



Universidade Federal de Itajubá
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas



Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos
Hídricos PROFÁGUA

Karen Esteves Ezezinós

**Diagnóstico da microbacia do ribeirão Achado no município de
Santana do Paraíso/MG e proposição de medidas para revitalização
de nascentes**



Itabira - Minas Gerais

2021

Karen Esteves Ezezinós

**Diagnóstico da microbacia do ribeirão Achado no município de Santana do
Paraíso/MG e proposição de medidas para revitalização de nascentes**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Coorientador: Prof. Dr. Glaucio Marcelino Marques

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas - UNIFEI

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Fernanda Maria Belotti (Orientadora)

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas - UNIFEI

Prof. Dra. Ana Carolina Vasques Freitas

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas - UNIFEI

Prof. Dr. Alexandre Sylvio Vieira da Costa - UFVJM

Itabira – Minas Gerais

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, à minha mãe Carmen Lúcia Ezezinis e aos meus irmãos Mayara Esteves Ezezinis e Guilherme Esteves.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à Nossa Senhora por terem me fortalecido durante esta jornada.

Sou grata à minha família, em especial, minha mãe pelo seu amor incondicional e suas orações incansáveis, bem como aos meus irmãos pelo apoio e paciência. Obrigada também às minhas avós pelo carinho. Sou agradecida por vocês compreenderem minha ausência e me incentivarem a seguir em frente.

Gratidão à minha orientadora Fernanda Maria Belotti e ao meu coorientador Glaucio Marcelino Marques que extrapolaram o papel de mestres do conhecimento, tornando-se amigos e conselheiros, essenciais na minha caminhada. Obrigada por me encorajarem a continuar, quando achei que não seria capaz.

Aos professores e funcionários do ProfÁgua (UNIFEI) pela dedicação e aprendizado.

Aos professores Ana Carolina Vasquez e Alexandre Sylvio pelas contribuições pertinentes e relevantes durante a qualificação que ampliaram o horizonte do meu trabalho.

Aos meus amigos pelo companheirismo e por não desistirem de mim, mesmo com os vários “nãos” aos convites recebidos, para me dedicar aos estudos.

Aos colegas e amigos do ProfÁgua pelo aprendizado, pelas trocas de experiências e de conhecimento, além dos momentos de diversão. Obrigada ainda por praticarem nosso lema “ninguém solta a mão de ninguém”. Vocês foram essenciais quando o desânimo e a sensação de incapacidade estavam presentes, principalmente, com o desenvolvimento da pesquisa em tempos de isolamento. Nossa amizade ultrapassará os limites do mestrado.

Agradeço à Prefeitura Municipal de Santana do Paraíso, Celulose Nipo-Brasileira S/A (CENIBRA), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), Agência Regional Metropolitana do Vale do Aço (ARMVA) e moradores locais pela disponibilidade de informações para compor a pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de

Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

RESUMO

EZEZINOS, Karen Esteves. **Diagnóstico da microbacia do ribeirão Achado no município de Santana do Paraíso/MG e proposição de medidas para revitalização de nascentes.** 2021. 124 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2021.

O diagnóstico de bacias hidrográficas possibilita o conhecimento da realidade local, com o intuito de possibilitar uma gestão dos recursos hídricos de forma mais efetiva. A água é essencial à manutenção da vida, portanto, ações para sua melhoria devem ser implementadas, com foco em um ecossistema equilibrado. Este trabalho teve o objetivo de diagnosticar ambientalmente a microbacia hidrográfica do ribeirão Achado, localizada no município de Santana do Paraíso/MG, com a análise do uso e ocupação do solo, a identificação e a classificação de nascentes quanto ao seu estado de conservação, bem como propor medidas de revitalização. Para tanto, realizou-se o levantamento de dados em bases distintas, vistorias de campo, identificação, cadastramento e avaliação macroscópica de nascentes. Além disto, foram avaliados os usos e ocupação do solo na microbacia por meio de mapas dos anos de 2008, 2014 e 2020, realizando a comparação entre eles, além da análise da localização das nascentes nas classes identificadas. De forma geral, comparando os anos de 2008 e 2020, verificou-se que os usos de silvicultura, área urbana e área degradada tiveram incremento de área. No entanto, em pastagens e arbustos, rochas e vegetação densa pode-se verificar um decréscimo de área. Durante as vistorias verificou-se a ausência de cercamento em 50% das áreas, o que possibilita o acesso de animais; fator este altamente degradador, concomitante ao alto índice de áreas utilizadas para fins de pastagem. Neste sentido, foram propostas ações de revitalizações das nascentes desde o cercamento, condução da regeneração natural, adensamento, enriquecimento, plantio direto, à implantação de terraços e *mulching* vertical. Constatou-se inclusive a implantação do Programa Pró-Mananciais da COPASA com foco em revitalização de nascentes. Os resultados deste trabalho também demonstraram a necessidade de incentivo do Poder Público às ações de revitalização de nascentes, para que estas possam ser executadas pelos proprietários, acarretando ganho de quantidade e qualidade do recurso hídrico que abastece a região rural e central do município.

Palavras-chave: Diagnóstico, nascentes, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

EZEZINOS, Karen Esteves. **Diagnosis of the micro-basin of the Achado stream in the municipality of Santana do Paraíso/MG and proposal of measures for revitalizing the springs.** 2021. 124 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2021.

The diagnosis of watersheds enables the knowledge of the local reality, in order to enable a more effective management of water resources. Water is essential for the maintenance of life, therefore, actions for its improvement must be implemented, focusing on a balanced ecosystem. This work aimed to diagnose environmentally the watershed of the ribeirão Achado, located in the municipality of Santana do Paraíso / MG, with the analysis of land use and occupation, the identification and classification of springs as to their state of conservation, as well as to propose revitalization measures. To this end, a survey of data was carried out in different databases, field inspections, identification, registration and macroscopic evaluation of the springs. In addition, the land use and occupation in the watershed were evaluated by means of maps of the years 2008, 2014, and 2020, making a comparison between them, in addition to the analysis of the location of the springs in the identified classes. In general, comparing the years 2008 and 2020, it was found that the uses of forestry, urban area and degraded area had an increase in area. However, in pastures and shrubs, rocks and dense vegetation there was a decrease in area. During the inspections it was verified the absence of fencing in 50% of the areas, which allows the access of animals; a highly degrading factor, concomitant to the high index of areas used for grazing. In this sense, actions have been proposed to revitalize the springs, from fencing, conduction of natural regeneration, densification, enrichment, direct planting, to the implementation of terraces and vertical mulching. The implementation of COPASA's Pro-Mananciais Program, focused on the revitalization of springs, was also observed. The results of this work also demonstrated the need for the government to encourage the revitalization of springs, so that they can be carried out by the owners, resulting in a gain in quantity and quality of the water resource that supplies the rural and central region of the city.

Keywords: Diagnosis, springs, land use and occupation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da APP de nascente de área rural consolidada e área comum, respectivamente	20
Figura 2: UPGRH do Santo Antônio: uso e cobertura do solo (2006)	25
Figura 3: Zoneamento ecológico e econômico da APA Santana do Paraíso	26
Figura 4: <i>Mulching</i> vertical	33
Figura 5: Ilustração da técnica do Terraceamento	34
Figura 6: Bacia de captação	35
Figura 7: Cercamento de nascentes.....	36
Figura 8: Municípios limítrofes de Santana do Paraíso com a representação da RMVA e do colar metropolitano	38
Figura 9: Mapa de localização da microbacia do ribeirão Achado	40
Figura 10: Fluxograma com metodologia para definição de medidas de revitalização de nascentes	53
Figura 11: Mapa de localização das nascentes vistoriadas na microbacia do ribeirão Achado – junho/2020.....	56
Figura 12: Nascente 01	57
Figura 13: Nascente 02	58
Figura 14: Nascente 03	59
Figura 15: Nascente 04	60
Figura 16: Nascente 05	61
Figura 17: Nascente 06	62
Figura 18: Nascente 07	63
Figura 19: Nascente 08	64
Figura 20: Nascente 09	65
Figura 21: Nascente 10	66
Figura 22: Nascente 11	67
Figura 23: Nascente 12	68
Figura 24: Nascente 13	69
Figura 25: Nascente 14	70

Figura 26: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – abril/2008.....	75
Figura 27: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – maio/2014.....	76
Figura 28: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – junho/2020.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Avaliação macroscópica por nascente.....	70
Gráfico 2: Avaliação macroscópica por parâmetro	71
Gráfico 3: Classificação das nascentes pelo Critério 1	72
Gráfico 4: Classificação das nascentes pelo Critério 2	72
Gráfico 5: Comparação da Classificação das nascentes pelos Critérios 1 e 2	73
Gráfico 6: Análise do uso e ocupação do solo nos anos de 2008, 2014 e 2020 na microbacia do Achado	78
Gráfico 7: Análise do uso e ocupação do solo x localização das nascentes nos anos de 2008, 2020 na microbacia do Achado	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Avaliação macroscópica de nascentes.....	46
Quadro 2: Classificação das nascentes – critério 1	47
Quadro 3: Classificação das nascentes – critério 2.....	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ARMVA	Agência Regional Metropolitana do Vale do Aço
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CENIBRA	Celulose Nipo-Brasileira S/A
CODEMA	Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DO	Doce
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FHIDRO	Fundo de Recuperação de Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEF	Instituto Estadual de Florestas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE	Modelo Digital de Elevação
MPE	Ministério Público Estadual
MPMG	Ministério Público de Minas Gerais
PARH	Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
PDDI	Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado
PDP	Plano Diretor Participativo
PIRH	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce
PMMG	Polícia Militar de Minas Gerais
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
RMVA	Região Metropolitana do Vale do Aço
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Rural

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFVJM	Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UPGRH	Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos
UTM	Universal Transversa de Mercator
VOL.	Volume

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 Geral.....	17
1.2 Específicos.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Área de preservação permanente (nascentes)	18
2.2 Uso e ocupação do solo e manutenção de nascentes	20
2.3 Revitalização de nascentes	27
2.3.1 Práticas vegetativas	29
2.3.2 Práticas mecânicas.....	32
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	37
4. METODOLOGIA.....	43
4.1 Materiais e métodos	43
4.1.1 Levantamento de dados	43
4.1.2 Identificação e cadastramento das nascentes.....	44
4.1.3 Avaliação macroscópica das nascentes.....	45
4.1.4 Elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo e de localização de nascentes.....	47
4.1.5 Diagnóstico e análise da evolução do uso e ocupação do solo x localização das nascentes	52
4.1.6 Proposição de medidas de revitalização das nascentes	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1. Identificação e avaliação macroscópica das nascentes	55
5.2. Análise da evolução do uso e ocupação do solo (2008, 2014 e 2020)	73
5.3. Proposição de medidas de revitalização das nascentes	81
6. PRODUTOS.....	83
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
8. RECOMENDAÇÕES.....	87
REFERÊNCIAS	88
ANEXO I – MODELO DE <i>CHECKLIST</i>	93
APÊNDICE A – <i>CHECKLISTS</i> PREENCHIDOS	96

INTRODUÇÃO

A água não é apenas um insumo necessário para o desenvolvimento econômico e social, deve ser considerada como um patrimônio natural estratégico, por ser essencial à conservação do meio ambiente, bem como da vida (BETIOLO, 2020, WOLKMER e PIMMEL, 2013). Entende-se a necessidade do desenvolvimento da economia, desde que pautado na sustentabilidade, buscando a preservação dos recursos naturais e assegurando a manutenção da vida para as gerações futuras.

É indiscutível a importância da água no planeta, visto que é indispensável para a sobrevivência humana, sendo utilizada na produção de energia, de alimentos, dessedentação animal, consumo humano, entre outros. Neste sentido, foi criada a Lei Federal nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, com a finalidade de garantir água em qualidade e quantidade para todos os usos múltiplos, minimizando os conflitos por este recurso hídrico (BRASIL, 1997).

Os conflitos por escassez de água têm sido agravados constantemente devido à degradação ambiental, bem como pelo manejo indevido do solo, reduzindo assim a disponibilidade hídrica potável para os usos múltiplos. Assim, a deterioração das áreas de preservação permanente como as nascentes e as matas ciliares podem acarretar graves impactos ambientais, prejudicando a sustentabilidade hídrica.

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH, 2010) destaca que a vegetação nativa da bacia foi amplamente alterada pela ocupação humana, principalmente as matas ciliares, restringindo os remanescentes florestais às áreas com o relevo mais inclinado. O PIRH aponta ainda para a existência de grandes áreas com pastagens degradadas submetidas ao intenso pisoteio e consequente compactação do solo, suscetíveis à erosão e ao assoreamento dos cursos d'água.

A gestão dos recursos hídricos vem sendo amplamente discutida ao longo dos anos, principalmente após a utilização de um regime descentralizado, onde as decisões são tomadas em esfera local nos comitês de bacia hidrográfica. Para fins de uma gestão efetiva, portanto, faz-se necessário o conhecimento da realidade da bacia para, então, propor melhorias.

A escolha da microbacia hidrográfica do ribeirão Achado se deu pelo abastecimento de água da região central de Santana do Paraíso utilizar, prioritariamente, este manancial para a captação superficial. A água proveniente do ribeirão Achado abrange 1.556 ligações, atendendo aproximadamente 4.015 pessoas (COPASA, 2020¹).

Além disto, o ribeirão do Achado é um afluente do ribeirão Taquaraçu que deságua no rio Doce; este último de grande representatividade no cenário nacional e demasiadamente degradado ao longo dos anos pela ação antrópica. Neste sentido, a proposição da revitalização das áreas de recarga dos afluentes tende a proporcionar ganhos, tanto em quantidade quanto em qualidade do recurso hídrico.

Destarte, o diagnóstico permite avaliar a bacia com o objetivo de identificar os impactos ambientais, além de dar subsídio para a proposição de ações de revitalização, conservação e recuperação das áreas de preservação permanente degradadas. Esta ferramenta apresenta-se como sendo imprescindível para a determinação da vulnerabilidade da bacia, possibilitando mensurar as consequências dos impactos registrados nos recursos naturais (PINTO *et al.*, 2019).

Betiolo (2020) destaca a importância do diagnóstico ambiental no processo de elaboração dos planos de bacias e, conseqüentemente, proporciona o fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Desta forma, este estudo teve o intuito de subsidiar medidas e tomadas de decisão do Poder Público, no que tange à gestão dos recursos hídricos proporcionando melhorias para a microbacia do ribeirão Achado, em Santana do Paraíso/MG.

Com este trabalho, objetiva-se que o conhecimento obtido seja convertido em incremento quali-quantitativo da disponibilidade hídrica para a microbacia de estudo, proporcionando assim, o desenvolvimento de atividades econômicas concomitante à preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos (FERNANDES, 2020).

¹ As Informações foram baseadas em levantamento realizado em dezembro/2020 e fornecidas via e-mail e telefone pela Gerencial Regional de Ipatinga da COPASA, responsável pelo abastecimento de água em Santana do Paraíso/MG.

1. OBJETIVOS

1.1 Geral

Realizar o diagnóstico ambiental da microbacia hidrográfica do ribeirão Achado no município de Santana do Paraíso/MG por meio da análise do uso e ocupação do solo, a identificação e a classificação de nascentes quanto ao seu estado de conservação; bem como propor medidas de revitalização.

1.2 Específicos

- Identificar e mapear as nascentes que contribuem para a formação da microbacia de estudo;
- Avaliar a evolução do uso e ocupação do solo na microbacia no período de 2008 a 2020 e sua influência sobre o estado de conservação das nascentes;
- Avaliar o grau de degradação da bacia, bem como das nascentes mapeadas, e propor ações de revitalização que possam ser aplicadas no local.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Área de preservação permanente (nascentes)

A Área de Preservação Permanente (APP) é abordada no âmbito legislativo federal e estadual, respectivamente, pela Lei nº 12.651/2012 - Código Florestal Brasileiro e Lei n.º 20.922/2013 - Lei Florestal de Proteção à Biodiversidade do estado de Minas Gerais. No que tange à APP, existem vários enquadramentos descritos nas legislações supracitadas, no entanto, este tópico terá enfoque nas nascentes e nos olhos d'água.

Neste sentido, devido ao fato de as legislações estadual e federal possuírem textos semelhantes sobre o tema em pauta, optou-se por mencionar as definições constantes na Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012):

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

(...)

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

(...)

XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

Fernandes (2020) destaca como principais inovações do novo Código Florestal a “obrigatoriedade de proteger e usar, de forma sustentável, as florestas, consagrando o compromisso do país com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação” (p. 28). O autor ressalta ainda que o novo código aponta para a necessidade do uso sustentável do solo e da água. Além disto, propõe a recuperação e a conservação da vegetação, bem como reconhece as florestas como instrumento de preservação de cursos d'água e APP's.

A supressão da vegetação no entorno de nascentes é permitida apenas para fins de utilidade pública e quando não há alternativa locacional (Lei Estadual n.º 20.922, MINAS GERAIS, 2013). Cabe ressaltar a obrigatoriedade da “preservação de áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (Lei federal nº12.651, BRASIL, 2012).

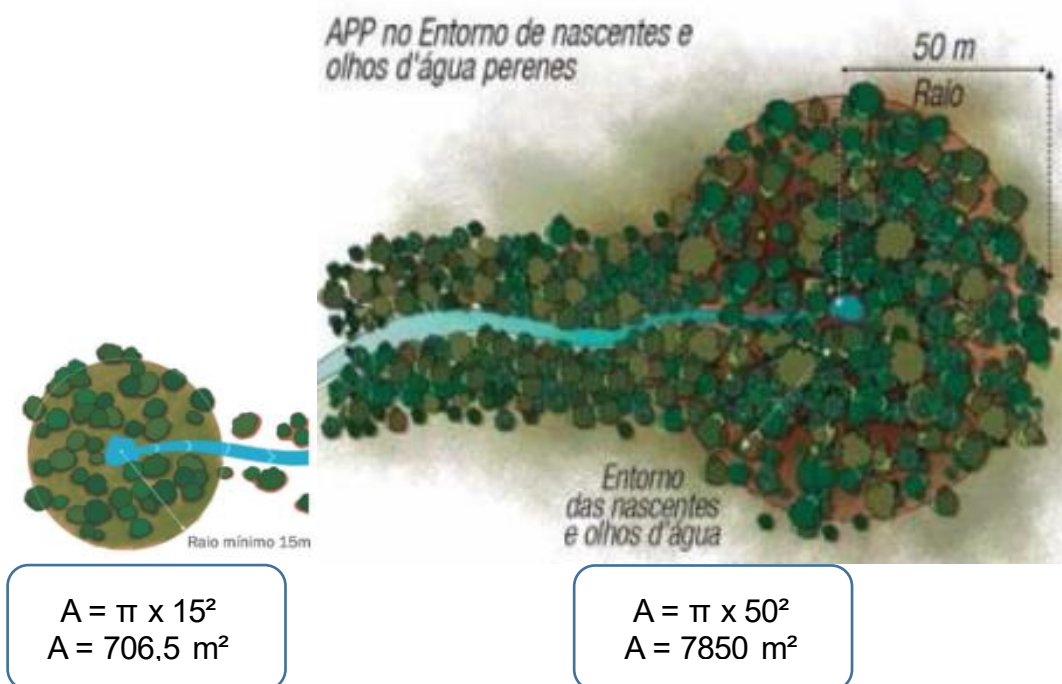
Ikematsu *et al.* (2016) relatam que a Lei nº 12.651/2012 excluiu a proteção no raio de 50 m para as nascentes e os olhos d'água intermitentes, anteriormente resguardados. Os autores destacam ainda que a proteção prevista é para o entorno (50 m) e não mais para a bacia, como outrora. Esta alteração é significativa, visto que a nascente é afetada por processos que interferem na produção e nas características da água que extrapolam os limites do raio estabelecido, ocorrendo em toda sua área de contribuição. Valente (2009) ressalta que as ações de conservação e preservação devem ser realizadas ao longo da bacia, incluindo as áreas distantes da nascente para que a drenagem ocorra de forma gradual, garantindo o suprimento nos períodos de estiagem.

O Código Florestal autoriza apenas a utilização de APP's em áreas rurais consolidadas² até 22 de julho de 2008, para a continuidade das atividades agrossilvipastoris, ecoturismo e turismo rural. Ressalta-se que “é permitido o acesso de pessoas e animais às APP's para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental” (MINAS GERAIS, 2013).

Nas nascentes e nos olhos d'água perenes, em áreas consolidadas, é exigida a recomposição da vegetação em um raio de 15 (quinze) metros (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2013). A recomposição da APP é de responsabilidade do atual possuidor. Isto significa que, mesmo que a intervenção tenha ocorrido anteriormente à aquisição da propriedade, o passivo é transmitido. Conforme apresentado na Figura 1, há uma perda territorial de conservação da APP, correspondente a 91%, quando se compara a recomposição legal e a mínima exigida nos casos de uso consolidado.

² Área rural consolidada, segundo o Novo Código Florestal, consiste em “área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio”.

Figura 1: Representação da APP de nascente de área rural consolidada e área comum, respectivamente



Fonte: Master Ambiental (2016), MPMO (2020), e adaptado de Barros *et al.* (2018)

As APP's cobertas por vegetação nativa desenvolvem um papel essencial para a manutenção do equilíbrio do uso do solo. Constantemente as APP's estão expostas à degradação, devido às pressões antrópicas sobre o ambiente, o que desencadeia um processo de substituição das paisagens naturais por outros usos e ocupações (MOREIRA *et al.*, 2015). Desta forma, Betiolo (2020) corrobora que a degradação ou fragmentação da APP, especialmente de nascentes, ocasiona perda da conservação, com prejuízos dos recursos genéticos da flora e fauna, bem como redução de biomassa.

