



MIRIAN DE SOUSA SILVA

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA
A GESTÃO DO MANANCIAL DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO DE OLIVEIRA,
MG**

LAVRAS - MG

2016

MIRIAN DE SOUSA SILVA

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO DO
MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE OLIVEIRA, MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Natalino Calegario

Orientador

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges

Coorientador

LAVRAS - MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Mirian de Sousa.

Indicadoresde sustentabilidade para a gestão do manancial de
abastecimento público de Oliveira, MG / Mirian de Sousa Silva. –
Lavras : UFLA, 2016.

191 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Mirian de Sousa Silva Calegario Natalino.

Bibliografia.

1. Sub-bacia hidrográfica. 2. Aptidão agrícola. 3. Classes de
solo. 4. Cobertura do solo. 5. Entrevistas. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

MIRIAN DE SOUSA SILVA

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO DO
MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE OLIVEIRA, MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de agosto de 2016.

Dr. Ronaldo Luiz Mincato	UNIFAL-MG
Dr. Marx Leandro Naves Silva	DCS/UFLA
Dr. Lucas Amaral de Melo	DCF/UFLA
Dr. Luis Antônio Coimbra Borges	DCF/UFLA

Dr. Natalino Calegario
Orientador

LAVRAS - MG
2016

Cidadãos Oliveirenses

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado na busca por essa conquista.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao meu orientador, Dr. Natalino Calegario, e ao coorientador, Dr. Luis Antônio Coimbra Borges, pela confiança, apoio e incentivo.

Aos membros da banca pelas contribuições.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Projeto Modelo Fitogeográfico da Bacia do Rio Grande, desenvolvido pelo Laboratório de Estudo e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF), pela disponibilização das imagens de satélite.

Ao Departamento de Engenharia Florestal, pelo apoio financeiro nas análises de solo.

Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de Oliveira, MG, pelo apoio financeiro para participação em congresso e diárias para alimentação e disponibilização de informações sobre a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois.

Aos servidores do SAAE, em especial a Vagner Ananias Lourenço e Lucas de Souza, pelas experiências compartilhadas e apoio nos trabalhos de campo.

Aos proprietários rurais da sub-bacia, pela disponibilidade.

Aos professores Dr. Fausto Weimar Acerbi Júnior e Dr. Marx Leandro Naves Silva e aos colegas Inácio Thomaz Bueno, Elidiane da Silva, Fábio José Gomes, Beatriz Rosa, Luiz Otávio Moras e Thiago Meirelhes, pelos ensinamentos e colaboração nos artigos.

Aos amigos do Laboratório de Planejamento e Manejo Intensivo de Floresta, do Núcleo de Estudos em Pesquisa e Planejamento Ambiental (NEPPA) e do Programa de Pós-Graduação, pela boa convivência e troca de experiências.

À Joyce Almeida Alves pela amizade, incentivo, apoio, horas de estudos, desabafos e prosas com café.

Às amigas de república, Elaine Martins, Helane França, Isabel Amorim, Priscila Castro e Thaisa Selvatti, pela convivência e experiências de vida compartilhadas.

Aos meus pais, Sebastião Magela e Efigênia Alves, que sempre me deram força e incentivaram a prosseguir nos estudos. E ao meu irmão, André de Sousa, pelo carinho e amizade.

Ao meu esposo, Douglas Assis, pelo apoio, incentivo, ajuda e compreensão em todo o doutorado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram e torceram pela conclusão do doutorado.

RESUMO GERAL

Nas últimas décadas tem se observado a redução na disponibilidade de água doce no mundo. Em razão do aumento na demanda por água, provocado pelo crescimento populacional. Para alcançar o equilíbrio entre a oferta e a demanda por água, é necessária a implantação de práticas sustentáveis, que envolvam a conservação e o manejo adequado dos solos e florestas, principalmente das áreas produtoras de águas, além do consumo sustentável. Diante desse quadro, a gestão dos recursos hídricos tem se mostrado importante, pois por meio dela é possível regular o uso e garantir a oferta sustentável. A área de estudo corresponde à sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, localizada no Município de Oliveira, MG, considerada o principal manancial de abastecimento público do município. O trabalho visa contribuir com o conhecimento científico a respeito da caracterização da sub-bacia com a elaboração de indicadores de sustentabilidade. A Tese foi dividida em três artigos. No artigo 1, foram obtidas as classes de uso e ocupação do solo, a delimitação das áreas de preservação permanente (APP) e a identificação da ocorrência de conflito entre o uso do solo e a legislação. No artigo 2, foram identificadas as classes de solos, a capacidade de uso e a aptidão agrícola das terras. No artigo 3, foram identificados e caracterizados os principais aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais, mediante entrevistas com os proprietários rurais e arrendatários de imóveis localizados na área de drenagem da sub-bacia. Os resultados revelaram que a área total da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois é de 1.540,18 ha, dos quais 40,70% são ocupados por pastagem, 35,84% por cafezal e 18,84% por vegetação nativa. O conflito do uso e ocupação do solo nas áreas destinadas à preservação corresponde a 25,58% do território das áreas de APP, evidenciando a presença de atividade antrópica nas áreas legalmente protegidas. O uso conflitivo mais comum nas APP é a pastagem. Cerca de 70% da sub-bacia tem aptidão boa ou regular para lavoura, em um ou mais níveis de manejo. Essa aptidão pode ser potencializada com maiores investimentos em pesquisa, melhoramento de plantas e práticas conservacionistas do solo e da água. Foi concluído que é necessário realizar a adequação do uso das terras na sub-bacia para que se alcance um modelo de desenvolvimento sustentável que permita a potencialização da produção agropecuária e que garanta a conservação dos recursos naturais, em especial a proteção do solo e a produção de água. É importante também a participação e a conscientização dos proprietários rurais e arrendatários, o engajamento da população e a implementação de políticas públicas ambientais. Os indicadores de sustentabilidade elaborados poderão auxiliar os tomadores de decisão no que diz respeito às possíveis políticas públicas a serem implementadas para a gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Sub-bacia hidrográfica. Aptidão agrícola. Classes de solos. Cobertura do solo. Entrevistas. Proprietários rurais.

GENERAL ABSTRACT

In recent decades it has been seen a reduction in the availability of fresh water in the world. Due to the increase in demand for water caused by population growth. In order to achieve balance between supply and demand for water, it is necessary the implementation of sustainable practices related to appropriate conservation and management of soil and forests, mainly in areas of water production, as well as its sustainable consumption. Faced with this situation, the management of water resources has been important, because through it is possible to regulate the use and ensure the protection of these resources. The study area is corresponds to the sub-watershed of Córrego dos Bois, located in Oliveira Municipality, MG, considered the main water fountainhead supply the city. The aim of this study is contribute to scientific knowledge about the characterization of this sub-watershed, with the development of sustainability indicators. The Thesis was separated into three articles. Article 1 presents classes of land use and occupation, the definition of permanent preservation areas and the identification of conflict occurrence between land use and legislation. In article 2 was identified soil classes, the capacity of use and agricultural suitability of land. Article 3 identified and characterized the main social, economic, institutional and environmental aspects, through interviews with landowners and property lessees located in drainage area of the sub-watershed. The results showed that the total area of the sub-watershed Córrego dos Bois is 1540.18 hectares, of which 40.70% is occupied by pasture, 35.84% by coffee plantation and 18.84% for native vegetation. The conflict of land use and occupation in areas intended for preservation corresponds to 25.58% of APP territory, indicating the presence of human activity in the areas legally protected by environmental law. The most common conflictive use of APP is the pasture. Around 70% of the sub-watershed has good or regular suitability for tillage, in one or more management levels. This ability may be enhanced with higher investment in researches, plant breeding and practices of soil and water conservation. It was concluded that is necessary the adequacy of land use in the sub-watershed in order to reach a sustainable development model that allows the enhancement of agricultural production and ensure the natural resources conservation, mainly the soil protection and water production. It is also important to the participation and awareness of landowners and property lessees, the engagement of population and implementation of environmental policies. The developed sustainability indicators will be able to assist decision makers about possible public policies to be implemented for the management of water resources.

Keywords: Sub-watershed. Land suitability. Soil classes. Land cover. Interviews. Landowners.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

Figura 1 - Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	44
Figura 2 - Imagem da sub-bacia e da hidrografia do Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	45
Figura 3 - Uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	50
Figura 4 - Áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	55

ARTIGO 2

Figura 1- Localização da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	73
Figura 2 - Uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	75
Figura 3 - Modelo digital de elevação da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	77
Figura 4 - Mapa de classes de declive da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	79
Figura 5 - Mapa de solos semidetalhado da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	94
Figura 6 - Mapa de capacidade de uso das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	99
Figura 7 - Adequação do uso atual das terras de acordo com a capacidade de uso para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	101
Figura 8 - Mapa de aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	103
Figura 9 - Adequação do uso atual das terras de acordo com a aptidão agrícola para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	105

ARTIGO 3

Figura 1 - Localização da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	119
--	-----

Figura 2 - Idades dos proprietários rurais e arrendatários na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG	126
Figura 3 - Nível de instrução dos proprietários rurais e arrendatários na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.	127
Figura 4 - Tempo em que os proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, trabalham na atividade agropecuária.	129
Figura 5 - Percentual de uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, MG.	137

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1 - Largura das áreas de preservação permanente em relação à largura do curso d'água	25
Tabela 2 - Largura das áreas de preservação permanente de acordo com a área	25

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

Tabela 1 - Uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, em área e porcentagem.	51
Tabela 2 - Porcentagem de áreas ocupadas pelas áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	53
Tabela 3 - Quantificação do uso e cobertura do solo nas áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.	56
Tabela 4 - Quantificação do uso e cobertura do solo em cada categoria de áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	57
Tabela 5 - Recomposição mínima das áreas de preservação permanente de acordo com o tamanho do imóvel rural em módulos fiscais.	58
Tabela 6 - Indicadores ambientais elaborados a partir da análise de uso e ocupação do solo e das áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	59

ARTIGO 2

Tabela 1 - Uso atual do solo em área e porcentagem na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG	76
Tabela 2 - Classes de altitude da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	78
Tabela 3 - Área e representatividade das classes de declive da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG	79
Tabela 4 - Identificação dos perfis de solos e amostras extras com suas respectivas coordenadas na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG	80

Tabela 5 -	Atributos químicos e físicos dos seis perfis de solos amostrados na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	83
Tabela 6 -	Fatores limitantes gerais e específicos das classes de solos de ocorrência na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	85
Tabela 7 -	Tabela de julgamento dos fatores limitantes gerais do sistema de capacidade de uso.	87
Tabela 8 -	Tabela de julgamento dos fatores limitantes específicos do sistema de capacidade de uso.	88
Tabela 9 -	Descrição e representação dos níveis de manejo de acordo com a classificação Sistema de Avaliação Agrícola das Terras.....	93
Tabela 10 -	Área e representatividade das unidades de mapeamento de solos da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	95
Tabela 11 -	Área e representatividade das unidades de capacidade de uso das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	100
Tabela 12 -	Área e representatividade da adequação do uso atual das terras de acordo com a capacidade de uso para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	102
Tabela 13 -	Área e representatividade dos grupos de aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	104
Tabela 14 -	Área e representatividade da adequação do uso atual das terras de acordo com a aptidão agrícola para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	106
Tabela 15 -	Categorias de adequação em relação a cada uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	107
Tabela 16 -	Indicadores ambientais elaborados a partir do estudo de adequação do uso atual das terras de acordo com a aptidão agrícola da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.....	108

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	15
1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Recursos hídricos	18
2.2	Bacia hidrográfica	19
2.3	Indicadores de sustentabilidade	20
2.4	Uso e ocupação do solo	22
2.5	Áreas de preservação permanente	24
2.6	Levantamento do solo, capacidade de uso e aptidão agrícola das terras	27
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	38
	ARTIGO 1 Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais	38
	REFERÊNCIAS	62
	ARTIGO 2 Levantamento semidetalhado de solos, capacidade de uso e aptidão agrícola das terras como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Oliveira, Minas Gerais	66
	ARTIGO 3 Participação da população na elaboração de indicadores para a gestão de recursos hídricos na sub-bacia Córrego dos Bois, Oliveira, Minas Gerais	114

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para todos os seres vivos. O homem utiliza esse recurso no desenvolvimento de atividades econômicas, tais como a agricultura, pecuária e indústria, produção de energia, além do uso doméstico.

Ao longo dos anos, a disponibilidade de água potável no mundo tem diminuído consideravelmente, devido a fatores como poluição, degradação das florestas e mudanças climáticas. Além dos efeitos negativos à qualidade da água, a demanda por água tem aumentado nos últimos anos, acompanhando o crescimento da população.

Para que se possa alcançar o equilíbrio entre a oferta e a demanda por água, é necessária a implantação de práticas sustentáveis, que envolvam a conservação e manejo conservacionista adequado dos solos e florestas, principalmente das áreas produtoras de águas, além do consumo sustentável.

Diante desse quadro, a gestão dos recursos hídricos tem se mostrado importante, pois por meio dela é possível regular o uso e garantir a proteção desses recursos, em conformidade com a legislação e normas pertinentes. No que se refere à gestão dos recursos hídricos para fins de abastecimento público nos municípios, são necessários estudos em âmbito local que possam fornecer subsídios técnico-científicos para o planejamento e implantação de políticas públicas.

Nesse sentido, a área de estudo delimitada foi a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, localizada na zona rural do Município de Oliveira, MG. O objetivo da delimitação foi o de apurar as peculiaridades da área, fornecendo informações mais precisas sobre suas demandas e potencialidades.

A sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois é o principal manancial de abastecimento público do Município de Oliveira, MG, há mais de quatro décadas. Nessa sub-bacia é captada a maior parte da água que abastece o município e sua operacionalização é economicamente viável (SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2016).

O Município de Oliveira, MG, enfrentou dificuldades no abastecimento de água durante o período de seca registrado no verão de 2013/2014. Além disso, a área está inserida em uma região propensa a erosões do tipo voçorocas.

Apesar da importância da área, não existiam trabalhos científicos de caracterização da sub-bacia. A relevância do estudo proposto está justamente no fornecimento de indicadores de sustentabilidade que possam servir de parâmetros para a boa gestão dos recursos hídricos, garantindo a conservação do manancial para que continue atendendo a demanda atual e também possa ser utilizado pelas futuras gerações.

O objetivo geral deste estudo foi desenvolver indicadores de sustentabilidade na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, para auxiliar os tomadores de decisão no que diz respeito às possíveis políticas públicas a serem implementadas para a gestão dos recursos hídricos.

Os objetivos específicos foram:

- a) obter as classes de uso e ocupação do solo, delimitar as APP de acordo com as determinações do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e identificar a ocorrência de conflito entre o uso do solo e a legislação na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois no Município de Oliveira, MG (Artigo 1);
- b) realizar o levantamento das classes de solos, da capacidade de uso e da aptidão agrícola das terras na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois no Município de Oliveira, MG (Artigo 2);

- c) identificar e caracterizar os principais aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, mediante entrevistas com os proprietários rurais e arrendatários de imóveis localizados na área de drenagem da sub-bacia (Artigo 3).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Recursos hídricos

A água é um recurso natural, essencial para a vida humana e ao funcionamento dos ecossistemas. É dotada de valor econômico no que diz respeito aos seus usos múltiplos como, por exemplo, abastecimento público, produção de alimentos, geração de hidroeletricidade, navegação, recreação e desenvolvimento industrial (BRAGA et al., 2008).

Embora o Brasil possua o maior potencial hídrico do mundo, correspondente aproximadamente a 12% da água doce disponível, existem desequilíbrios na demanda e na distribuição dos recursos hídricos. Entre as principais causas desses desequilíbrios estão as condições naturais da distribuição da precipitação e o ciclo hidrológico no Brasil e, também, a distribuição da população e suas atividades (TUNDISI; MATSUMURATUNDISI; TUNDISI, 2008).

A variabilidade do regime pluvial, como observado na maior seca já registrada no sudeste do Brasil, ocorrida no verão de 2013/2014 (COELHO et al., 2016), combinada com a antropização do meio ambiente, tem acarretado situações críticas quanto à capacidade de produção de água das sub-bacias e de geração de energia (SILVA, 2006).

A demanda por água tem aumentado devido ao avanço da industrialização, da concentração urbana e à intensificação das atividades agrícolas. Esses fatores, por sua vez, têm levado ao aumento da contaminação e degradação dos recursos hídricos e dos ecossistemas de águas interiores. A poluição hídrica é causada principalmente pelo uso de fertilizantes agrícolas, lançamento de esgoto humano tratado e não tratado, efluentes agrícolas,

pesticidas e herbicidas, processo de lixiviação do solo e escoamento e deposição atmosférica (HOLT, 2000; TUNDISI et al., 2015).

O aumento da demanda por água é consequência direta do crescimento populacional e da ampliação dos níveis de consumo per capita, e tais fatores aumentam a pressão sobre os mananciais de abastecimento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

Portanto, a gestão dos recursos hídricos é fator primordial para o desenvolvimento territorial e econômico de uma sociedade. É imprescindível a gestão participativa para regular a demanda e compartilhar os usos múltiplos, por meio da definição de indicadores de uso sustentável da água (TUNDISI, 2013).

2.2 Bacia hidrográfica

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, passou a considerar a bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão. Dessa maneira fica evidente a importância do entendimento acerca do conceito de bacias hidrográficas e suas subdivisões (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica é definida como sendo uma área de captação natural da água da chuva que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório, ou seção de controle. É constituída, basicamente, de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

A noção de bacia hidrográfica leva em consideração a existência de divisores d'água, nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, bem como uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (BARRELLA, et al., 2001; TUCCI; SILVEIRA, 2004).

De maneira geral, foi convencionado chamar de bacia hidrográfica toda a área drenada pelo rio principal e, de sub-bacias, as áreas de drenagem afluentes da bacia principal. As sub-bacias hidrográficas estão interligadas por uma rede hídrica, estabelecendo, assim, uma ordem hierárquica, fazendo com que cada bacia se interligue com outra hierarquicamente superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia hidrográfica (PINTO, 2007; SANTANA, 2003; TEODORO et al., 2007).

As características morfológicas, climáticas, de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica influenciam o seu comportamento hidrológico, ou seja, os processos de infiltração, de escoamento superficial e subsuperficial e de evapotranspiração (RODRIGUES; PISSARRA; CAMPOS, 2008).

O manejo das sub-bacias vem sendo conduzido de maneira inadequada, o que tem gerado graves problemas ambientais, principalmente a perda de solo agricultável e consequente assoreamento de cursos d'água, o que, por sua vez, tem afetado o abastecimento dos reservatórios e o fornecimento de água e de energia à população (SILVA, 2006).

De acordo com Santana (2003), as atividades agropecuárias geram impactos de natureza difusa. Porém, ao se delimitar a área de estudo a uma sub-bacia hidrográfica, é possível identificar os focos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada.

2.3 Indicadores de sustentabilidade

O termo “sustentabilidade” vem sendo empregado e discutido como princípio político na formulação e no planejamento de políticas públicas, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, desde a publicação do Relatório de *Brundtland* (HAGHSHENAS; VAZIRI, 2012; RAMETSTEINER et al., 2011). Conhecido também por Relatório “Nosso Futuro Comum”, foi publicado pela

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 e definiu o desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 46).

No entanto, no início da década de 80, o termo já havia sido introduzido no livro “A Estratégia Mundial de Conservação” (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES, 1980). A partir daí, o termo começou a ser utilizado e discutido nas dimensões social, econômica e ambiental, com o objetivo de realizar uma grande mudança no conceito e abordagem do desenvolvimento humano (HAGHSHENAS; VAZIRI, 2012; REITH; OROVA, 2015; SICHE et al., 2008).

Na tentativa de estabelecer a aplicação prática do conceito de sustentabilidade, é necessário determinar indicadores, objetivos e metas que possam proporcionar a medida do desempenho de um sistema em termos de sustentabilidade (PEREIRA; ORTEGA, 2012).

O objetivo principal do desenvolvimento dos indicadores de sustentabilidade foi definido pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992. O desenvolvimento e a identificação dos indicadores têm a finalidade de fornecer bases sólidas de informações para a tomada de decisões (UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1992).

Os indicadores são uma forma de diminuir, capazes de resumir, concentrar e condensar a enorme complexidade do nosso ambiente dinâmico para uma gerenciável quantidade de informação significativa (WARHURST, 2002).

Monitorar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável requer a identificação de indicadores operacionais que proporcionem unidades

gerenciáveis de informações das condições sociais, econômicas e ambientais (BÖHRINGER; JOCHEM, 2007).

