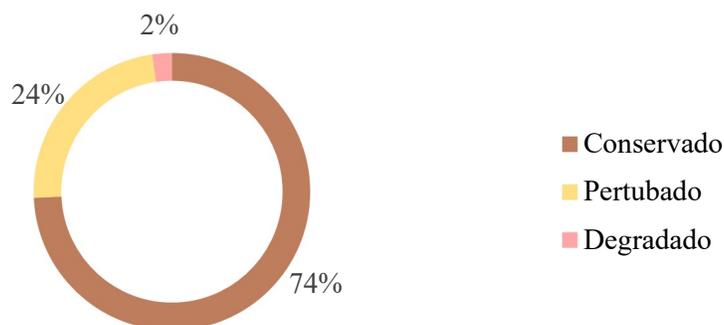


Fonte: do autor, (2019).

Estado de conservação do solo

Em relação ao estado de conservação do solo, a APP de 130 nascentes apresentou solo em bom estado de conservação, sem caminho preferencial de água, desprovido de sulcos, ravinas ou voçorocas. Em 41 nascentes, o solo da APP estava perturbado, apresentando compactação leve causada por pisoteio de animais domésticos, sulcos/trilhos bem destacados, desgaste do solo com sinais de erosão laminar e indícios de potencial degradação. A APP de 4 nascentes apresentou solo bastante alterado, instável, destituído de cobertura vegetal e com presença de sulcos profundos (> 0,50 metros) ou formação de voçorocas. Conforme Figura 11.

Figura 11 – Classificação das nascentes quanto ao estado de conservação do solo



Fonte: do autor, (2019).

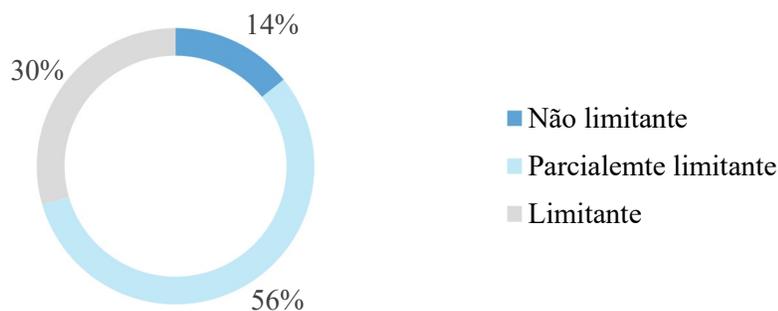
A erosão dos solos é um dos principais fatores de degradação das nascentes sendo causados por atividades incorretas no uso e ocupação do solo da APP e da área de recarga. Devido ao não cercamento das nascentes, em algumas foi observado solo compactado devido a presença de gado, diminuindo a infiltração e estabelecimento de regeneração natural, o que pode favorecer o

escoamento superficial de água, causando erosão hídrica através de sulcos que após intensificação do processo erosivo se transformam em ravinas ou voçorocas. Nesses casos é essencial a adoção de práticas de conservação do solo, como construção de terraços e plantios em nível. A falta dessas práticas pode acarretar em elevadas perdas de solo e assoreamento das nascentes e corpos hídricos. Segundo PINTO et al., (2005), onde as áreas encontram-se com solo compactado e com estrato regenerativo comprometido pela presença do gado devem ser consideradas propostas e medidas de restauração para que ocorra um processo de restauração efetivo, aplicando atividades orientadas para iniciar ou acelerar os processos de restauração da vegetação nativa.

Relevo

O relevo da APP das nascentes na área de estudo foi estabelecido como parâmetro para avaliar, de forma visual, a utilização de máquinas agrícolas na fase de plantio artificial de mudas nativas para recuperação da APP. Das nascentes visitadas, 26 foram estimadas com relevo plano, permitindo o acesso a máquinas agrícolas. O relevo da APP de 103 nascentes ofereceu certa resistência a utilização de máquinas agrícolas, mas não limitando seu uso. As demais nascentes, 46, possuem limitações quanto a utilização de maquinário. Nessas áreas de relevo acentuado, práticas conservacionistas do solo são necessárias para auxiliar a infiltração da água e diminuir a formação de escoamento superficial, que consequentemente contribui para o assoreamento das nascentes. A figura 12 demonstra a distribuição das nascentes quanto as limitações do relevo em relação ao uso de maquinário.