2.2 Uso e ocupação do solo e manutenção de nascentes

A ocupação desordenada de fundos de vales, de APP's e de áreas de cheias regulares dos cursos d'água, um efeito do fenômeno de urbanização, tem prejudicado a manutenção sistemática dos recursos hídricos (PDDI, 2019). Neste contexto, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), (2019) destaca:

As áreas de preservação permanente que garantem a proteção do solo e das matas ciliares, cumprindo as funções primordiais de proteger os cursos d'água do assoreamento, evitar transformações negativas nos leitos, garantir o abastecimento dos aquíferos subterrâneos e preservar a vida aquática (p. 101).

Oliveira *et al.* (2020) enfatizam os inúmeros problemas ambientais ocasionados pela exploração excessiva dos recursos hídricos, “principalmente em áreas de recarga de nascentes, causando alterações na quantidade e na qualidade da água drenada” (p. 60). De acordo com os autores, para uma melhor gestão da água, com o intuito de promover o uso sustentável, é necessário compreender o funcionamento dos processos responsáveis pela recarga subterrânea dos aquíferos e os fatores que a influenciam (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo pode ser alterado por dois fatores: de ordem natural, responsável pela predisposição do meio à degradação ambiental e, antrópico, em que as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia (VILAÇA *et al.*, 2009).

As alterações ocasionadas por atividades antrópicas causam redução na disponibilidade hídrica. A água de uma nascente pode sofrer alterações qualitativas devido a diversos fatores: “destacando-se o clima, o relevo, as classes de solos, a cobertura vegetal e o uso do solo, além da profundidade do solo” (OLIVEIRA *et al.*, 2020). A redução da infiltração da água no solo aumenta o escoamento superficial direto, prejudicando o processo de recarga do aquífero e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

As ações antrópicas como desmatamentos desenfreados, degradação de florestas tropicais e incêndios descontrolados contribuem para a redução da biodiversidade e para as mudanças climáticas globais (CARDOSO DE OLIVEIRA *et al.*, 2019). Soma-se a isto, a ausência da adoção de tecnologias adequadas à conservação do solo, que podem ocasionar em sua compactação, perda da qualidade e de volume, e, conseqüentemente, redução de permeabilidade, afetando negativamente na taxa de infiltração de água no solo. Além disto, com efeito em cascata, podem contribuir para o incremento do escoamento superficial, ocorrência de enchentes, alagamentos, bem como de processos erosivos, oferta excessiva de nutrientes nos corpos hídricos, assoreamentos, redução da disponibilidade das águas superficiais e rebaixamento dos níveis freáticos (BORGES *et al.*, 2020, FERNANDES, 2020; PIRH, 2010).

Neste âmbito, o PIRH (2010), ratifica que a bacia do rio Doce “apresenta muitas áreas degradadas, nas quais a infiltração de água no solo está aquém da capacidade natural” (p. 95, Vol. II). Ao longo dos anos foram observados impactos significativos, “tanto o aumento da vazão máxima gerada por precipitações intensas, como a depleção excessiva a época das secas, por redução do fluxo de base” (p. 95, Vol. II). O plano ainda identificou a correlação da degradação ambiental com o uso em demasia de áreas frágeis ou de interesse de conservação, no que tange à conservação dos recursos hídricos (PIRH, 2010).

Ainda em relação às ações antrópicas, ressalta-se os prejuízos à qualidade da água relacionados à ausência ou ineficiência do saneamento básico, com o lançamento direto de efluentes sem tratamento e de resíduos sólidos nos corpos hídricos (BETIOLO, 2020).

Atualmente, o município de Santana do Paraíso, área de interesse deste estudo, não possui tratamento do esgoto sanitário, apenas a coleta do efluente na zona urbana. No entanto, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) está executando obras de infraestrutura para o tratamento dos efluentes urbanos. Concomitante a isto, os projetos com soluções para o esgotamento sanitário estão em fase de elaboração, com recursos financeiros da Fundação Renova, contemplando 10 (dez) comunidades rurais e o Distrito Industrial. Posteriormente, haverá uma nova licitação para a contratação da execução das soluções coletivas e individuais estabelecidas em projeto. A execução dos sistemas também será custeada pela Fundação Renova, como medida de compensação pelo rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro em Mariana/MG (informação pessoal)³.

Silva Neto (2012) relata a ausência de atuação municipal no planejamento e na coordenação de política urbana, fato que acarretou na aprovação e implantação de loteamentos de forma precária em Santana do Paraíso/MG. Conseqüentemente ocorreram “ocupações irregulares e inadequadas (desmatamentos e cortes de vertentes em áreas de acentuada declividade, abertura de vias sem drenagem,

³ Informações obtidas na Secretaria de Obras, Serviços Urbanos e Meio Ambiente do município de Santana do Paraíso/MG.

terraplenagem deficiente, etc.), que geraram processos erosivos” (SILVA NETO, 2012).

A implantação de loteamentos clandestinos, sem quaisquer aprovações pelo Poder Público, ocasiona redução da área de vegetação, aumento da exposição do solo, carreamento de material resultante da existência de processos erosivos e, conseqüentemente, o assoreamento dos recursos hídricos. Ademais, contribui para a poluição dos aquíferos e cursos d’água, visto a inexistência de infraestrutura de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, bem como de resíduos sólidos. Alguns destes empreendimentos são alvo de ação civil pública por parte do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG). O município tem intensificado as atividades de fiscalização, entretanto, o baixo número de efetivos, concomitante à grande extensão territorial, dificultam as ações coibidoras (informação pessoal)⁴.

Alcântara (2019) ressalta a atuação enérgica do município de Santana do Paraíso, do ponto de vista jurídico, em comparação com os demais municípios do Núcleo Metropolitano⁵, apesar de ser o município menos estruturado tecnicamente e financeiramente. O autor salienta que, à época da pesquisa, o município situava 21 (vinte e um) empreendimentos fiscalizados pela Agência Regional Metropolitana do Vale do Aço (ARMVA), que correspondem à 24,7% do total. Destes, o município atuou como denunciante em quase metade dos casos, bem como propôs três Ações Cíveis Públicas. Além dos casos supracitados, foi atuante com a apresentação de “Relatórios de Vistoria Ambiental e de autos de Infração Ambiental para todas as demais ocorrências, com uma comunicação via ofícios mais intensa com a Agência que os demais municípios do Núcleo” (ALCÂNTARA, 2019, p. 64). Nos demais processos constatou-se a “presença do mesmo tipo de documentação técnica observado nos processos acima, ora apoiando provocações do MPMG, ora realizando vistorias conjuntas com a PMMG⁶ (ALCÂNTARA, 2019, p. 64).

Morais *et al.* (2019) corroboram que a intensificação da degradação ambiental é capaz de prejudicar a disponibilidade hídrica e a qualidade da água. Reforça ainda, a importância da adoção de uma gestão integrada de bacias hidrográficas com foco

⁴ Informações obtidas na Secretaria de Obras, Serviços Urbanos e Meio Ambiente do município de Santana do Paraíso/MG.

⁵ Refere-se aos municípios inseridos na Região Metropolitana do Vale do Aço.

⁶ Polícia Militar de Minas Gerais.

na descentralização, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento social e econômico de forma sustentável.

É perceptível que a não implementação de medidas de conservação e proteção do solo influencia diretamente no ciclo hidrológico e, conseqüentemente, na quantidade e na qualidade da água disponível (ANACHE, 2017). Santos *et al.* (2017) descrevem que o desmatamento e as queimadas da floresta amazônica reduzem a evapotranspiração, ocasionando modificações pluviométricas na região. Estes impactos são um dos responsáveis por alterações hidrológicas como a redução da precipitação nas regiões sul e sudeste, bem como em outras áreas da América Sul.

Desta forma, torna-se notória a interligação de ações de degradação com a indisponibilidade hídrica, inclusive ultrapassando fronteiras nacionais. Tal fato, justifica a necessidade da implementação de ações de preservação e conservação em escala global. Entretanto, para atuar na revitalização, faz-se necessário o conhecimento da realidade local para a adoção de medidas mais adequadas para cada situação. Neste sentido, Cruz (2003) ressalta a relevância da realização do diagnóstico ambiental de bacias:

“Nas questões que envolvem a gestão dos recursos hídricos considera-se que o diagnóstico ambiental seja o primeiro passo para conhecer a realidade dos impactos antrópicos. Este diagnóstico é a base para gerar o prognóstico ambiental e promover a integração das análises ambientais, políticas e econômicas que compõem um plano de gerenciamento em uma bacia hidrográfica.”

É importante destacar que a ampliação do volume infiltrado no solo e a redução do escoamento superficial são medidas efetivas que auxiliam na recarga dos aquíferos. Estas ações são essenciais para o surgimento e a manutenção das nascentes, bem como para minimizar as áreas degradadas.

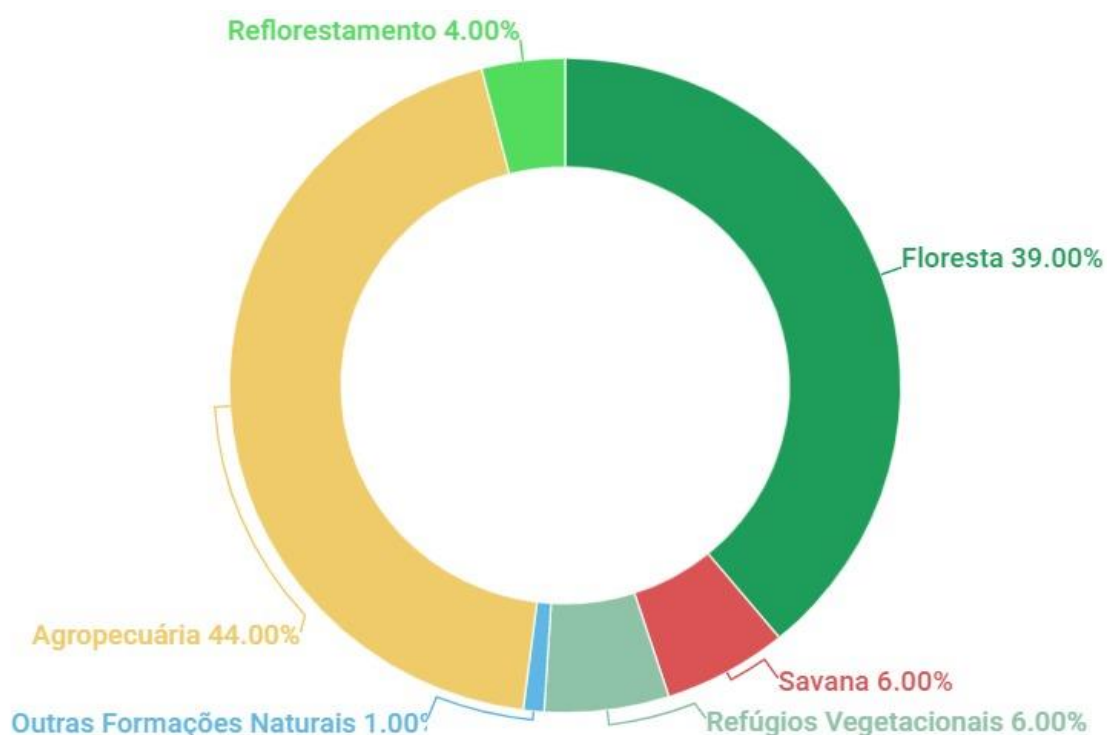
Ikematsu *et al.* (2016) destacam que há alterações nas vazões das nascentes ocasionadas por captação de água subterrânea e impermeabilização da área de recarga. Ressaltam ainda que a área de recarga é muito mais abrangente que os 50 m de raio da nascente, previstos como APP. Deste modo, enfatizam a importância de uma gestão hídrica integrada, visando a conservação dos volumes dos aquíferos.

No que tange à manutenção hídrica, o uso e ocupação do solo é fator determinante para a preservação ou não do recurso. Neste contexto, Rocha Júnior *et*

al. (2017) descrevem que as atividades agrícolas têm degradado a região do Vale do Rio Doce, inserida no bioma Mata Atlântica. Relatam ainda que a supressão da vegetação nativa para dar lugar à pastagem, desencadeia a compactação e a erosão do solo (ROCHA JÚNIOR *et al.*, 2017).

Este comportamento também é identificado na sub-bacia do Santo Antônio, visto que o mapa de 2006 utilizado no PARH caracteriza, predominantemente, dois tipos de uso e cobertura do solo: o agropecuário (44%) e a Floresta Estacional Semi-Decidual (39%), com proporções semelhantes, conforme Figura 2 (PARH, 2010).

Figura 2: UPGRH do Santo Antônio: uso e cobertura do solo (2006)



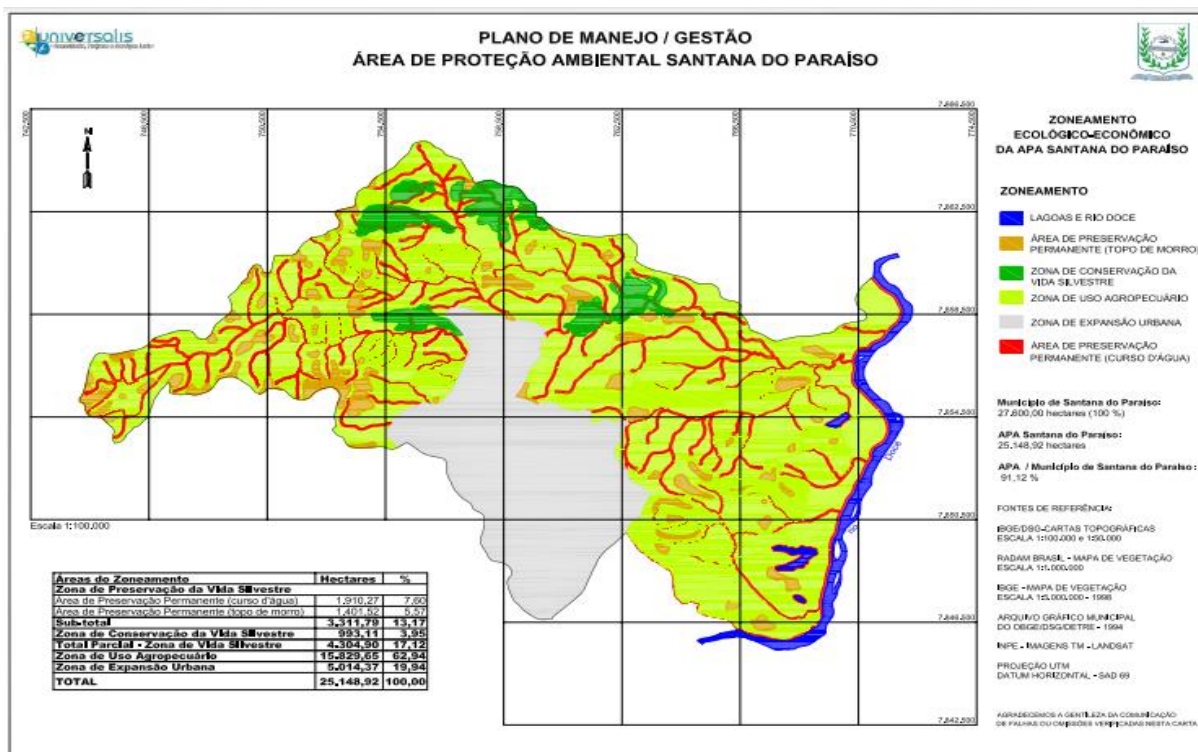
Fonte: Adaptado de PIRH (2010)

O Censo Agropecuário (IBGE, 2017) identificou e quantificou os usos e a ocupação do solo em Santana do Paraíso em estabelecimentos agropecuários. Além disto, o zoneamento ecológico e econômico elaborado no Plano de Gestão e Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) Santana do Paraíso⁷ (2008) também identificou a vocação agropecuária como predominante no município (Figura 3). A análise dos

⁷ A Área de Proteção Ambiental (APA) Santana do Paraíso foi criada em 1999 e possui extensão de 251,489 km², que corresponde a 91,12% da área total do município. Inclusive a microbacia do ribeirão Achado (área de estudo) está inserida na APA Santana do Paraíso.

dados locais corrobora o cenário identificado na sub-bacia do rio Santo Antônio, com proporções semelhantes entre as áreas de pastagem e de vegetação nativa.

Figura 3: Zoneamento ecológico e econômico da APA Santana do Paraíso



Fonte: Plano de Gestão e Manejo APA Santana do Paraíso (2008)

De acordo com Fernandes (2020), as grandes extensões de pastagens ocasionam diversos níveis de degradação, visto que a atividade está diretamente relacionada ao uso do solo e à utilização dos recursos hídricos da bacia. Segundo o autor, o uso e ocupação do solo de forma expressiva pela pecuária acarreta em territórios antropizados, compactados pelo pisoteio do gado e com impactos negativos, no que tange à disponibilidade hídrica quali-quantitativa.

Em contrapartida, a DO3⁸ apresenta “o maior percentual de cobertura natural (52%) dentre as unidades da parte mineira” (PIRH, 2010, p. 321, Vol. I). No entanto, esta unidade destaca-se negativamente pela degradação da qualidade da água ocasionada por fontes difusas (PIRH, 2010).

⁸ Em território mineiro, a bacia do rio Doce (DO) divide-se em seis UPGRH's, adotando o regime de gestão hídrica descentralizado, sendo a sub-bacia do rio Santo Antônio, correspondente à UPGRH DO3.

O PIRH (2010) salienta a presença vegetal na sub-bacia UPGRH 03, relatando a ocorrência de vegetação nativa em aproximadamente 90% das nascentes e em 55% das matas ciliares. O PIRH (2010) destaca ainda que os percentuais para Santana do Paraíso estão acima da média da bacia, com a presença de matas em 95,6% das nascentes, 94,3% das matas ciliares de rios e riachos e 96,3% da zona ripária de lagos naturais e/ou açudes. Apesar de serem dados animadores, em comparação com as demais UPGRH's, ainda há muito a ser realizado para combater a degradação na região.

Neste sentido, a presença de florestas na bacia proporciona impactos positivos:

No controle da erosão superficial, na regulação do fluxo dos rios, da ciclagem biogeoquímica e do microclima e a melhoria da qualidade da água.

(...)

Uma vez que a água atinge o solo, espera-se que a vegetação restaurada estimule a sua infiltração, para evitar que escoe pela superfície, arrastando consigo os sedimentos, poluentes, contaminantes e detritos, ou desencadeando processos erosivos mais severos (HONDA e DURIGON, 2017, p. 321).

O PARH Santo Antônio⁹ destaca a suscetibilidade à erosão da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH DO3), apresentando 56% de sua área classificada como forte e 44% como média. Borges *et. al.* (2020) descrevem que o município de Santana do Paraíso possui erosividade anual de 6248 MJ mm h a⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ e mensal máxima de 1339 MJ mm h a⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. De acordo com a classificação proposta por Santos (2008), estes dados enquadram-se como erosividade média e muito alta, respectivamente.

Cabe salientar que a proteção do solo pela floresta é efetiva para as precipitações de baixo a médio volume, entretanto, não contempla processos erosivos de grande magnitude (HONDA e DURIGON, 2017).

2.3 Revitalização de nascentes

A proteção das nascentes tem por objetivo manter ou melhorar a qualidade da água e, conseqüentemente, dos cursos d'água, bem como auxiliar na manutenção do fluxo hídrico, principalmente, nos períodos de estiagem. De forma geral, o cercamento

⁹ Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do rio Santo Antônio.

das nascentes possibilita a regeneração natural da vegetação, entretanto, outras medidas conservacionistas são apresentadas a seguir.

Com o intuito de incentivar a conservação de nascentes, o estado de Minas Gerais instituiu a Bolsa Verde, por meio da Lei 17.727 de 13 de agosto de 2008 e a regulamentou pelo Decreto 45.113, de 05 de junho de 2009. A referida lei concede o incentivo financeiro aos proprietários e posseiros rurais que preservam a vegetação nativa, podendo ser utilizado para ações de “identificação, recuperação, preservação e conservação de áreas necessárias à proteção das formações ciliares e à recarga de aquíferos, além de áreas necessárias à proteção da biodiversidade e de ecossistemas especialmente sensíveis” (Instituto Estadual de Florestas - IEF, 2020). Os recursos financeiros são originários do “Fundo de Recuperação de Recursos Hídricos (FHIDRO), cobrança pelo uso da água e outros” (PIRH, 2010).

Segundo Sakaguti Júnior (2016), a falsa impressão de que a água possui uma fonte inesgotável, permite que grande parte da humanidade lide com os recursos hídricos com descaso, sem dar a devida importância à sua preservação. Entretanto, é cada vez menor a disponibilidade de água potável, com registros de diversos locais que sofrem com a escassez hídrica, visto que a distribuição deste recurso não é uniforme ao longo do planeta.

É sabido que o volume de água na Terra é praticamente o mesmo há milhões de anos, no entanto, a sua distribuição é alterada por meio do ciclo hidrológico. O grande desafio da atualidade é aumentar a produção de água potável, sendo a revitalização de nascentes uma aliada neste processo.

Klein e Klein (2014) expõem que as atividades antrópicas com finalidade econômica possuem relação com o processo de infiltração no solo. A supressão da cobertura vegetal ocasiona a exposição do solo, tornando-o sujeito à erosividade resultante da precipitação, conseqüentemente, alterando a rugosidade superficial, a porosidade e a taxa de infiltração de água (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002). Ressalta-se ainda que o reabastecimento dos aquíferos está interligado às condições de preservação ambiental. Sendo assim, a manutenção das condições naturais proporciona a melhor condução da água.