O efeito mais significativo de um indicador, especialmente no início de sua aplicação, pode ser simplesmente tornar um problema visível. A prioridade crescente dada a questões de sustentabilidade em muitos países sugere que esses indicadores podem, pelo menos, sensibilizar os gestores e o público, expandindo a base para a tomada de decisão. Além disso, sempre que os indicadores são atualizados e relatados regularmente, eles fornecem sinais claros sobre o sucesso ou o fracasso de iniciativas de políticas nacionais e ações locais (DAHL, 2012).

Segundo Rametsteiner et al. (2011), os indicadores vão além da descrição das condições atuais ou tendências. Eles criam uma compreensão e discernimento sobre como o ser humano e /ou sistemas ambientais operam, sugerem a natureza da intensidade de ligações entre os diferentes componentes dos sistemas estudados e oferecem um melhor entendimento de como as ações afetam as diferentes dimensões (social, econômica e ambiental) da sustentabilidade.

2.4 Uso e ocupação do solo

A interferência do homem na qualidade dos recursos hídricos pode ser definida em função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. De acordo com Pinto (2007), esse fato reflete a relação entre as principais atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica e o tipo de poluição gerada por cada uma delas.

O uso do solo pode alterar a qualidade e a quantidade de água, além de influenciar o armazenamento de água subterrânea e o regime da nascente e dos cursos d'água (PINTO et al., 2004). Além disso, a remoção das florestas tem causado aumento significativo dos processos que levam à degradação de

imensas áreas, com prejuízos aos recursos hídricos e à biodiversidade (PINTO et al., 2009).

A floresta é considerada a ocupação de solo que mais beneficia os recursos hídricos, uma vez que apresenta estreita relação com o ciclo hidrológico, provocando o retardamento da movimentação da água da chuva em direção aos rios e minimizando os efeitos erosivos, a lixiviação de nutrientes do solo e o assoreamento dos corpos d'água (LORENZON; DIAS; LEITE, 2013; RIZZI, 1985).

A influência da floresta sobre o ciclo hidrológico é observada desde o recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando a água é fracionada, sendo uma parte temporariamente retida pelas copas das árvores, evaporando em seguida, em um processo denominado de interceptação. O restante da água chega ao solo da floresta pelo gotejamento de folhas e ramos ou escoando pelo tronco de árvores. No solo, a água é infiltrada ou armazenada em depressões, o que evita o escoamento superficial para as partes mais baixas do terreno, como ocorreria em uma área desprovida de floresta (ARCOVA; CICCIO; ROCHA, 2003).

Alvarenga et al. (2016) sugerem que as florestas consomem mais água do que uma pastagem, mas que a manutenção da cobertura florestal na bacia hidrográfica é necessária para a conservação do solo e da água, redução dos impactos da erosão do solo na produção de água e qualidade das nascentes.

As áreas onde predomina a floresta nativa apresentam melhores condições para a recarga das águas subterrâneas (PINTO et al., 2015, 2016b). Em determinadas bacias hidrográficas, como nas localizadas em áreas montanhosas da Região Sudeste do Brasil, as florestas nativas também desempenham um papel fundamental nos processos de distribuição de água no perfil do solo (PINTO et al., 2016a).

Braga (2005) afirma que em uma bacia hidrográfica a cobertura florestal favorece a regularização da vazão dos cursos d'água, o aumento da capacidade de armazenamento nas sub-bacias, a redução da erosão, a diminuição dos impactos das inundações e a manutenção da qualidade da água.

O escoamento superficial, em bacias hidrográficas com declividade acentuada onde há exploração agropecuária, é capaz de desagregar o solo exposto e de transportar sedimentos para os corpos d'águas. Esses sedimentos, por sua vez, podem carregar, em sua superfície, fertilizantes e agrotóxicos (MERTEN; MINELLA, 2002).

2.5 Áreas de preservação permanente

De acordo com o art. 3º da Lei nº 12.651/2012, entende-se por áreas 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, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

O art. 4º da referida lei trata da delimitação dessas áreas. Considera-se APP, em zonas rurais ou urbanas:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

Tabela 1 - Largura das áreas de preservação permanente em relação à largura do curso d'água.

Largura do curso d'água (m)	Largura da APP (m)
≤10	30
10-50	50
50-200	100
200-600	200
>600	500

Fonte: Brasil (2012).

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

Tabela 2 - Largura das áreas de preservação permanente de acordo com a área.

APP(m)	Área
≥50	≤20 ha Rural
≥100	>20 ha Rural
≥30m	Urbana

Fonte: Brasil (2012).

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

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

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

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

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

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo

plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (BRASIL, 2012).

A preservação e a proteção da vegetação nativa, especificamente aquela situada ao longo de cursos d'água e nascentes, têm se destacado por sua importância na conservação dos recursos hídricos (ALVES et al., 2015; VALLE JUNIOR et al., 2011).

A manutenção das áreas vegetadas no entorno dos cursos d'água garante a proteção dos recursos hídricos, a integridade ecológica nas áreas de várzea, o fluxo gênico entre remanescentes florestais e fornece alimentação e abrigo para a fauna, atuando como barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças nas lavouras (BELLUTA et al., 2011).

Vanzela, Hernandez e Franco (2010) observaram que áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas reduziram, de maneira geral, a qualidade de água em uma bacia hidrográfica.

Segundo Silva, Braga e Fonseca (2010), a preservação das APP pode ser considerada um indicador de sustentabilidade na sub-bacia devido à função ambiental que estas áreas desempenham nos ambientes aos quais estão envolvidas.

As APP ao longo dos cursos d'água ocupam as áreas mais sensíveis de uma bacia hidrográfica e garantem a estabilização das margens dos rios, sendo consideradas importantes no controle da qualidade da água por reduzirem a ocorrência de escoamento superficial, que pode causar erosão e arraste de nutrientes, produtos químicos e sedimentos para os cursos d'água (EUGENIO et al., 2011).

As áreas ao entorno das nascentes são fundamentais para a manutenção da qualidade e quantidade de água, influenciando diretamente o armazenamento da água subterrânea e o regime dos cursos d'água (PINTO et al., 2004).

Pires (2013) destaca a necessidade do mapeamento eficaz das APP, para a manutenção das bacias hidrográficas, o planejamento territorial e o monitoramento do uso sustentável e legal dos recursos naturais.

2.6 Levantamento do solo, capacidade de uso e aptidão agrícola das terras

Para a adequação das atividades humanas, no contexto do desenvolvimento sustentável, é de extrema importância o conhecimento do meio físico-natural a ser explorado. De acordo com Menezes et al. (2009), o uso das terras e a falta de planejamento da produção agrícola têm prejudicado a capacidade de sustentação dos sistemas naturais, levando à degradação e à perda de produtividade, com repercussões negativas nas dimensões sociais, econômicas e ambientais.

Neste sentido, o levantamento de solos pode fornecer subsídios para o planejamento das atividades econômicas a serem desenvolvidas (COSTA et al., 2009). Esse levantamento, aliado a ferramentas de geoprocessamento, proporciona uma base segura e real para a confecção de mapas que representem com acurácia os diferentes ambientes naturais de uma determinada área (MENEZES et al., 2009).

Duarte et al. (2004) também ressaltam a importância do levantamento das características e propriedades dos recursos naturais, bem como sua disposição na paisagem geral, possibilitando uma avaliação do seu potencial e de suas limitações.

Conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1984), a classificação dos solos dentro de um sistema taxonômico uniforme permite a

extrapolação de resultados de pesquisa para áreas com condições pedológicas e ambientais similares.

O conhecimento detalhado dos solos é indispensável para potencializar o uso dos mesmos, por meio de práticas agronômicas sustentáveis (SANTOS et al., 2013).

De acordo com Motta et al. (2001), por meio dos levantamentos de solos é possível identificar e mapear as diversas classes existentes em uma determinada área, classificando-as pelas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas.

A inexistência de levantamentos de solos em escala adequada, em diversas regiões do Brasil (MCBRATNEY; SANTOS; MINASNY, 2003) traz como consequência a má utilização dos recursos naturais, o que leva à degradação dos solos e ao subaproveitamento do potencial econômico regional (GIASSON; INDA JÚNIOR; NASCIMENTO, 2006).

A capacidade de uso da terra pode ser definida como a adequação da terra às diversas formas de utilização agrícola, sem que ocorra o esgotamento do solo por meio do seu uso, pelos fatores de desgaste e empobrecimento (LEPSCH et al., 2015). A classificação de capacidade de uso é uma técnica que demonstra, de forma clara, quais os fatores de limitação e o potencial dos solos de uma área.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Terras na Capacidade de Uso (LEPSCH et al., 2015) é uma versão modificada da classificação americana (KLINGEBIEL; MONTGOMERY, 1961). Esse sistema, que se identifica com o planejamento de conservação de solo na agricultura, em nível empresarial, é amplamente utilizado em decorrência de sua simplicidade (MARQUES, 1971).

Segundo Giboshi, Rodrigues e Lombardi Neto (2006), um programa de conservação do solo deve considerar a capacidade de suporte da terra para definir sua adequada utilização, garantindo seu uso intensivo e permanente sem provocar sua degradação.

Segundo Resende et al. (2014), a classificação das terras, englobando os aspectos físicos e socioeconômicos, serve de elemento de disseminação de conhecimento, tornando-se uma ferramenta de previsão e planejamento.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração dos indicadores de sustentabilidade, neste trabalho, teve como principal objetivo fornecer subsídios técnico-científicos que possam auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisões.

Destaca-se a característica multidisciplinar deste estudo, pois envolveu questões ligadas às áreas social, econômica e ambiental.

Para a sua concepção, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento, que permitiram uma análise mais eficiente dos dados, devido à agilidade e viabilidade econômica dessa técnica.

Este trabalho apresentou-se inovador ao propor um estudo em uma área de relevante interesse para a população local, uma vez que se trata do principal manancial de abastecimento público do Município de Oliveira, MG. Observou-se ainda que, até então, não existiam trabalhos científicos de caracterização da sub-bacia.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, novos estudos poderão ser realizados, entre os quais, sugerem-se:

- Levantamento dos atributos físicos e químicos indicadores de qualidade do solo em relação à erosão hídrica e recarga de água. Esses dados poderão subsidiar estudos de predição de erosão hídrica e de cálculo do índice de qualidade de solo;
- Monitoramento de variáveis hidrometeorológicas na sub-bacia, registradas em intervalos de tempo pré-definidos, para futuros estudos hidrológicos;
- Avaliação da qualidade de água, por meio do índice de qualidade de água;
- Levantamento florístico para que se identifiquem as espécies mais adequadas para a recomposição das APP;
- Elaboração de um índice de sustentabilidade da sub-bacia.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L. A. et al. Assessment of land cover change on the hydrology of a Brazilian head water watershed using a distributed hydrology-soil-vegetation model. **Catena**, Amsterdam, v. 134, p. 26-34, Aug. 2016.
- ALVES, K. C. C. de L. F. et al. Avaliação temporal dos conflitos de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Formoso, Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 271-283, jul./set. 2015.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, mar./abr. 2003.
- BELLUTA, I. et al. Aplicação de técnica de geoprocessamento em áreas degradadas de mata ciliar e sua correlação com qualidade da água numa sub-bacia hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 177-198, abr./jun. 2011.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. p. 187-208.
- BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. E. P. Measuring the immeasurable: a survey of sustainability indices. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 1-8, June 2007.
- BRAGA, B. P. F. et al. Pacto federativo e gestão das águas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 17-42, 2008.
- BRAGA, R. A. P. **Avaliação dos instrumentos de políticas públicas na conservação integrada de florestas e águas, com estudo de caso na bacia do Corumbataí – SP**. 2005. 310 p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n^{os} 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n^{os} 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida

Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

COELHO, C. A. S. et al. The 2014 southeast Brazil austral Summer drought: regional scale mechanism and teleconnections. **Climate Dynamics**, v. 46, n. 1, p. 3737-3752, June 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

COSTA, O. V. et al. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n. 5, p.1137-1145, 2009.

DAHL, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, Oxford, v. 17, n. 10, p. 14 -19, June 2012.

DUARTE, S. M. A. et al. Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e Sistema de Informações Geográficas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa, 1984. 427 p.

EUGENIO, F. C. et al. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 563-571, out./dez. 2011.

GIASSON, E.; INDA JUNIOR, A. V.; NASCIMENTO, P. C. Estimativa do benefício econômico potencial de dois levantamentos de solos no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 478-486, mar./abr. 2006.

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação do uso e manejo da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 861-866, out./dez. 2006.

HAGHSHENAS, H.; VAZIRI, M. Urban sustainable transportation indicators for global comparison. **Ecological Indicators**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 115-121, Apr. 2012.

HOLT, M. S. Sources of chemical contaminants and routes in to the fresh water environment. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 38, supl. 1, p. 21-27, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada 2016**. Cidades@, 2016. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. **World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development**. Switzerland: IUCN, 1980. 77 p.

KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land capability classification**. Washington: Soil Conservation Service, 1961. 21 p.

LAUDARES, S. S. A. **Atividades de baixo impacto e uso antrópico consolidado previstos no novo código florestal brasileiro (Lei nº 12.651/12)**. 2014. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

LORENZON, A. S.; DIAS, H. C. T.; LEITE, H. G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 619-627, jul./ago. 2013.

MARQUES, J. Q. A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação**. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil, 1971. 433 p.

MCBRATNEY, A. B.; SANTOS, M. L. M.; MINASNY, B. On digital soil mapping. **Geoderma**, Amsterdam, v. 117, n. 1/2, p. 3-52, Nov. 2003.

MENEZES, M. D. et. al. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de Minas

Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1544-1553, nov./dez. 2009.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, out./dez. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mananciais**. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>>. Acesso em: 11 de jul. 2016.

MOTTA, P. E. F. et al. **Levantamento pedológico detalhado, erosão dos solos, uso atual e aptidão agrícola das terras de microbacia piloto na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos, MG**. Belo Horizonte: CEMIG, 2001. 51 p.

PEREIRA, L.; ORTEGA, E. A modified footprint method: the case study of Brazil. **Ecological Indicators**, Oxford, v. 16, p. 113-127, May 2012.

PINTO, D. B. F. et al. Qualidade da água do ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande, MG, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, jul./ago. 2009.

PINTO, D. B. F. **Qualidade dos recursos hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande - MG**. 2007. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PINTO, L. C. et al. Micro morphology and pedogenesis of mountainous inceptisols in the Mantiqueira Range (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 5, p. 455-462, set./out. 2015.

PINTO, L. C. et al. Role of Inceptisols in the Hydrology of Mountainous Catchments in Southeastern Brazil. **Journal of Hydrologic Engineering**, Reston, v. 21, n. 2, Feb. 2016a.

PINTO, L. C. et al. Spatial prediction of soil–water transmissivity based on fuzzylogic in a Brazilian head water watershed. **Catena**, Amsterdam, v. 143, p. 26-34, Aug. 2016b.

PINTO, V. A. P. et al. E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, jun. 2004.

PIRES, M. O. **O cadastro ambiental rural**: das origens às perspectivas para a política ambiental. Brasília: Conservação Internacional do Brasil, 2013. 44 p.

RAMETSTEINER, E. et al. Sustainability indicator development-science or political negotiation? **Ecological Indicators**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 61-70, Jan. 2011.

REITH, A.; OROVA, M. Do Green neighbourhood ratings cover sustainability? **Ecological Indicators**, Oxford, v. 48, p. 660-672, Jan. 2015.

RESENDE, M. et.al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 6. Ed. Lavras: Editora da UFLA, 2014. 404 p.

RIZZI, N. E. Função da floresta na manutenção da qualidade da água para uso humano. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 15, n. 12, p. 54-65, jan./dez. 1985.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310-322, jul. 2008.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Dados operacionais**. Oliveira: SAAE, 2016. Disponível em: <<http://www.saaeoliveira.com.br/dados-operacionais#conteudo>>. Acesso em: 25 abr. 2016

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63 p.

SANTOS, R. D. et. al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

SICHE, J. R. et. al. Sustainability of nations by indices: comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the energy performance indices. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 66, n. 4, p. 628-637, 2008.

SILVA, P. M. O. **Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG.**

2006. 155 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, S. H. L.; BRAGA, F. A.; FONSECA, A. R. Análise de conflito entre legislação e uso da terra no município de Itabira – MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 131-144, 2010.

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

TEODORO, V. L. I. et. al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 20, p. 137-156, 2007.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 943 p.

TUNDISI, J. G. et al. Water availability, water quality water governance: the future ahead. **Proceeding soft He International Association of Hydrological Sciences**, Washington, v. 366, p. 75-79, 2015.

TUNDISI, J. G. Governança da água. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 222-235, jul./dez. 2013.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURATUNDISI, T.; TUNDISI, J. E. M. Conservação e uso sustentável de recursos hídricos: o desafio urgente. In: BARBOSA, F. (Org.). **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2008. p. 157-184.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Agenda 21, programme of action for sustainable development, adopted at the United Nations conference on environment and development**. Rio de Janeiro: United Nations Sustainable Development, 1992. 351 p.

VALLE JUNIOR, R. F. et. al. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do córrego Jataí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 153-157, jul./set. 2011.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras,

Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, Jan. 2010.

WARHURST, A. **Sustainability indicators and sustainability performance
management**. London: Institute for Environment, 2002. 106 p.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

**AVALIAÇÃO DA COBERTURA DO SOLO COMO INDICADOR DE
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UM CASO DE ESTUDO NA SUB-
BACIA DO CÓRREGO DOS BOIS, MINAS GERAIS**

**Evaluation of the land cover as water management indicator: a case study
at Córrego dos Bois sub-basin, Minas Gerais**

Mirian de Sousa Silva, Inácio Thomaz Bueno, Fausto Weimar Acerbi Júnior,
Luis Antônio Coimbra Borges, Natalino Calegario

**Artigo redigido conforme normas da Revista Engenharia
Sanitária e Ambiental**

(Artigo aceito em 1º de julho de 2016 para publicação)

RESUMO

No presente artigo foi realizada uma avaliação da ocupação da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois - Município de Oliveira, MG. Com base nos resultados foram obtidas as classes de uso e ocupação do solo, delimitadas as áreas de preservação permanente (APP), identificadas a ocorrência de conflito entre o uso do solo e a legislação e elaborados indicadores. Foi construído um mosaico a partir de três imagens provenientes dos satélites RapidEye. O método de classificação adotado foi a classificação orientada a objetos e para isso utilizou-se o *software* Ecognition Developer 8.0[®]. O algoritmo utilizado no processo de classificação foi o vizinho mais próximo, que leva em consideração a proximidade dos objetos segmentados na imagem em um espaço de características. A avaliação da exatidão da classificação foi realizada com base na coleta de amostras de acurácia obtidas aleatoriamente em áreas previamente conhecidas na imagem. Foram obtidas as classes água, café, eucalipto, floresta, infraestrutura, mineração, pastagem, rodovia, solo exposto e várzea, e encontradas somente duas categorias de APP, ao longo dos cursos d'água e ao entorno das nascentes. Conclui-se que a área total da sub-bacia Córrego dos Bois é de 1.540,18 ha, dos quais 40,70% são ocupados por pastagem, 35,84% por cafezal e 18,84% por vegetação nativa. O conflito do uso e ocupação do solo nas áreas destinadas à preservação corresponde a 25,58% do território das APP.

Palavras-chave: cobertura vegetal; imagens RapidEye; indicador ambiental.

ABSTRACT

In the present work, we evaluated the occupation of the Córrego dos Bois sub-basin, in the municipality of Oliveira County, Minas Gerais State in Brazil. Based on it, it has been obtained land cover classes, defined areas of permanent preservation, identified the conflict among land use and environmental laws, and calculated environmental indicators. Initially, it was constructed a mosaic of three Rapideye images. The classification method used was the object-based classification with the Ecognition Developer 8.0[®] software. The classifier algorithm applied was the nearest neighbor, which takes in account the proximity of segmented objects in an image in the feature space. A random sampling, in some previously defined areas, performed the evaluation of the classification accuracy. The land cover classes obtained were water bodies, coffee farming, Eucalyptus forests, native forests, buildings, mining, pasture, road, bare land and floodplain. It was identified only two categories of preservation permanent areas in the study area: adjacent to rivers and springs. Concludes that the total area of the Córrego dos Bois sub-basin is 1,540.18 hectares, where 40.70% are pastures, 35.84% are coffee plantations, and 18.84% are native forests. The corresponding conflict of the land use in the preservation areas is 25.58%.

Keywords: vegetal coverage; RapidEye images; environmental indicator.

Título resumido: Indicadores de gestão de Recursos Hídricos

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais enfrentados atualmente é a denominada “Crise Hídrica”, que tem atingido principalmente o Sistema Cantareira na região de São Paulo e outros reservatórios na Região Sudeste do Brasil.

Estudos indicam que os principais fatores que levaram à diminuição dos níveis dos reservatórios foram: o período chuvoso entre 2013 e 2014 que foi atipicamente seco, o aumento efetivo do consumo e desperdício de água pela população, a alteração do uso do solo nas áreas de preservação permanente (APP), a erosão e o assoreamento dos cursos d'água, a falta de planejamento e a má gestão dos recursos hídricos (COELHO et al., 2016; TARGA; BATISTA, 2015).