Figura 12 – Classificação das nascentes quanto as limitações do relevo ao uso de máquinas agrícolas.



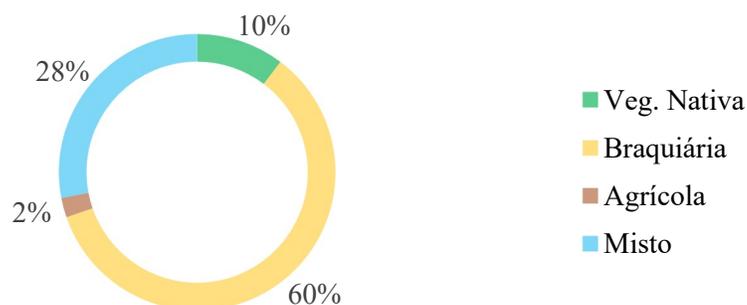
Fonte: do autor, (2019).

5.3.3 Parâmetros de avaliação da área de recarga das nascentes

Uso da terra

O uso da terra na área de recarga foi avaliado para verificar possíveis degradações que possam comprometer a recarga do lençol freático e consequentemente o abastecimento de água das nascentes. Na área de recarga de 18 nascentes, o solo estava ocupado por vegetação nativa arbórea em diferentes estágios de sucessão, enquanto em uma nascente, o solo da área de recarga estava ocupado por vegetação nativa do tipo campo, o qual era utilizado como pastagem. O uso da terra da área de recarga de 104 nascentes era a pastagem exótica braquiária, sendo constatados apenas 4 áreas de recarga com uso agrícola restrito. Na área de recarga de 49 nascentes uso da terra era misto, intercalando entre vegetação nativa arbórea, pastagem exótica e cultura agrícola. Conforme figura 13.

Figura 13 – Classificação da área de recarga das nascentes quanto as formas de uso do solo.



Fonte: do autor, (2019).

A vegetação nativa arbórea na área de recarga estava presente principalmente nas grotas, sendo essencial no controle de erosão e recarga do lençol freático.

A pastagem exótica foi o uso predominante na área de estudo, estando presente na área de recarga de 153 nascentes. A pastagem quando bem manejada oferece proteção ao solo durante o ano todo, diminuindo o impacto das gotas de chuva e desprendimento de partículas do solo que seriam carregadas durante o escoamento superficial, diferentemente de culturas anuais que deixam o solo exposto durante o plantio. Porém, quando mal manejadas, podem deixar o solo descoberto sofrendo ação erosiva da chuva e favorecendo o escoamento superficial e diminuindo a vazão das nascentes devido à baixa infiltração de água no subsolo, dificultando a perenidade das nascentes. O cercamento da APP das nascentes é primordial, uma vez que a maioria das propriedades visitadas apresentaram pastagem na área de recarga das nascentes para criação de gado, o qual muitas vezes utiliza a nascente como bebedouro, causando compactação do solo e prejudicando a regeneração natural.

As culturas agrícolas encontradas na área de recarga, devido ao uso de adubos e defensivos agrícolas comumente usados em excesso, podem contaminar as nascentes devido a lixiviação desses compostos. Além disso, as áreas de recarga que apresentaram cultura agrícola anual, durante o período de plantio, o solo se encontra exposto, podendo sofrer erosão hídrica, perdendo partículas e causando assoreamento dos corpos hídricos. Essa situação pode ser agravada quando as culturas agrícolas não apresentarem práticas conservacionistas do solo, como o plantio em nível e a construção de terraços.

Nesse diagnóstico, o uso conflitante de terra do ponto de vista técnico não foi avaliado para área de recarga.