Valente e Gomes (2015) relatam que a adoção de práticas apropriadas de conservação do solo e da vegetação em toda a bacia pode proporcionar a preservação da água, em qualidade e quantidade, com o abastecimento dos aquíferos que dão origem às nascentes. Reforçam o que foi constatado por Klein e Klein (2014), enfatizando ainda que as medidas consistem no incremento da rugosidade do solo, reduzindo o escoamento superficial e, por fim, possibilitando a infiltração mais eficiente (VALENTE e GOMES, 2015). Valente (2009) destaca que estas ações devem ser estudadas de acordo com a especificidade do local, para a definição das melhores técnicas a serem empregadas. Honda e Durigon (2017) destacam que:

Os efeitos benéficos das práticas de conservação do solo são percebidos imediatamente após a aplicação das técnicas (Bodner et al. 2015), os efeitos das funções de proteção aos recursos hídricos após as atividades de restauração só serão percebidos após o lento processo de crescimento da vegetação (Grip et al. 2005, Holscher et al., 2005, Mu et al. 2007, Vertessy et al. 2011). A recuperação da vegetação deve ser entendida, portanto, como uma ação complementar.

2.3.1 Práticas vegetativas

As práticas vegetativas utilizam a vegetação para proteger o solo contra a ação direta da precipitação, minimizando o processo erosivo. A cobertura do solo atua como um redutor de velocidade do escoamento superficial, visto que se comporta como uma barreira física ao livre percurso da água (ALBUQUERQUE *et al.*, 2002). A manutenção da cobertura adequada no solo é um dos princípios básicos para a sua conservação (ZONTA *et al.*, 2012).

Barros *et al.* (2018) destacam a importância das florestas nativas que podem desempenhar funções “como a regulação da quantidade de água, o controle da erosão e aporte de sedimentos e, conseqüentemente, influenciando os parâmetros físico-químicos dos cursos d'água” (p. 610). A cobertura florestal está interligada à disponibilidade hídrica tanto em qualidade quanto em quantidade, contribuindo para a manutenção do ciclo ecológico (BARROS *et al.*, 2018). Desta forma, a adoção de práticas vegetativas para a revitalização de nascentes torna-se essencial.

Entretanto, Valente e Gomes (2015) alertam para o risco do emprego de técnicas vegetativas sem a análise prévia da área. Nas pequenas bacias em que não há o equilíbrio natural, deve-se evitar a revegetação arbórea de porte elevado e arbustiva, priorizando o plantio de herbáceas, principalmente, em locais com aquíferos

próximos à superfície. Nestes casos, a vegetação acessa o volume armazenado no subsolo e compete com a vazão da nascente, além de alterar o balanço hídrico com o incremento da transpiração pela vegetação.

Honda e Durigon (2017) salientam que, geralmente, a proporção de água de chuva é inversamente proporcional à biomassa. Esta afirmação justifica-se pelo fato de a vegetação retirar água do subsolo por meio das raízes e, posteriormente, liberá-la na atmosfera pela evapotranspiração. Neste contexto, o aumento da cobertura vegetal dificilmente incrementa a precipitação na mesma bacia, uma vez que a chuva não necessariamente ocorrerá na mesma bacia, a não ser naquelas com grandes extensões.

Ressalta-se que este alerta não inviabiliza a utilização das práticas vegetativas, apenas enfatiza a necessidade de uma análise criteriosa do método escolhido, de acordo com as características locais. Quando o objetivo é ampliar o volume de água produzido, a vegetação escolhida é posicionada considerando a profundidade das raízes e dos níveis freáticos.

A Resolução CONAMA nº 429/2011 e a Instrução Normativa nº 005/2009 versam de forma similar sobre metodologia de recuperação de APP's. Neste contexto, a Resolução estabelece a recuperação de APP pelos métodos:

Art. 3º (...)

I - condução da regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas; e

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas. (Resolução CONAMA nº 429/2011)

A utilização de mata natural no processo de revegetação, quando bem posicionada, surte ótimos efeitos hidrológicos. Normalmente, estas áreas possuem resistência às enxurradas, o que propicia uma camada de solo porosa e facilitadora da infiltração.

Para a aplicação desta técnica é importante verificar se há existência de camada adensada, ocasionada por usos anteriores. No caso da constatação deste comportamento do solo, é aconselhável buscar outra área para a intervenção. O adensamento pode favorecer a ocorrência de enxurradas, visto a rápida saturação do solo, devido à camada compactada dificultar a infiltração (VALENTE e GOMES, 2015).

A regeneração natural pode ser adotada, principalmente após o isolamento da área a que se deseja recuperar. Consiste na própria natureza se reestabelecer, seja por rebrota, sementes existentes, proximidade com fragmentos florestais que possibilitem o crescimento de vegetação, sem o plantio direto (CROUZEILLES *et al.*, 2019). Trata-se de um processo de baixo custo, entretanto, com resultados lentos. É importante o controle de espécies invasoras que inibem a regeneração natural (SILVA *et al.*, 2008).

O adensamento contempla o plantio de mudas com o intuito de aumentar o quantitativo vegetal, normalmente, ocupando áreas não vegetadas apenas pelo processo de regeneração natural. É importante ressaltar que esta técnica adota espécies já existentes na flora local.

O enriquecimento é pautado na ampliação da diversidade da flora com introdução de espécies nativas que ainda não estão inseridas na área a ser recuperada. A variabilidade de espécies contribui para o equilíbrio do ecossistema. Deste modo, é imprescindível a escolha de espécies interessantes para a fauna, com o intuito de atrair polinizadores e dispersores (SILVA *et al.*, 2008).

A restauração florestal baseada no plantio aleatório considera que a regeneração natural ocorre sem espaçamento definido. No entanto, apenas o plantio não garante que todas as espécies irão se desenvolver, visto que algumas não encontrarão as condições adequadas para o seu crescimento, assemelhando-se com a condição natural. O plantio é considerado aleatório, entretanto, deve-se observar a distribuição das mudas, visando evitar o adensamento em algumas áreas e exposição do solo em outras (MARTINS, 2017).

A nucleação é uma opção de restauração florestal que abarca diversas técnicas, podendo ser utilizadas individualmente ou associadas. Normalmente é adotada nos casos em que a área a ser recuperada não é muito extensa ou até mesmo quando há baixa disponibilidade financeira para execução da atividade. A técnica baseia-se no conceito de que o remanescente florestal atuará como núcleo de atração animal e dispersão de sementes. Desta forma, a vegetação secundária desenvolve-se e acelera a sucessão ecológica (MARTINS, 2017).

O plantio total realiza a combinação de espécies em estádios de sucessão distintos. Esta técnica é indicada, principalmente, para áreas com maior degradação histórica, sendo uma medida mais onerosa (RODRIGUES *et al.*, 2019).

A associação da restauração florestal com a adoção da cobertura morta no solo proporciona o acréscimo da taxa de infiltração, aumento da umidade do solo, bem como reduz o volume escoado superficialmente e a ocorrência de erosão. Desta forma, o emprego da cobertura morta é uma prática que auxilia no incremento da disponibilidade hídrica, uma vez que reduz a evaporação e regula a temperatura do solo. Cabe ressaltar ainda, que esta funciona como dissipador de energia cinética durante a ocorrência de eventos hidrológicos extremos, minimizando as perdas do solo (LIMA *et al.*, 2020).

2.3.2 Práticas mecânicas

As práticas conservacionistas de caráter mecânico utilizam-se de estruturas artificiais, visando a interceptação e/ou condução do escoamento superficial. A interceptação pode ser realizada por meio de terraços, canais escoadouros ou divergentes, bacias de captação de águas pluviais, barragens, entre outras (ZONTA *et al.*, 2012). Além disto, a adoção de revolvimento do solo, também uma ação mecânica, facilita a permeabilidade com o incremento de rugosidade e, conseqüentemente, reduz o escoamento superficial (KLEIN e KLEIN, 2014).

Neste sentido, Fortini *et al.* (2020) salientam que:

Estas práticas contribuem para a sustentabilidade ambiental por meio do controle das perdas de partículas do solo, nutrientes, matéria orgânica e água em terras utilizadas para fins agrícolas, de modo que o solo se torne mais resistente contra as forças do processo erosivo e menos dependente de insumos externos (p. 2).

A cobertura do solo possui uma importante função na dissipação do poder erosivo da chuva. No entanto, em casos mais críticos, há a necessidade de implantação de práticas mecânicas conservacionistas a fim de complementar a eficiência na redução da velocidade do escoamento superficial e a erosão hídrica (MIRANDA *et al.*, 2012). Dentre tais práticas, podem ser citadas: *mulching* vertical, terraceamento em áreas agrícolas, bacias de captação e cercamento de nascentes.

O *mulching* vertical consiste no incremento da taxa de infiltração por meio da abertura de sulcos com “dimensões de 7,5 a 9,5 cm de largura por 40 cm de profundidade, dispostos em nível e preenchidos com palha” (KLEIN e KLEIN, 2014, p. 3.916), conforme Figura 4. Há também a utilização do *mulching* com a aplicação de filmes plásticos biodegradáveis, em uma das paredes do sulco, barrando a continuidade do escoamento superficial.

Figura 4: *Mulching* vertical



Fonte: CPT, 2021

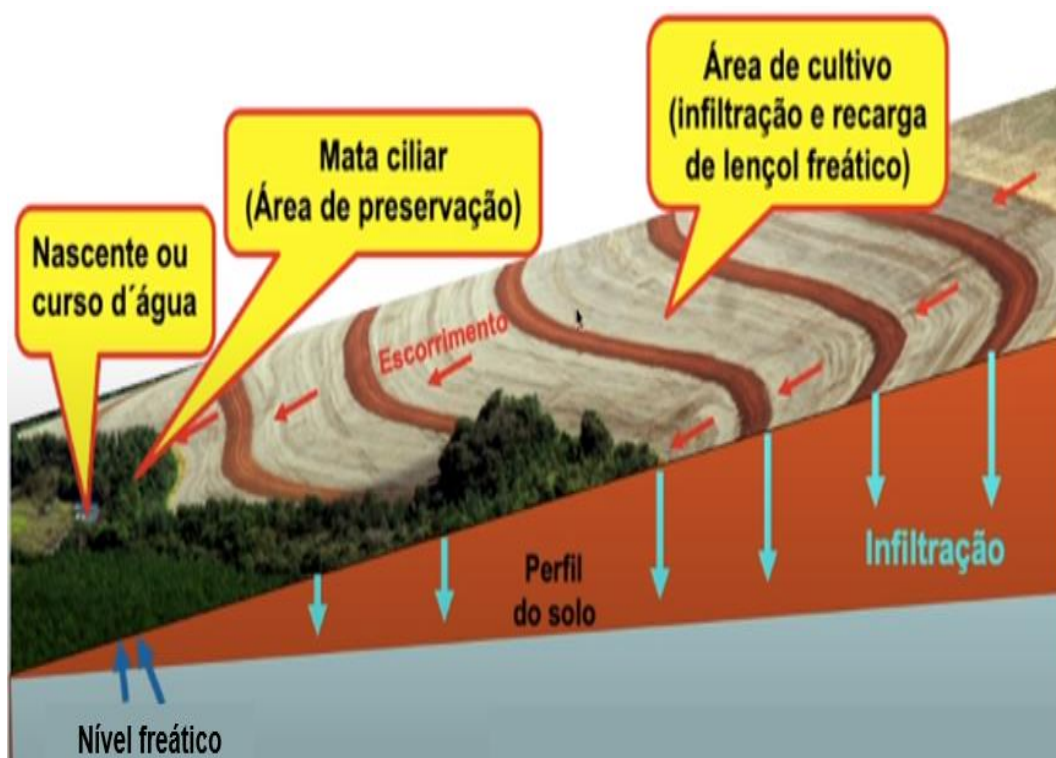
Assim, o *mulching* vertical tem ganhado notoriedade como forma de barrar o escoamento superficial. A interceptação do fluxo de água tem como objetivo o aumento do tempo de concentração nas bacias hidrográficas que proporciona a ampliação da taxa de infiltração e, conseqüente, a recarga de aquíferos, bem como a redução dos impactos da erosão hídrica (DOS SANTOS *et al.*, 2013; DENARDIN *et al.*, 2008).

Em regiões semiáridas dos Estados Unidos é realizada a combinação de duas práticas mecânicas: o *mulching* com filmes plásticos biodegradáveis e terraços. A associação de técnicas aumenta consideravelmente a taxa de infiltração do solo, possibilitando o uso eficiente do recurso hídrico. A adoção do *mulching* com filme plástico biodegradável ou palha visa o ganho em umidade do solo, regulação da

temperatura e promoção da cultura. No entanto, problemas operacionais podem inviabilizar a utilização da técnica. A operacionalização do sistema não é ágil com a abertura de valas individuais, necessidade de preenchimento destas, bem como dificuldades de aplicar em grandes declividades (KLEIN e KLEIN 2014).

A implantação de terraços em áreas agrícolas tem por objetivo a contenção da erosão hídrica, como apresentado na Figura 5. Esta técnica é amplamente utilizada e consiste na criação de obstáculos, transversais ao declive do terreno, com o intuito de minimizar a velocidade do escoamento superficial (MIRANDA *et al.*, 2012).

Figura 5: Ilustração da técnica do Terraceamento



Fonte: José Gumercindo (2019)

Quando a função do terraço é a conservação do solo e combate à erosão, indica-se sua implantação em taludes com até 30% de declividade. No entanto, para fins hidrológicos podem ser executados em áreas com até 75% de inclinação (VALENTE e GOMES, 2015).

No que tange aos custos, as práticas mecânicas, no geral, apresentam elevados valores de implantação, incluindo o terraceamento. No entanto, cabe ressaltar a importância de boas práticas construtivas, visto que o rompimento de um terraço pode acarretar na destruição dos demais a jusante. Desta forma, ocasionando

a aceleração de processos erosivos, bem como prejuízos à área agrícola (MIRANDA *et al.*, 2012).

A bacia de captação consiste em uma técnica simples e eficiente de conservação do solo e da água. Esta estrutura permite a retenção das águas pluviais, possibilitando um processo de infiltração mais lento que favorece a recarga do aquífero, conforme Figura 6. Além do mais, provoca a redução da velocidade do escoamento superficial, contribuindo para a minimização de erosões, de perdas de solo e de assoreamento de nascentes (CUNHA *et al.*, 2011).

Figura 6: Bacia de captação



Fonte: Dom Total, 2011

O cercamento do entorno das nascentes busca acelerar o processo de restauração florestal, uma vez que o pisoteio por animais é um agente degradador de nascentes que ocasiona a compactação do solo, como apresentado na Figura 7. Esta técnica apresenta bons resultados, com a melhoria da qualidade da água, quando comparado às nascentes não protegidas (BARBOSA *et al.*, 2020). Concomitante à implantação de cercas, deve ser realizado o aceiro recorrente a fim de evitar propagação de incêndio no entorno das nascentes.

Figura 7: Cercamento de nascentes



Fonte: Autora, 2020

O emprego conjunto das práticas citadas favorece a conservação de solo e água, reduzindo o escoamento superficial e a erosão do solo, contribuindo significativamente para a manutenção de nascentes.

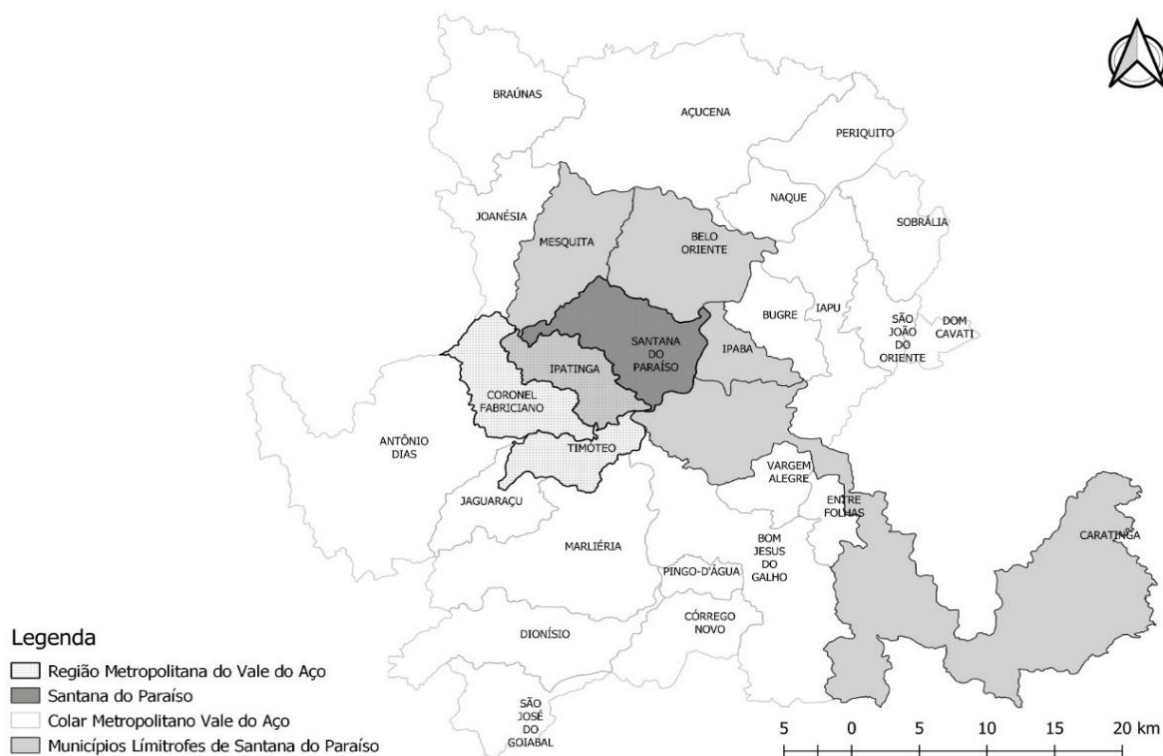
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Santana do Paraíso está situado na região leste do estado de Minas Gerais “conhecida como médio rio Doce, porção central da bacia (sub-bacia Piracicaba e Santo Antônio)” (SILVA NETO, 2012, p. 48). Santana do Paraíso possui como confrontantes os municípios de Mesquita, Belo Oriente, Ipaba, Caratinga e Ipatinga.

De acordo com o censo realizado em 2010, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui dimensão territorial de 276,067 km² e população estimada de 27.265 habitantes em 2020 (IBGE, 2021). Entretanto, nesta previsão não foi considerado o *boom* imobiliário sofrido no município, iniciado nos anos 2000, conforme registrado no IBGE, e intensificado a partir de 2010, aparentemente extrapolando o previsto inicialmente.

Santana do Paraíso está inserida na Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA), instituída em 1998, contemplando também os municípios de Timóteo, Coronel Fabriciano e Ipatinga, conforme Figura 8. A RMVA possui “extensão territorial de 806,584 km², sendo 34,23% ocupada por Santana do Paraíso, e uma população total estimada em 497.770 habitantes, conforme estimativa do IBGE 2019” (ARMVA, 2020).

Figura 8: Municípios limítrofes de Santana do Paraíso com a representação da RMVA e do colar metropolitano



Fonte: ARMVA, (2021)¹⁰

Apesar de ser uma cidade emancipada recentemente, possui grande importância regional por sediar o aeroporto e o aterro sanitário, ambos responsáveis pelo atendimento de público além dos limites do colar metropolitano¹¹. Além disto, a proximidade com a cidade de Ipatinga/MG, aliada à disponibilidade territorial, tem tornado o município um representativo vetor de crescimento do Vale do Aço, no que tange à expansão imobiliária.

Segundo Caldeira Jr (2018), o município apresenta um acelerado processo de urbanização, principalmente nos bairros adjacentes à Ipatinga, que correspondem a 35% da população municipal (SILVA NETO, 2012). A conurbação com Ipatinga, evidenciada nos últimos anos, justifica-se pela:

Redução das áreas disponíveis e do alto preço da terra para produção habitacional em Ipatinga, o que levou boa parte da população a buscar opções de moradia nos bairros implantados em Santana do Paraíso, mas

¹⁰ As informações obtidas com a Agência Regional Metropolitana do Vale do Aço (ARMVA) foram repassadas via e-mail.