Nesse sentido, as áreas onde estão localizados os mananciais de abastecimento público devem ser alvo de atenção específica por parte dos pesquisadores, dos gestores públicos e da comunidade local buscando o desenvolvimento sustentável desse sistema (BRASIL, 2014).

Os indicadores servem como importante instrumento de diagnóstico de uma determinada realidade com o intuito de auxiliar os tomadores de decisão (PEREIRA; ORTEGA, 2012). Indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que fornece informação sobre um determinado fenômeno (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 1993).

A escolha dos indicadores depende inicialmente das necessidades dos usuários potenciais. Parte-se de um objetivo a partir do qual se identifica a necessidade de informações de apoio à decisão, em que tais informações são os indicadores (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JR, 2013).

Monitorar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável requer a identificação de indicadores operacionais que proporcionem unidades

gerenciáveis de informações das condições sociais, econômicas e ambientais (BÖHRINGER; JOCHEM, 2007).

Bitar e Braga (2013) descrevem que os indicadores ambientais revelam a situação dos recursos ambientais do meio físico (solo, água e ar), meio biótico (fauna e flora) e meio antrópico (ambiente construído).

Na determinação de indicadores ambientais para a gestão dos recursos hídricos, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento se tornam ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo, na delimitação das APP e na identificação de conflitos de uso do solo em bacias hidrográficas. De acordo com Rodrigues, Rocha e Perez Filho (2007), as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento propiciam maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e são economicamente viáveis.

Cada elemento constituinte da cobertura terrestre pode ser discriminado pelos atributos espectrais, texturais, de forma e contexto, permitindo, assim, por técnicas de geoprocessamento, a extração direta das informações presentes na paisagem e o mapeamento da cobertura terrestre (REIS et al., 2012).

Objetivou-se com este trabalho: a) obter as classes de uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, no Município de Oliveira, MG, mediante a combinação de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento; b) delimitar as APP de acordo com as determinações do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e identificar a ocorrência de conflito entre o uso do solo e a legislação na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois no Município de Oliveira, MG; c) elaborar indicadores ambientais a partir dos resultados obtidos do uso e ocupação do solo e da análise das APP na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, no Município de Oliveira, MG.

A sub-bacia do Córrego dos Bois foi selecionada por ser considerada o principal manancial de abastecimento público de Oliveira, MG, há mais de

quatro décadas, além de estar inserida em uma região propensa a erosões do tipo voçorocas e pelo fato de que o município, atualmente, vem enfrentando dificuldades no abastecimento público decorrentes da crise hídrica.

METODOLOGIA

Localização e características da área de estudo

A área de estudo é a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, localizada no Município de Oliveira, estado de Minas Gerais, afluente do Rio Jacaré e inserida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Rio das Mortes GD2 (UPGRH-GD2), (Figura 1). O Rio Jacaré é um dos afluentes do Rio Grande.

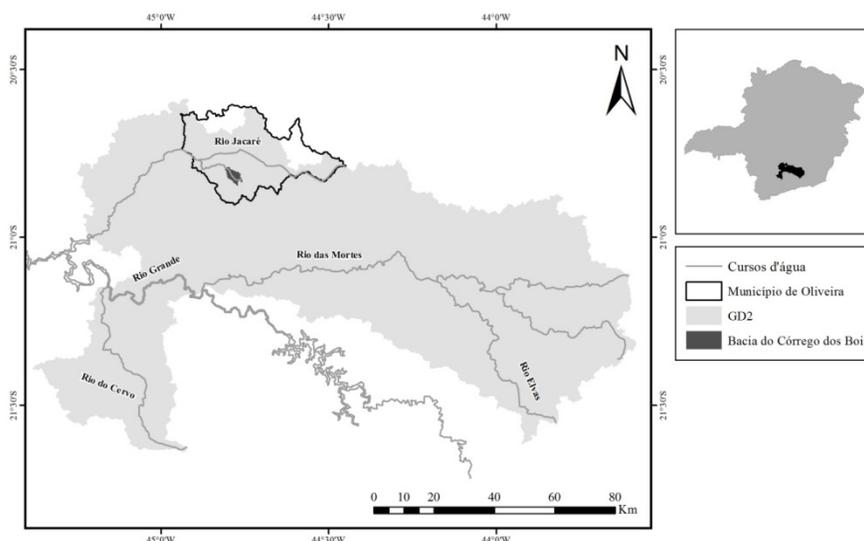


Figura 1 - Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Fonte: Adaptada do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2014).

A sub-bacia encontra-se completamente na área rural do Município de Oliveira, MG, cujas coordenadas geográficas são 20°48'46''S, 44°47'32''O, e em uma área aproximada de 1.540 ha (Figura 2). A sub-bacia é cortada pela Rodovia Fernão Dias (BR-381) que liga Belo Horizonte a São Paulo entre o km

626 e o km 629, sentido sul. É considerada o principal manancial de abastecimento público do município (SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2014).

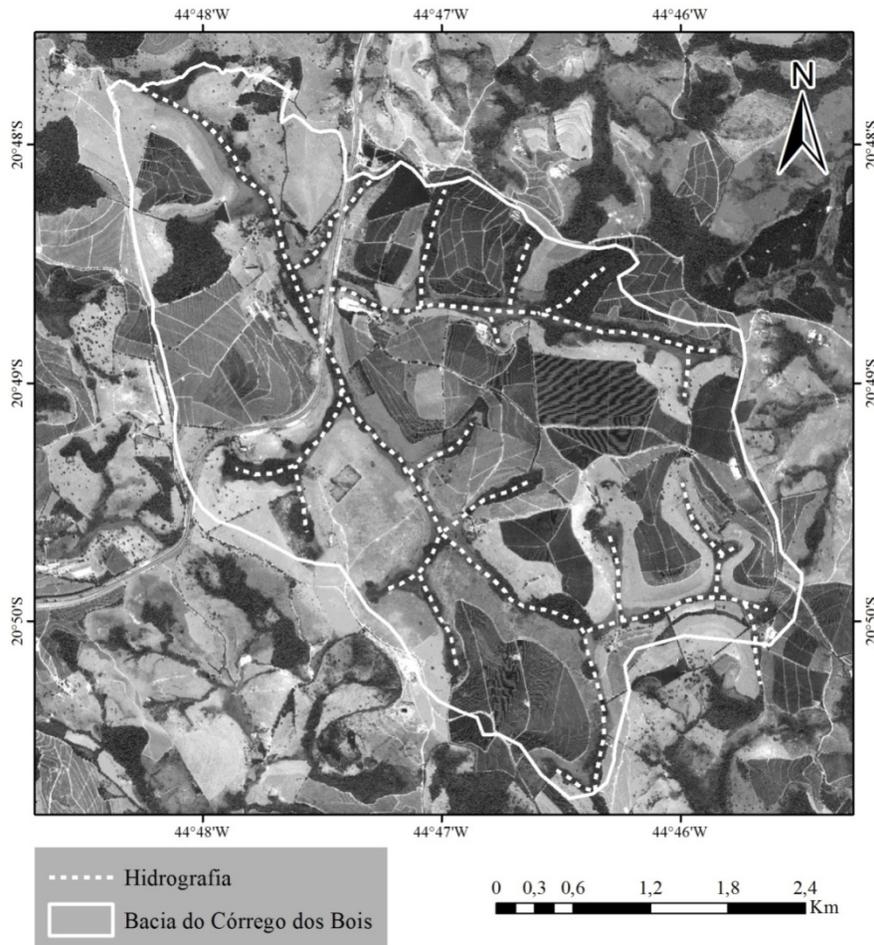


Figura 2 - Imagem da sub-bacia e da hidrografia do Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

A população estimada para o Município de Oliveira é de 41.739 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016).

O clima de Oliveira, segundo a classificação climática de Köeppen, é Cwb - mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno. A precipitação e a temperatura média anual são de 1.500 mm e 19 °C, respectivamente (PREFEITURA MUNICIPAL DE OLIVEIRA, 2011).

A sub-bacia está inserida no bioma Mata Atlântica e, de acordo com o mapeamento da cobertura vegetal realizado em 2009, 11,88% da sua área total está representada pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Montana (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2014). A classificação do solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2001).

Mapeamento das classes de cobertura e uso do solo

Foi construído um mosaico a partir de três imagens provenientes dos satélites RapidEye, correspondendo as cenas 2329415, 2329515, 2329516, com as respectivas datas de 14 de março de 2010, 11 de março de 2010 e doze de fevereiro de 2010. As imagens RapidEye possuem alta resolução espacial (5 metros) e boa resolução espectral (5 bandas), proporcionando um alto nível de detalhamento no mapeamento da área de estudo.

O método de classificação adotado foi a classificação orientada a objetos e para isso utilizou-se o *software* Ecognition Developer 8.0® (TRIMBLE, 2010). O método de classificação orientada a objetos consiste em agrupar *pixels* de valores similares em regiões de acordo com um parâmetro de escala pré-estabelecido pelo usuário, segmentando a imagem em objetos homogêneos, que

atendam a um determinado fim (BOTELHO; CENTENO, 2005). O algoritmo utilizado no processo de segmentação foi o algoritmo de multiresolução proposto por Baatz e Schäpe (2000), que leva em consideração critérios de cor, forma e escala para definir a homogeneidade dos segmentos. Após a segmentação, foram coletadas amostras de treinamento contendo objetos para as classes água, café, eucalipto, floresta, infraestrutura, mineração, pastagem, rodovia, solo exposto e várzea, definidas na área de estudo. O algoritmo utilizado para a classificação foi o Vizinho Mais Próximo.

A avaliação da exatidão da classificação foi realizada com base na coleta de amostras de acurácia obtidas aleatoriamente em áreas previamente conhecidas na imagem. Essa informação foi comparada com os resultados da classificação por uma matriz de confusão, onde informações de acurácia global, do produtor e do usuário são extraídas para a certificação da qualidade do mapeamento, conforme metodologia descrita por Congalton e Green (2009).

Delimitação das áreas de preservação permanente

A delimitação das APP ao longo dos cursos d'água (APP-1) seguiu as especificações presentes nos art. 4º e 5º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, nas quais, para cursos d'água com largura inferior a 10 metros, a APP deve ser de 30 metros, e para nascentes (APP-2) a APP deve ter um raio mínimo de 50 metros. A delimitação das APP foi feita por meio do *software* ArcGIS 10.1® (ESRI, 2011), a base vetorial utilizada foi a drenagem fornecida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto do Município de Oliveira, MG, e, por meio do comando *buffer*, delimitaram-se as APP conforme especificado na legislação. Logo após mesclaram-se as duas categorias de APP por meio do comando *merge*, depois com o comando *dissolve*, retiram-se as sobreposições de áreas de forma que as APP se tornaram um único arquivo vetorial.

Para delimitar as APP de topo de morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25° e as APP de encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive, foi empregada a metodologia de Santos (2013), utilizando como base o modelo digital de elevação.

Análise de conflito nas áreas de preservação permanente

Para avaliar a presença de vegetação nativa dentro das APP, foi feita a interseção das camadas de cobertura do uso do solo e da camada das APP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classes de uso e ocupação do solo

A classificação obteve uma acurácia global de 85,28% e o valor do índice Kappa de 0,85. Segundo Congalton e Green (2009), valores de coeficiente Kappa entre 0,8 e 1,0 indicam que a classificação alcançou um resultado satisfatório.

Trata-se de uma sub-bacia hidrográfica com 76,54% de sua área total ocupada com atividade agropecuária, sendo que 40,70% e 35,84% da área total é ocupada, respectivamente, por pastagem e café (Figura 3 e Tabela 1).

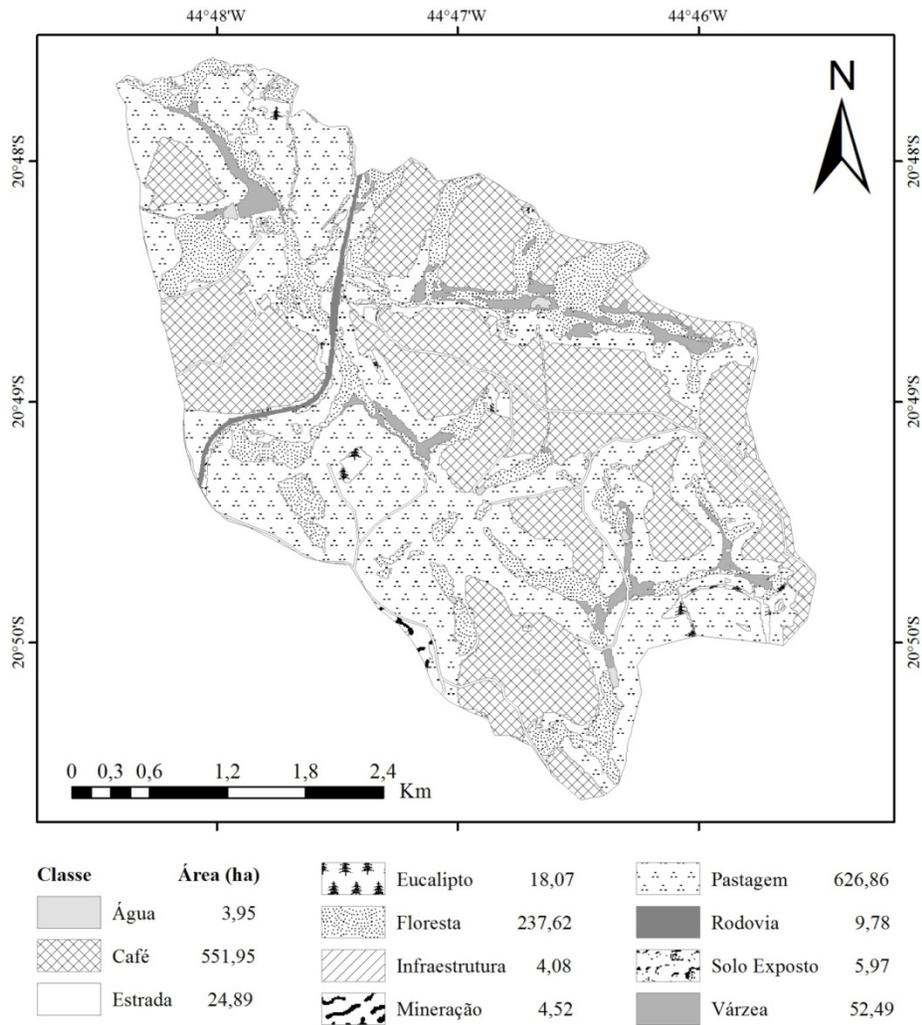


Figura 3 - Uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Tabela 1 - Uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, em área e porcentagem.

Uso	Classes de Ocupação	Hectares	%
Agrícola/Pastagem	Pastagem	626,86	40,70
	Café	551,95	35,84
Reflorestamento	Eucalipto	18,07	1,17
Vegetação nativa	Floresta (Remanescentes florestais)	237,62	15,43
	Várzea	52,49	3,41
Água	Água (cursos d' água, nascentes, represas)	3,95	0,26
Acesso e transporte	Estrada (rural)	24,89	1,62
	Rodovia BR – 381	9,78	0,63
Outros	Solo exposto	5,97	0,39
	Minação	4,52	0,29
	Infraestrutura (casas, benfeitorias)	4,08	0,26
Total		1.540,18	100,00

Esses dados revelam que a cultura do café na região constitui uma atividade bem consolidada e que não permitiu grandes avanços no setor de silvicultura nos últimos anos (1,17% de eucalipto).

A pastagem se destaca com a maior porcentagem do uso do solo formada para alimentação do rebanho bovino. Somada à cultura do café, a ocupação da sub-bacia teve como consequência um baixo percentual de vegetação nativa (18,84%), não atendendo ao limite mínimo do Código Florestal de 2012, que exige 20% de Reserva Legal (RL), admitindo o cômputo da APP.

Para computar as APP no cálculo do percentual da RL (Lei nº 12.651/2012, art. 15, II), será admitido o cômputo das APP no cálculo do percentual da RL desde que a área a ser computada esteja conservada ou em processo de recuperação, conforme a comprovação do proprietário ao órgão estadual integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Dos 18,84% de vegetação nativa na sub-bacia (Tabela 1), 11,84% de vegetação nativa pode ser instituída como RL porque não é APP. Chama-se atenção que

desses 18,84% de vegetação nativa apenas 7,00% (5,91% de florestas e 1,09% de várzea) é APP (Tabela 3). Vale ressaltar que, conforme dispõe o art. 67, do Novo Código Florestal.

Os imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 4 (quatro) módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no artigo 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo (BRASIL, 2012).

Ou seja, atendendo a esse dispositivo não precisam recompor a RL. Dessa forma, pode-se computar esses 7% juntamente com os 11,84% restante de vegetação nativa no cálculo da RL. Assim, a RL não alcançará o mínimo de 20% exigido para o estado de Minas Gerais.

Os remanescentes florestais ocupam 15,43% da área total da sub-bacia, porcentagem próxima à encontrada no Mapeamento da Cobertura Vegetal de 2009, que corresponde a 11,88% da sua área representada pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Montana (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2014). A diferença de vegetação natural encontrada na sub bacia Córrego dos Bois se deve à melhor resolução espacial do sensor RapidEye (5 metros) utilizado neste estudo, enquanto o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais utilizou o sensor Landsat TM (30 metros), conferindo assim maior exatidão nos resultados desta pesquisa.

Áreas de preservação permanente

Segundo o Novo Código Florestal Brasileiro, estabelecido pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, entende-se por APP:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a

paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

A seguir é apresentada (Tabela 2) a área ocupada por cada categoria de APP na sub-bacia Córrego dos Bois no Município de Oliveira, MG, de acordo com as metragens estabelecidas no Art. 4º da Lei nº 12.651/12.

Tabela 2 - Porcentagem de áreas ocupadas pelas áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica do Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

APPs	Característica	Área (ha)	% (área ocupada na sub-bacia)
APP-1	30m	126,77	8,23
APP-2	Raio de 50m	17,99	1,17
Total	Sem sobreposições	144,76	9,40

APP-1: ao longo dos cursos d'água; APP-2: entorno das nascentes.

As APP ao longo dos cursos d'água (APP-1) ocupam as áreas mais sensíveis de uma bacia hidrográfica e garantem a estabilização das margens dos rios, sendo consideradas importantes no controle da qualidade da água por reduzirem a ocorrência de escoamento superficial, que pode causar erosão e arraste de nutrientes, produtos químicos e sedimentos para os cursos d'água (EUGENIO et al., 2011). A área ocupada por estas APP é de 126,77 ha, o que representa 8,23% da área total da sub-bacia.

As áreas ao entorno das nascentes, correspondentes a APP-2, representam 1,17% da área da sub-bacia e totalizam 17,99 ha. Essas áreas são fundamentais para a manutenção da qualidade e quantidade de água das nascentes, influenciando diretamente o armazenamento da água subterrânea e o regime dos cursos d'água (PINTO et al., 2004).

Ressalta-se que, não foram encontradas APP relacionadas às categorias topo de morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 m e

inclinação média maior que 25° e encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

Observa-se ainda que as APP ocupam uma área total de 144,76 ha, de um total de 1.540 ha da área da sub-bacia, representando 9,40% de áreas legalmente protegidas.

Uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente

A Figura 4 e a Tabela 3 representam o uso e ocupação do solo nas áreas destinadas à preservação na sub-bacia do Córrego dos Bois.

Verifica-se que a maior parte das APP é ocupada por floresta estacional semidecidual montana e pastagem, correspondendo a 62,96% e 22,52%, respectivamente. As áreas de várzea ocupam 11,46% das áreas destinadas à preservação. O café, a rodovia, o eucalipto e a estrada ocupam, respectivamente, 1,47%, 0,81%, 0,60% e 0,18% das APP.