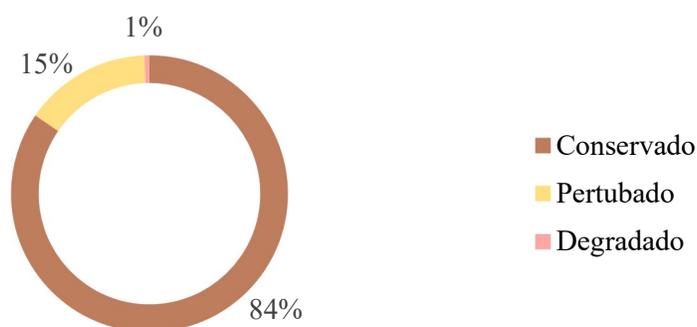
Conservação do solo

A conservação do solo da área de recarga é outro parâmetro importante de avaliação para que medidas conservacionistas possam ser implementadas nas áreas degradadas. Na área de estudo, 148 nascentes apresentaram área de recarga com solo conservado, desprovidos de sulcos, ravinas ou voçorocas, possuindo camada de vegetação cobrindo todo solo e com capacidade de reter e absorver o escoamento superficial em toda sua extensão. Em 26 nascentes, a área de recarga apresentou solo perturbado, no qual foi encontrado compactação leve causada por pisoteio de animais domésticos, trilhos de gado bem destacados, desgaste do solo com sinais de erosão laminar, presença de sulcos e/ou ravinas e indícios de potencial degradação. A área de recarga de apenas 1 nascente apresentou solo bastante alterado, instável, destituído de cobertura vegetal e com presença de sulcos, profundos (> 0,50 metro) e formação de ravinas ou voçorocas.

Nesses dois últimos casos, práticas conservacionistas, como barragens de contenção e terraceamento, precisam ser empregadas para assegurar uma maior infiltração de água no solo para abastecimento dos lençóis freáticos e atenuar a energia cinética do escoamento superficial, responsável pela erosão do solo e pelo

assoreamento de corpos hídricos. A figura 14 demonstra a distribuição da conservação do solo da área de recarga das nascentes encontradas.

Figura 14 – Classificação da área de recarga das nascentes quanto a conservação do solo.

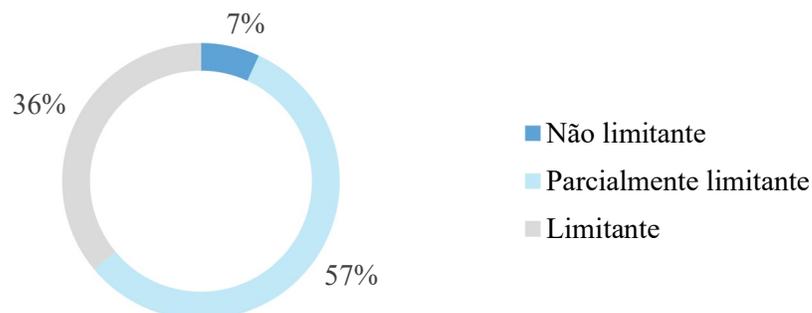


Fonte: do autor, (2019).

Relevo

O relevo da área de recarga foi avaliado para constatar a possibilidade de mecanização e a propensão a formação de escoamento superficial. Sendo assim, a área de recarga de 12 nascentes, foi caracterizado com relevo de possível mecanização. Em 100 nascentes, o relevo da área de recarga possibilita a mecanização, porém possui restrições em relação ao porte do maquinário utilizado. Nestas nascentes, práticas de conservação são recomendadas para aumento da infiltração de água no subsolo. A área de recarga de 63 nascentes, foi observado o relevo, no qual a mecanização não é possibilitada e a infiltração é restrita. Nestes casos, práticas de conservação complexas são recomendadas devido a velocidade do escoamento superficial, o qual pode causar erosão nas nascentes. A figura 15 expressa a distribuição da limitação do relevo quanto ao uso de maquinário da área de recarga das nascentes encontradas.

Figura 15 – Classificação da área de recarga das nascentes quanto as limitações do relevo para o uso de maquinário agrícola.

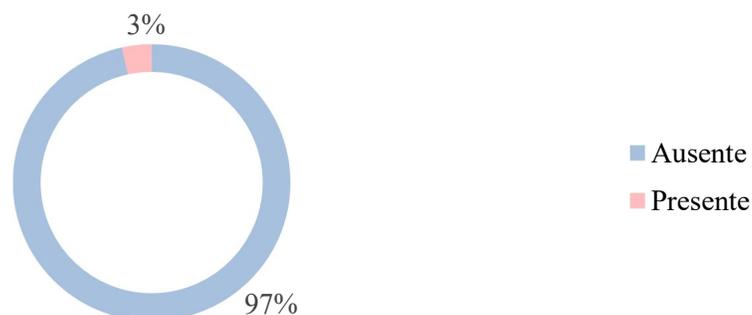


Fonte: do autor, (2019).