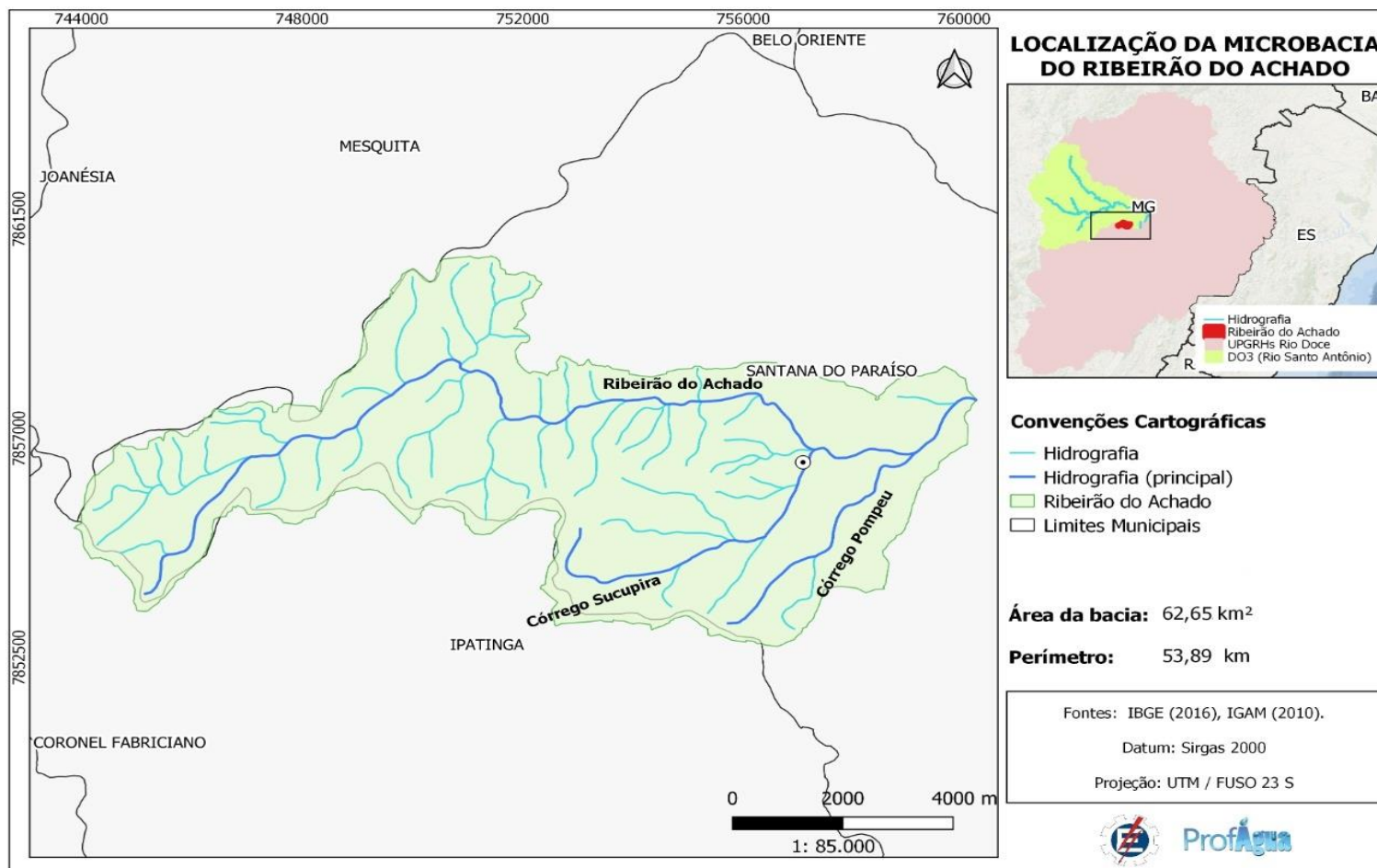
¹¹ Em 2012, foi estabelecido o colar metropolitano que engloba 24 municípios que circundam a RMVA, com o intuito de tomada de decisões em conjunto, no que tange ao planejamento e a organização da região, bem como as funções públicas de interesse comum (ARMA,2020).

próximos a Ipatinga, e que pudessem usufruir da infraestrutura de serviços deste município. Tal situação reforçou o caráter de cidade-dormitório de Santana do Paraíso, já que boa parte de sua população economicamente ativa trabalha em Ipatinga (CALDEIRA JR, 2018, p. 33).

Alcântara (2019) corrobora que Santana do Paraíso é “o município com a maior concentração da expansão urbana da RMVA” (p. 53). Este fato reforça o papel e a importância do município no desenvolvimento da região em que está situado. Conforme supracitado, há uma tendência da continuidade de crescimento nos bairros limítrofes à Ipatinga. Além disto, observa-se registros de crescimento nas margens das rodovias BR-458 e MG-232, abrangendo também as divisas com os municípios de Caratinga e Mesquita (ALCÂNTARA, 2019).

No que tange aos recursos hídricos, Santana do Paraíso possui uma extensa rede hidrográfica com presença de nascentes, cachoeiras, córregos, ribeirões e o rio Doce que drena toda a água do território. A maioria das nascentes concentram-se na Serra do Achado, inserida na área de estudo deste trabalho, apresentada na Figura 9.

Figura 9: Mapa de localização da microbacia do ribeirão Achado¹²



Fonte: Autora, (2021)

¹² A hidrografia foi retirada da base de dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (2010). No entanto, na área central do município o ribeirão Achado e o córrego Soveno são os principais corpos d’água conhecidos pelos munícipes. Desta forma, adotou-se no mapa a nomenclatura oficial como córrego Sucupira e popularmente é denominado de córrego Soveno.

O ribeirão Achado nasce no noroeste do município, e drena toda a área central e urbanizada, onde é perceptível a degradação da mata ciliar, bem como o lançamento de efluentes *in natura*, de resíduos sólidos e de entulhos. Posteriormente à área urbana, o ribeirão Achado encontra o ribeirão Taquaraçu, que segue seu curso internamente, desaguando no rio Doce, a leste do município (SILVA NETO, 2012).

Conforme descrito no Plano Diretor Municipal (2006), o ribeirão Achado enquadra-se como classe 2, conforme preconizado na legislação vigente, com os usos descritos a seguir:

Art. 4º

(...)

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca. (RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005)

Silva Neto (2012) destaca que o município possui uma característica “marcante e peculiar” na hidrografia, visto que a rede de drenagem é inteiramente municipal, fato este, que pode proporcionar uma melhor gestão dos recursos hídricos.

Em termos de clima, o município está inserido na UPGRH 03 que possui pluviosidade média anual variando de 1164,1 mm a 1501,5 mm (SENA *et al.*, 2016) e temperaturas médias registradas entre 20º e 22º C (SILVA NETO, 2012). De acordo com Cupolillo *et al.* (2008), “o regime pluvial apresenta dois períodos bem definidos: chuvoso, de outubro a março, e seco, de abril a setembro”.

Cupolillo *et al.* (2008) destaca ainda que bacia do rio Doce “apresenta clima tropical de altitude com três subtipos: verões frios, nas altas elevações, brandos, nas altitudes médias, e quentes, nas áreas menos elevadas”; sendo este último característico da área de estudo.

O PIRH Doce (2010) descreve o relevo como “forte ondulado a montanhoso (bastante acidentado), sendo, por isso caracterizado como um “mar de morros””. Em relação à classificação dos solos, na sub-bacia do rio Santo Antônio há predominância

de “Latosolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos” (PARH Santo Antônio, 2010).

4. METODOLOGIA

4.1 Materiais e métodos

A metodologia do trabalho foi dividida em tópicos com o intuito de definir os procedimentos e as atividades necessárias para possibilitar o alcance dos objetivos geral e específicos, estabelecidos anteriormente.

A fim de contribuir com a gestão de recursos hídricos e incentivar ações por parte do Poder Público, usuários e sociedade em geral, este trabalho pautou-se no diagnóstico do uso e ocupação do solo por meio da análise de três mapas referente aos anos de 2008, 2014 e 2020. Além disto, avaliou-se a localização das nascentes, bem como seu estado de conservação e como estas foram influenciadas pelas alterações do solo no referido lapso temporal.

4.1.1 Levantamento de dados

O presente trabalho desenvolveu uma pesquisa descritiva pelo método indutivo, por meio da avaliação qualitativa do estudo de caso da microbacia do ribeirão Achado, situada em Santana do Paraíso/MG. Os dados da pesquisa em curso foram obtidos em levantamento de campo com a realização de vistorias *in loco* para a caracterização da área, com o preenchimento de *checklist*, elaboração de mapas de uso e ocupação do solo e o registro fotográfico, bem como em consulta às pesquisas bibliográfica e documental disponíveis.

A revisão da literatura consistiu na consulta de livros, *Scielo*, Plataforma Sucupira, Periódicos Capes, *Google Acadêmico*, cartilhas, artigos científicos, dissertações e teses disponíveis em sites de instituições de ensino. Concomitante a isto, a partir de julho de 2020 iniciou-se a coleta de dados primários no Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Santana do Paraíso, na COPASA, na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), na Celulose Nipo-Brasileira S/A (CENIBRA), na Agência Regional Metropolitana do Vale do Aço (ARMVA) e com moradores da região estudada.

4.1.2 Identificação e cadastramento das nascentes

Com o objetivo de identificar as nascentes da microbacia em estudo, inicialmente houve a consulta ao Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Santana do Paraíso. Durante a visita ao setor, foi informada a existência de um projeto em andamento na área de estudo com foco em nascentes: o “Pró-Mananciais da COPASA”, implantado no município em 2018.

Com base neste projeto em andamento, utilizou-se o cadastramento existente das nascentes. Ressalta-se o presente trabalho extrapolou as nascentes registradas pelo programa supracitado, buscando informações de fontes complementares. Neste sentido, a pesquisa teve por escopo ampliar e unificar o cadastro existente, podendo ser utilizada, inclusive, para a atualização do Pró-Mananciais. Na oportunidade, foram coletados relatórios, mapas, fotos, formulários e cadastros no setor referentes ao projeto supracitado. Além disto, foi disponibilizado o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (2008) de Santana do Paraíso e o Plano Diretor Participativo (PDP) (2006), incluindo os documentos textuais e os mapas da área.

Ressalta-se que ocorreu o registro de nascentes não identificadas anteriormente, as quais contribuem diretamente para a formação do ribeirão Achado, por meio da escuta informal de moradores da área estudada, durante a realização das vistorias de campo.

Ainda com o objetivo de identificar nascentes na área de estudo, houve a consulta ao Sistema Nacional de Cadastro Rural (SICAR), disponível no site <https://www.car.gov.br/>. Nesta plataforma, os proprietários realizam o Cadastro Ambiental Rural (CAR) de forma autodeclaratória. Durante o preenchimento do CAR um dos itens a ser informado é sobre a presença de nascentes na propriedade e a localização destas, quando existentes. Outra fonte de dados incorporada ao trabalho foi um levantamento de nascentes no município de Santana do Paraíso realizado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER).

As vistorias de identificação e cadastramento das nascentes tiveram como objetivo o conhecimento da realidade local da microbacia do ribeirão Achado. De posse da lista das nascentes catalogadas pelo Programa Pró Mananciais, foram

realizadas quatro vistorias nos dias 11, 18 e 21 de setembro de 2020 e 09 de setembro de 2021, contemplando algumas das nascentes registradas, bem como outras indicadas por moradores da região.

A primeira visita de campo contou com a participação do coorientador da pesquisa, o professor Glaucio Marcelino Marques. As demais foram acompanhadas por moradores locais, com a condução às nascentes inseridas no Programa Pró Mananciais e outras ainda não registradas. Com o agravamento da pandemia de Covid-19 no ano de 2020, optou-se por paralisar as vistorias, devido ao risco de contaminação dos envolvidos na pesquisa, bem como aos proprietários das áreas visitadas. Neste sentido, após a ampliação dos índices de vacinação, realizou-se mais uma vistoria para finalizar os trabalhos de campo.

De posse do cadastro das nascentes identificadas, os pontos com as coordenadas geográficas no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) foram plotados no “ArcGIS 10.5”, juntamente com *shapefile* da microbacia. Esta atividade teve por objetivo analisar se todas as nascentes identificadas estão efetivamente inseridas nos limites da área de estudo.

Tendo em vista a abundância de nascentes na região e a impossibilidade de vistoria de todas, adotou-se a realização de uma amostragem aleatória, com a vistoria de 14 (catorze) nascentes.

4.1.3 Avaliação macroscópica das nascentes

A identificação dos impactos ambientais das nascentes da microbacia ocorreu pautada na análise qualitativa dos parâmetros para obtenção da avaliação macroscópica.

Com o intuito de avaliar a situação atual das nascentes e do seu entorno quanto ao grau de preservação, bem como identificar o uso e ocupação do solo, adaptou-se a metodologia de Gomes *et al.* (2005) por meio de um *checklist*. O formulário foi composto por 06 (seis) parâmetros analisados, conforme Quadro 1, que visaram retratar a condição atual da vegetação, a utilização do recurso (por humanos e animais), a ocorrência de erosão e a proteção da área. O preenchimento deste

formulário para cada nascente vistoriada, possibilitou a avaliação macroscópica da área, para posterior proposição de medidas de revitalização, quando necessárias.

A elaboração do *checklist* teve por objetivo padronizar e sistematizar o instrumento de pesquisa, permitindo uma avaliação igualitária e uma coleta de dados semelhante em cada área vistoriada, procedimento imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa (COVRE, 2010).

Quadro 1: Avaliação macroscópica de nascentes

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	<input type="checkbox"/> Alta degradação	<input type="checkbox"/> Baixa degradação	<input type="checkbox"/> Preservada
Regeneração	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Presente
Presença de erosão	<input type="checkbox"/> Acentuada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Ausente
Uso por animais	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Uso por humanos	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Proteção do local	<input type="checkbox"/> Sem proteção	<input type="checkbox"/> Com proteção (mas com acesso)	<input type="checkbox"/> Com proteção (sem acesso)

Fonte: Adaptado de GOMES *et al.* (2005)

A coleta de dados em campo com a adoção do *checklist*, por nascente avaliada, permitiu a atribuição da classificação de cada parâmetro em “ruim”, “médio” ou “bom”.

Após o preenchimento *in loco* do *checklist*, foram realizadas as atividades de processamento dos dados de campo. Neste sentido, cada nascente identificada foi classificada de acordo com a avaliação macroscópica, por meio de dois critérios¹³ distintos:

- Critério 1 – Classificação a partir do número total de parâmetros identificados como “ruim” para cada nascente. A avaliação contemplou 05 (cinco) classes, variando de “Ótimo” (nascentes com nenhum parâmetro classificado como “ruim”) a “Péssimo” (nascentes com quatro parâmetros classificados como “ruim”), conforme Quadro 2.

¹³ Ressalta-se que os valores atribuídos para os critérios que proporcionaram a classificação foram definidos de acordo com as nascentes vistoriadas na microbacia do Achado. Entretanto, a classificação pode ser adaptada para a realidade de outras bacias.

Quadro 2: Classificação das nascentes – critério 1

Classificação do Critério 1	Número de parâmetros "ruim"
Ótimo	0
Bom	1
Razoável	2
Ruim	3
Péssimo	4

Fonte: Autora, (2021)

- Critério 2 – Classificação a partir do estabelecimento de pesos para cada parâmetro, sendo atribuído peso 1 (parâmetro ruim), peso 2 (parâmetro médio) e peso 3 (parâmetro bom). A situação das nascentes foi classificada de “Excelente” a “Péssimo”, de acordo com o somatório total dos parâmetros avaliados como “ruim”, “médio” ou “bom” para cada nascente vezes seus respectivos pesos, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Classificação das nascentes – critério 2

Classificação Critério 2	Pontos obtidos
Excelente	17
Ótimo	15
Bom	14
Razoável	13
Ruim	12
Péssimo	10

Fonte: Autora, (2021)

De posse da classificação, foi elaborado o *ranking* quanto ao grau de preservação, com a priorização das nascentes mais degradadas para a proposição de ações de revitalização com práticas conservacionistas vegetativas e mecânicas, de acordo com a necessidade local.

4.1.4 Elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo e de localização de nascentes

Com a utilização de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) por meio do software “ArcGIS 10.5”, com licença gratuita para estudantes, foi elaborado o mapa de localização da microbacia e três mapas de uso e ocupação do solo – anos de 2008, 2014 e 2020. Nos referidos mapas, foram plotadas as coordenadas geográficas das nascentes identificadas em quatro fontes, a saber: identificadas pela autora, Programa Pró-Mananciais, CAR e EMATER. Além disto,

utilizando como base o mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2020, demarcou-se as nascentes vistoriadas ao longo da pesquisa.

Para a elaboração dos mapas utilizou as bases TOPODATA – MDE (*shapefile*), LANDSAT 5 e 8 (imagens), IGAM (hidrografia) e IBGE (limites municipais). Em 2008, houve a definição de área rural consolidada como a ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, conforme o Código Florestal – Lei Federal nº 12651/2012 (BRASIL, 2012), devido a isto, optou-se por iniciar a análise no referido ano. Tendo em vista o grande lapso temporal entre os anos de 2008 e 2020, optou-se pela elaboração de um mapa intermediário (2014), a fim de proporcionar uma análise mais realista das alterações ocorridas na área de estudo. Nos mapas de 2014 e 2020 foram utilizadas imagens mais recentes e com a nitidez necessária para realizar a classificação. O objetivo dos mapas com datas distintas foi possibilitar a análise das alterações do uso e ocupação do solo na microbacia ao longo do tempo, conforme as classes identificadas.

Com o intuito de delimitar a microbacia da área de estudo utilizou-se os modelos digitais de elevação (MDE) que são arquivos com os registros altimétricos estruturados em linhas e colunas georreferenciadas, como uma imagem com um valor de elevação em cada *pixel*. A carta MDE foi obtida por meio do site do TOPODATA/INPE (2011), que engloba o município de Santana do Paraíso/MG, reprojeta para o Datum oficial SIRGAS 2000, para Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23 Sul.

Para a obtenção da hidrografia, inicialmente, utilizou-se o comando “*Fill*” para a correção do MDE, com o preenchimento das depressões espúrias. Tal comando teve por finalidade definir a direção do escoamento dos cursos d’água, indo da célula de maior para a de menor valor de altitude. O modelo obtido foi o digital de elevação hidrologicamente consistente, a partir dele foi derivado o mapa da microbacia.

Em seguida foi realizado o fluxo de direção (“*flow direction*”) para a definição do *grid* de sentido do escoamento de cada célula com base na altitude do mapa. A direção foi determinada considerando que a água pode seguir uma das oito possibilidades dadas pelas células vizinhas, em uma matriz 3x3. Desta forma, o mapa com a direção correta definida assumiu uma das oito direções da matriz.

Obeve-se, assim, o mapa de fluxo de escoamento acumulado com a ferramenta “*FlowAccumulation*” para identificar a rede de drenagem definida pelas células de maior fluxo de água. Posteriormente, delimitou-se a microbacia com a utilização do comando “*Watershed*”.

Na sequência realizou-se a regionalização da drenagem e foi possível a delimitação da microbacia de estudo em um *raster*. Isto posto, transformou-se a microbacia do formato *raster* para polígono, com a ferramenta “*Raster to Polygon*”. E por fim, exportou-se o polígono em formato *shapefile* para ser utilizado na elaboração dos mapas de localização e de uso e ocupação do solo.

Para a confecção do mapa de localização da microbacia do ribeirão Achado utilizou-se de bases cartográficas digitais de órgãos oficiais brasileiros como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), bem como os arquivos de Modelo Digital de Elevação (MDE) fornecidos pelo TOPODATA/INPE (2011) para a delimitação e obtenção do *shapefile* da microbacia, conforme supracitado.

A partir destes dados, elaborou-se o mapa temático. O software possibilitou a manipulação das bases digitais para que fossem dispostas de forma satisfatória no Datum SIRGAS 2000, na projeção UTM, fuso 23 Sul, onde está situada a microbacia do ribeirão Achado.

As informações de área e de perímetro foram identificadas por meio de processos realizados na calculadora de campo do *software*. Os valores de área foram retornados pelo programa na unidade m², para a conversão em km², dividiu-se o valor por 10⁶. Adotou-se o mesmo procedimento para transformar a unidade do perímetro de m para km, neste caso, dividiu-se o valor encontrado por 10³.

Neste mapa foi inserida a hidrografia da microbacia, disponível na base de dados do IGAM (2010), e foi dado destaque para o curso principal - o ribeirão Achado.

Os mapas de uso e ocupação do solo foram elaborados pelo processo de extração de informações em imagens para reconhecimento de padrões de objetos homogêneos. Estes padrões foram utilizados para mapear as áreas da superfície terrestre que corresponderam aos temas de interesse (classes de uso e ocupação do solo).

Esta técnica de classificação supervisionada permitiu a associação de cada *pixel* a um rótulo, descrevendo um objeto real. Por fim, foram gerados três mapas temáticos que representam a distribuição geográfica do tema.

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo foram utilizadas as imagens gratuitas disponibilizadas pelos satélites *LANDSAT 5*, datada de 14/04/2008 e *LANDSAT 8*, com as datas de 08/05/2014 e 02/06/2020. As imagens utilizadas foram obtidas no site do INPE (2008, 2014 e 2020) e possuem resolução espacial de 30 x 30 m.

A escolha das imagens ocorreu por meio da análise visual das melhores cenas que abrangem a área de estudo, de acordo com o período desejado (ano de 2008, 2014 e 2020). A seleção das imagens pautou-se na qualidade das cenas, considerando a menor presença de nuvens possível na área de interesse, visto que estas prejudicam na classificação das tipologias de uso e ocupação (VIEIRA *et al.* 2016).

As imagens obtidas passaram pelo geoprocessamento que envolveu a composição das bandas espectrais de forma a permitir uma combinação entre elas para a identificação das classes propostas.

Assim, realizou-se a composição e a combinação das bandas RGB (*red, green, blue*) e infravermelho, para possibilitar a coleta de pontos amostrais nas imagens, sendo validados por observação da área no *Google Earth Pro*. A combinação de bandas permitiu verificar uma maior reflectância de cada objeto, sendo possível uma melhor visualização.

Visando facilitar o processamento das imagens e reduzir o tamanho do arquivo, estas foram recortadas apenas para a área de interesse, por meio do *shapefile* da microbacia, obtido anteriormente.

Em seguida determinou-se as classes de uso e ocupação do solo da microbacia:

- Área urbana;
- Silvicultura;

- Área degradada;
- Vegetação densa;
- Rochas;
- Pastagem e arbustos;
- Nuvem.