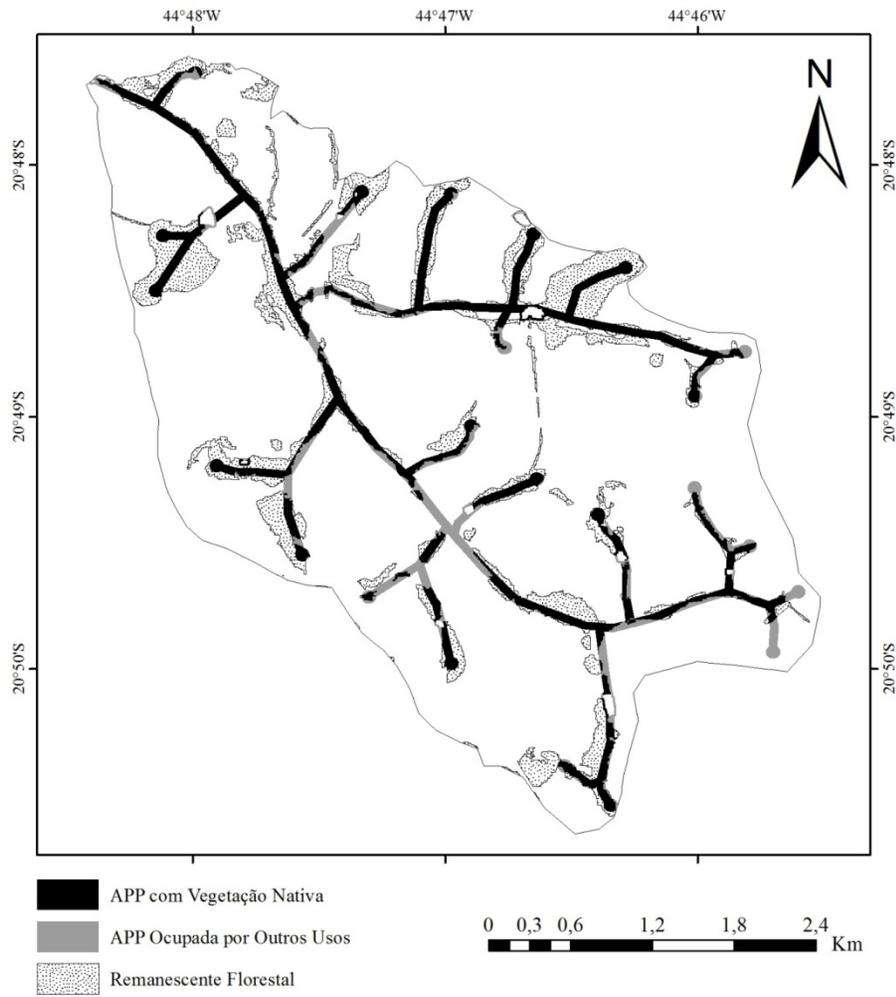


Figura 4 - Áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Tabela 3 - Quantificação do uso e cobertura do solo nas áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classe de Uso do Solo	APP	
	Área (ha)	%
Floresta	91,13	62,96
Pastagem	32,61	22,52
Várzea	16,60	11,46
Café	2,12	1,47
Rodovia	1,17	0,81
Eucalipto	0,87	0,60
Estrada	0,26	0,18
Infraestrutura	0,00	0,00
Solo Exposto	0,00	0,00
Total	144,76	100,00

O conflito do uso e ocupação do solo nas áreas destinadas à preservação corresponde a 25,58% do território das APP, evidenciando a presença de atividade antrópica nas áreas legalmente protegidas.

Segundo Silva, Braga e Fonseca (2010), a preservação das APP pode ser considerada um indicador de sustentabilidade na sub-bacia devido à função ambiental que estas áreas desempenham nos ambientes aos quais estão envolvidas.

Os resultados do uso e ocupação do solo em cada categoria de APP estão dispostos na Tabela 4. Observa-se que as áreas de preservação correspondentes aos cursos d'água (APP-1) possuem 73,30% das suas áreas cobertas por vegetação nativa (classes de floresta e várzea).

Tabela 4 - Quantificação do uso e cobertura do solo em cada categoria de áreas de preservação permanente da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classes de Uso do Solo	APP-1		APP-2	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Floresta	79,00	62,31	12,14	67,49
Pastagem	28,53	22,50	4,07	22,62
Várzea	16,47	12,99	0,13	0,72
Café	0,87	0,69	1,25	6,95
Rodovia	1,17	0,93	0,00	0,00
Eucalipto	0,47	0,37	0,40	2,22
Estrada	0,26	0,21	0,00	0,00
Infraestrutura	0,00	0,00	0,00	0,00
Solo Exposto	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	126,77	100,00	17,99	100,00

APP-1 ao longo dos cursos d'água; APP-2 entorno das nascentes.

As áreas de pastagem ocupam 22,50% das APP dos cursos d'água e 22,62% das APP das nascentes representando o uso mais conflitante das APP nas duas categorias.

Em um trabalho realizado na bacia hidrográfica do rio Alegre, no Município de Alegre, ES, as classes cafezal e pastagem foram as classes de maior ocorrência das categorias de APP mapeadas, ocupando respectivamente 10,24% e 64,49% (NASCIMENTO; SOARES; RIBEIRO, 2005).

De acordo com esses resultados, deve-se ressaltar que as áreas de pastagem são ocupadas por rebanhos e se caso essas áreas de APP ocupadas por pastagem não forem cercadas, estes poderão invadir as APP dos cursos d'água e das nascentes, interferindo negativamente no processo de regeneração natural, além de compactarem o solo com o pisoteamento, dificultando assim a infiltração d'água no solo. A recuperação das APP deve seguir a regra contida no art. 61-A do Código Florestal detalhada na Tabela 5, que varia de acordo com o tamanho do imóvel rural (módulos fiscais).

Tabela 5 - Recomposição mínima das áreas de preservação permanente de acordo com o tamanho do imóvel rural em módulos fiscais.

Área do imóvel rural (módulo fiscal)	Faixas marginais do curso d'água (metros)	Entorno de nascentes (metros)
≤1	5	15
>1 a 2	8	15
>2 a 4	15	15
>4	*	15

*De acordo com o plano de recuperação ambiental, observando o mínimo de 20 metros e o máximo de 100 metros. Fonte: Adaptado de Laudares (2014).

A manutenção das áreas vegetadas no entorno dos cursos d'água garante a proteção dos recursos hídricos, a integridade ecológica nas áreas de várzea, o fluxo gênico entre remanescentes florestais e fornece alimentação e abrigo para a fauna, atuando como barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças nas lavouras (BELLUTA et al., 2011).

Elaboração dos indicadores ambientais

A análise do uso e ocupação do solo e das APP permitiu a elaboração de quatro indicadores ambientais (Tabela 6).

Tabela 6 - Indicadores ambientais elaborados a partir da análise de uso e ocupação do solo e das áreas de preservação permanente na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Dimensão	Tema	Indicador	Valor do indicador (%)
Ambiental	Uso do solo	Área com uso agropecuário (% da área da sub-bacia)	76,54
		Área com vegetação nativa (% da área da sub-bacia)	18,84
	Legislação (Lei 12.651/12)	APP dos cursos d'água (% das APP dos cursos d'água protegidas com vegetação nativa)	75,31
		APP das nascentes (% das APP das nascentes protegidas com vegetação nativa)	68,20

O maior valor do indicador área com uso agropecuário e o menor valor do indicador área com vegetação nativa apontam um pior desempenho para o alcance do desenvolvimento local integrado e sustentável (KRONEMBERGER; CARVALHO; CÉSAR JR, 2004). Esses mesmos autores, em um trabalho realizado na bacia do Jurumirim em Angra dos Reis, RJ, encontraram 70% da área da bacia ocupada com floresta nativa e 26% ocupada com uso agropecuário.

Já na bacia hidrográfica do rio Atibaia, relacionada a dois importantes centros urbanos e econômicos do Brasil, as regiões metropolitanas de Campinas, SP e de São Paulo, SP, cerca de 70% da bacia está sob a intervenção de alguma atividade antrópica, seja de uso rural, urbano, silvicultura, pastagem ou solo exposto (DEMANBORO; LAURENTIS; BETTINE, 2013).

CONCLUSÕES

A partir da metodologia aplicada, utilizando as técnicas de processamento e análise das imagens *RapidEye*, conclui-se que o geoprocessamento constitui poderosa ferramenta na construção de indicadores ambientais para avaliação da ocupação de sub-bacia.

A área total da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois é de 1.540,18 ha, dos quais 40,70% são ocupados por pastagem, 35,84% por cafezal e 18,84% por vegetação nativa.

O conflito do uso e ocupação do solo nas áreas destinadas a preservação corresponde a 25,58% do território das APP, evidenciando a presença de atividade antrópica nas áreas legalmente protegidas. O uso conflitivo mais comum nas APP é a pastagem.

A pastagem se destaca com a maior porcentagem do uso do solo formada para alimentação do rebanho bovino. Somada à cultura do café, a ocupação da sub-bacia teve como consequência um baixo percentual de vegetação nativa (18,84%), não atendendo ao limite mínimo do Código Florestal de 2012, que exige 20% de RL, admitindo o cômputo da APP.

As APP localizadas ao longo dos cursos d'água e no entorno das nascentes apresentaram áreas protegidas cobertas com vegetação nativa, possuindo respectivamente 75,31% e 68,20% do seu território cobertos por floresta semidecídua e várzea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessária, a adoção de medidas de recuperação das APP, aproximadamente 36 ha, uma vez que os desmatamentos e outros usos incorretos dos solos podem incidir na quantidade e qualidade da água do manancial. No

entanto, com a flexibilização do Novo Código Florestal, cada imóvel pode ter uma variação da faixa de APP a ser recomposta que varia de acordo com o tamanho do imóvel rural (módulos fiscais).

Em um estudo mais aprofundado sobre a ocupação do solo no local e sua sustentabilidade, é aconselhável estudar o histórico de ocupação do café na região, o seu manejo e as suas perspectivas futuras. Além de estudos que permitem avaliar o manejo da pastagem e as questões sociais e econômicas da sub-bacia.

Recomenda-se ao Poder Público de Oliveira, MG, o desenvolvimento de ações de proteção florestal e restauração de áreas degradadas que margeiam os cursos d'água e nascentes, como por exemplo, o "Projeto Conservador das Águas" desenvolvido na sub-bacia hidrográfica das Posses, Extrema, MG, que tem como objetivo a implantação do conceito de Serviços Ambientais.

REFERÊNCIAS

BAATZ, M.; SCHÄPE, A. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: STROBL, J. et al. (Ed.). *Angewandte geographische informations verarbeitung XII*. Wichmann: Herbert Wichmann Verlag, 2000. p. 12-23.

BELLUTA, I.; NEVES, R. C. F.; ZAMPIERI, F. E. S.; SILVA, R. F. B.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. R. L. *Aplicação de técnica de geoprocessamento em áreas degradadas de mata ciliar e sua correlação com qualidade da água numa sub-bacia hidrográfica*. Irriga, v. 16, n. 2, p. 177-198, abr./jun. 2011.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. Indicadores ambientais aplicados à gestão municipal. In: PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. *Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental*. Barueri: Manole, 2013. p. 1-29.

BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. E. P. *Measuring the immeasurable: a survey of sustainability indices*. Ecological Economics, v. 63, n. 1, p. 1-8, 2007.

BOTELHO, M. F.; CENTENO, J. A. S. *Uso integrado de imagem de alta resolução espacial e altura derivada do laser scanner na escolha do classificador orientado a região*. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 11, n. 1, p. 71-87, jan./jun. 2005.

BRASIL. *Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n^{os} 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n^{os} 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n^o 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Mananciais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>. Acesso em: 30 jan. 2014.

COELHO, C. A. S.; OLIVEIRA, C. P.; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M. S.; CARPENEDO, C. B.; CAMPOS, J. L. P. S.; TOMAZIELLO, A. C. N.; PAMPUCH, L. A.; CUSTODIO, M. S.; DUTRA, L. M. M.; ROCHA, R. P.; REHBEIN, A. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale

mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, Berlin, v. 46, n. 11, p. 3737-3752, 2016.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 183 p.

DEMANBORO, A. C.; LAURENTIS, G. L.; BETTINE, S. C. *Cenários ambientais na bacia do rio Atibaia*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 1, p. 27-37, jan./mar. 2013.

ESRI. *ArcGIS desktop 10*. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2011.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. de O.; PIMENTEL, L. B.; MOULIN, J. V. *Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia*. Cerne, v. 17, n. 4, p. 563-571, out./dez. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Mapa de solos do Brasil*. Brasília, IBGE, 2001. 1 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *População estimada 2016*. Cidades@, 2016. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Mapoteca*. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/mapoteca/upgrh-gd2-rio-das-mortes.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CARVALHO, C. N.; CÉSAR JR, J. C. *Indicadores de sustentabilidade em pequenas bacias hidrográficas: uma aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à bacia do Jurumirim (Angra dos Reis/RJ)*. Geochimica Brasiliensis, v. 18 n. 2 p. 86-98, 2004.

LAUDARES, S. S. A. *Atividades de baixo impacto e uso antrópico consolidado previstos no novo código florestal brasileiro (Lei nº 12.651/12)*. 2014. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILIPPI JR, A. A. P. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILIPPI JR, A.;

MALHEIROS, T. F. *Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental*. Barueri: Manole, 2013. p. 31-76.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005. p. 2289-2296.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Environment monographs n° 83: OECD core set of indicators for environmental performance reviews*. Paris: OECD, 1993. 39 p.

PEREIRA, L.; ORTEGA, E. *A modified footprint method: the case study of Brazil*. *Ecological Indicators*, v. 16, p. 113-127, May 2012.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. *Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG*. *Scientia Forestalis*, n. 65, p. 197-206, jun. 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OLIVEIRA. *Atlas escolar histórico, geográfico e cultural do município de Oliveira Estado de Minas Gerais*. Oliveira: Secretaria Municipal de Educação, 2011. 78 p.

REIS, A. A.; TEIXIERA, M. D.; ARCEBI JR, F. W.; MELLO, J. M.; LEITE, L. R.; SILVA, S. T. *Análise do uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente no município de Lavras, MG*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, n. 3, p. 300-308, maio/jun. 2012.

RODRIGUES, T. R. I.; ROCHA, A. M.; PEREZ FILHO, A. Mapeamento de uso e ocupação das terras na Bacia do Baixo Curso do Rio São José do Dourados – SP por sistemas de informações geográficas e imagem de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2007, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: INPE, 2007. p. 6091-6097.

SANTOS, A. P. S. Delimitação de Área de Preservação Permanente (APP) de Topo de Morros. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *Material de Cartografia Digital II do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Viçosa*. Viçosa: UFV, 2013.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. *Dados operacionais*.
Oliveira: SAAE, 2014. Disponível em: <www.saaeoliveira.com.br>. Acesso em:
10 dez. 2014.

SILVA, S. H. L.; BRAGA, F. A.; FONSECA, A. R. *Análise de conflito entre
legislação e uso da terra no município de Itabira – MG*. Caminhos de
Geografia, v. 11, n. 34, p. 131-144, 2010.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T. *Benefits and legacy of the water crisis in
Brazil*. Ambiente & Água, v. 10, n. 2, p. 234-239, 2015.

TRIMBLE. *eCognition® developer 8.64.0 reference book*. [S.l.: s.n.], 2010.
Disponível em: <<http://www.definiens.com/>>. Acesso em: 11 maio 2015.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS
GERAIS. Disponível em <www.zee.mg.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2014.

ARTIGO 2

**LEVANTAMENTO SEMIDETALHADO DE SOLOS, CAPACIDADE DE
USO E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS COMO INDICADOR DE
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UM CASO DE ESTUDO NA SUB-
BACIA DO CÓRREGO DOS BOIS, OLIVEIRA, OLIVEIRA, MINAS
GERAIS**

Mirian de Sousa Silva, Elidiane da Silva, Fábio José Gomes, Marx Leandro
Naves Silva, Luis Antônio Coimbra Borges, Natalino Calegario

Artigo formatado de acordo com as normas da UFLA

RESUMO

O conhecimento do meio físico-natural é de extrema importância para a adequação das atividades humanas ao contexto do desenvolvimento sustentável. O planejamento do uso e ocupação do solo auxilia na minimização de impactos ambientais, garantindo um ecossistema equilibrado aliado à indispensável produção de alimentos. Assim, os objetivos deste estudo foram: realizar o levantamento das classes de solos, das unidades de capacidade de uso e da aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois em Oliveira, MG, além de elaborar indicadores ambientais a partir desses levantamentos. A sub-bacia é considerada o principal manancial de abastecimento público do município, sendo fundamental para o fornecimento de água doce para consumo humano e desenvolvimento de atividades econômicas. No levantamento das classes de solo foram determinados pontos de observação nos diferentes ambientes de solos e paisagens da sub-bacia baseados nos atributos de terreno: declividade, altitude acima da linha de drenagem e índice de umidade. No que diz respeito à capacidade do uso das terras, foi feita a reclassificação das unidades de mapeamento pedológico em função das restrições ao uso agropecuário e resposta às práticas conservacionistas. Já a classificação da aptidão agrícola baseou-se na metodologia do Sistema de Avaliação Agrícola das Terras. Os resultados mostraram que na sub-bacia Córrego dos Bois predominam as classes de solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, que ocorrem em relevo plano a ondulado. Na sub-bacia predominam duas unidades de capacidade de uso, IIs-5 e IVs-5. A unidade de capacidade de uso IIs-5 representa terras aptas a cultivos intensos temporários, culturas permanentes, pastagens e reflorestamentos e a unidade IVs-5 representa terras indicadas ao plantio de culturas perenes de alto e baixo impacto no solo e no ambiente. Com relação à aptidão agrícola, verificou-se que predominam as classes 2(a)bc e 1(a)bc, com aptidão boa ou regular para lavoura, em um ou mais níveis de manejo. Ao cruzar as informações do mapa de aptidão agrícola com o mapa de uso atual do solo, foi possível a elaboração de três indicadores ambientais relacionados à adequação do uso das terras: adequação das áreas de cafeicultura (39,00%), adequação das áreas de pastagem e silvicultura (50,0%) e adequação das áreas com vegetação nativa (33,00%). Foi concluído que é necessário realizar a adequação do uso das terras na sub-bacia para que se alcance um modelo de desenvolvimento sustentável que permita a potencialização da produção agropecuária e que garanta a conservação dos recursos naturais, em especial a proteção do solo e a produção de água.

Palavras-chave: Sub-bacia hidrográfica. Capacidade suporte. Indicador ambiental. Manancial de abastecimento público. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The knowledge of physical and natural environment is extremely importance for the suitability of human activities in the sustainable development context. The planning of land use and occupation helps to minimize environmental impacts, ensuring a balanced ecosystem combined with essential food production. This study aimed: to survey the soil classes, the use capacity of units and agricultural suitability of sub-watershed Córrego dos Bois, in Oliveira municipality, MG, as well as develop environmental indicators from these surveys. This sub-watershed is considered the main water fountainhead of public supply in this municipality, having fundamental importance for the supply of fresh water for human consumption and development of economic activities. In the soil class survey, points of observation were determined in the different environments of soils and landscapes of the sub-watershed based on terrain attributes: slope, altitude above the drain line and moisture content. About the land use capacity, it was done the reclassification of pedological mapping units in relation to agricultural use restrictions and to conservationist practices responses. The classification of land suitability was based on the System for Agricultural Assessment of Lands methodology. The results showed that the sub-watershed Córrego dos Bois has Red-Yellow Argisol and Red-Yellow Oxisol soil classes, which occur in flat and wavy terrain. In the sub-watershed, the units of use capacity IIs-5 and IVs-5 are predominant. The IIs-5 use capacity unit represents suitable lands for temporaries intensive crops, permanents crops, pastures and reforestation and the IVs-5 unit represents the lands appropriated to perennial crops of high and low impact to soil and environment. With respect to agricultural capability, it is possible to verify that classes 2(a)bc and 1(a)bc are predominant, with good or regular suitability for crops, in one or more management levels. When crossing the agricultural suitability map information to the map of current land use, it was possible the development of three environmental indicators related to the suitability of land use: adequacy of coffee plantations (39.00%), adequacy of areas pasture and forestry (50.0%) and adequacy of areas with native vegetation (33.00%). It was concluded that is necessary the adequacy of land use in the sub-watershed in order to reach a sustainable development model that allows the enhancement of agricultural production and ensure the natural resources conservation, mainly the soil protection and water production.

Keywords: Sub-watershed. Support capacity. Environmental indicator. Water fountainhead. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, passou a considerar a bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão e estabeleceu que os Comitês de Bacia Hidrográfica tivessem como área de atuação: a totalidade de uma bacia hidrográfica, uma sub-bacia hidrográfica ou ainda um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas (BRASIL, 1997).

As características morfológicas, climáticas, de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica influenciam o seu comportamento hidrológico, ou seja, os processos de infiltração, de escoamento superficial e subsuperficial e de evapotranspiração (RODRIGUES; PISSARRA; CAMPOS, 2008).

O manejo das sub-bacias vem sendo conduzido de maneira inadequada, o que tem gerado graves problemas ambientais, principalmente a perda de solo agricultável e conseqüente assoreamento de cursos d'água, o que, por sua vez, tem afetado o abastecimento dos reservatórios e o fornecimento de água à população (SILVA, 2006).

De acordo com Santana (2003), as atividades agropecuárias geram impactos de natureza difusa, porém, ao delimitar como área de estudo uma sub-bacia hidrográfica, é possível identificar os focos de degradação ambiental e o grau de comprometimento da produção sustentada. Para isso, é necessária a elaboração de diversos levantamentos na área de estudo, para que se possa determinar a estratificação dos ambientes, o que permite a indicação de recomendações de uso dentro de suas potencialidades, gerando o mínimo de degradação ambiental.