Presença de voçorocas

A presença de voçorocas foi avaliada na área de recarga devido ao grande impacto causado por essas formações, podendo causar grandes perdas de solo e assoreamento das nascentes. A área de recarga de 169 nascentes não apresentou voçorocas. No entanto, essa formação foi encontrada na área de recarga de 6 nascentes, tendo grande potencial de degradação devido as excessivas perdas de solo que contribuem para o assoreamento das nascentes. Nesses casos, a estabilização das voçorocas é essencial para conservação das nascentes. A figura 16 representa a presença e ausência de voçorocas na área de recarga das nascentes encontradas.

Figura 16 – Distribuição da área de recarga das nascentes quanto a presença de voçoroca.



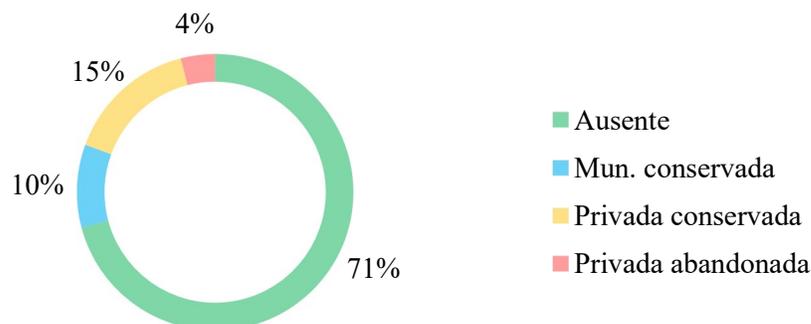
Fonte: do autor, (2019).

Presença de estrada vicinal

A presença de estrada vicinal é um parâmetro importante devido a exposição e compactação do solo, sendo esse passível de erosão pluvial e formação de escoamento superficial, que podem contribuir na degradação das nascentes.

Na área de recarga de 124 nascentes, não foi observada estrada. A área de recarga de 51 nascentes apresentou estrada, das quais 17 foram classificadas como estrada municipal conservada, 27 estradas particular conservada e 7 estradas particular abandonada, conforme Figura 17.

Figura 17 – Distribuição da área de recarga das nascentes quanto presença de estrada vicinal e seu estado de conservação.



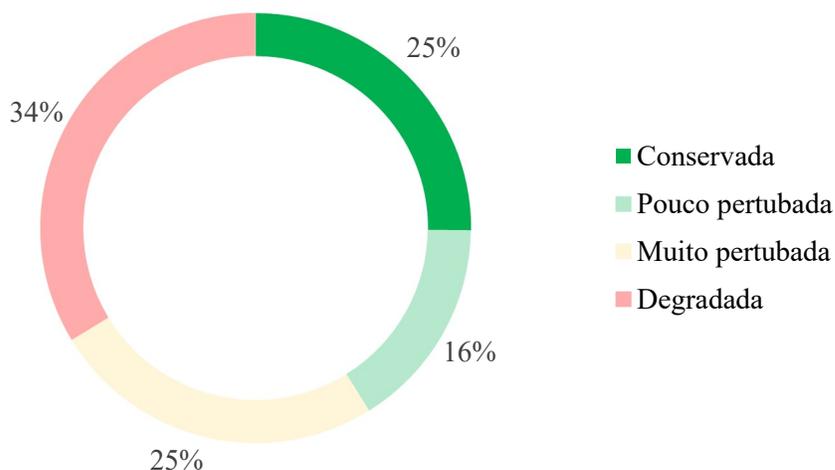
Fonte: do autor, (2019).

A adoção de práticas conservacionistas nas estradas é importante para manutenção das mesmas independentemente da situação de conservação. Nas estradas localizadas na área de recarga de nascentes, essas práticas são essenciais para reduzir o escoamento superficial pela faixa da estrada, que pode atingir as nascentes e causar erosão. Além de diminuir a erosão, a construção de estruturas de drenagem superficial e de armazenamento de águas pluviais auxiliam na infiltração de água no solo, possibilitando a recarga do lençol freático.

5.4 Conservação geral das nascentes

Das 175 nascentes encontradas na área de estudo, avaliando o estado de conservação da área de preservação permanente considerando a legislação vigente (15 metros de raio de APP para áreas de uso consolidado e 50 metros para áreas de uso não consolidado), foram encontradas 44 (25,14%) nascentes conservadas, 28 (16,00%) pouco perturbadas, 44 (25,14%) muito perturbadas e 59 (33,72%) degradadas, conforme Figura 18.

Figura 18 – Classificação da conservação geral das nascentes encontradas.



Fonte: do autor, (2019).