Após a coleta de trinta pontos amostrais de informações para cada classe, foi criado o arquivo de assinatura, que armazenou os dados obtidos por classe para ser utilizado posteriormente na classificação.

No mapa de 2008 foi necessário criar uma classe extra de uso e ocupação do solo que deriva da ocorrência do recobrimento de parte da imagem pela presença de nuvens, tendo em vista a impossibilidade de obtenção de uma imagem de satélite livre de interferências no período desejado. Entretanto, como esta era a melhor imagem para o período desejado, admitiu-se a sua utilização com a adoção de uma classe extra para que não ocorresse uma classificação errônea destes pixels cobertos pelas nuvens. Este contratempo interferiu na distribuição das áreas e percentuais das classes reais para a região. Desta forma, optou-se por replicar a área registrada como “nuvem” nos mapas de 2014 e 2020, a fim de padronizar a área analisada. Em uma análise visual, comparando os mapas de 2008 e 2020, antes da inclusão desta classificação extra, constatou-se que as nuvens registradas em 2008 abarcam áreas de pastagem e arbustos, rochas, área degradada e vegetação densa.

Adotou-se a metodologia de Classificação por Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood Classification*), visto que é um método amplamente utilizado na realização da classificação supervisionada do tipo *pixel-pixel* (TAGLIARINI *et al.*, 2016). Então houve a demarcação das classes ao longo do mapa, estas foram convertidas para o modo “*polygon*”, para possibilitar a extração das áreas ocupadas por tipologia, utilizando-se os comandos “*raster to polygon*” e “*summary statistics*”.

Por fim, plotou-se os pontos com as coordenadas geográficas de todas as nascentes identificadas nas diversas bases de dados pesquisadas.

4.1.5 Diagnóstico e análise da evolução do uso e ocupação do solo x localização das nascentes

A análise da evolução do uso e ocupação do solo na microbacia de estudo foi realizada a partir da comparação visual entre os mapas de uso e ocupação do solo elaborados e da área em km² e em porcentagem ocupada por cada classe de uso e ocupação nos anos de 2008, 2014 e 2020.

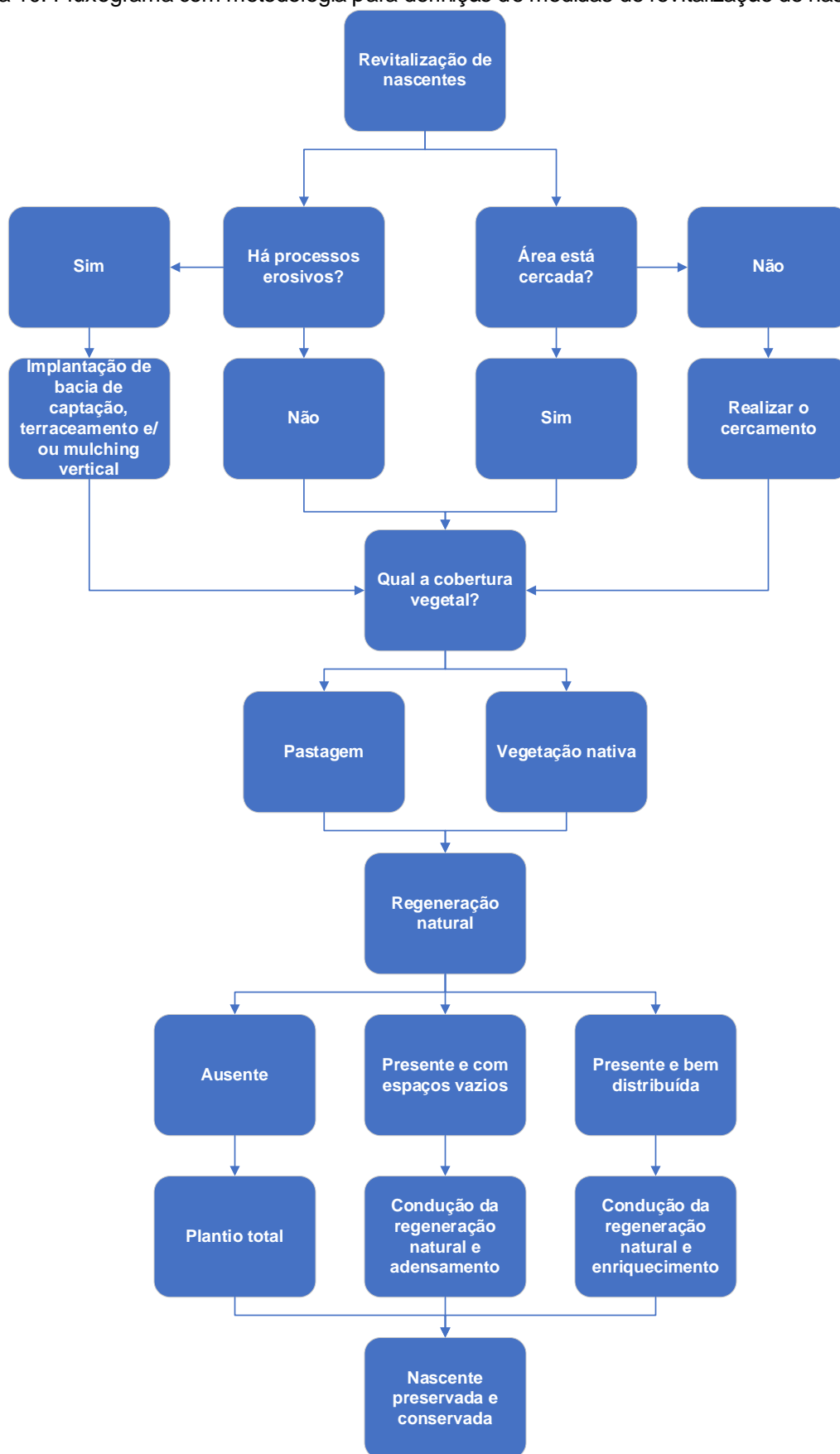
Neste sentido, foi possível quantificar as alterações ao longo do tempo, por tipologia de uso identificado. Complementarmente, houve a análise macro da microbacia com a avaliação da localização das nascentes identificadas em relação às alterações do uso e ocupação do solo. Esta avaliação teve por objetivo constatar o comportamento da área nos últimos anos, visando subsidiar o Poder Público com informações necessárias para a tomada de decisões pertinentes no que tange à sua atuação, de modo a promover a conservação e a proteção dos recursos naturais.

4.1.6 Proposição de medidas de revitalização das nascentes

A fim de melhorar a condição ambiental das nascentes e minimizar os fatores de degradação identificados foram indicadas medidas de revitalização de baixo custo de implantação. O intuito destas proposições é que ocorra a adoção das mesmas pelos proprietários, buscando facilitar a implantação, bem como proporcionar a participação dos moradores locais na proteção e conservação das nascentes.

As medidas foram propostas de acordo com a realidade local, apresentando as mais pertinentes a cada situação, conforme fluxograma da Figura 10.

Figura 10: Fluxograma com metodologia para definição de medidas de revitalização de nascentes



Fonte: Adaptado de Betiolo, (2020)

A indicação de ações de revitalização se aplica, principalmente, àquelas nascentes que apresentaram maior grau de degradação após a avaliação macroscópica.

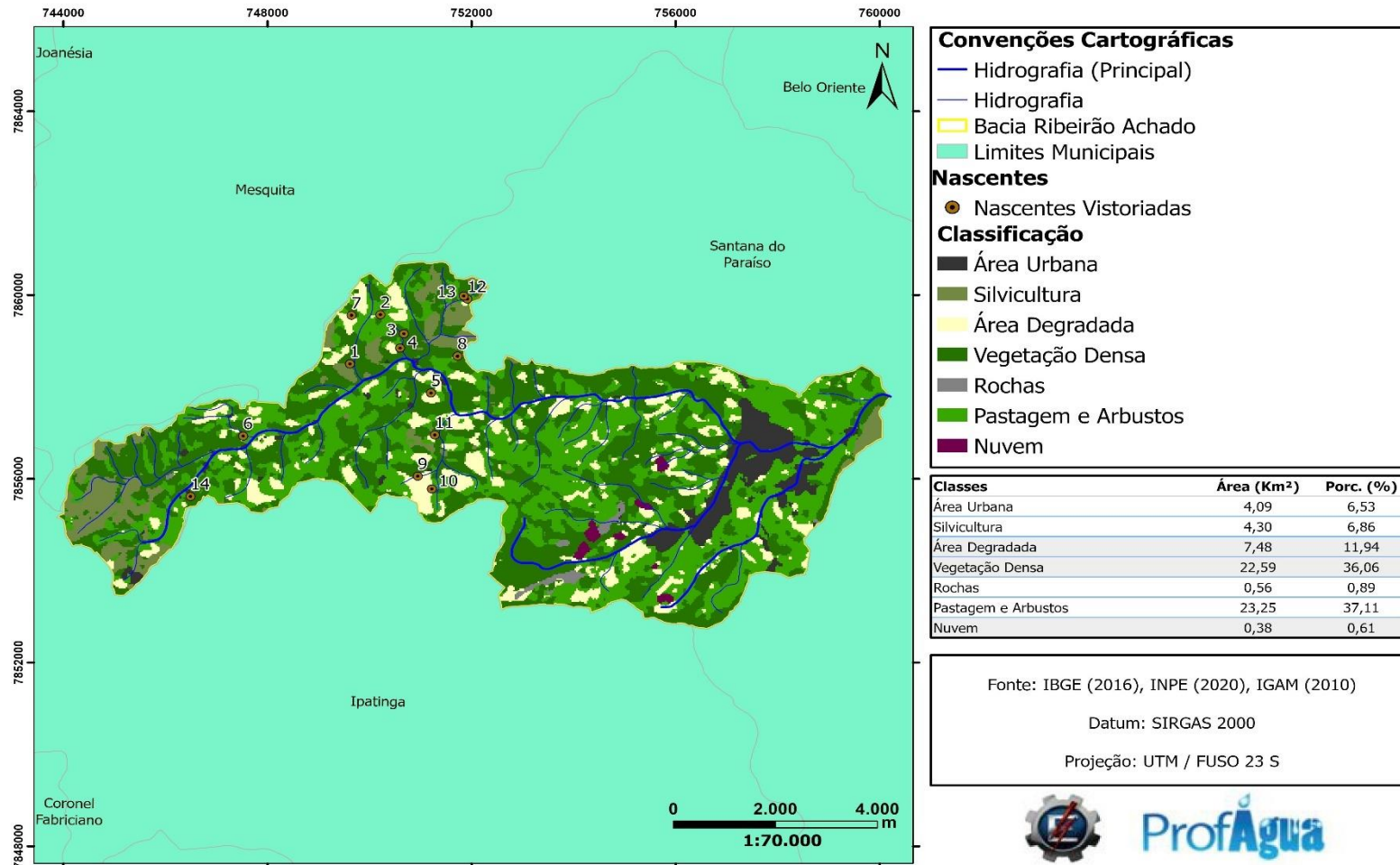
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Identificação e avaliação macroscópica das nascentes

Por meio do levantamento realizado foram identificadas um total de 185 (cento e oitenta e cinco) nascentes na microbacia do Achado. Este quantitativo foi composto por quatro fontes distintas: autora (11), Programa Pró-Mananciais (41), CAR (84) e EMATER (49).

Do total de nascentes identificadas, ocorreu a vistoria aleatória em 14 (catorze) pontos, que foram situados geograficamente na microbacia, e podem ser observados por meio do mapa da Figura 11.

Figura 11: Mapa de localização das nascentes vistoriadas na microbacia do ribeirão Achado – junho/2020



Fonte: Autora, 2021.

A análise macroscópica das nascentes foi realizada de forma padronizada e uniforme por meio de um *checklist* (anexo I) utilizado nas vistorias de campo.

No que tange ao uso e ocupação do solo, conforme apresentado na Figura 11, dentre as nascentes vistoriadas 21,43% estão localizadas em áreas de pastagem e arbustos, 28,57% em áreas degradadas e 50,00% em vegetação densa.

A seguir, apresentam-se os registros das áreas vistoriadas, juntamente com a avaliação das nascentes e seu entorno, quanto ao estado de conservação.

Nascente 01 (749616 / 7858501, fuso 23S)

A nascente 01 está inserida em uma área com a presença de vegetação nativa em regeneração, conforme Figura 12. Constatou-se a inexistência de erosão e de cercamento da nascente, entretanto, não há indícios de uso por animais, apenas por humanos. Dentre os seis parâmetros avaliados dois foram classificados como “ruim” e quatro como “bom”. Pelo critério 1 a nascente foi considerada com grau de preservação razoável, enquanto pelo critério 2 como bom. Em uma análise geral, a nascente está preservada, sendo indicado o cercamento e a limpeza da área, como medida preventiva de conservação.

Figura 12: Nascente 01

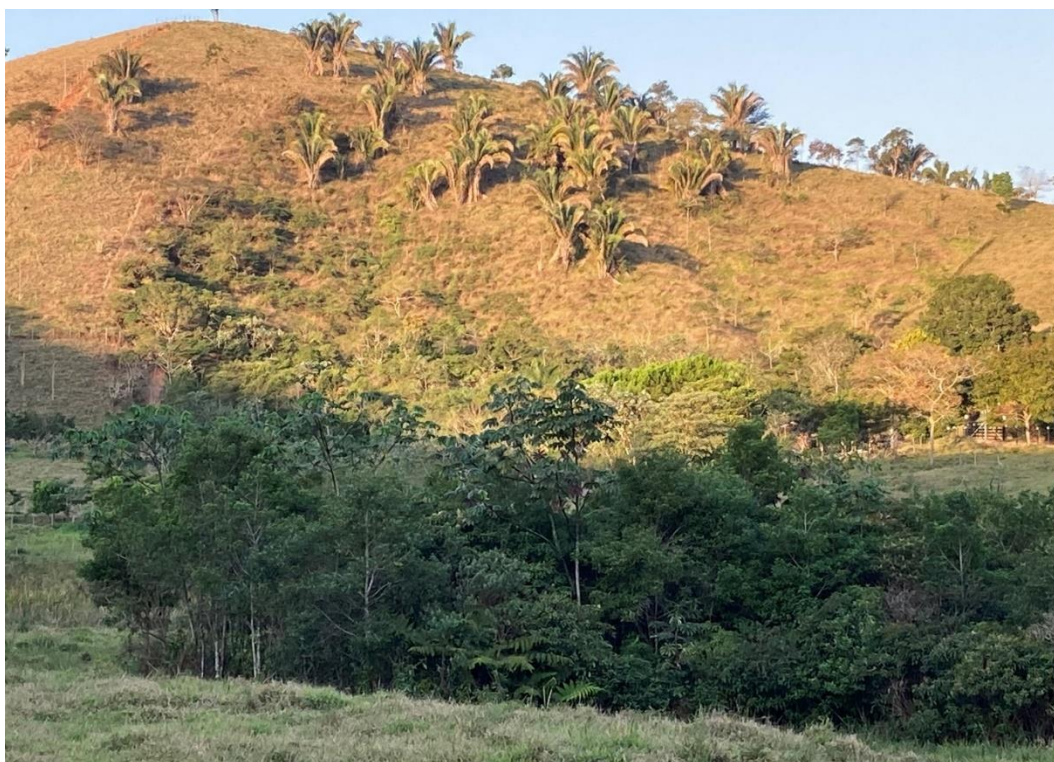


Fonte: Autora, 2021.

Nascente 02 (750214 / 7859574, fuso 23S)

Situada em meio à uma área preservada com vegetação nativa, circundada por pastagem, foi encontrada a nascente 02, conforme apresentado na Figura 13. A nascente é cercada, sendo utilizada para o consumo humano e não há acesso de animais ou registro de processos erosivos. Durante o preenchimento do *checklist* obteve-se a seguinte classificação quanto aos parâmetros: um “ruim”, um “médio” e quatro “bom”. Perante aos critérios propostos para a avaliação, no primeiro foi classificada como bom estado de preservação da nascente e no segundo como ótimo. Neste sentido considerou-se como nascente preservada.

Figura 13: Nascente 02



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 03 (750674 / 7859157, fuso 23S)

A nascente 03 localiza-se em uma área de vegetação nativa em regeneração com indivíduos arbóreos e arbustivos, conforme Figura 14. Durante a vistoria não se detectou a utilização por humanos, cercamento e focos erosivos. Apesar de bem vegetada, a ausência de proteção possibilita o acesso de animais que é um fator degradador de nascentes. Neste sentido, para esta área é indicado o cercamento como proteção e esta ação ainda contribui para a aceleração do processo de

regeneração natural. Dentre os parâmetros analisados, obteve-se dois “ruim” e quatro “bom”. A nascente foi classificada com preservação razoável e bom nos critérios 1 e 2 de avaliação, respectivamente. De modo geral, a nascente está preservada, visto que o acesso de animais ainda não degradou a vegetação e o solo.

Figura 14: Nascente 03



Fonte: Autora, 2021.

Nascente 04 (750599 / 7858846, fuso 23S)

A nascente 04 localiza-se em uma área com indivíduos arbóreos e arbustivos com baixa degradação por ter uma pequena área vegetada, sendo que seu entorno apresenta ocorrência de pastagem, conforme Figura 15. Verificou-se que a vegetação está em moderada regeneração e há cercamento. Entretanto, este não apresenta a funcionalidade esperada; portanto, sugere-se a substituição da cerca para evitar o acesso de animais, inclusive com a ampliação da área a ser preservada. Em relação aos parâmetros macroscópicos esta nascente apresentou um “ruim”, três “médio” e dois “bom”. De acordo com a classificação proposta, pelo critério 1 a nascente possui um bom estado de preservação e pelo critério 2 enquadra-se em razoável.

Figura 15: Nascente 04



Fonte: Autora, 2021.

Nascente 05 (751204 / 7857868, fuso 23S)

A nascente 05 foi cercada pelo Programa Pró-Mananciais, pois, até então havia acesso de animais ocasionando a compactação e o pisoteio do solo; de modo que este fator degradador foi extinto. A água é utilizada para consumo humano. A área possui vegetação nativa em regeneração (Figura 16) e pastagem no entorno em um relevo inclinado com presença de alguns focos erosivos. Neste contexto, o cercamento contribui para a regeneração natural da vegetação, o que pode ser acelerado com o plantio de mudas nativas. No entanto, analisando o entorno da área há indicação de implantação de terraços e/ou *mulching* vertical, em associação, na pastagem, visando minimizar os processos erosivos do entorno das nascentes, que conseqüentemente, provocam o carreamento de sedimentos. A nascente foi classificada com degradação moderada, mas com o cercamento esta avaliação tende a melhorar devido à regeneração natural. Em relação aos parâmetros macroscópicos tem-se um “ruim”, quatro “médio” e um “bom”. Neste contexto, conforme classificação proposta, a nascente apresenta grau de preservação bom pelo critério 1 e ruim pelo critério 2, apresentando uma piora considerável na avaliação quando se altera a metodologia de análise.

Figura 16: Nascente 05



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 06 (747524 / 7856931, fuso 23S)

A nascente 06 também foi contemplada com o cercamento da área pelo Programa Pró-Mananciais, que contribui para regeneração natural da vegetação nativa, resquícios de Mata Atlântica, composta por indivíduos arbóreos e arbustivos, conforme Figura 17. Durante a vistoria não se observou indícios de presença animal e nem a ocorrência de processos erosivos. O uso atual do recurso hídrico é destinado ao consumo humano. A nascente foi classificada como preservada apresentando um parâmetro “ruim”, um “médio” e quatro como “bom”. Perante as classificações propostas, pelo critério 1 foi considerada com bom grau de preservação, enquanto pelo critério 2 em ótimo estado.

Figura 17: Nascente 06



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 07 (749647 / 7859559, fuso 23S)

Em vistoria à nascente 07 (Figura 18) observou-se uma vegetação arbustiva com necessidade de plantio de mudas para auxiliar no processo de regeneração. Não há cercamento da área, entretanto, não foram constatados indícios de presença animal e esta informação foi confirmada pela proprietária. Também não se verificou a presença de processos erosivos. A água é utilizada para fins de consumo humano. De forma geral, a nascente foi classificada como preservada, no entanto, com indicação de cercamento e plantio de mudas para fortalecer a proteção e conservação. Dentre os parâmetros macroscópicos apresentou dois “ruim” e quatro “bom”, o que ocasionou uma classificação da conservação da nascente como razoável pelo critério 1 e bom pelo critério 2.

Figura 18: Nascente 07



Fonte: Autora, 2021.

Nascente 08 (751725 / 7858670, fuso 23S)

Área com presença de vegetação nativa, arbórea e arbustiva, em regeneração natural (Figura 19). Constatou-se pastagem em seu entorno, o que indica o acesso animal com provável pisoteio anteriormente ao cercamento realizado pelo Programa Pró Mananciais. Em vistoria não foram detectados indícios de presença animal e de processos erosivos. A água proveniente da nascente 08 é utilizada para consumo humano. Esta nascente foi classificada como preservada com os seguintes parâmetros: um “ruim”, um “médio” e quatro “bom”. De acordo com a metodologia proposta, a nascente apresenta bom estado de conservação pelo primeiro critério e ótimo pelo segundo.