O levantamento de solos pode fornecer subsídios para o planejamento das atividades econômicas a serem desenvolvidas (COSTA et al., 2009). Esse levantamento, aliado a ferramentas de geoprocessamento, proporciona uma base

segura e real para a confecção de mapas que representem com acurácia os diferentes ambientes naturais de uma determinada área (MENEZES et al., 2009). O conhecimento detalhado dos solos é indispensável para potencializar o uso dos mesmos, por meio de práticas agronômicas sustentáveis (SANTOS et al., 2013).

A capacidade de uso da terra pode ser definida como a adequação da terra às diversas formas de utilização agrícola, sem que ocorra o esgotamento do solo pelo uso, pelos fatores de desgaste e empobrecimento (LEPSCH et al., 2015). A classificação da capacidade de uso das terras é uma técnica que demonstra, de forma clara, quais são os fatores de limitação e o potencial de uso de uma área.

Segundo Giboshi, Rodrigues e Lombardi Neto (2006), um programa de conservação do solo deve considerar a capacidade de suporte da terra para definir sua adequada utilização, garantindo seu uso intensivo e permanente sem provocar sua degradação.

Na tentativa de estabelecer a aplicação prática do conceito de sustentabilidade, é necessário determinar indicadores, objetivos e metas que possam proporcionar a medida do desempenho de um sistema em termos de sustentabilidade (PEREIRA; ORTEGA, 2012). O desenvolvimento e a identificação dos indicadores têm a finalidade de fornecer bases sólidas de informações para a tomada de decisões (UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1992).

A sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, objeto deste estudo, é considerada o principal manancial de abastecimento público do Município de Oliveira, MG (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) (SAAE, 2016), sendo de fundamental importância para o fornecimento de água doce para consumo humano e desenvolvimento de atividades econômicas neste município. Em âmbito local, é considerada uma área estratégica. No entanto, apresenta

deficiência de estudos que permitam diagnosticar as melhores opções de uso da terra e as práticas que devem ser implantadas para a manutenção da qualidade do solo e da água, além do desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Objetivou-se com este trabalho realizar o levantamento das classes de solos, da capacidade de uso e da aptidão agrícola das terras, além de elaborar indicadores ambientais a partir desses levantamentos na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, no Município de Oliveira, MG. Este trabalho poderá ser utilizado como subsídio técnico-científico para os programas de gestão ambiental desenvolvidos na região, considerando que a sub-bacia é uma área que produz e fornece água para o abastecimento público municipal em Oliveira, MG.

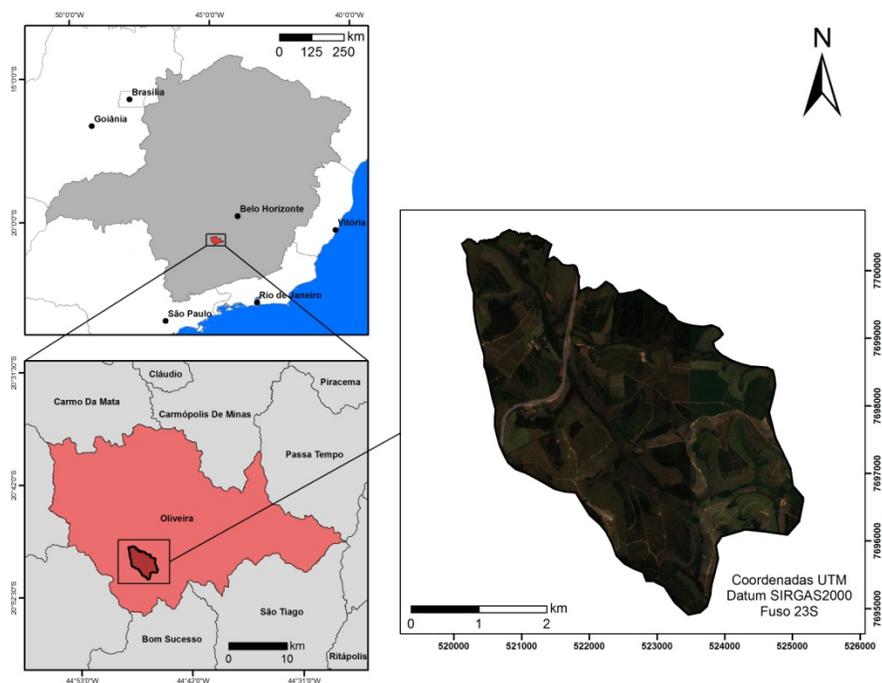
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

2.1.1 Localização, clima e vegetação

O estudo foi realizado na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, que se encontra completamente inserida na zona rural do Município de Oliveira, MG (Figura 1). Localizado na região Centro-Oeste do estado, possui área de 897,294 km², população estimada de 41.739 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,699 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2010).

Figura 1- Localização da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



A sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois possui área de 1.540,18 ha e está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, um dos afluentes do Rio Grande.

O clima da região de Oliveira é o Cwb, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves com estiagem no inverno. A temperatura média anual é de 18,2 °C, tendo nos meses mais quente e mais frio, respectivamente fevereiro e julho, temperaturas médias de 20,8 °C e 14,7 °C. A precipitação média anual é de 1.674 mm e a altitude média é de 1.020 m (ALVARES et al., 2013).

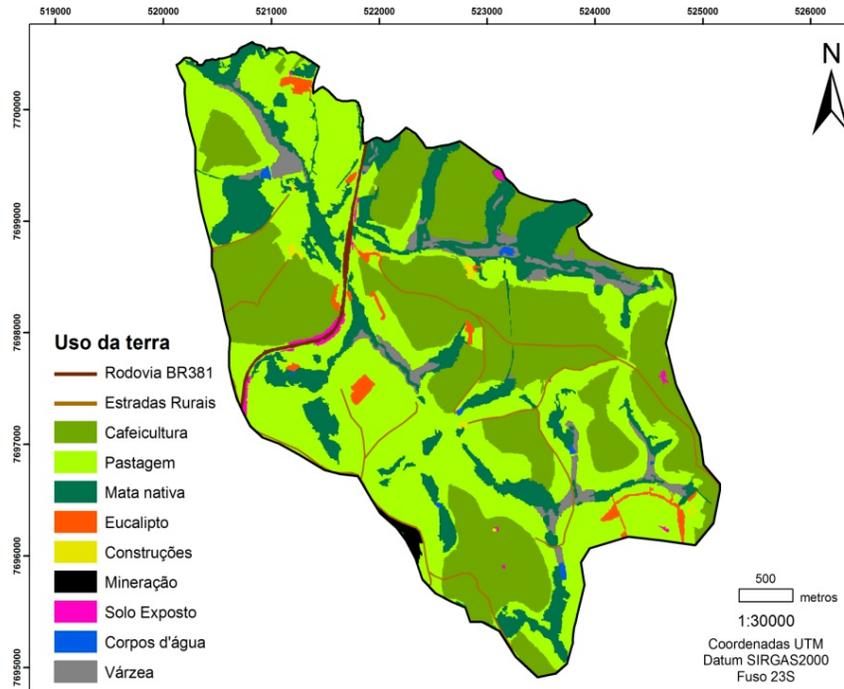
Encontra-se dentro do bioma Mata Atlântica, e, de acordo com o mapeamento da cobertura vegetal realizado em 2009, 11,88% da sua área total está representada pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual

Montana (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2016).

2.1.2 Uso atual do solo

O solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois é utilizado predominantemente para a atividade agropecuária, 76,54% de sua área total, sendo 40,70% ocupada por pastagem e 35,84% por cafeicultura (Figura 2 e Tabela 1).

Figura 2 - Uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2016).

Tabela 1 - Uso atual do solo em área e porcentagem na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

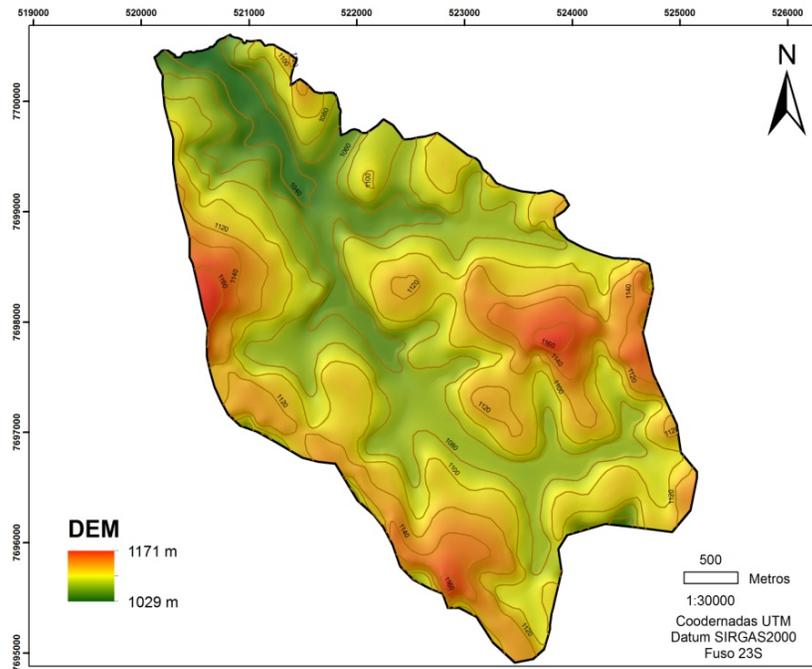
Uso atual	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	626,86	40,70
Cafeicultura	551,95	35,84
Mata Nativa	237,62	15,43
Várzea	52,49	3,41
Estradas rurais	24,89	1,62
Eucalipto	18,07	1,17
Rodovia (BR 381)	9,78	0,63
Solo Exposto	5,97	0,39
Mineração	4,52	0,29
Construções	4,08	0,26
Corpos d'água	3,95	0,26
Total	1.540,18	100,00

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2016).

2.1.3 Altitude e declividade

O mapa de altitude (Figura 3) foi confeccionado no ArcGIS 10.2.2 utilizando curvas de níveis planialtimétricas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com escala de 1:50.000. Os dados de altitude foram agrupados nas seguintes classes: < 1030 m; 1030-1060 m; 1060-1090 m; 1090-1120 m; 1120-1150 m e >1150 m (Tabela 2).

Figura 3 - Modelo digital de elevação da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



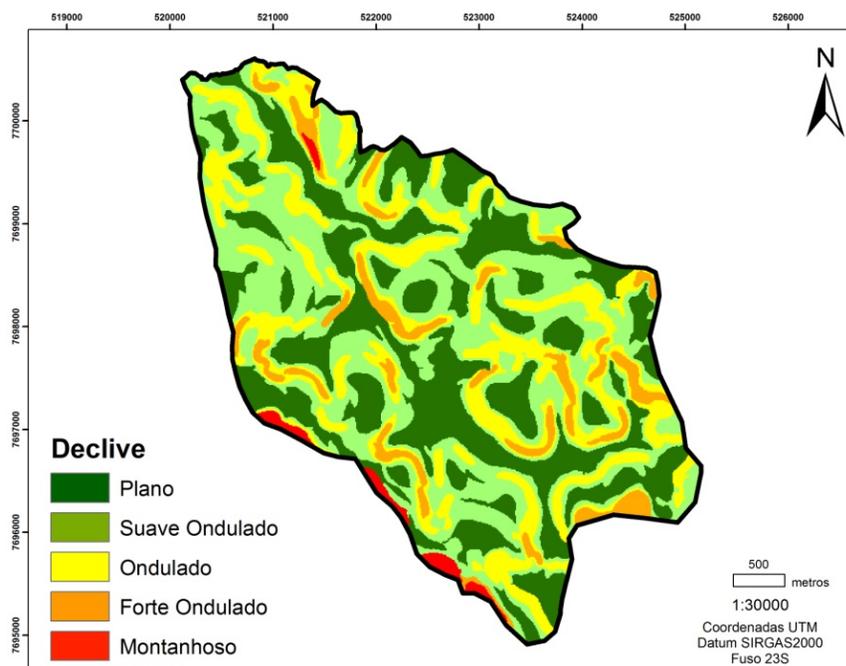
Na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois ocorre a predominância de altitudes variando entre 1.060 e 1.120 m, abrangendo 68,79% da área total (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes de altitude da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classe de altitude	Área (ha)	%
< 1.030	0,54	0,04
1.030 - 1.060	156,89	10,19
1.060 - 1.090	489,98	31,81
1.090 - 1.120	569,61	36,98
1.120 - 1.150	277,74	18,03
> 1.150	45,42	2,95
Total	1.540,18	100,00

A partir dos dados de altitude, obteve-se o mapa de declividade, o qual foi reclassificado em cinco classes, representando as fases do relevo, conforme Santos et al. (2013): Plano: áreas com declives menores que 3%; Suave ondulado: áreas com declives suaves, entre 3 e 8%; Ondulado: áreas com declives acentuados, entre 8 e 20%; Forte ondulado: áreas com fortes declives, entre 20 e 45% e Montanhoso: áreas com declives muito fortes, entre 45 a 75% (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de classes de declive da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



Quanto à distribuição quantitativa das classes de declive, verifica-se que as classes plano e suave ondulado predominam na sub-bacia, ocupando 70% da área total (Tabela 3).

Tabela 3 - Área e representatividade das classes de declive da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classe de declive	Área (ha)	Área (%)
Plano	529,51	34,38
Suave Ondulado	548,62	35,62
Ondulado	332,00	21,55
Forte Ondulado	107,14	6,96
Montanhoso	22,91	1,49
Total	1.540,18	100,00

2.2 Levantamento de solos

Para a realização do levantamento de solos foram determinados pontos de observação, perfis e amostras extras (Tabela 4) nos diferentes ambientes de solos e/ou paisagens encontrados na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, baseados nos atributos de terreno: declividade, altitude acima da linha de drenagem (*Altitude Above Chanel Network - AACN*) e índice de umidade (*Saga Wetness Index – SWI*).

Tabela 4 - Identificação dos perfis de solos e amostras extras com suas respectivas coordenadas na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Ponto	Tipo de Ponto	Coordenadas UTM (Fuso 23K, Datum SIRGAS 2000)	
		X (m E)	Y (m N)
1	Perfil	520.744	7.699.011
2	Perfil	521.054	7.699.405
3	Perfil	523.796	7.698.040
4	Perfil	524.971	7.696.940
5	Perfil	523.507	7.697.639
6	Perfil	521.974	7.698.447
7	Amostra Extra	522.227	7.698.367
8	Amostra Extra	520.295	7.699.867
9	Amostra Extra	520.249	7.699.413
10	Amostra Extra	520.487	7.698.944
11	Amostra Extra	521.120	7.699.407
12	Amostra Extra	522.184	7.698.109
13	Amostra Extra	521.111	7.697.090
14	Amostra Extra	524.760	7.697.392
15	Amostra Extra	522.693	7.695.619
16	Amostra Extra	521.865	7.698.349

Para gerar os atributos de terreno utilizou-se o Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC) com 10 m de resolução, obtido com auxílio da ferramenta *Topo to Raster*, do ArcGIS 10.2.2. Utilizou-se

para esse modelo curvas de níveis planialtimétricas do IBGE, com escala de 1:50.000.

O mapa de declividade foi gerado pela ferramenta *Slope*, do ArcGIS 10.2.2, a partir do MDEHC, e classificado de acordo com Santos et al. (2013).

Os atributos de terreno AACN e SWI foram obtidos a partir do MDEHC utilizando a ferramenta *Basic Terrain Analysis* do SAGA 2.0.8. Esses índices estão relacionados à geomorfologia do terreno.

A área da sub-bacia foi detalhadamente percorrida para observação e amostragem, tanto dos perfis, quanto das amostras extras, para determinação das classes de solos existentes.

O mapa semidetalhado de solos foi elaborado em escala 1:30.000, utilizando-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos atualmente em vigor (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (EMBRAPA, 2013).

Em cada um dos seis perfis foi retirada uma amostra por horizonte, as quais foram, posteriormente, encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, para as análises dos atributos químicos e físicos do solo, conforme os resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Atributos químicos e físicos dos seis perfis de solos amostrados na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Identificação do ponto do perfil do solo	Hor. ¹	Prof. ² (cm)	Granulometria			MO ³	pH Água ⁴	Relação Silte/Argila	P assimilável mg dm ⁻³	Al ³⁺	H ⁺	S ⁵	CTC ⁶	V ⁷	m ⁸
			Areia	Silte	Argila										
1	A	0-20	520	60	420	12,9	5,30	0,14	0,56	0,30	2,21	0,27	2,78	9,59	52,63
	AB	20-45	500	70	430	9,70	4,00	0,16	0,56	0,30	5,34	0,24	5,88	4,01	55,56
	B _w	45+	410	100	490	8,60	4,20	0,20	0,56	0,20	3,62	0,24	4,06	5,94	45,45
2	A	0-23	410	90	500	18,7	4,90	0,18	0,56	0,40	3,30	0,23	3,93	5,89	63,49
	B _w	20-50+	300	90	610	5,40	5,00	0,15	0,56	0,10	2,05	0,23	2,38	9,48	30,30
3	A	0-20	320	60	620	24,8	5,10	0,10	0,84	0,50	4,02	1,01	5,53	18,25	33,11
	AB	20-60	290	50	660	18,7	4,90	0,08	0,56	0,30	3,57	0,28	4,15	6,85	51,72
	B _w	60+	250	30	720	11,8	4,60	0,04	0,56	0,30	2,50	0,37	3,17	11,74	44,78
4	A	0-25	350	110	540	9,70	3,90	0,20	0,56	0,20	1,56	0,36	2,12	16,85	35,71
	Bi	25-90	370	100	530	9,70	3,70	0,19	0,56	0,20	3,58	0,27	4,05	6,71	42,55
	C	90+	290	290	420	0,40	4,30	0,70	0,56	0,00	2,40	0,26	2,66	9,64	0,00
5	A	0-20	530	60	410	22,3	4,40	0,15	1,42	1,00	4,05	0,90	5,95	15,08	52,63
	Bi1	20-50	460	70	470	12,9	4,50	0,15	0,84	1,00	2,95	0,50	4,45	11,26	66,67
	Bi2	50-100	390	150	460	1,40	4,20	0,33	0,56	0,90	1,39	0,23	2,52	8,95	79,65
	C	100+	470	170	360	0,40	5,00	0,47	0,28	0,10	2,49	0,22	2,81	7,85	31,25
6	A	0-12	500	80	420	52,60	4,70	0,19	2,00	0,20	3,84	4,74	8,78	53,95	4,05
	AB	12-40	500	80	420	17,5	4,30	0,19	0,56	0,40	2,05	0,81	3,26	24,89	33,06
	Bt	40+	370	120	510	9,70	4,50	0,23	0,28	0,10	1,42	0,39	1,94	19,90	20,41

Hor.¹: Horizontes; Prof.²: Profundidade; MO.³: Matéria orgânica; pHÁgua⁴: Indica atividade do H⁺ presente na solução do solo; S⁵: Soma de Bases Trocáveis; CTC⁶: Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0; V⁷: Saturação por Bases; m⁸: Saturação por Alumínio.

2.3 Levantamento da capacidade de uso das terras

A classificação de terras quanto à capacidade de uso foi realizada conforme proposição de Klingebiel e Montgomery (1961), adaptada no Sistema Brasileiro de Classificação de Terras na Capacidade de Uso (LEPSCH et al., 2015). Essa metodologia consiste na reclassificação das unidades de mapeamento pedológico em função das restrições ao uso agropecuário e resposta às práticas conservacionistas.

Para isso, foram considerados no levantamento da capacidade do uso das terras, os fatores limitantes gerais e específicos dos solos (Tabela 6), Lepsch et al. (2015), além de outras características e propriedades do perfil do solo. Os fatores limitantes gerais analisados foram: profundidade efetiva, textura, permeabilidade, declividade, erosão. Os fatores específicos foram: pedregosidade, risco de inundação, saturação por alumínio, distrofismo, baixa retenção de cátions, tiomorfismo, sodificação, salinização e carbonatos (LEPSCH et al., 2015; RESENDE et al., 2014).

Para as unidades de mapeamento pedológico que não exibiram perfis modais, como os solos indiscriminados de várzea, os atributos foram derivados a partir das características típicas do solo constituinte.