Dentre as principais perturbações constatadas nas nascentes está o desmatamento total ou parcial da área de preservação permanente, a presença de gado, o conflito de uso do solo na APP, a ausência de regeneração natural devido a densidade de pastagem (braquiária) ou espécie exótica invasora, a ausência de serapilheira em função do desmatamento, presença de erosão laminar ou por sulcos. Todas essas perturbações contribuem para a deterioração da função protetora da mata ciliar, o qual tem a fundamental função de reduzir a velocidade do escoamento superficial, possibilitando uma maior infiltração de água no solo, além de agir com filtro de nutrientes e partículas de solo, reduzindo a contaminação e o assoreamento das nascentes. A Figura 19 ilustra os 4 tipos de classificação geral das nascentes.

Figura 19 - Classificação geral do estado de conservação das nascentes encontradas: a) degradada, b) muito perturbada, c) pouco perturbada, d) conservada.



Fonte: Plantadores de Rios de Lavras, (2018).

6 CONCLUSÕES

Um protocolo de diagnóstico do estado de conservação das nascentes foi desenvolvido para o Projeto Plantadores de Rios de Lavras e aplicado em uma região específica do município. O protocolo possibilitou a caracterização do estado de conservação das nascentes de forma simples e rápida, propiciando elaboração de estratégias de recuperação considerando a particularidade de cada nascente. Para melhoria do protocolo, podem ser incluídos o estado de conservação da vegetação não arbórea e presença de cercamento.

Das 175 nascentes visitadas em campo, 59 (33,72%) encontravam-se degradadas, 44 (25,14%) muito perturbadas, 28 (16,00%) pouco perturbadas e apenas 44 (25,14%) encontravam-se conservadas.

Do total de área de APP referente ao entorno das nascentes, em 64,1% foi encontrado uso conflitante da terra, demonstrando que a legislação, em sua maioria, não é cumprida em relação ao uso e ocupação da terra no entorno de nascentes.

De todas as nascentes encontradas em campo, apenas 21 nascentes (12%) foram declaradas no CAR das propriedades rurais visitadas, evidenciando falhas no cadastramento realizado.

7 EQUIPE PROJETO PLANTADORES DE RIOS DE LAVRAS

Charles Plinio de Castro

Ligiane Dauzacker

Regis Mendonça Pereira

Rafael Cardoso Andrade

8 ANEXOS

Anexo I – Modelo de diagnóstico do estado de conservação de nascentes elaborado pela equipe do Projeto Plantadores de Rios de Lavras – MG.

	PROJETO PLANTADORES DE RIOS
	UFLA - Universidade Federal de Lavras
	FUNDECC - Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural
	PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS

FICHA DIAGNOSTICO DE NASCENTES

Nome do Proprietário:	
Nome da Propriedade:	
Comunidade Rural:	
ID Nascente:	
Coordenadas Nascente:	X
	Y
Data:	
Responsável Diagnóstico:	

CROQUI DA NASCENTE:

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO - NASCENTES				
QUADRANTE	A	B	C	D
A - Estado de conservação da vegetação ripária remanescente				
A.1 - Área de ocupação da vegetação nativa				
A.2 - Vegetação arbórea				
A.3 - Regeneração natural				
A.4 - Serrapilheira				
A.5 - Ocorrência de invasoras (cipó, samambaia,				
B - Estado de conservação do solo				
B.1 - Dentro da área de ocorrência de vegetação nativa				
B.2 - Fora da área de ocorrência de vegetação nativa				
C - Formas de uso do solo (terra)				
C.1 - Dentro da área de ocorrência de vegetação nativa				
C.2 - Fora da área de ocorrência de vegetação nativa				
D - Aparência da água				
D.1 - Na nascente				
D.2 - Na medida final da APP				
E - Relevo da área da APP				

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO – ÁREA DE RECARGA	
Comprimento da rampa (>distância)	
Área de recarga (ha)	
A - Cobertura da área de recarga	
B - Estado de conservação do solo	
C - Uso da terra	
D – Relevo da área	
E – Presença de voçorocas	
F – Presença de estradas	
F.1 - Tipo de estrada	
F.2 - Estado de conservação	
Causas prováveis dos problemas observados:	
Recomendações:	
Outras Observações:	

Fonte: Plantadores de Rios de Lavras, (2018).