Figura 19: Nascente 08



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 09 (750945 / 7856057, fuso 23S)

Apresenta cobertura vegetal preservada com resquícios de exemplares arbóreos do bioma Mata Atlântica (Figura 20). Considerou-se a área protegida, apesar da inexistência de cerca local e dos indícios de presença de fauna silvestre e doméstica. Também não foram identificados processos erosivos e nem sinais de utilização por humanos. Neste sentido, visando aumentar a proteção e conservação da nascente, evitando a degradação por animais, indica-se o cercamento da área. Quanto aos parâmetros macroscópicos tem-se um “ruim”, um “médio” e quatro “bom”. Seguindo a avaliação da nascente nº 08, esta também foi classificada como bom e ótimo pelos critérios 1 e 2, respectivamente.

Figura 20: Nascente 09



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 10 (751221 / 7855780, fuso 23S)

Nesta nascente identificou-se a pastagem como cobertura vegetal predominante, altamente degradada com registro de alguns indivíduos arbóreos (Figura 21). Constatou-se a presença e o acesso de animais por meio de pegadas e fezes que ocasionam a degradação da nascente pela compactação e pisoteio do solo. Não foi identificado o isolamento da área, apenas cercas de divisa da propriedade. Processos erosivos e utilização por humanos também não foram identificados. A nascente 10 foi classificada como degradada com necessidade de intervenção o mais breve possível, com a implantação de cerca para impedir o acesso animal, bem como um plantio com mudas nativas, visando a regeneração da vegetação nativa, hoje substituída por pastagem. No que tange aos parâmetros macroscópicos, esta é a nascente com o maior número de itens classificados como “ruim”, quatro no total, além de dois como “bom”. Esta nascente apresentou a pior avaliação, sendo classificada em ambos os critérios como péssimo estado de conservação.

Figura 21: Nascente 10



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 11 (751280 / 7856955, fuso 23S)

Esta nascente possui vegetação nativa no entorno, no entanto, somente em uma faixa estreita, visto que é circundada por pastagem (Figura 22). A área é protegida do acesso de animais por meio de cercamento. Em vistoria não foram constatados indícios de presença animal, uso por humanos ou processos erosivos. Em relação aos parâmetros macroscópicos avaliados, a nascente 11 é considerada a mais preservada, tendo em vista que apresentou um item como “médio” e cinco como “bom”. Corroborando isto, a nascente recebeu a melhor classificação nas duas avaliações propostas, sendo ótimo estado de conservação na primeira e excelente na segunda. Esta nascente foi a única a receber a melhor avaliação em ambas as análises.

Figura 22: Nascente 11



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 12 (751918 / 7859915, fuso 23S)

A nascente 12 está inserida em área de pastagem (Figura 23) e sem o devido cercamento que possibilita o acesso animal e que, portanto, pode ocasionar a compactação e pisoteio do solo. A vegetação existente é predominantemente arbustiva, mas sem indícios de regeneração, tendo em vista à degradação a qual está exposta.

Constatou-se também na área de pastagem a presença de focos erosivos; neste sentido, visando minimizar o impacto na nascente, sugere-se a implantação de terraços e/ou *mulching* vertical, em associação. Além disto, faz-se necessário o cercamento da área com o plantio de mudas nativas também com o objetivo de recuperar a área. Relata-se que não se detectou a utilização por humanos. No que se refere à análise macroscópica, esta nascente registrou três parâmetros como “ruim”, dois “médio” e um “bom”. Com a segunda pior classificação, dentre as nascentes vistoriadas, foi avaliada como estado de conservação ruim pelo critério 1 e péssimo no critério 2.

Figura 23: Nascente 12



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 13 (751847 / 7859980, fuso 23S)

Assim como a nascente anterior, a nascente nº 13 também está inserida em área de pastagem (Figura 24). Constatou-se a presença de animais por meio de pegadas, visto a ausência de cercamento. Conforme descrito ao longo do texto, o acesso de animais às nascentes é prejudicial, sendo um fator degradador. A vegetação existente é predominantemente arbustiva, em moderado índice de regeneração.

A nascente foi considerada degradada e, dentre as ações de preservação e conservação, indica-se o cercamento da área, concomitante ao plantio de mudas nativas. Não se detectou a utilização da área por humanos. Os parâmetros tiveram sua classificação com um “ruim”, três “médio” e dois “bom”. Desta forma, a nascente apresentou bom estado de conservação pela primeira análise e razoável pela segunda, piorando sua classificação com a alteração da metodologia de avaliação.

Figura 24: Nascente 13



Fonte: Autora, 2020.

Nascente 14 (746492 / 7855616, fuso 23S)

Esta nascente encontra-se preservada com registro da presença de vegetação nativa (Figura 25) e ausência de acesso por animais. A área foi contemplada e cercada pelo Programa Pró Mananciais. O recurso hídrico é destinado ao consumo humano. Não se observou a presença de focos erosivos. A nascente 14 foi considerada preservada. A avaliação macroscópica apresentou classificação com um “ruim”, um “médio” e quatro “bom”. A nascente foi considerada com bom estado de conservação, pelo primeiro critério de avaliação, e com estado de conservação ótimo, pelo segundo critério.

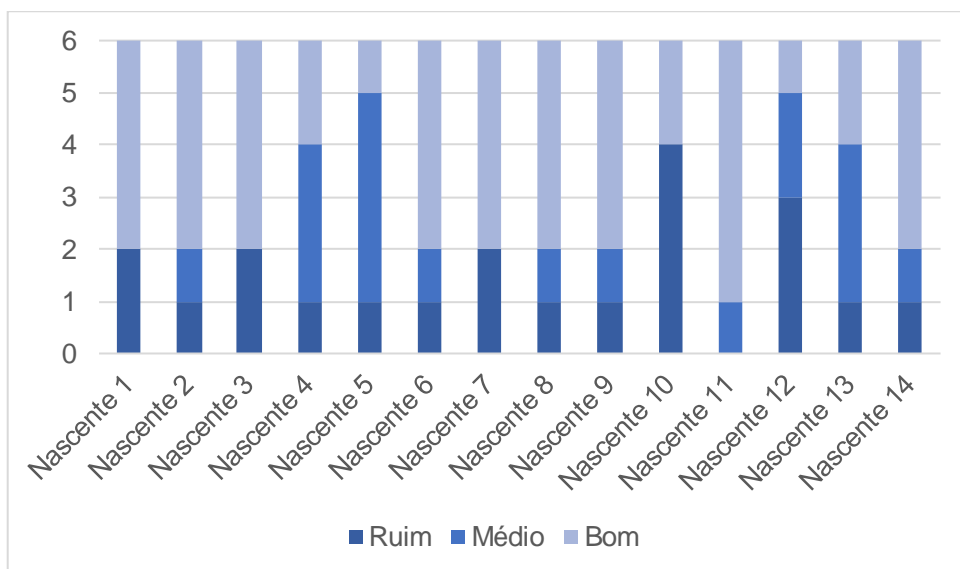
Figura 25: Nascente 14



Fonte: Autora, 2020.

O gráfico 1 apresenta a avaliação macroscópica por nascentes. Conforme descrito anteriormente, o gráfico corrobora que, dentre as nascentes vistoriadas, a nº 11 apresentou a melhor classificação diante dos itens avaliados. Em contrapartida, com as piores classificações tem-se as nascentes nº 10 e 12, que necessitam de intervenção, visando mitigar os impactos identificados.

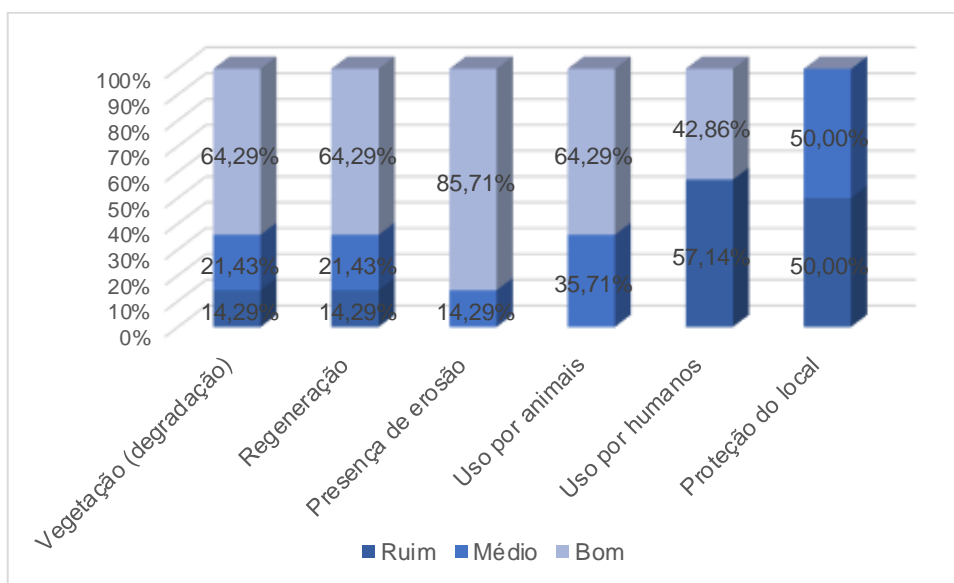
Gráfico 1: Avaliação macroscópica por nascente



Fonte: Autora, (2021)

No que tange à análise dos parâmetros, conforme gráfico 2, o uso por humanos em 57,14% das nascentes, seguido da ausência de proteção local em 50,00% das áreas contribuíram para o alto índice de respostas classificadas como “ruim”. O consumo humano possivelmente não pode ser evitado, entretanto, é possível tornar esta interação menos prejudicial ao meio ambiente. Além disto, a proteção local pode ser obtida com o cercamento da área pelo próprio proprietário ou por meio do cadastramento e contemplação no Programa Pró-Mananciais. A erosão apresentou-se como o parâmetro que menos impactou a avaliação, aspecto extremamente importante, tendo em vista os impactos gerados pela sua presença, como carreamento de sedimentos e assoreamento de nascentes e cursos d’água.

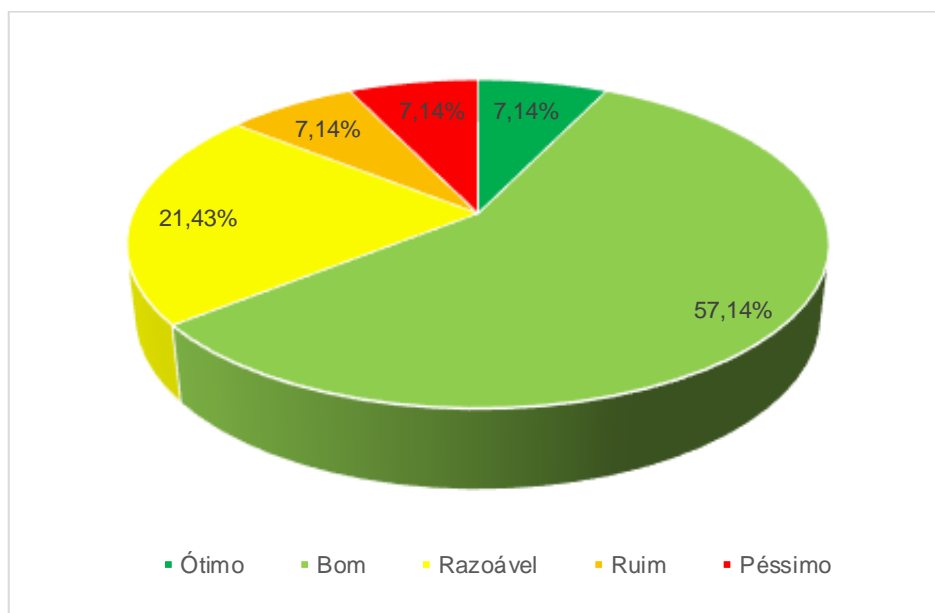
Gráfico 2: Avaliação macroscópica por parâmetro



Fonte: Autora, (2021)

Com relação à classificação das nascentes, a análise realizada pelo critério 1 (número total de parâmetros identificados como “ruim”), apresentada no gráfico 3, indica que 57,14% das nascentes apresentam bom estado de conservação e 21,43% estado de conservação razoável. As nascentes qualificadas como ótimo, ruim e péssimo correspondem a 7,14% por classe.

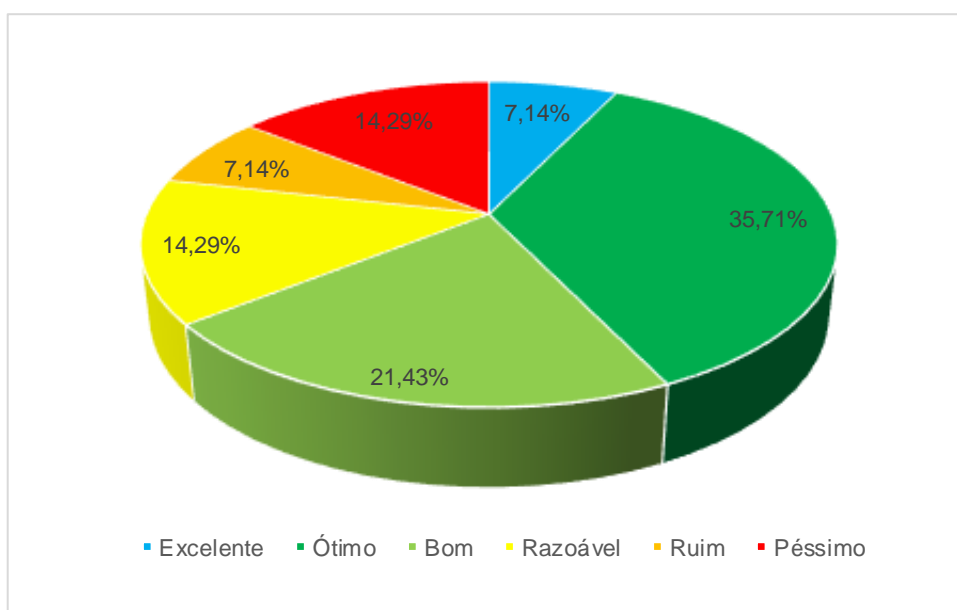
Gráfico 3: Classificação das nascentes pelo Critério 1



Fonte: Autora, (2021)

A classificação proposta pelo critério 2 (parâmetros *versus* respectivos pesos) (Gráfico 4) indica que a parcela mais significativa das nascentes foi classificada como ótimo grau de conservação - 35,71%, seguida pela classe bom em 21,43% e razoável em 14,29%. As classes excelente, ruim e péssimo possuem o percentual representativo equivalente de 7,14% cada.

Gráfico 4: Classificação das nascentes pelo Critério 2

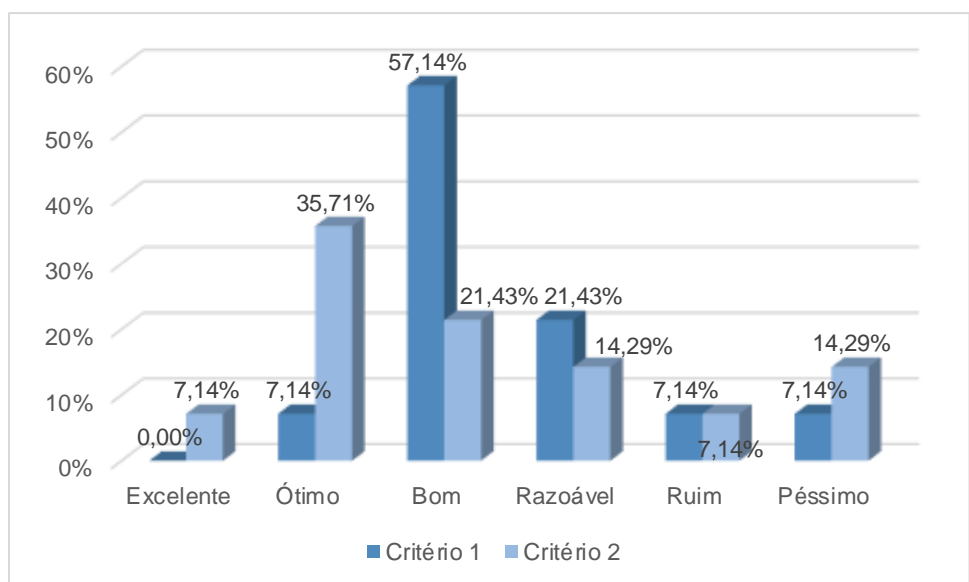


Fonte: Autora, (2021)

Neste contexto, conforme gráfico 5, foi realizada uma comparação entre as duas metodologias propostas de classificação do grau de preservação e conservação

das nascentes. Constatou-se que houve o incremento de nascentes classificadas como “excelente”, “ótimo” e “péssimo” quando aplicado o critério 2 em comparação com o 1, com valores de 7,14%, 28,57% e 7,14%, respectivamente. Em contrapartida, a mesma análise para as classes “bom” e “razoável” significaram um decréscimo de nascentes consideradas nestas categorias com 35,71% e 7,14%, nesta ordem. Por fim, a classe “ruim” manteve seu quantitativo inalterado nas duas metodologias propostas.

Gráfico 5: Comparação da Classificação das nascentes pelos Critérios 1 e 2



Fonte: Autora, (2021)

Neste sentido, ressalta-se que as duas classificações para avaliação macroscópica de nascentes são válidas, apesar da divergência dos resultados apresentados.

5.2. Análise da evolução do uso e ocupação do solo (2008, 2014 e 2020)

A análise do mapa de uso e ocupação do solo em 2008 indica que 42,65% da área da microbacia era ocupada por pastagens e 36,22% por vegetação densa (Figura 26). As áreas degradadas representavam 10,61%, enquanto a área urbana, a

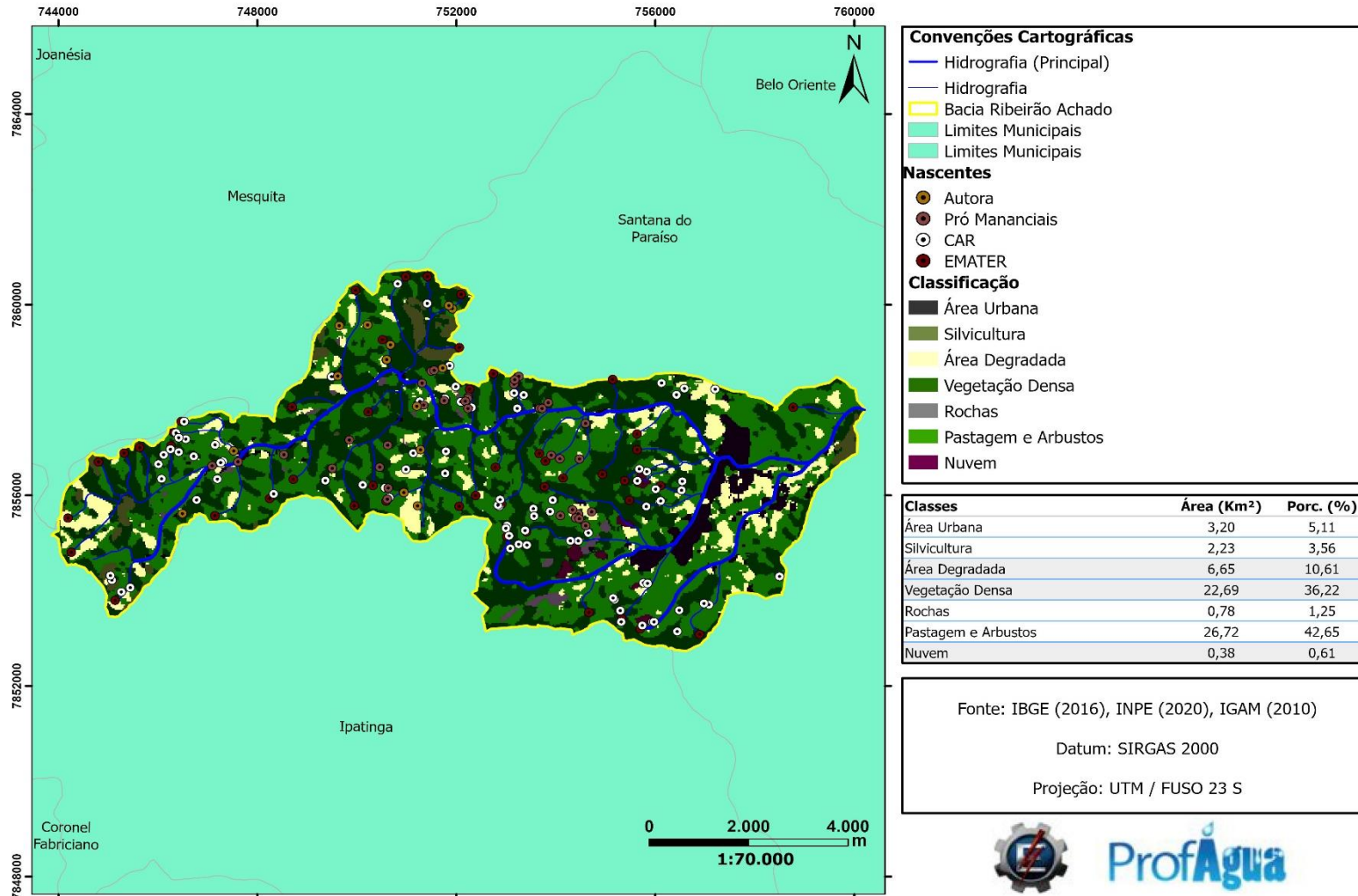
¹⁴ Destaca-se que para o critério 1 foram identificadas cinco classes, enquanto para o critério 2 observou-se uma classe extra, totalizando seis. Esta diferença de quantidade de classes entre os critérios propostos pode justificar as divergências dos resultados apresentados quando se compara as duas metodologias propostas.

silvicultura e as rochas correspondiam a 5,11%, 3,56% e 1,25%, respectivamente, da área total, conforme Figura 26.