Tabela 6 - Fatores limitantes gerais e específicos das classes de solos de ocorrência na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classes de solo ¹	Fatores Limitantes ²					Específicos
	Gerais					
	Prof. efetiva ³	Textura ⁴	Declividade ⁵	Perm. ⁶	Erosão Hídrica ⁷	
LVA1	Prof. (2)	Arg. (2)	S. Ond. (B)	Rap./Rap. (1/1)	Não Ap. (θ)	al, di
LVA2	Prof. (2)	Arg (2)	Plano (A)	Rap./Rap. (1/1)	Não Ap. (θ)	ct, di
LVA3	Prof. (2)	M. arg. (1)	Plano (A)	Rap./Rap. (1/1)	Não Ap. (θ)	al, di
CXbd1	Prof. (2)	Arg. (2)	Ond. (C)	Rap./Rap. (1/1)	Não Ap. (θ)	al, di
CXbd2	Prof. (2)	Arg. (2)	Ond. (C)	Mod./Mod. (2/2)	Não Ap. (θ)	pd, di
PVA1	Prof. (2)	Arg. (2)	Ond. (C)	Rap./Mod. (1/2)	Não Ap. (θ)	di
SIV	-	-	-	-	-	hi, i

¹Classes de solos: LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, CXbd: Cambissolo Háptico Tb distrófico, PVA: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, SIV: Solos indiscriminados de várzea; ²Fatores limitantes gerais e específicos adaptados de Lepsch et al. (2015); ³Classe de profundidade efetiva: Prof.: profundo; ⁴Classes de textura da camada: arg.: argilosa, m. arg.: muito argilosa; ⁵Classes de relevo (Declividade): s. ond.: suave ondulado, ond.: ondulado; ⁶Classes de permeabilidade do solo à água das camadas superficial e subsuperficial: rap.: rápida, mod.: moderada; ⁷Classes de erosão hídrica: não Ap.: não aparente; al: álico; di: distrofismo; ct: baixa retenção de cátions; hi: hidromorfismo; i: com risco de inundação.

Em seguida, procedeu-se a classificação pelo método paramétrico utilizando a tabela específica de julgamento dos fatores limitantes gerais e dos fatores específicos (Tabelas 7 e 8), conforme Alvarenga e Paula (2000) e Bertolini e Bellinazzi Júnior (1994).

Tabela 7 - Tabela de julgamento dos fatores limitantes gerais do sistema de capacidade de uso. (Continua)

Limitação	Classes de limitação	Classe de Capacidade de Uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profundidade efetiva	Muito profunda	x	x	x	x	x	x	x	x
	Profunda		x	x	x	x	x	x	x
	Moderada				x	x	x	x	x
	Rasa						x	x	
Textura	Muito Argilosa	x	x	x	x	x	x	x	x
	Argilosa	x	x	x	x	x	x	x	x
	Média		x	x	x	x	x	x	x
	Siltosa				x	x	x	x	x
	Arenosa				x	x	x	x	x
Permeabilidade	Excessivamente drenada		x						
	Bem drenada	x	x	x	x	x	x	x	x
	Moderada			x	x	x	x	x	x
	Mal drenada								
Declividade	Plano	x	x	x	x	x	x	x	x
	Suave ondulado		x	x	x	x	x	x	x
	Onduloso			x	x		x	x	x
	Colinoso				x		x	x	x
	Forte ondulado						x	x	x
	Montanhoso							x	x
	Escarpado								x
Fonte:	Adaptada	de	Alvarenga	e	Paula	(2000).			

Tabela 7 - Tabela de julgamento dos fatores limitantes gerais do sistema de capacidade de uso. (Conclusão)

Limitação	Classes de limitação	Classe de Capacidade de Uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erosão laminar	Ligeira		x	x	x		x	x	x
	Moderada			x	x		x	x	x
	Severa						x	x	x
	Muito Severa							x	x
	Extremamente severa								x
Erosão em sulcos superficiais	Ocasionais		x	x	x		x	x	x
	Frequentes			x	x		x	x	x
	Muito Frequentes				x		x	x	x
Erosão em sulcos rasos	Ocasionais			x	x		x	x	x
	Frequentes				x		x	x	x
	Muito Frequentes						x	x	x
Erosão em sulcos profundos	Ocasionais				x		x	x	x
	Frequentes						x	x	x
	Muito Frequentes							x	x
Voçorocas	Ocasionais						x	x	x
	Frequentes							x	x
	Muito Frequentes								x

Fonte: Adaptação de Alvarenga e Paula (2000).

Tabela 8 - Tabela de julgamento dos fatores limitantes específicos do sistema de capacidade de uso.

Limitação	Classes de limitação	Classe de Capacidade de Uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fertilidade aparente	Muito alta	x	x	x	x	x	x	x	x
	Alta	x	x	x	x	x	x	x	x
	Média		x	x	x		x	x	x
	Baixa			x	x		x	x	x
	Muito baixa						x	x	x
Pedregosidade	Não pedregosa	x	x	x	x	x	x	x	x
	Moderada		x	x	x	x	x	x	x
	Pedregosa			x	x	x	x	x	x
	Muito pedregosa						x	x	x
	Extremamente pedregosa							x	x
Risco de inundação	Muito baixa			x	x	x	x	x	x
	Baixa				x	x	x	x	x
	Moderada					x	x	x	x
	Alta						x	x	x
	Muito alta								

Fonte: Adaptada de Alvarenga e Paula (2000) e Bertolini e Bellinazzi Júnior (1994).

Obtida a classificação da capacidade de uso das unidades de mapeamento pedológico, a etapa seguinte consistiu em renomeá-las, optando-se por identificar as unidades de capacidade de uso que melhor detalham o estudo. Ao final, obteve-se o mapa das unidades de capacidade de uso.

De acordo com Lepsch et al. (2015) a hierarquização adotada no Sistema de Capacidade de Uso adota, do nível mais elevado (mais generalizado) para o mais baixo (mais detalhado), as seguintes categorias e os respectivos critérios determinantes, como descritos a seguir:

Classes de capacidade de uso: baseado em riscos semelhantes de degradação pela erosão e/ou de outras eventuais limitações para uso agrícola. As classes de capacidade de uso são oito, convencionalmente denominadas por algarismos romanos, que indicam a adaptabilidade das terras a intensidades de uso agrícola decrescente no sentido de I a VIII.

Classe I: Terras sem ou com ligeiras limitações permanentes em relação ao risco de degradação para o uso agrícola intensivo.

Classe II: Terras com limitações permanentes e /ou risco de degradação em grau moderado para o uso agrícola intensivo; são terras cultiváveis com problemas simples de erosão.

Classe III: Terras com limitações permanentes e /ou risco de degradação em grau severo para o uso agrícola intensivo; são terras cultiváveis, mas apresentam problemas complexos de conservação.

Classe IV: Terras com limitações permanentes e /ou risco de degradação em graus muito severos se usadas para cultivos intensivos; devem ser apenas cultiváveis ocasionalmente ou com extensão limitada, com a escolha de explorações adequadas.

Classe V: Terras sem ou com pequeno risco de degradação pela erosão, mas com outras limitações não possíveis de serem removidas e que podem fazer com que seu uso seja limitado apenas para pastagens, reflorestamentos ou vida silvestre.

Classe VI: Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo, que fazem com que possam ser usadas somente para pastagens e /ou reflorestamento, ou ainda, em casos especiais, com certas culturas permanentes protetoras do solo.

Classe VII: Terras com limitações permanentes e ou/risco de degradação muito severo, mesmo quando usadas para pastagens e/ou reflorestamento, que devem, no caso, ser manejadas com extremo cuidado.

Classe VIII: Terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamentos, por isso deve ser destinadas ao abrigo e à proteção da fauna e flora silvestre, aos ambientes de recreação protegidos, bem como para armazenamento de águas (LEPSCH et al., 2015).

Subclasses de capacidade de uso: são agrupamentos com o mesmo tipo de limitação para o uso agrícola. Dentro de uma classe, as subclasses são utilizadas para especificar problemas específicos, qualificando a natureza da limitação, tornando mais explícitas as práticas a serem recomendadas para cada situação apontada em cada classe. Os tipos de limitações são: erosão presente e ou/ risco de erosão - e; solo - s, com limitações na zona de enraizamento; excesso de água - a; e clima - c.

Unidades de capacidade de uso: fornecem informações mais específicas e detalhadas do que a subclasse para a aplicação nas diversas glebas de uma propriedade agrícola, mediante a colocação de um algarismo arábico seguindo à designação da subclasse após um hífen.

2.4 Levantamento da aptidão agrícola das terras

Para a classificação da aptidão agrícola das terras foram utilizados dados de seis perfis modais do levantamento semidetalhado dos solos que representam a variabilidade de solos encontrados na área. Utilizou-se a metodologia do Sistema de Avaliação Agrícola das Terras (SAAT), proposto por Ramalho Filho e Beek (1995), que é um método interpretativo de levantamentos de solos que segue as orientações do *Soil Survey Manual* (ESTADOS UNIDOS, 1951) e a metodologia da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1976), as quais recomendam que a avaliação da aptidão agrícola das terras seja

baseada no conceito amplo do termo “terra”, incluindo todas as suas relações ambientais: solo, clima, vegetação, geomorfologia e socioeconomia.

O SAAT admite seis grupos e quatro classes de aptidão agrícola em três níveis de manejo.

Os grupos de aptidão 1, 2 e 3 identificam terras cujo uso mais intensivo é a lavoura. O grupo 4 representa terras cujo tipo de uso mais intensivo é a pastagem plantada, enquanto no grupo 5 o uso mais intensivo das terras limita-se à silvicultura e à pastagem natural. O grupo 6 abrange áreas de terras consideradas inaptas para qualquer uma das atividades agrícolas citadas, estando sua ocupação condicionada à preservação da fauna e da flora.

As classes de aptidão (boa, regular, restrita e inapta) são definidas para um determinado tipo de uso em função dos graus de limitação (N: nulo, L: ligeiro, M: moderado, F: forte e MF: muito forte) em cada perfil modal. Os fatores de limitação avaliados são: deficiência da fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão hídrica e impedimento à mecanização.

Para a classificação dos níveis de manejo são avaliadas as limitações das terras, os níveis de investimento tecnológico e de capital (RESENDE, 1983). São representados pelas letras A, B e C, as quais podem ser escritas na simbologia da classificação de diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentam as terras em cada um dos níveis adotados (Tabela 9).

Tabela 9 - Descrição e representação dos níveis de manejo de acordo com a classificação do Sistema de Avaliação Agrícola das Terras.

Aptidão agrícola			
Níveis de manejo	Descrição	Classes	
A	Práticas agrícolas que refletem baixo nível tecnológico, sem aplicação de capital para melhoramento e conservação das terras e lavouras.	A	Boa ¹
		a	Regular ²
		(a)	Restrita ³
		-	Inapta ⁴
B	Práticas agrícolas que refletem nível tecnológico intermediário, com modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das terras e lavouras.	B	Boa
		b	Regular
		(b)	Restrita
		-	Inapta
C	Práticas agrícolas que refletem elevado nível tecnológico, com maior aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das terras e lavouras.	C	Boa
		c	Regular
		(c)	Restrita
		-	Inapta

¹ Classe Boa: terras sem limitações significativas para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. ² Classe Regular: terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. ³ Classe restrita: terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentável de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. ⁴ Classe inapta: terras que apresentam condições que parecem excluir a produção sustentável do tipo de utilização em questão.

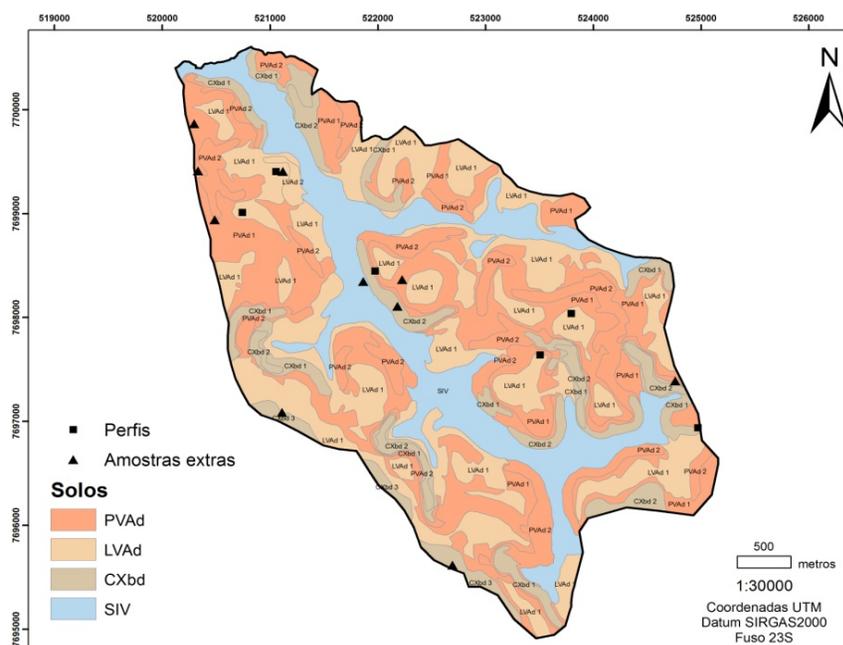
Para a pastagem plantada e a silvicultura, o nível de manejo adequado é o B, sendo as classes de aptidão representadas, respectivamente, pelas letras P e S, respectivamente. Já para a pastagem natural, o nível de manejo adequado é o A, sendo a classe representada pela letra N.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mapa de solos

No mapa de solos podem ser observadas três ordens taxonômicas (Figura 5): Argissolos, Latossolos e Cambissolos. Ressalta-se que na unidade de mapeamento SIV (Solos Indiscriminados de Várzea) não foi realizada a individualização dos solos.

Figura 5 - Mapa de solos semidetalhado da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



PVAd: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico; LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; CXbd: Cambissolo Háptico Tb distrófico; SIV: Solos indiscriminados de várzeas. Os quadrados representam os locais onde foi feita descrição e amostragem completa do perfil de solo e os triângulos representam os pontos onde foi feita classificação expedita do solo (sem coleta de amostras).

Há predominância de Argissolo Vermelho-Amarelo, constituindo 39,20% da área total da sub-bacia, seguido por Latossolo Vermelho-Amarelo, com 29,49%, e Cambissolo Háptico Tb distrófico, com 13,10%. A unidade de mapeamento SIV representa 18,21% da área total da sub-bacia.

A integração da fase de relevo na unidade de mapeamento de solos permitiu um maior avanço na discussão do manejo dos solos encontrados, pois permitiu diferenciar a aptidão agrícola com maior nível de detalhamento.

Latossolos e Argissolos ocorrem em áreas de relevo plano a ondulado, já os Cambissolos são encontrados em declives ondulados, forte ondulados e montanhosos. Na sub-bacia em questão, predominam Latossolos e Argissolos em relevo plano a suave ondulado, perfazendo 54,85% da área total (Tabela 10). De acordo com Silva, Santos e Marques (2014), a presença de Latossolos indica aptidão para uma agricultura intensiva, haja vista a maior possibilidade de mecanização.

Tabela 10 - Área e representatividade das unidades de mapeamento de solos da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Unidades de mapeamento	Área (ha)	Área (%)
LVA1	447,22	29,04
PVA1	397,55	25,81
SIV	280,51	18,21
PVA2	206,15	13,38
CX1	99,88	6,48
CX2	75,35	4,89
CX3	26,56	1,72
LVA2	6,96	0,45
Total	1.540,18	100,00

LVA1: Latossolo Vermelho-Amarelo relevo plano e suave ondulado; LVA2: Latossolo Vermelho-Amarelo relevo ondulado; PVA1: Argissolo Vermelho-Amarelo relevo plano e suave ondulado; PVA2: Argissolo Vermelho-Amarelo relevo ondulado; CX1: Cambissolo Háptico Tb distrófico relevo ondulado; CX2: Cambissolo Háptico Tb distrófico relevo forte ondulado; CX3: Cambissolo Háptico Tb distrófico relevo montanhoso; SIV: Solos Indiscriminados de Várzeas.

3.2 Solos identificados

Foram identificadas as seguintes classes de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Cambissolo Háptico Tb distrófico. A seguir são apresentadas as definições dessas classes de solos, seus atributos e as unidades de mapeamento, segundo Embrapa (2013).

3.2.1 Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico

Os Argissolos encontrados na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois foram classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico.

Os Argissolos possuem horizonte B textural (Bt), profundidade variável, cores vermelhas a amarelas e textura arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt.

De acordo com Correia, Reatto e Spera (2004), é difícil generalizar as propriedades dos argissolos, pois os mesmos possuem grande diversidade nas suas características de fertilidade do solo e uso agrícola, tais como, teores variáveis de textura, profundidade e nutrientes, presença ou ausência de cascalhos, pedras ou concreções, entre outras. A presença de cascalhos e pedras e da declividade acima de 8% levam a limitações no manejo desse tipo de solo.

O solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico possui coloração vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas categorias de Argissolos Vermelhos, Argissolos Amarelos, Argissolos Acinzentados e Argissolos Bruno Acinzentados. É denominado distrófico, pois apresenta uma saturação por bases inferior a 50%, e típico, por não se enquadrar nos demais subgrupos existentes para os Argissolos Vermelho-Amarelos. Este solo é o principal componente das unidades de mapeamento PVA1 e PVA2.

3.2.2 Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico

Os Latossolos são solos em estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases (distróficos ou alumínicos), variam de fortemente a bem drenados e geralmente muito profundos. O horizonte B latossólico deve apresentar características como espessura mínima de 50 cm, textura franco-arenosa ou mais fina e baixos teores de silte.

O Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico apresenta colorações vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas outras classes (Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos). Este solo é o componente principal das unidades de mapeamento LVA1 e LVA2.

3.2.3 Cambissolo Háptico Tb distrófico

Os Cambissolos são solos pouco desenvolvidos, com horizonte diagnóstico B incipiente (Bi). O horizonte Bi possui grau de desenvolvimento pedogenético suficiente para diferenciá-lo do horizonte C, mas insuficiente para caracterizar qualquer outro tipo de B diagnóstico. São solos susceptíveis à erosão, devido ao elevado teor de silte, à instabilidade estrutural do horizonte C (RESENDE et al., 2014) e ao relevo declivoso onde geralmente ocorrem.

O solo do tipo Cambissolo Háptico Tb distrófico apresenta argila de atividade baixa e saturação por bases baixa ($V < 50\%$). Este solo é o componente principal das unidades de mapeamento CX1, CX2 e CX3.

3.3 Unidades de capacidade de uso da terra

3.3.1 Descrição das unidades de capacidade de uso identificadas

Segundo Lepsch et al. (2015), unidades de capacidade de uso representam agrupamentos de terra que apresentam os mesmos tipos de limitações ao uso agrícola e, portanto, devem receber o mesmo manejo.

A Tabela 11 apresenta a área ocupada por cada unidade de capacidade de uso e a Figura 6 apresenta o mapa da distribuição espacial dessas unidades na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois. Foram identificadas as seguintes unidades de capacidade de uso: IIs-5; IVs-5 e Va-2 (Figura 6), sendo as unidades de capacidade de uso dominantes na sub-bacia: IVs-5 (52,29%) e IIs-5 (29,50%).

Figura 6 - Mapa de capacidade de uso das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

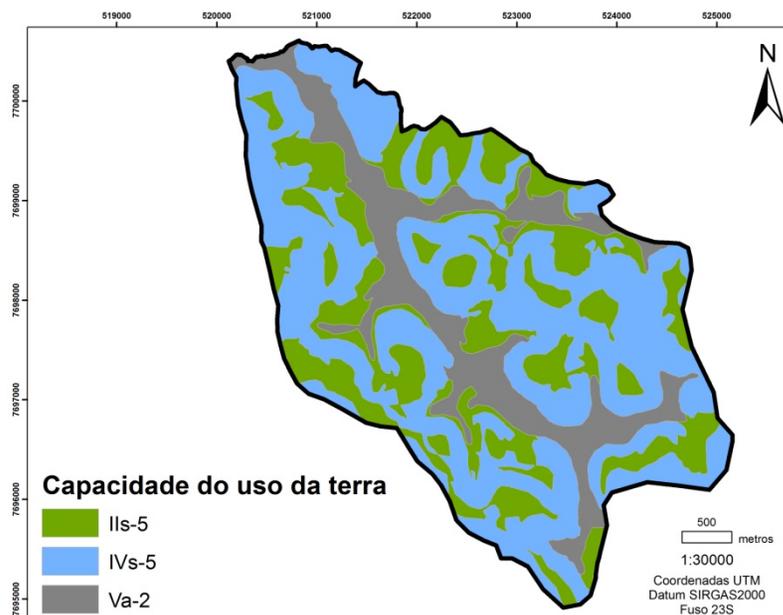


Tabela 11 - Área e representatividade das unidades de capacidade de uso das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classe de capacidade de uso	Área (ha)	Área (%)
IIs-5	454,26	29,50
IVs-5	805,42	52,29
Va-2	280,50	18,21
Total	1.540,18	100,00

A unidade de capacidade de uso IIs-5 representa terras aptas a cultivos intensos anuais, culturas perenes, pastagens e reflorestamentos. Possui problemas simples de conservação, apresentam solos profundos, boa retenção de água e baixa suscetibilidade a erosão.