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728

BERNARDI, H. V. F. **Proposta para caracterização, estratificação ambiental e recuperação de matas ciliares de uma sub-bacia do Alto Rio Grande**. 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais climatológicas 1961- 1990. Brasília: 1992. 84 p.

BRASIL. **Lei n. 12.265**, 25 mai. 2012. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 05 jun. 2019.

CASTRO, P. S.; GOMES, M. A. Técnicas de conservação de nascentes. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 4, n. 20, p. 24-26, out/nov. 2001.

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI SP. 2014. Boas práticas em conservação do solo e da água. Manual técnico. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/PDF%20Boas%20Praticas%20-%20Completo.pdf>> Acesso em: 10 de junho de 2019.

COSTA, S.S.B. **Estudo da bacia do Ribeirão Jaguará – MG, como base para o planejamento da conservação e recuperação das nascentes e matas ciliares**. 2004. 213 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

CRESTANA, M. de S. M.; FERRETTI, A. R.; TOLEDO FILHO, D. V.; ÁRBOEZ, G. de F.; SCHMIDT, H. A. P.; J. F. C. **Florestas: sistemas de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislação**. 2. Ed. Campinas: CATI, 2004. 2016 p.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. 1999. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis** 56: 135-144.

FARIA, R. A. V. B.; BOTELHO, S. A.; SOUZA, L. M. Diagnóstico ambiental de áreas do entorno de 51 nascentes localizadas no município de Lavras, MG. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15. 2012. p. 648 – 661.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER MG. 2005. Bacias de captação de enxurradas. Série Meio Ambiente. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/62/6/Unidade_3.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

FERREIRA, R. A. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v.13, n.3, p.21-279, 2007.

FLOR, H. M. Princípios e métodos silviculturais tropicais. Brasília: FAO, 1984. 194 p.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, California, v.29, p.207-231, 1998.

GONÇALVES, A.C. **Caracterização fisiográfica de duas sub-bacias hidrográficas do Alto Rio Grande e percepção dos moradores quanto aos seus recursos naturais**. 2002. 52p. Monografia (Curso de graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

GRIEBELER, N. P., PRUSKI, F. F., SILVA, A. M. J., RAMOS, M. M., SILVA, D.D. Modelo para a determinação do espaçamento entre desaguadouros em estradas não pavimentadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 29 n.3, maio/junho. 2005.

GUIMARÃES, J.C.C. **Avaliação e propostas de recuperação de nascentes degradadas e suas áreas de recarga, Lavras, MG**. 2003. 48p. Monografia (Curso de graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

KAGEYAMA, P. Y.; REIS, A.; CARPANEZZI, A. A. Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 1., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1992. p. 1-7.

LIMA, W. P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba, SP: ESALQ, 1986. 242p. Texto básico para a disciplina "Manejo de Bacias Hidrográficas".

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade de solos paulistas. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 27).

MCINTOSH, P.; LAFFAN, M. Soil erodibility and erosion hazard: Extending these cornerstone soil conservation concepts to headwater streams in the forestry estate in Tasmania. **Forest Ecology and Management**, n.220, p. 128-139. 2005.

Ministério lança programa Plantadores de Rios. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 05 de jun. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/14153-noticia-acom-2017-06-2370.html>>. Acesso em: 10 de jun. 2019.

NEWTON, J.; PRINGLE, O.I. e BJORKLAND, P, G. Stream Visual Assessment Protocol. **Journal of Applied Ecology**, 209-216p. 1998.

SILVA, C. G. da; SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F. DE. Atributos físicos, químicos e erosão entressulcos sob chuva simulada. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.25, n.1, p.144-153, 2005.

SILVA, L. A. da. **Regime de escoamento e recarga subterrânea de nascentes na reigão do Alto Rio Grande – MG**. 2009. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA - SSSA. Glossary of soil science terms. Soil Science Society of America, Madison, 2013. Disponível em: <<https://www.soils.org/publications/soils-glossary#>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SOUZA, L. M. de. **Análise do potencial de regeneração natural no entorno de nascentes em processo de recuperação**. 2010. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

PINTO, L. V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. 2005, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.775-793, 2005.

POESEN, J. et al. Gully erosion and environmental change: importance and research needs gully erosion and environmental change. **Catena**, [S.l.], v. 50, n. 2-4, p. 91–133, jan. 2003.

VILELA, D. F. **Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes**. 2006. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, São Paulo v. 30, n. 178, p. 77-79, ago./set. 2001.