Em 2014, a vegetação densa e as pastagens ocupavam praticamente a mesma área na microbacia com 38,95% e 38,52%, respectivamente. A área degradada estava presente em 10,34%, enquanto a área urbana, a silvicultura e as rochas corresponderam a 5,91%, 4,80% e 0,88% nesta ordem, conforme Figura 27.

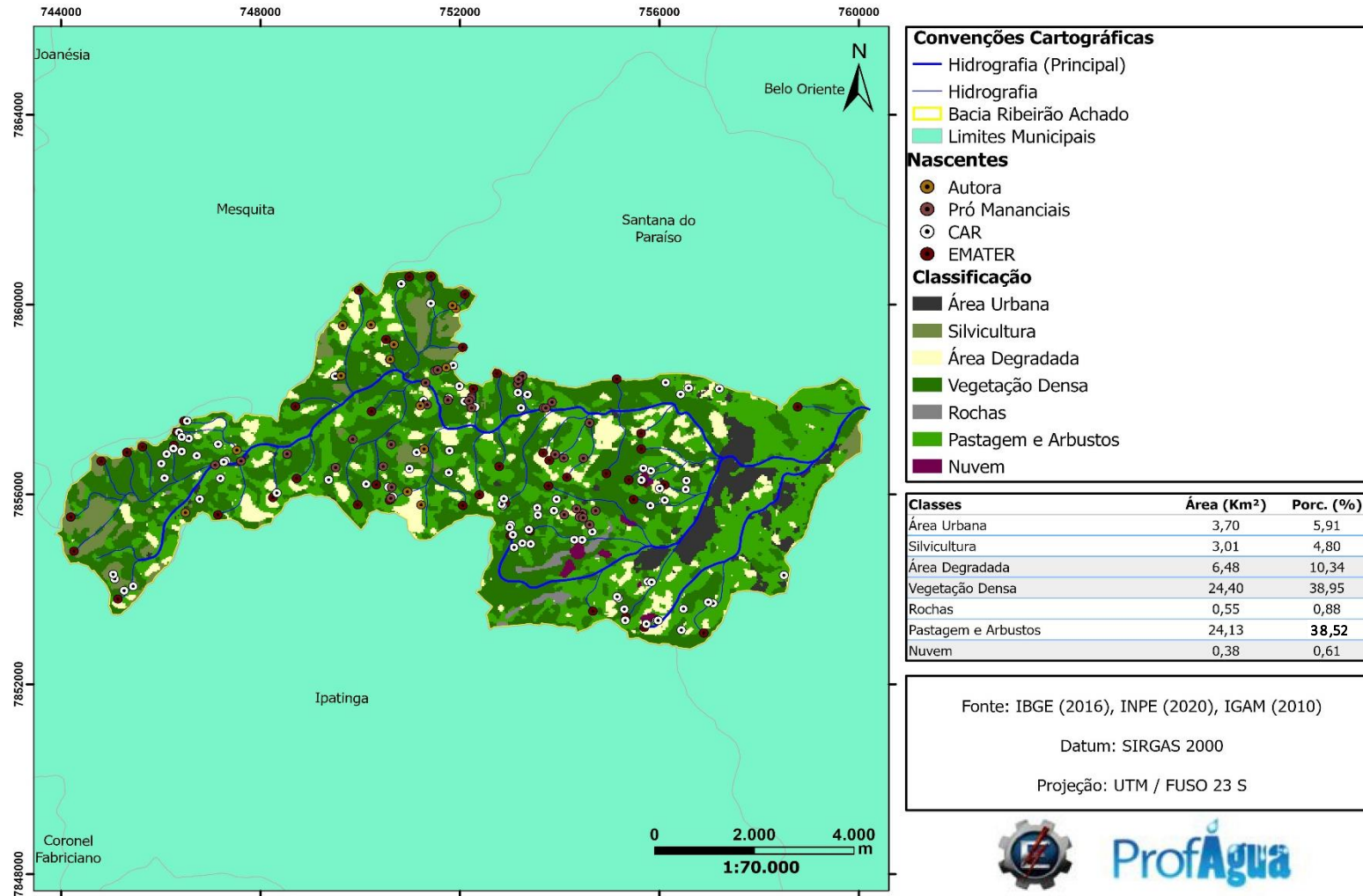
Por fim, em 2020 novamente as áreas ocupadas por pastagens e vegetação densa foram aproximadamente 37,11% e 36,06%, respectivamente. Além disto, a área degradada foi identificada em 11,94%, já silvicultura e área urbana também se assemelharam com 6,86% e 6,53%, respectivamente. Finalmente, as rochas foram identificadas em 0,89%, conforme Figura 28.

Figura 26: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – abril/2008



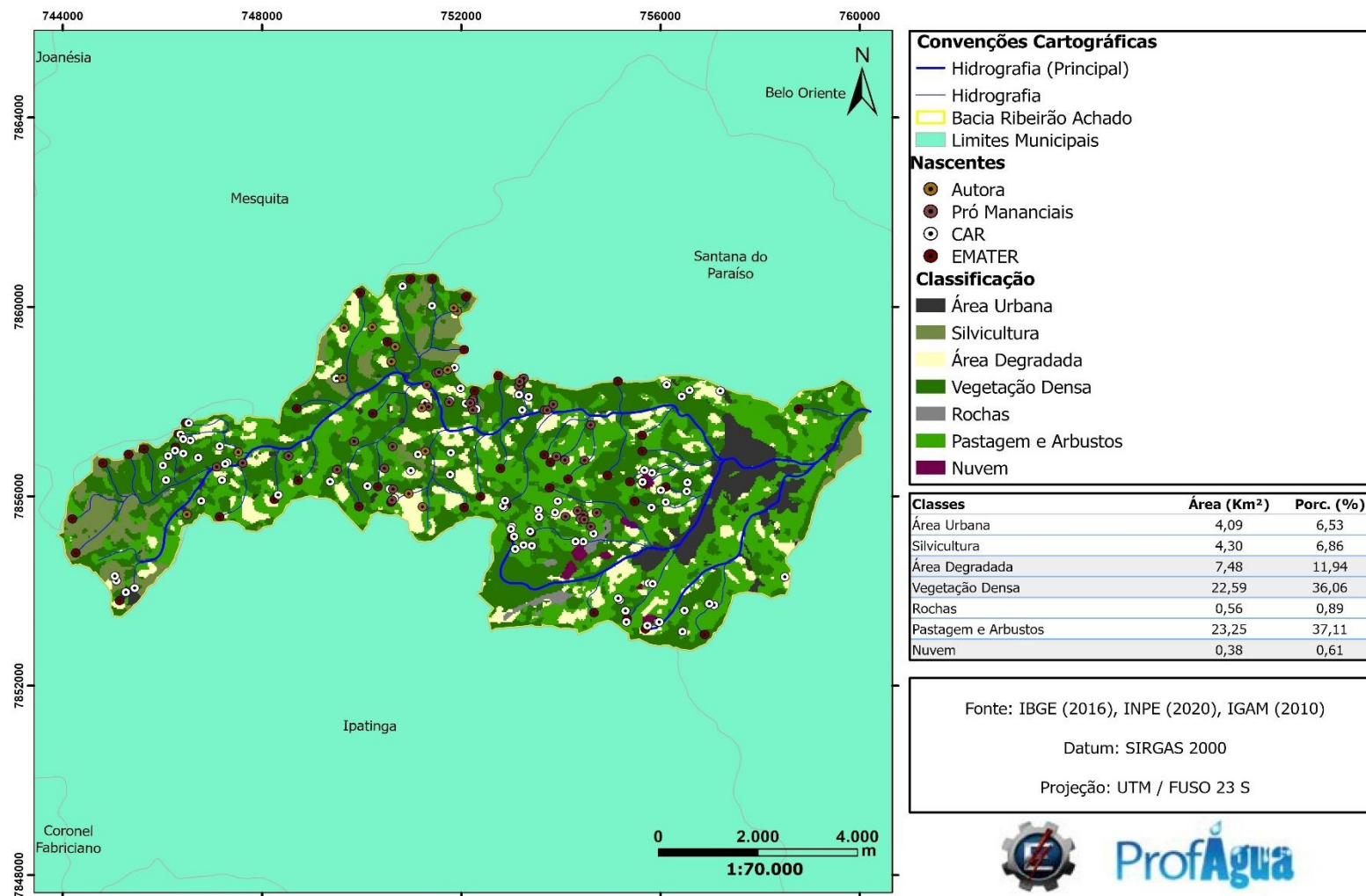
Fonte: Autora, (2021)

Figura 27: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – maio/2014



Fonte: Autora, (2021)

Figura 28: Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado – junho/2020

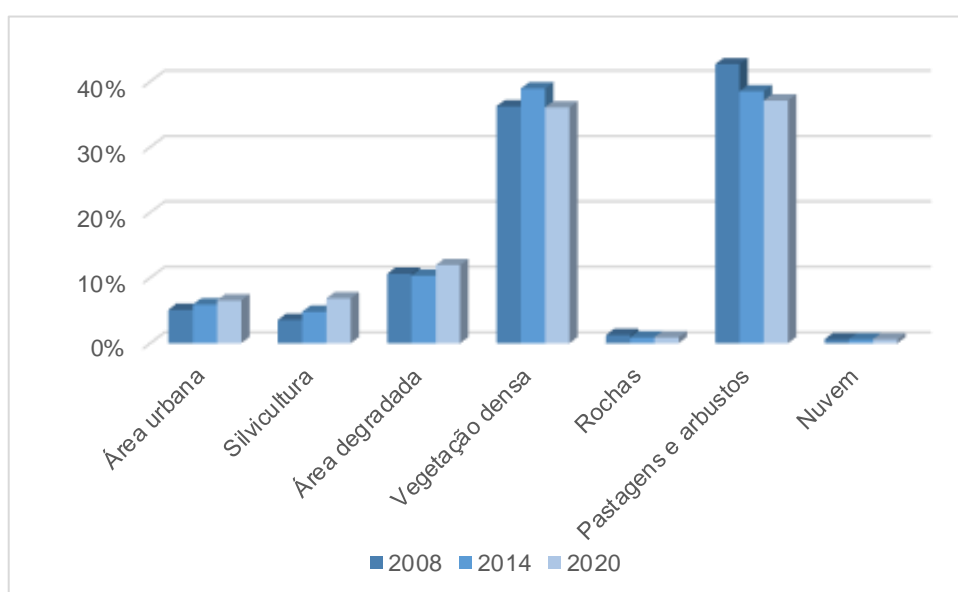


Fonte: Autora, (2021)

Ressalta-se que, conforme mapas de uso e ocupação do solo com a localização das nascentes apresentados acima, aparentemente, algumas se sobrepõem, o que sugere que a mesma nascente possa estar inserida em mais de uma base de dados, podendo ocasionar a redução do quantitativo apresentado (185).

O gráfico 6 apresenta a evolução do uso e ocupação do solo na microbacia do Achado nos anos analisados (2008, 2014 e 2020).

Gráfico 6: Análise do uso e ocupação do solo nos anos de 2008, 2014 e 2020 na microbacia do Achado



Fonte: Autora, (2021)

A análise dos mapas demonstra a predominância da classe de pastagem e arbustos em 2008, 2014 e 2020. Entretanto, este tipo de uso e ocupação decresceu no período analisado com os percentuais variando de 42,65%, 38,51% e 37,12%, respectivamente, sendo a classe mais representativa, com exceção de 2014, ano no qual a área ocupada por pastagem foi superada em 0,43% pela área ocupada por vegetação densa. Apesar da pequena redução da área de pastagem e arbustos, os percentuais identificados são significativos e destacam a fragilidade ambiental da área. Santos e Marchiori (2020) destacam que as áreas de pastagem estão sujeitas a se tornarem áreas degradadas pelo surgimento de processos erosivos originados pelo pisoteio do gado.

A vegetação densa apresentou um crescimento entre os anos de 2008 e 2014 subindo de 36,22% para 38,94%. Entretanto, em 2020 a área correspondeu a 36,06%,

indicando um decréscimo, aproximando-se do quantitativo existente em 2008. Esta classe é de extrema importância para a manutenção e conservação de áreas de preservação permanente, do solo e da biodiversidade (VIEIRA *et al.*, 2016)

Na análise temporal do uso e ocupação do solo detectou-se o incremento das áreas degradadas, com variação de 10,61%, 10,35% e 11,95%. Ressalta-se que houve um pequeno decréscimo em 2014 e, posteriormente, esta classificação retomou o crescimento. O aumento desta classe é notório na análise visual e extremamente preocupante, tendo em vista a probabilidade de ocorrência de processos erosivos, com perdas de solo e água e assoreamento dos corpos hídricos nestas áreas. Nota-se que esta classe teve o comportamento contrário da vegetação densa, o que pode sugerir que parte da vegetação foi convertida em área degradada, péssimo indicativo para a microbacia.

A área urbana também merece destaque pelo seu crescimento ao longo do tempo, variando de 5,11%, 5,91% e 6,52%, respectivamente. Muitos foram os loteamentos aprovados nos últimos anos, com o crescimento mais expressivo dos bairros adjacentes à Ipatinga. Além disto, houve a implantação de loteamentos clandestinos que também contribuíram para o aumento da malha urbana.

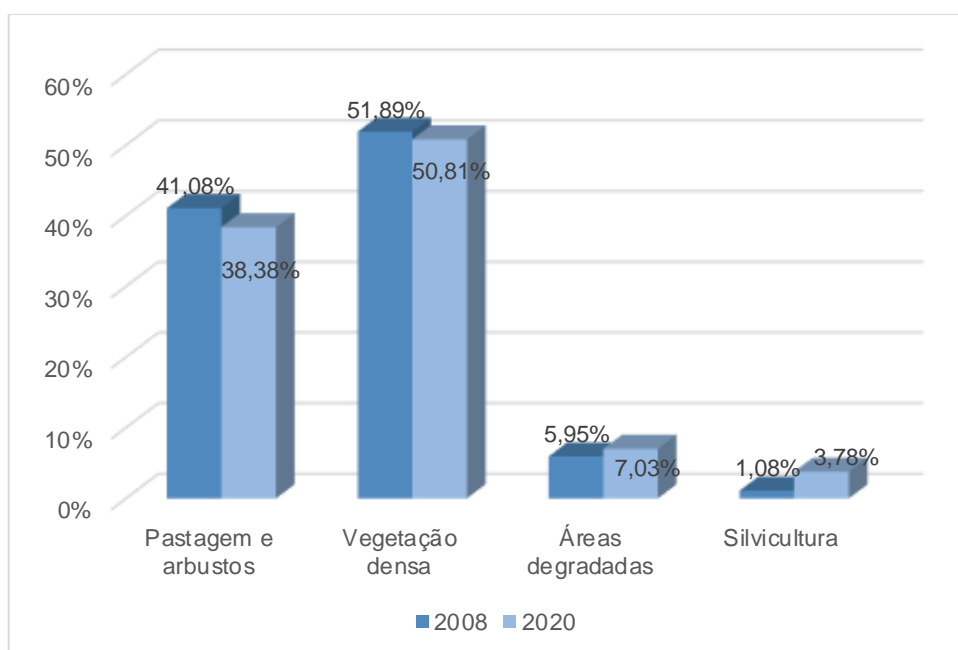
A área utilizada pela silvicultura praticamente dobrou de 2008 para 2020, sendo a classe com o crescimento proporcional mais significativo. A área destinada à silvicultura saltou de 3,56% para 4,80% e por fim para 6,86%. Há uma grande tendência de expansão deste tipo de uso e ocupação, visto a proximidade com a Cenibra Nipo Brasileira S/A, indústria de celulose situada em Belo Oriente, que demanda deste insumo para a sua produção. Ao que tudo indica, as pastagens degradadas foram substituídas por florestas de produção de eucalipto, mantendo-se a monocultura, entretanto, sem o impacto proveniente do pisoteio de animais e, conseqüentemente, compactação do solo.

E por fim, tem-se a classe de rochas que apresentou uma redução no período avaliado de 1,25% para 0,88% e praticamente manteve-se com 0,89%. Supõem-se que a redução da área ocupada por rochas ocorreu pela transformação destas em áreas degradadas, devido às ações de intempéries e antrópicas.

De forma geral, os usos de silvicultura, área urbana e área degradada tiveram incremento de área comparando os anos de 2008 e 2020. No entanto, em pastagens e arbustos, rochas e vegetação densa ocorreram decréscimo. A classe nuvem manteve-se inalterada visto que consta nos mapas apenas para correção de nuvens¹⁵ na imagem de 2008, a fim de padronizar a análise nos anos subsequentes.

O gráfico 7 demonstra a relação entre a localização das 185 (cento e oitenta e cinco) nascentes identificadas e o uso e ocupação do solo nos anos de 2008 e 2020, início e fim do período de análise, respectivamente.

Gráfico 7: Análise do uso e ocupação do solo x localização das nascentes nos anos de 2008, 2020 na microbacia do Achado



Fonte: Autora, (2021)

Constatou-se que a proporção da localização em relação ao uso e ocupação foi mantida com maioria situada em vegetação densa, seguida de pastagens e arbustos, áreas degradadas e por último silvicultura. A distribuição das nascentes está condizente com variabilidade espacial das classes ao longo da microbacia. Não foram identificadas nascentes localizadas em área urbana.

¹⁵ Conforme descrito na metodologia, no mapa de 2008 foi necessário criar uma classe extra de uso e ocupação do solo que deriva da ocorrência do recobrimento de parte da imagem utilizada pela presença de nuvens. Este contratempo interferiu na distribuição das áreas e percentuais das classes reais para a região. Desta forma, optou-se por replicar a área registrada como “nuvem” nos mapas de 2014 e 2020, a fim de padronizar a área analisada.

Com base no gráfico acima, verificou-se que houve uma redução de 2,70% de nascentes em pastagem e arbustos que, coincidentemente, corresponde ao incremento registrado na silvicultura. Da mesma forma, o decréscimo de 1,08% no quantitativo de nascentes em vegetação densa equipara-se ao acréscimo observado em área degradadas.

A perda mais significativa de qualidade ambiental, preservação e conservação de nascentes ocorreu a partir da substituição de vegetação densa por área degradada, sendo que, principalmente nestas áreas, fazem-se necessárias a implantação de medidas de revitalização de nascentes.

5.3. Proposição de medidas de revitalização das nascentes

A fim de melhorar a condição ambiental das nascentes e minimizar os fatores de degradação identificados foram indicadas medidas de revitalização de baixo custo de implantação. O intuito destas proposições é que ocorra a adoção pelos proprietários, buscando facilitar a implantação, bem como proporcionar a participação dos moradores locais na proteção e conservação das nascentes.

A indicação de ações de revitalização se aplica, principalmente, àquelas nascentes que apresentaram maior grau de degradação após a avaliação macroscópica, contudo, não há impedimento de replicação nas demais, desde que ocorra uma avaliação prévia. As medidas foram propostas de acordo com a realidade local, apresentando as mais pertinentes a cada situação.

O isolamento da área por meio de cercamento é uma ação essencial quando o tema é a preservação e conservação de nascentes. Dentre as nascentes vistoriadas, constatou-se que 50% não possui o cercamento, possibilitando o acesso de animais e, conseqüentemente, toda a degradação que pode ser desencadeada. De acordo com o exposto anteriormente, o cercamento pode ser realizado em um raio de 15 m para as nascentes inseridas em áreas consolidadas¹⁶. Para as demais, a legislação preconiza uma área de proteção com 50 m de raio do olho d'água.

As nascentes nº 02, 06 e 08 apresentam boas condições de preservação e conservação, assim, *a priori*, não necessitam de intervenções. Em contrapartida as

¹⁶ Área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008.

nascentes nº 10 e 12 foram consideradas degradadas e, portanto, necessitam de intervenção imediata com o cercamento da área e o plantio total da área com vegetação nativa, com escolha criteriosa das espécies a serem introduzidas. Além disto, sugere-se a associação de técnicas mecânicas como o terraço e o *mulching* vertical no entorno destas nascentes, visto que são circundadas por áreas de pastagens com relevo em declive. A adoção das medidas conservacionistas supracitadas proporciona o incremento da taxa de infiltração no solo e, conseqüente, redução do volume de escoamento superficial e do carreamento de sedimentos, minimizando a ocorrência de processos erosivos e assoreamento.

Apesar da nascente nº 11 ter sido classificada com o melhor grau de preservação, sugere-se a ampliação da área cercada, o que, por conseguinte, está atrelado à execução do plantio direto, visto que a área é cercada por pastagem degradada.

Para as nascentes com melhores condições de preservação são indicadas ações de incremento arbóreo naquelas que ainda possuem déficit vegetativo. A técnica a ser utilizada varia de uma nascente para a outra, entretanto, em vias gerais utiliza-se a condução da regeneração natural (de baixo custo), o adensamento (incremento quantitativo de espécies), e o enriquecimento (melhoria qualitativa) com mudas nativas.

Neste contexto, constatou-se que as nascentes consideradas preservadas também podem receber ações de revitalização com o intuito de melhorar a sua qualidade ambiental.

Conforme descrito anteriormente, na microbacia do Achado há a implantação do Programa Pró-Mananciais, que tem por objetivo a preservação e conservação de nascentes com ações de cercamento e plantio de mudas, quando necessário. O cadastro ocorre de forma voluntária, uma ótima oportunidade aos proprietários que desejam revitalizar suas nascentes sem custo.