Já a unidade de capacidade de uso IVs-5 representa terras indicadas ao plantio de culturas perenes de alto e baixo impacto no solo e no ambiente, são terras com risco de degradação muito severo em razão de limitações permanentes para o uso agrícola intensivo. Devem ser apenas cultiváveis ocasionalmente ou com extensão limitada, com a escolha de explorações adequadas.

O principal problema atinente ao uso agrícola das unidades IIs-5 e IVs-5 está relacionado ao solo, especificamente à baixa fertilidade natural.

Por fim, a unidade de capacidade de uso Va-2 representa terras em que não há problemas de conservação, mas que exigem a adoção de técnicas especiais para o cultivo. Caracterizam-se por apresentar solos rasos, mal drenados, declividade inferior a 3%, não suscetíveis a erosão. A unidade Va-2 inclui terras em que o principal problema atinente ao uso agrícola é relacionado à água, especificamente ao risco de inundação.

Os fatores limitantes específicos, predominantes nas unidades de capacidade de uso encontradas na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, foram a baixa fertilidade natural e o risco de inundação. No caso da baixa fertilidade natural, pode-se implementar a correção do solo como medida de

contorno. Já as terras susceptíveis a inundação são indicadas a áreas de preservação permanente (APP), atendendo, inclusive, à legislação ambiental em vigor.

Ao cruzar as informações do mapa das unidades de capacidade de uso com o mapa de uso atual do solo, obteve-se o mapa de adequação da capacidade de uso (Figura 7 e Tabela 12), sendo que 30,25% da área total da sub-bacia apresentam uso adequado e 55,07% e 11,62% da área em estudo apresentam uso abaixo e acima da capacidade de uso, respectivamente. O restante da área total, 3,06%, trata-se de estradas, rodovia, mineração, infraestruturas e corpos d'água, não sendo possível a análise quanto à adequação do uso.

Figura 7 - Adequação do uso atual das terras de acordo com a capacidade de uso para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

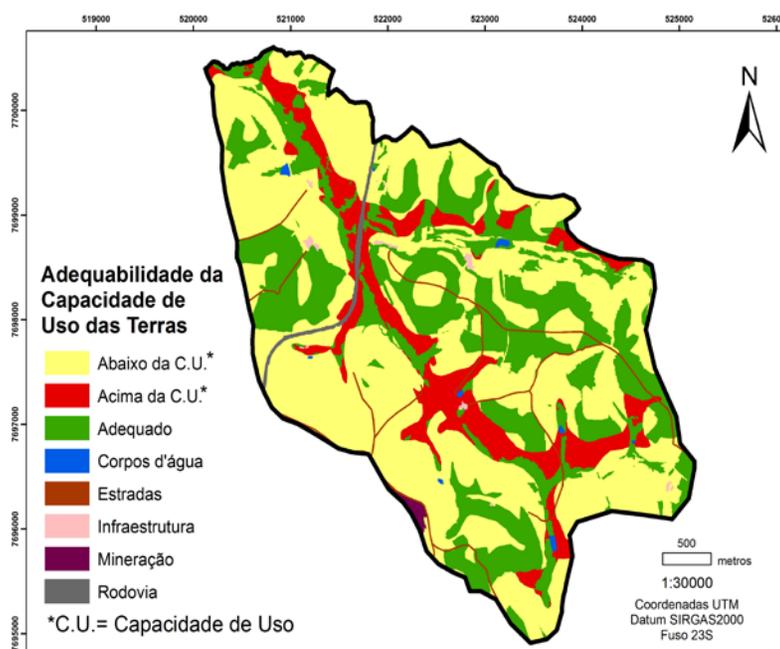


Tabela 12 - Área e representatividade da adequação do uso atual das terras de acordo de acordo com a capacidade de uso para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Adequação das terras	Área (ha)	Área (%)
Adequado	465,90	30,25
Abaixo da capacidade de uso	848,18	55,07
Acima da capacidade de uso	178,97	11,62
Outros usos	47,13	3,06
Total	1.540,18	100,00

Esses resultados mostram que mais de 50% da sub-bacia poderia ter um uso do solo mais intensivo sem comprometer o solo e o ambiente. Isso se deve ao fato de que grande parte da sub-bacia é ocupada pela cafeicultura e pastagem, sendo que boa parte da área destinada a essas culturas poderia suportar outras atividades mais restritivas. Destaca-se que nessas áreas existe também a presença de mata nativa em áreas que poderiam ser cultivadas com pastagens. No entanto, de acordo com Silva et al. (2013), esta situação não é problemática, pois a manutenção desses solos com mata nativa favorece uma infiltração maior de água no solo e a consequente recarga de aquíferos. Conforme Silva et al. (2016) as áreas de APP correspondem somente 9,40% da área da sub-bacia; então por força da lei, estas áreas devem ser mantidas sem uso agrícola, pastoril e silvicultural, sendo destinadas para a infiltração de água no solo e manutenção da fauna e flora silvestre.

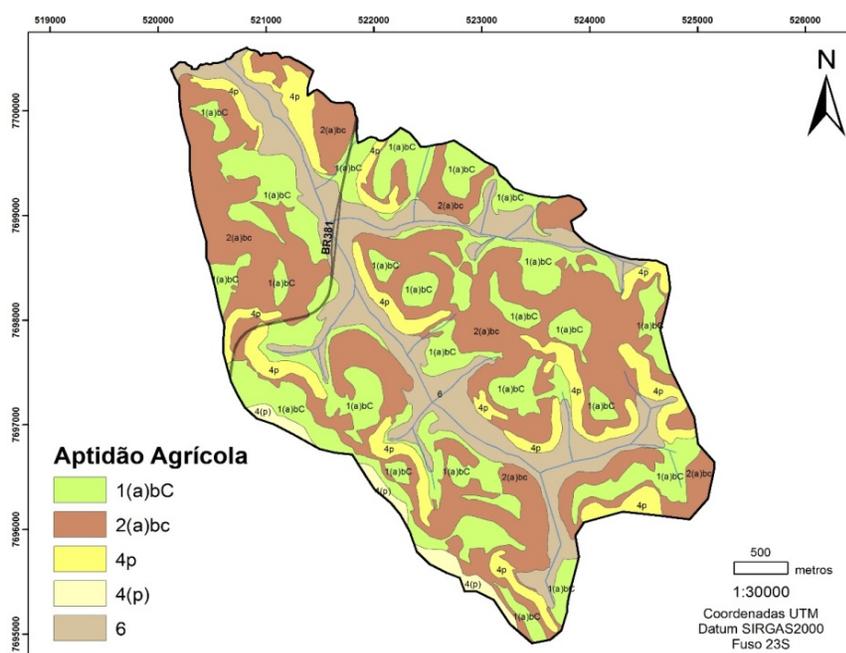
Quanto à área classificada como acima da capacidade de uso, trata-se na maior parte, das áreas classificadas na unidade de capacidade de uso Va-2 que são indicadas para APP e que na maioria das vezes recebem algum uso agrícola de subsistência ou estão ocupadas principalmente por pastagens.

As áreas classificadas como de uso adequado somam aproximadamente 30% e encontram-se distribuídas em toda a sub-bacia e abrangem os diferentes usos.

3.4 Aptidão agrícola das terras

Na Figura 8 pode-se visualizar o mapa da aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, onde foram identificadas terras abrangendo quatro dos seis grupos de aptidão agrícola.

Figura 8 - Mapa de aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.



1(a)bc: terras boas para a lavoura utilizando o manejo C, regulares para o manejo B e restritas ao manejo A; 2(a)bc: terras regulares a lavoura para o manejo B e C e restrita ao manejo A; 4p: terras regulares para pastagem plantada; 4(p): terras restrita para a pastagem plantada, indicadas para silvicultura ou pastagem natural; 6: terras indicadas à preservação da fauna e flora.

O grupo 2(a)bc abrange terras regulares a lavoura para manejo B e C e restrita ao manejo A, esse grupo predomina na sub-bacia, abrangendo 39,20% da área total (Tabela 13). Corresponde a áreas que possuem Argissolo Vermelho-

Amarelo distrófico, sendo a falta de fertilidade natural e a erosão os principais fatores limitantes à agricultura nessas áreas.

Tabela 13 - Área e representatividade dos grupos de aptidão agrícola das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Classes de aptidão agrícola	Área (ha)	Área (%)
1(a)bc	454,16	29,49
2(a)bc	603,73	39,20
4(p)	26,56	1,72
4p	175,22	11,38
6	280,51	18,21
Total	1.540,18	100,00

O grupo 1(a)bc é o segundo mais representativo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, presente em 29,49% da área total. Esse grupo representa terras boas para lavoura utilizando o manejo C, regulares para o manejo B e restritas ao manejo A. Corresponde a áreas que possuem Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sendo a falta de fertilidade natural o principal fator limitante.

Assim, cerca de 70% da sub-bacia tem aptidão boa ou regular para lavoura, em um ou mais níveis de manejo. Essa aptidão pode ser potencializada com maiores investimentos em pesquisa, melhoramento de plantas e práticas conservacionistas do solo e da água.

Já 11,38% das terras da sub-bacia têm aptidão regular para pastagem plantada, 4p, e 1,72% das terras se enquadra na classe de aptidão restrita para pastagem plantada, 4(p), com possibilidade de usos menos intensivos (silvicultura ou pastagem natural). Correspondem a áreas de Cambissolo Háplico Tb distrófico, em que os principais fatores limitantes são a erosão, a fertilidade natural e o impedimento à mecanização.

Terras que não têm aptidão para o uso agrícola, sendo, portanto, indicadas à preservação da fauna e flora, correspondem a 18,21% (280,51 ha) da

área da sub-bacia. Trata-se das terras pertencentes ao grupo 6, nas quais deve ser restabelecida ou mantida a cobertura vegetal natural. Verificou-se que desses 18,21% de terras indicadas à preservação, apenas 6% (92,71 ha) estão cobertas por vegetação nativa.

Conforme os dados de uso e ocupação do solo, 18,84% da área total da sub-bacia são ocupados por mata nativa e várzea. Contudo, observou-se que não necessariamente existe correspondência entre a ocupação do solo e a aptidão nessas áreas. Isso significa que existem glebas com aptidão agrícola ocupadas por vegetação nativa e áreas indicadas à preservação em que são desenvolvidas atividades agrícolas.

Ao cruzar as informações do mapa de aptidão agrícola com o mapa de uso atual do solo, obteve-se o mapa de adequação de uso (Figura 9 e Tabela 14).

Figura 9 - Adequação do uso atual das terras de acordo com a aptidão agrícola para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

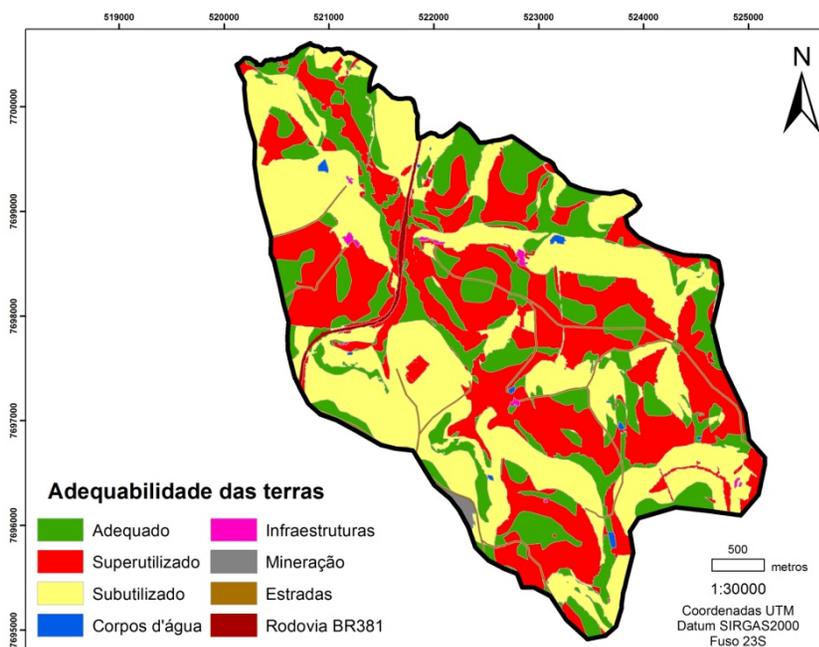


Tabela 14 - Área e representatividade da adequação do uso atual das terras de acordo de acordo com a aptidão agrícola para a sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Adequação das terras	Área (ha)	Área (%)
Subutilizado ou abaixo da capacidade de suporte ¹	589,81	38,29
Superutilizado ou acima da capacidade de suporte ²	530,38	34,44
Adequado ³	372,77	24,20
Estradas	24,89	1,62
Rodovia BR381	9,78	0,63
Mineração	4,52	0,29
Infraestruturas	4,08	0,26
Corpos d'água	3,95	0,26
Total	1.540,18	100,00

¹ Áreas em que o uso atual é menos intensivo do que o recomendado pela classe de aptidão agrícola; ² Áreas em que o uso atual é mais intensivo do que o recomendado pela classe de aptidão agrícola; ³ Áreas em que o uso atual atende à classe de aptidão agrícola definida.

Ressalta-se que apenas 24,20% da sub-bacia possuem uso agrícola classificado como adequado e que 34,44% e 38,29% da área em estudo apresentam uso das terras considerado acima da capacidade de suporte e abaixo da capacidade de suporte, respectivamente.

No entanto, ao discriminar-se as categorias de adequação em relação a cada uso atual do solo (Tabela 15), observou-se que, nesse modelo de adequação, uma área coberta por floresta ou várzea e que tenha solo apto à produção agrícola foi considerada como subutilizada ou abaixo da capacidade de suporte, portanto, com uso inadequado. Isso se deve ao fato de que a metodologia de aptidão agrícola não considera os prováveis impactos ambientais da remoção da cobertura vegetal nativa e nem da necessidade de adoção de manejos conservacionistas.

Tabela 15 - Categorias de adequação em relação a cada uso atual do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Uso atual do solo	Adequação (ha)		
	Adequado	Abaixo da capacidade suporte	Acima da capacidade suporte
Café	178,54	-	373,41
Pastagem	97,30	392,41	137,15
Eucalipto	4,22	-	13,85
Floresta	71,69	165,93	-
Várzea	21,02	31,47	-
Solo exposto	-	-	5,97
Total (ha)	372,77	589,81	530,38

Destaca-se que em cerca de 84% das áreas ocupadas por pastagem e 68% das áreas ocupadas por café o uso está inadequado. Grande parte das áreas ocupadas por pastagem é apta ao cultivo de café. Por outro lado, áreas aptas à pastagem estão ocupadas por café. Os resultados demonstram o potencial da sub-bacia para a implantação de atividades silviculturais.

3.5 Elaboração dos indicadores ambientais

O estudo de adequação do uso das terras de acordo com a aptidão agrícola da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, permitiu a elaboração de três indicadores ambientais (Tabela 16).

Tabela 16 - Indicadores ambientais elaborados a partir do estudo de adequação do uso atual das terras de acordo com a aptidão agrícola da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Dimensão	Tema	Indicador	Valor do indicador (%)
Ambiental	Adequação entre o uso atual das terras e a aptidão agrícola	Adequação das áreas de cafeicultura (% das áreas ocupadas adequadamente por café em relação à área com aptidão agrícola para essa cultura)	39,00
		Adequação das áreas de pastagem e silvicultura (% das áreas ocupadas adequadamente por pastagem e silvicultura em relação à área com aptidão agrícola para essas culturas)	50,00
		Adequação das áreas com vegetação nativa (% das áreas ocupadas adequadamente por floresta e várzea em relação à área indicada para preservação)	33,00

Na análise dos indicadores elaborados deve-se observar que quanto mais próximo de 100% estiver cada um dos indicadores melhor será o desempenho para o alcance do desenvolvimento sustentável da sub-bacia em estudo.

Diante desses resultados, é necessário que haja a adequação do uso das terras na sub-bacia, possibilitando a potencialização da produção agropecuária e garantindo a proteção do solo e a produção de água.

Em caso de eventuais dificuldades para a adequação do uso das terras, recomenda-se a adoção de práticas de conservação do solo, nas áreas em que são desenvolvidas atividades agropecuárias com uso inadequado do solo, além de medidas que permitam a recomposição da vegetação nativa, nas áreas indicadas

para preservação. A implementação de práticas conservacionistas poderá ajudar a minimizar os impactos do uso inadequado dos solos.

4 CONCLUSÕES

A área da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois apresentou três ordens taxonômicas de solos: Argissolos, Latossolos e Cambissolos, além da unidade de mapeamento Solos Indiscriminados de Várzea.

A maioria dos solos da sub-bacia é caracterizada pela baixa fertilidade natural, uma vez que apresentam baixa saturação por bases (V%), sendo classificados como distróficos.

A sub-bacia apresenta área considerável que permite manejos agrícolas mecanizáveis, pois é coberta por Latossolos e Argissolos, em relevo suave ondulado a plano.

Parte significativa das áreas de Argissolos e Cambissolos encontra-se em relevo ondulado e forte ondulado, que podem ser cultivados. Entretanto, práticas conservacionistas são indispensáveis para controlar o risco de erosão e para a manutenção da qualidade da terra.

Na sub-bacia predominam duas unidades de capacidade de uso, IIs-5 e IVs-5. A unidade de capacidade de uso IIs-5 representa terras aptas a cultivos intensos anuais, culturas perenes, pastagens e reflorestamentos e a unidade IVs-5 representa terras indicadas ao plantio de culturas perenes de alto e baixo impacto no solo e no ambiente.

A análise dos dados de adequação das terras da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois indica que devem ser adotadas medidas de adequação do uso do solo, de acordo com a aptidão agrícola, para que se alcance um modelo de desenvolvimento sustentável que permita a potencialização da produção

agropecuária e que garanta a conservação dos recursos naturais, em especial a proteção do solo e a produção de água.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. I. N.; PAULA, M. B. Planejamento conservacionista em microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.55-64. nov./dez. 2000.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dec. 2013.

BERTOLINI, D.; BELLINAZZI JÚNIOR, R. **Levantamento do meio físico para determinação da capacidade de uso das terras**. 2.ed. Campinas: CATI, 1994. 29 p. (CATI. Boletim Técnico, 175).

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 29-61.

COSTA, A. M. D. et al. Levantamento detalhado de solos da microbacia hidrográfica do horto florestal Terra Dura (RS) e considerações sobre escalas de mapeamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1272-1279, set./out. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353 p.

ESTADOS UNIDOS. Departamento of Agriculture. **Soil survey manual**. Washington: United States Department of Agriculture, 1951. 503 p. (Agriculture Handbook, 18).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **A framework for land evaluation**. Rome: FAO, 1976. 72 p. (Soil Bulletin, 32).

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte à decisão para recomendação do uso e manejo da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 861-866, out./dez. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População estimada 2016. **Cidades@**, Brasília, 2015. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2016.

KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land capability classification**. Washington: Soil Conservation Service, 1961. 21 p.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 2015. 175 p.

MENEZES, M. D. et. al. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1544-1553, nov./dez. 2009.

PEREIRA, L.; ORTEGA, E. A modified footprint method: the case study of Brazil. **Ecological Indicators**, Oxford, v. 16, p. 113-127, May 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Ranking IDHM Municípios 2010. **PNUD**, Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1995. 20 p.

RESENDE, M. et.al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 6. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2014. 404 p.

RESENDE, M. Sistema de classificação da aptidão agrícola dos solos (FAO/brasileiro) para algumas culturas específicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 105, p. 83-88, set. 1983.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 310-322, jul. 2008.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 61 p.

SANTOS, R. D. et. al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Dados operacionais**. Oliveira: SAAE, 2016. Disponível em: <<http://www.saeoliveira.com.br/dados-operacionais#conteudo>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SILVA, B. M.; SANTOS, W. J. R.; MARQUES, J. J. G. S. M. **Levantamento detalhado dos solos da Fazenda Muquém/UFLA, Lavras-MG**. Lavras: Editora da UFLA, 2014. 76 p. (Boletim Técnico, 98).

SILVA, M. S. et al. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia de Córrego dos Bois, Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 2016. No prelo.

SILVA, M. A. et al. Sistema de informações geográficas no planejamento do uso do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 28, n.2, p. 316-323, 2013.

SILVA, P. M. O. **Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG**. 2006. 155 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Agenda 21, programme of action for sustainable development, adopted at the United Nations conference on environment and development**. Rio de Janeiro: United Nations Sustainable Development, 1992. 351 p.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em< www.zee.mg.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2016.