6. PRODUTOS

Com este trabalho, objetivou-se a conversão do conhecimento obtido em incremento quali-quantitativo da disponibilidade hídrica para a microbacia de estudo, proporcionando assim, o desenvolvimento de atividades econômicas concomitante à preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos (FERNANDES, 2020). Foram gerados como produtos: mapas de uso e ocupação do solo, mapa com levantamento e cadastramento de nascentes e caracterização de nascentes, conforme descrito a seguir:

- Mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2008, 2014 e 2020, que apresentam a evolução do uso e ocupação do solo no período, permitindo a visualização das alterações nas classes de uso em termos de área e em porcentagem;
- Mapa de cadastramento das nascentes, que representa um compilado de diversos estudos e projetos executados na área, permitindo a localização das nascentes identificadas na bacia;
- Caracterização macroscópica e avaliação do estado atual de conservação das nascentes com proposição de medidas de revitalização para aquelas com maior grau de degradação.

Os produtos desenvolvidos podem fortalecer a gestão de recursos hídricos na microbacia, uma vez que o diagnóstico ambiental das nascentes e a proposição de medidas de revitalização podem fornecer subsídios para a recuperação e preservação das nascentes na área de estudo, proporcionando ganhos tanto em quantidade, quanto em qualidade, do recurso hídrico.

As informações obtidas na pesquisa poderão dar subsídio ao Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) Santo Antônio, em que está inserido o ribeirão Achado, para implementação de ações de gestão e governança dos recursos hídricos. Além disto, a metodologia empregada e as medidas de revitalização propostas podem ser replicadas em bacias hidrográficas com características semelhantes à área de estudo.

A disseminação da informação “na ponta” permite que os envolvidos tornem-se multiplicadores da informação. Ademais, isto possibilita uma gestão hídrica efetivamente participativa, proporcionando o pertencimento da população no processo, aumentando o engajamento em futuras ações a serem propostas pelo CBH, pela Prefeitura de Santana do Paraíso, pela COPASA, pela EMATER, pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental (CODEMA), pela ARMVA ou até mesmo pelos próprios moradores locais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico ambiental da microbacia do Achado com a realização do levantamento das nascentes, bem com a análise do seu uso ocupação do solo, permitiu o conhecimento da realidade da área de estudo com a finalidade de fornecer subsídios para a gestão integrada dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos.

Considerando os parâmetros macroscópicos avaliados, constatou-se que as nascentes da microbacia do ribeirão Achado estão sujeitas a fatores degradadores, tais como: presença de animais e/ou grande área de pastagem. Visando a alteração deste panorama, identificou-se como ações efetivas e de baixo custo para revitalização de nascentes o cercamento, condução da regeneração natural e plantio (adensamento, enriquecimento, nucleação e total). Além disto, também se destacaram ações mecânicas que necessitam de maiores investimentos financeiros como o terraceamento e *mulching* vertical.

Ainda durante a pesquisa, foi identificada a implantação do Programa Pró-Mananciais da COPASA que subsidia ações de revitalizações de nascentes na área de estudo como cercamento e plantio de mudas. Apesar de atuante na microbacia, ainda foi verificada a inexistência de cercamento em 50,00% das nascentes vistoriadas. A ausência de proteção traz grandes prejuízos às nascentes como pisoteio, compactação do solo e contaminação por dejetos animais. Sendo esta, portanto, a primeira medida de conservação a ser implantada, quando o objetivo é a preservação de nascentes.

O isolamento da nascente permite a condução da regeneração natural quando há vegetação remanescente. Com o intuito de acelerar o processo, após análise *in loco*, pode-se adotar técnicas complementares como o adensamento e o enriquecimento da flora. Em áreas degradadas, sem remanescentes florestais, indica-se o plantio direto de indivíduos arbóreos nativos. Concomitante a isto, em casos com registro ou predisposição à ocorrência de focos erosivos são indicados a adoção de medidas conservacionistas mecânicas como o terraceamento e o *mulching* vertical. Estas técnicas proporcionam a redução da velocidade e do volume de escoamento

superficial, possibilitando o incremento da taxa de infiltração, responsável pela recarga dos aquíferos.

Ressalta-se a importância da aplicação e execução adequada das técnicas previstas, visando o ganho em qualidade e quantidade de água proveniente das nascentes.

Registra-se ainda que a participação de moradores locais na implementação de ações de revitalização de nascentes é essencial. Desta forma, cabe ao Poder Público promover ações de educação ambiental para a conscientização da população, bem como incentivar a adoção de medidas de revitalização das nascentes.

O diagnóstico de uso e ocupação do solo apresentou um ponto de atenção com respeito a redução do quantitativo de vegetação densa e a grande representatividade das áreas degradadas e de pastagem que somadas correspondem a aproximadamente 50,00% da área da microbacia.

Diante do exposto, é notória a importância da implementação de ações de proteção e conservação dos solos e das nascentes para manutenção dos recursos hídricos.

8. RECOMENDAÇÕES

Além das questões abordadas nesta pesquisa, recomenda-se:

- Dar continuidade ao monitoramento dos usos e ocupação do solo da microbacia do ribeirão Achado;
- Ampliar a avaliação das nascentes com inclusão de novos pontos de monitoramento em relação à evolução do uso e ocupação do solo *versus* locação das nascentes, bem como análise dos parâmetros macroscópicos;
- Promover e incentivar as ações de preservação e revitalização de nascentes;
- Realizar campanhas de educação ambiental;
- Dar maior publicidade ao Programa Pró-Mananciais, a fim de ampliar os proprietários contemplados;
- Firmar parceria com a EMATER para divulgação do Programa Pró-Mananciais;
- Buscar apoio de rádios locais para divulgar as ações e formas de inscrição do Programa Pró-Mananciais;
- Criar canal de candidatura voluntária para inclusão no Programa Pró-Mananciais, via internet e/ou telefone;
- Avaliar a viabilidade de implantação de um viveiro para a produção e distribuição de mudas aos produtores rurais para plantio em áreas de preservação permanente de nascentes;
- Elaborar legislação municipal que dê incentivos financeiros aos proprietários comprometidos com a preservação e conservação de nascentes.

REFERÊNCIAS

Cartilha do Código Florestal. s.d. www.ciflorestas.com.br/cartilha/APP-localizacao-e-limites_protecao-conservacao-dos-recursos-hidricos-dos-ecossistemas-aquaticos.htm.

Agência Minas. s.d.

Albuquerque, Abel W., Francisco Lombardi Neto, Vajapeyam S. Srinivasan, e José R. Santos. "Manejo da cobertura do solo Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB." *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6 (2002): 136-141.

Alcântara, Bruno Reis. *O papel do Estado no controle da expansão urbana na Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA): contribuição para a gestão compartilhada do território*. Viçosa, Minas Gerais, 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento. *PROFÁGUA*. s.d. <https://prppg.unifei.edu.br/ppgprofagua/areas-de-concentracao-e-linhas-de-pesquisa/> (acesso em 2021).

Anache, Jamil Alexandre Ayach. *Alterações no ciclo hidrológico e na perda de solo devido aos diferentes usos do solo e variações climáticas em área de Cerrado*. São Carlos, São Paulo, 2017.

ARMVA, Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Aço. 2021.

ARMVA, Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Vale do Aço. "Pleito Plano de Segurança Hídrica." Minas Gerais, 2020.

ARMVA, Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Vale do Aço. *Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado Região Metropolitana do Vale Do Aço*. 2019.

Barbosa, Rodolfo Alves, Alexandre Simões Lorenzon, Kelly Cristina Tonello, João Batista Lúcio Côrrea, Julieta Bramorski, e Herly Carlos Teixeira Dias. "BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MANHUAÇU: caracterização ambiental e proteção de nascentes." *Revista Mineira de Recursos Hídricos*, 2020: 1-18.

Barros, Kamila Lemos Costa, Marcondes Geraldo Coelho Junior, Athila Leandro de Oliveira, Vanessa Cabral Costa de Barros, Vanessa Maria Basso, e Acacio Geraldo de Carvalho. "A proteção de nascentes para conservação dos recursos hídricos em atenção à nova lei florestal." *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2018: 607-624.

Betiolo, Aline dos Santos. *Análise Ambiental da Microbacia do Córrego Das Areias (RO): uma proposta de revitalização de nascentes com vistas a proteção dos recursos hídricos*. Ji-Paraná, Rondônia, 2020.

Borges, Felipe Ribeiro Floriano, Karen Esteves Ezequinos, e Eliane Maria Vieira. “A erosividade da chuva nos municípios mineiros da bacia do rio Doce, por meio do programa computacional netErosividade MG.” *Research, Society and Development*, 2020.

Brasil. “Lei Federal nº 9.433/1997 de 08 de janeiro de 1997.” Brasília, Distrito Federal: Diário Oficial da União, s.d.

—. “Lei federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012.” Brasília, Distrito Federal: Diário Oficial da União, s.d.

—. “Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.” Diário Oficial da União, s.d.

—. “Resolução CONAMA nº 429/2011 de 28 de fevereiro de 2011.” Brasília, Distrito Federal: Diário Oficial da União, s.d.

Brasil, Governo Federal do. *Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural*. 2021. <https://www.car.gov.br/#/>.

Caldeira Jr, Roberto Alves. *Avaliação do Processo de Elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana do Vale Do Aço*. Viçosa, Minas Gerais, 2018.

Cardoso de Oliveira, Carlos Delano, Izabela Regina Cardoso de Oliveira, Marcio Seiji Sukanuma, e Giselda Durigan. “Overstorey trees in excess: A threat to restoration success in Brazilian Atlantic forest.” *Forest Ecology and Management*, 01 de 10 de 2019.

Consultoria, Jacroá. *Plano Diretor Participativo do município de Santana do Paraíso Minas Gerais*. Santana do Paraíso, 2006.

COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais. 2021.

Covre, Etiane Belique. *Caracterização de nascentes, cursos d’água e APP’s em micro bacia urbana: Estudo de caso do Córrego Baú em Cuiabá-MT*. 2010.

CPT. *Mulching vertical: manejo que controla a enxurrada e a erosão*. s.d.

Cruz, Leila Beatriz Silva. *Diagnóstico Ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba - MG*. Campinas, 2003.

Cunha, Fernando França da, Aguinaldo José Freitas Leal, e Alexandre Sylvio Vieira da Costa. “Implantação de uma estrada não-pavimentada na microbacia.” *Revista ReserchGate*, 2011: 89-105.

Cupolillo, Fulvio. *Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local*. s.d.

Denardin, José Eloir, Rainoldo Alberto Kochhann, Antônio Faganello, Arcenio Sattler, e Diego Denardin Manhago. ““Vertical Mulching” como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto.” s.d.

Dos Santos, Rafael Carlos, Caetano Marciano de Souza, Marcos Júnio Rezende, João Luiz Lani, Paulo Roberto Cecon, e Marcos Antônio Gomes. “Proposta metodológica para o cálculo de espaçamento.” *Revista Ceres*, 2013: 552-562.

Ecoplan-LUME, Consórcio. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no âmbito da bacia do rio Doce*. Vol. I e II. 2010.

Fernandes, Gustavo Luiz Godoi de Faria. *Restauração ecológica de zonas de recarga hídrica e de proteção especial por meio de sistemas agroflorestais - SAFs*. Itabira, 2020.

Fortini, Rosimere Miranda, Marcelo José Braga, e Carlos Otávio Freitas. “Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros.” *Revista de Economia e Sociologia Rural* 58 (2020).

França, Brenda Gabriella, e Yasmim Costa de Oliveira. *Avaliação de nascentes do município de Santa Bárbara de Goiás utilizando o método IIAN: Índice de Impacto Ambiental de Nascentes*. Trindade, Goiás, 2019.

Gomes, Priscila Moreira, Celine de Melo, e Vagner Santiago do Vale. “Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica.” *Revista Sociedade & Natureza*, 2005: 103-120.

Gonçalves, Bruno Villaça, e Laura Jane Gomes. “Percepção ambiental de produtores rurais na recuperação.” *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 2014: 127-138.

Honda, Eliane Akiko, e Giselda Durigan. “A restauração de ecossistemas e a produção de água.” *Revista Hoehnea*, 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base de dados*. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário*. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Município de Santana do Paraíso*. 2021.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Base hidrográfica*. 2010.

Ikematsu, Priscila, Nádia Franqueiro, Tatiana Luiz dos Santos Tavares, e Mariana Hortelani Carneseca Longo. *Aspectos técnicos para priorização de recursos em recuperação e conservação de nascentes*. Campinas, 2016.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogo de imagens*. 2008.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogo de imagens*. 2014.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Catálogo de imagens*. 2020.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Modelo Digital de Elevação (MDE)*. 2011.

Klein, Claudia, e Vilson Antonio Klein. “Influência do manejo do solo na infiltração de água.” *Revista Monografias Ambientais - REMOA / Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM*, 2014: 3915-3925.

Lima, Cleene Agostinho de, Abelardo Antônio de Assunção Montenegro, João L. M. P. de Lima, Thayná Alice Brito Almeida, e Júlio Cesar Neves dos Santos. “Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas.” *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* 25 (2020): 531-542.

LUME, Consórcio Ecoplan -. *Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Santo Antônio PARH Santo Antônio*. Maio de 2010.

Martins, Sebastião Venâncio. *Recuperação de Áreas Degradadas - Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. 4ª. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2017.

Melo, Amanda Claudinelly de. *Caracterização e diagnóstico socioambiental das áreas circunvizinhas dos pontos de captação de água do município de Itabira, Minas Gerais*. Itabira, 2019.

Miccolis, Andrew, et al. *Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga*. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

Minas Gerais. “Lei Estadual n.º 20.922, de 16 de outubro de 2013.” Diário Oficial de Minas Gerais, 2013.

Miranda, Antônio Calazans Reis, Danilo Paulúcio da Silva, Eloy Lemos de Mello, e Fernando Falco Pruski. “Assessment of Efficiency and Adequacy of Retention Terraces.” *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 2012.

Morais, Wilker Alves, Wellmo dos Santos Alves, Rhayane Carvalho Roque, Flavia Honorato, Hipólito Tadeu Ferreira da Silva, e Maria Antonia Balbino Pereira. “Educação ambiental por meio de práticas de avaliação da qualidade da água para a conservação dos recursos hídricos.” *Global Science and Technology*, 2019: 133-149.

Moreira, Tais Rizzo. “Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES.” *FLORAM Floresta e Ambiente*, 2015: 141-152.

Neto, Amintas Torres Silva. *Caracterização geoambiental da área de expansão do município de Santana do Paraíso, Vale do Aço, MG*. Ouro Preto, Minas Gerais, Dezembro de 2012.

Oliveira, Alisson Souza de. "Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na Região Alto Rio Grande, Minas Gerais." *Revista Eng Sanit Ambient* , 2020: 59-67.

Pinto, Melissa Arantes , et al. "Diagnóstico ambiental dos afluentes do córrego do Lajeado no município de Pirapozinho – SP." *Revista Colloquium Exactarum*, 2019: 104-121.

Rocha Junior, Paulo Roberto da , Guilherme Kangussú Donagemma, Felipe Vaz Andrade, Renato Ribeiro Passos, Alexandre Sylvio Vieira da Costa, e Hugo Alberto Ruiz. "Field-based quality indicators in degraded pasture of the Atlantic forest biome." *Australian Journal of Crop Science*, 2017: 653-661.

Sakaguti Júnior, Mário Masaru. *Gestão, governança e uso das águas no Brasil e em Singapura: um estudo dos casos da ilha principal de Singapura e bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, SP/MG*. Piracicaba, São Paulo, 2016.

Santos, Cristiano Nunes dos. *El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul*. Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008.

Santos, Thiago Oliveira dos, Valdir Soares de Andrade Filho, Vinícius Machado Rocha, e Janaína de Souza Menezes. "Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão." *Revista Geográfica Acadêmica* 11, nº 2 (2017): 157-181.

Sena, Isa Belly Dominguito de Castro, Fábio Monteiro Cruz, e Fulvio Cupolillo . *Zoneamento Climatológico da Bacia do Rio Doce: Subsídio à Gestão de REcursos Hídricos*. Governador Valadares, s.d.

Total, Dom. *Velho Chico: programa prevê 8,6 mil bacias de captação de água*. s.d.

Valente, Osvaldo Ferreira. *Sobre barraginhas, terraços e caixas de captação de enxurradas*. 2009.

Vilaça, Marina Freitas, Marley Lamounier Machado, Eliane Maria Vieira, e Maria Lélia Rodriguez Simão. "Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do ribeirão Conquista no município de Itaguara - MG." *XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Anais.* , 2009.

Zonta, João Henrique, et al. *Práticas de Conservação de Solo e Água - Circular Técnica 133*. Campina Grande, Paraíba, 2012.

ANEXO I – MODELO DE *CHECKLIST*

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: _____

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinos

Coordenadas:

Datum: _____ **Fuso:** _____ **Latitude:** _____ **Longitude:** _____

Fluxo de ocorrência:

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo humano

Dessedentação animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

Predominância de cobertura vegetal no solo

Vegetação arbórea

Vegetação arbustiva

Pasto e ou cultura de ciclo longo

Agricultura de ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo longo

Cultivo de ciclo curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia de Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	() Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	() Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	() Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Fonte: Adaptado de GOMES *et al.* (2005)

APÊNDICE A – *CHECKLISTS* PREENCHIDOS

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 01

Microbacia hidrográfica: Riberião do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinós

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 749616

Longitude: 7858501

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros_____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros_____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 02

Microbacia hidrográfica: Riberião do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 750214

Longitude: 7859574

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação de Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 03

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 0750674

Longitude: 7859157

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo humano

Dessedentação animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação arbórea

Vegetação arbustiva

Pasto e ou cultura de ciclo longo

Agricultura de ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo longo

Cultivo de ciclo curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 04

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 750599

Longitude: 7858846

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	(X) Baixa degradação	() Preservada
Regeneração	() Ausente	(X) Moderada	() Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 05

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751204

Longitude: 7857868

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	(X) Baixa degradação	() Preservada
Regeneração	() Ausente	(X) Moderada	() Presente
Presença de erosão	() Acentuada	(X) Moderada	() Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 06

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 747524

Longitude: 7856931

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 07

Microbacia hidrográfica: Riberião do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinós

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 749647

Longitude: 7859559

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 08

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751725

Longitude: 7858670

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	(X) Presença	() Apenas marcas	() Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 09

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 750945

Longitude: 7856057

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	(X) Apenas marcas	() Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 10

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinós

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751221

Longitude: 7855780

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou cultura
de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	<input checked="" type="checkbox"/> Alta degradação	<input type="checkbox"/> Baixa degradação	<input type="checkbox"/> Preservada
Regeneração	<input checked="" type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Presente
Presença de erosão	<input type="checkbox"/> Acentuada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Ausente
Uso por animais	<input type="checkbox"/> Presença	<input checked="" type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Uso por humanos	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input checked="" type="checkbox"/> Não detectado
Proteção do local	<input checked="" type="checkbox"/> Sem proteção	<input type="checkbox"/> Com proteção (mas com acesso)	<input type="checkbox"/> Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 11

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751280

Longitude: 7856955

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	() Baixa degradação	(X) Preservada
Regeneração	() Ausente	() Moderada	(X) Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Proteção do local	() Sem proteção	(X) Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 12

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751918

Longitude: 7859915

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou cultura
de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	(X) Alta degradação	() Baixa degradação	() Preservada
Regeneração	(X) Ausente	() Moderada	() Presente
Presença de erosão	() Acentuada	(X) Moderada	() Ausente
Uso por animais	() Presença	(X) Apenas marcas	() Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 13

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 751847

Longitude: 7859980

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou cultura
de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	() Alta degradação	(X) Baixa degradação	() Preservada
Regeneração	() Ausente	(X) Moderada	() Presente
Presença de erosão	() Acentuada	() Moderada	(X) Ausente
Uso por animais	() Presença	(X) Apenas marcas	() Não detectado
Uso por humanos	() Presença	() Apenas marcas	(X) Não detectado
Proteção do local	(X) Sem proteção	() Com proteção (mas com acesso)	() Com proteção (sem acesso)

Checklist - Avaliação macroscópica de nascentes e entorno

Município: Santana do Paraíso/MG

Nascente nº geral: 14

Microbacia hidrográfica: Ribeirão do Achado

Técnico responsável: Karen Esteves Ezezinis

Coordenadas:

Datum: SIRGAS
2000

Fuso: 23

Latitude: 746492

Longitude: 7855616

**Fluxo de
ocorrência:**

Perene

Intermitente

Tipo de uso:

Consumo
humano

Dessedentação
animal

Irrigação

Piscicultura

Piscina

Outros _____

**Predominância de
cobertura vegetal
no solo**

Vegetação
arbórea

Vegetação
arbustiva

Pasto e ou
cultura de ciclo longo

Agricultura de
ciclo curto

Outros _____

Desmatamento

Pastagem

Queimada

Ação antrópica:

Silvicultura

Cultivo de ciclo
longo

Cultivo de ciclo
curto

Edificações

Caminhos

Adaptação da Metodologia Gomes *et.al.* (2005)

Parâmetros macroscópicos	Qualificação		
	Ruim	Médio	Bom
Vegetação (degradação)	<input type="checkbox"/> Alta degradação	<input type="checkbox"/> Baixa degradação	<input checked="" type="checkbox"/> Preservada
Regeneração	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Presente
Presença de erosão	<input type="checkbox"/> Acentuada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Ausente
Uso por animais	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input checked="" type="checkbox"/> Não detectado
Uso por humanos	<input checked="" type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Proteção do local	<input type="checkbox"/> Sem proteção	<input checked="" type="checkbox"/> Com proteção (mas com acesso)	<input type="checkbox"/> Com proteção (sem acesso)