ARTIGO 3

**PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE
INDICADORES PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA SUB-
BACIA DO CÓRREGO DOS BOIS, OLIVEIRA, MINAS GERAIS**

**Participation population in the development of indicators for the
management of water resources in the sub-watershed of Córrego dos Bois,
Oliveira, Minas Gerais State**

Mirian de Sousa Silva, Beatriz Terezinha Rosa, Luiz Otávio Moras Filho,
Thiago Magalhães Meireles, Luis Antônio Coimbra Borges, Natalino Calegario

Artigo redigido conforme Normas da Revista Estudos Avançados (USP)

RESUMO

A gestão dos recursos hídricos é fator primordial para o desenvolvimento territorial e econômico de uma sociedade. É imprescindível a gestão participativa para regular a demanda e compartilhar os usos múltiplos, por meio da definição de indicadores de uso sustentável da água. Os objetivos deste estudo foram: a) identificar e caracterizar os principais aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, mediante entrevistas com os proprietários rurais e arrendatários com imóveis localizados na área de drenagem da sub-bacia; b) elaborar indicadores a partir da caracterização da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, para auxiliar os tomadores de decisão no que diz respeito às possíveis políticas públicas a serem implementadas para a gestão dos recursos hídricos dessa sub-bacia. Foi realizado um estudo de caso exploratório e descritivo com coleta de informações por meio de entrevista, utilizando como instrumento um questionário misto. Foram identificados dez proprietários rurais, dois arrendatários de imóveis rurais e um proprietário rural e arrendatário nesta sub-bacia. Deste total, 84,6% (oito proprietários rurais, dois arrendatários de imóveis rurais e um proprietário e arrendatário) participaram da pesquisa. Como resultados foram elaborados: 21 indicadores sociais distribuídos nos temas, população, educação, geração futura, residência, saúde, transporte, estradas, segurança, lazer e cultura; 11 indicadores econômicos distribuídos nos temas, perfil do agricultor, energia, trabalho e renda, diversificação de atividades, geração de empregos, planejamento, investimento e certificação; 11 indicadores institucionais distribuídos nos temas, informação, tecnologia, assistência técnica e participação; 28 indicadores ambientais distribuídos nos temas, água, solo, resíduos domésticos, esgoto, resíduos químicos, regularização ambiental. Verificou-se que para o alcance do desenvolvimento sustentável é necessária a participação e a conscientização dos proprietários rurais e arrendatários, o engajamento da população e a implementação de políticas públicas ambientais.

Palavras-chave: Manancial de abastecimento público. Proprietários rurais. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The management of water resources is an important factor for the territorial and economic development of a society. The participatory management is essential to regulate the demand and to share the multiple uses, by means of the definition of water sustainable use indicators. The objectives of this study were: a) identify and characterize the main social, economic, institutional and environmental aspects of the sub-watershed of Córrego dos Bois, Oliveira Municipality, Minas Gerais state; and b) develop indicators from the characterization of this sub-watershed, assisting the decision makers about possible public policies to be implemented in the management of water resources in this area. An exploratory and descriptive study case was carried out collecting information through interviews using mixed questionnaire. It was found ten landowners, 2 property lessees and 1 landowner and property lessee in this sub-watershed. Of this total, 84.6% (eight landowners, two tenants of rural properties and one landowner and property lessee) participated of leaseholders his research. As the results were prepared: 21 social indicators distributed in themes such as population, education, future generation, residence, health, transportation, roads, security, leisure and culture; 11 economic indicators distributed on issues such as farmer's profile, energy, labor and income, diversification of activities, job creation, planning, investment and certification; 11 institutional indicators distributed on issues such as information technology, technical assistance and participation; 28 environmental indicators distributed in themes such as water, soil, household waste, sewage, chemical waste, environmental regulation. It was found that is required the participation and conscientization of landowners and property lessees, the commitment of population and the implementation of environmental policies to achieve the sustainable development.

Keywords: Water fountainhead. Landowners. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a sobrevivência humana, para os ecossistemas terrestres e para o desenvolvimento econômico de uma sociedade. Considerando o aumento da demanda por água, do desperdício e da poluição, é necessária a reestruturação das políticas públicas ambientais. Os novos modelos de gestão não devem levar em conta apenas o crescimento econômico, mas também aspectos sociais e ambientais (Jardim; Bursztyn, 2015).

A gestão dos recursos hídricos é, portanto, fundamental para o desenvolvimento territorial. Além do mais, com o crescimento e a diversificação da economia, é imprescindível uma gestão eficiente e participativa, de forma a contribuir para gerenciar a escassez ou o estresse hídrico, regular a demanda e compartilhar os usos múltiplos (Tundisi, 2013).

O uso sustentável dos recursos hídricos é uma das bases para que se alcance um desenvolvimento sustentável. Neste sentido, é preciso que cada cidadão tenha consciência de seu papel no processo de conservação destes recursos (Silva, 2006).

Para que haja, de fato, sustentabilidade na utilização dos recursos hídricos, é necessário levar em conta as peculiaridades de cada localidade, adaptando as iniciativas de sustentabilidade à realidade de cada região (Dornelas, 2012). Em âmbito local, as propriedades rurais devem receber atenção especial dos gestores, pois são as principais responsáveis pela produção e conservação da água que abastece as bacias (Mattos, 2009). Estudos de escala local permitem apurar os problemas, as potencialidades e as demandas sociais, com maior possibilidade de participação da comunidade. Além disso, proporciona um aumento das especificidades dos indicadores, maior incorporação de componentes endógenos e a valorização do contexto local (Kronemberger, 2003).

Na tentativa de estabelecer a aplicação prática do conceito de sustentabilidade, é necessário determinar indicadores, objetivos e metas que podem proporcionar a medida do desempenho de um sistema em termos de sustentabilidade (Pereira; Ortega, 2012).

O efeito mais significativo de um indicador, especialmente no início de sua aplicação, pode ser simplesmente tornar um problema visível. A prioridade crescente dada a questões de sustentabilidade em muitos países sugere que esses indicadores podem pelo menos sensibilizar gestores e público, expandindo a base para a tomada de decisão. Além disso, sempre que os indicadores são atualizados e relatados regularmente, eles fornecem sinais claros sobre o sucesso ou o fracasso de iniciativas de políticas nacionais e ações locais (Dahl, 2012).

A sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois foi selecionada por ser considerada o principal manancial de abastecimento público do Município de Oliveira, MG, há mais de quatro décadas, por ter enfrentado dificuldades no abastecimento público decorrentes da maior seca já registrada no sudeste do Brasil, ocorrida no verão de 2013/2014 (Coelho et al., 2016), e por estar inserida em uma região propensa a erosões do tipo voçorocas.

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram: a) identificar e caracterizar os principais aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, mediante entrevistas com os proprietários rurais e arrendatários de imóveis localizados na área de drenagem da sub-bacia; b) elaborar indicadores a partir da caracterização dessa sub-bacia, para auxiliar os tomadores de decisão no que diz respeito às possíveis políticas públicas a serem implementadas para a gestão dos recursos hídricos.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização e características da área de estudo

A sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois encontra-se completamente inserida na zona rural do Município de Oliveira, MG, sob as coordenadas geográficas $20^{\circ}48'46''\text{S}$ $44^{\circ}47'32''\text{O}$, e ocupa uma área de 1.540 ha (Figura 1). É considerada o principal manancial de abastecimento público do município e sua captação é conduzida por gravidade até a Estação de Tratamento Dr. Carlos Chagas, por meio de uma adutora de 10.073 m de extensão (Serviço Autônomo de Água e Esgoto, 2016).

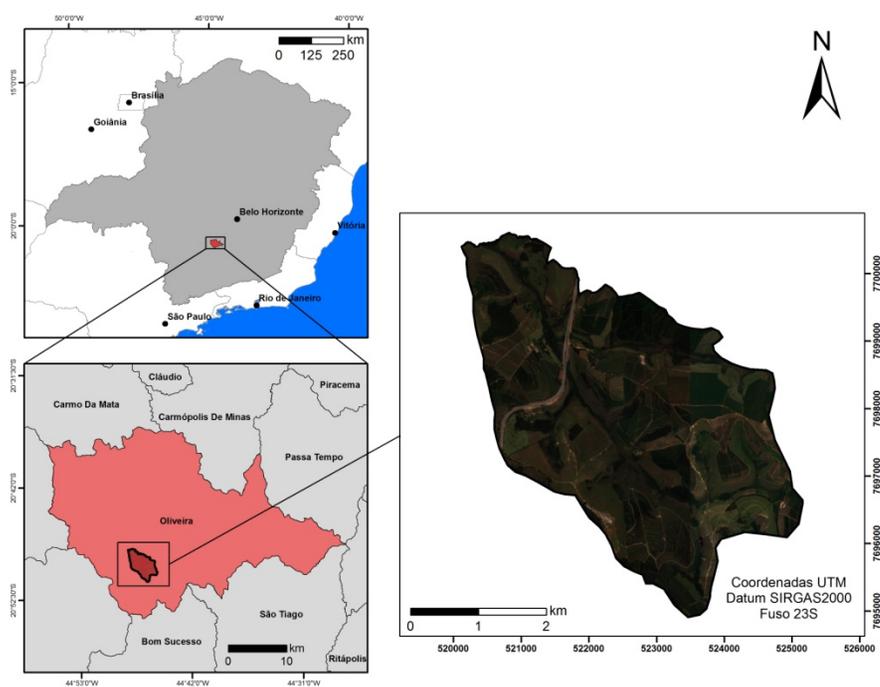


Figura 1 - Localização da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

A população estimada para o Município de Oliveira, MG, é de 41.739 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016). O clima é do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno. A temperatura média anual é de 19° C e a precipitação média anual é de 1.500 mm (Prefeitura Municipal de Oliveira, 2011).

A sub-bacia encontra-se dentro do bioma Mata Atlântica e, de acordo com o mapeamento da cobertura vegetal realizado em 2009, 11,88% da sua área total está representada pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Montana (Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais, 2016). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001).

2.2 Método e objetivos da pesquisa

O estudo de caso foi considerado o método adequado para a realização desta pesquisa, pois neste tipo de abordagem, procura-se trabalhar com cenários sociais bastante específicos, tendo como característica a profundidade e o detalhamento (Gil, 2012).

Em relação aos seus objetivos, a pesquisa classifica-se como descritiva e exploratória. De acordo com Gil (2012), a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever as características de determinadas populações ou fenômenos e uma de suas peculiaridades está no emprego de técnicas padronizadas de coletas de dados. Já a pesquisa exploratória é desenvolvida com a finalidade de ampliar o conhecimento de um determinado fenômeno (Triviños, 2012).

2.3 Coleta, tratamento e análise dos dados

A primeira etapa do estudo consistiu na submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras - UFLA que tem como responsabilidade fazer a revisão de toda e qualquer proposta de pesquisa que envolva seres humanos, sob a responsabilidade da instituição, seguindo as normativas relacionadas a esse tipo de pesquisa. O projeto de pesquisa foi registrado na Plataforma Brasil com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 46912215.7.0000.5148.

Após a aprovação do projeto, iniciou-se a pesquisa de campo buscando informações junto ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE do Município de Oliveira, MG, para identificação dos proprietários rurais e arrendatários com imóveis localizados na área de drenagem da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois. Foram identificados dez proprietários rurais, dois arrendatários e um proprietário rural e arrendatário nesta sub-bacia. Deste total, 84,6% (oito proprietários rurais, dois arrendatários de imóveis rurais e um proprietário e arrendatário) participaram da pesquisa. Considerou-se neste trabalho como proprietário rural e/ou arrendatário o principal tomador de decisões de cada propriedade rural.

A coleta das informações junto aos proprietários rurais e arrendatários foi realizada por meio de entrevista, utilizando como instrumento um questionário misto. Esse foi planejado e elaborado com o objetivo de obter informações que auxiliassem na construção de indicadores sociais, econômicos, institucionais e ambientais na sub-bacia em estudo. Para a elaboração dos indicadores, utilizou-se como referência Dornelas (2012); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006, 2015a) e a legislação ambiental vigente.

As questões abordadas no questionário foram divididas em cinco blocos, sendo eles:

- a) Bloco 1: Informações gerais do imóvel rural.
- b) Bloco 2: Informações pessoais e sociais.
- c) Bloco 3: Informações econômicas e sobre a propriedade.
- d) Bloco 4: Informações institucionais.
- e) Bloco 5: Informações ambientais.

Em seguida, realizou-se um primeiro contato por telefone ou e-mail com os proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia para explicar o objetivo da pesquisa, destacar a importância da sua participação no estudo e agendar o melhor dia, horário e local para a realização da entrevista. Foi esclarecido aos proprietários rurais e arrendatários que sua participação no estudo seria voluntária, suas identidades não seriam reveladas, teriam a garantia de sigilo dos resultados individuais, não teriam qualquer despesa e caso não se sentissem à vontade em responder uma ou mais pergunta (s) não seriam obrigados a respondê-la (s).

As entrevistas com os proprietários rurais e arrendatários ocorreram no período de 22 de outubro a 19 de novembro de 2015.

Com o objetivo de verificar a existência de outorgas na sub-bacia em estudo, solicitou-se à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), via e-mail, os dados atualizados do cadastro das outorgas e de uso insignificante. A planilha foi disponibilizada pelo órgão com os dados atualizados referentes a maio de 2016.

Para a análise do conteúdo das entrevistas, os dados foram tabulados e analisados com auxílio do software SPSS (*Statistical Package for the Social Science*). Para os dados quantitativos utilizou-se estatística descritiva (frequência). Para Levin (1985), a distribuição de frequências auxilia o

pesquisador a transformar os dados brutos num conjunto de mensurações, organizadas e dotadas de significado. Já os dados qualitativos foram tabulados mediante análise temática, baseada em Bardin (1979) e Minayo (2000), com a escolha de temas relacionados aos objetivos da pesquisa, também construídos com base nos dados obtidos e estruturação de uma planilha, com a qual se pode fazer a reunião da transcrição de entrevistas mais representativa dos temas escolhidos, com o objetivo de destacar a fala do entrevistado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do perfil do agricultor

Com o objetivo de verificar se os proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois se enquadram como agricultores familiares ou não, foram avaliados o tamanho da propriedade e o tipo de mão de obra utilizada, pois, de acordo com a Lei Federal nº 11.326/2006, o agricultor familiar é aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;
- IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (Brasil, 2006).

3.1.1 Tamanho das propriedades rurais

Em relação ao tamanho das propriedades rurais, 63,6% são classificadas como pequenas propriedades (área compreendida entre um e quatro módulos fiscais) e 36,4% como médias propriedades (área superior a quatro e até quinze módulos fiscais), de acordo com o art. 4º da Lei Federal nº 8.629/1993 (Brasil, 1993) que considera o módulo fiscal como parâmetro para a classificação do imóvel rural quanto a sua dimensão (Tabela 1). De acordo com a tabela dos módulos fiscais dos municípios, em Oliveira, MG, o módulo fiscal corresponde a 30 hectares (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2013).

Tabela 1 - Tamanho e nº de módulos fiscais das propriedades rurais inseridas na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, MG.

Tamanho (hectares)	Nº de módulos fiscais	Frequência (%)
0,1 a 30	0 a 1	27,2
31 a 60	1,1 a 2	18,2
61 a 90	2,1 a 3	9,1
91 a 120	3,1 a 4	9,1
> 120	> 4	36,4

3.1.2 Tipo de mão de obra

Em relação ao tipo de mão de obra utilizada pelos proprietários rurais e arrendatários em suas atividades agropecuárias, constatou-se que 45,5% utilizam predominantemente mão de obra familiar, mas contratam empregados em caráter temporário. 45,5% utilizam somente mão de obra contratada e 9,0% utilizam somente a mão de obra familiar.

Assim, ao avaliar o tamanho da propriedade e o tipo de mão de obra de cada entrevistado, constatou-se que 63,6% dos proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois se enquadram como agricultores patronais ou empresariais e 36,4% como agricultores familiares.

3.2 Caracterização social

3.2.1 Sexo, idade, alfabetização, nível de instrução, tempo na atividade e geração futura

A maioria dos proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois é do sexo masculino (90,9%). Em relação à idade (Figura 2), a maioria encontra-se entre 35 a 44 anos (37,0%) e 45 a 54 anos (27,0%).

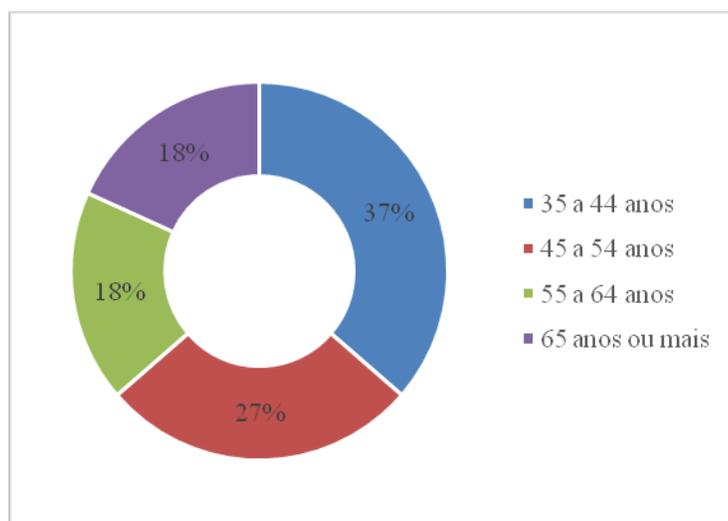


Figura 2 - Idade dos proprietários rurais e arrendatários na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

A taxa de alfabetização (percentual de pessoas adultas capazes de ler e escrever) corresponde a 100% dos entrevistados. Para o cálculo da taxa foi somado o número de pessoas alfabetizadas com 15 anos ou mais, de acordo os critérios da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco, 2010), dividido pelo total de pessoas entrevistadas.

Outro aspecto considerado foi o nível de instrução dos proprietários rurais e arrendatários (Figura 3) com 27,0% possuindo o ensino médio completo ou 2º grau completo e 27,0% com formação superior em administração, direito ou engenharia civil. Entre aqueles que possuem ensino médio ou superior, 83,3% são agricultores do tipo patronal ou empresarial.

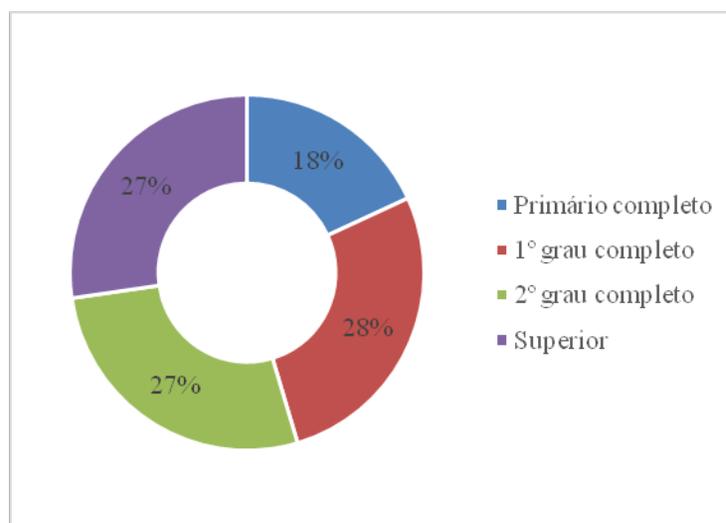


Figura 3 - Nível de instrução dos proprietários rurais e arrendatários na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, os produtores agropecuários possuem baixo nível de instrução, somente 8,4% têm o ensino fundamental completo, 7,3% técnico agrícola completo e ensino médio completo e 2,8% nível superior (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006). No entanto, estudos mostram que um nível maior de instrução é encontrado em agricultores patronais quando comparados aos agricultores familiares. Leitão, Brisola e Costa (2008) observaram que 23,9% dos agricultores patronais do Município de Unaí, MG, disseram ter curso superior, contra 6,9% dos agricultores familiares. Bernardo (2001) também observou que os agricultores patronais dos Municípios de Monte Carmelo e Iraí de Minas, ambos em MG, apresentaram um nível de instrução mais elevada em relação aos agricultores familiares.

Apesar da maioria dos proprietários e arrendatários possuir um nível significativo de instrução, nenhum deles apresenta formação técnica ou superior

voltada às atividades agropecuárias e ambientais, a qual poderia contribuir para um manejo mais sustentável da propriedade e, conseqüentemente, da sub-bacia.

De acordo com a percepção da entrevistadora nessa pesquisa, os proprietários rurais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois que cursaram o nível superior em direito e engenharia não tinham como objetivo a aquisição de conhecimentos técnicos que pudessem auxiliá-los em suas atividades agropecuárias, mas sim o objetivo de desempenhar outro tipo de atividade. Já o proprietário rural que cursou administração emprega os seus conhecimentos no gerenciamento de sua produção cafeeira, visando ao aumento da sua produtividade. Em relação aos que atingiram o 2º grau completo, um dos proprietários rurais adquiriu a sua propriedade com o principal objetivo de lazer, o outro proprietário possui idade superior a 65 anos e conta com o apoio dos seus filhos na administração das suas atividades de pecuária de corte e no arrendamento de parte de suas terras e um arrendatário investe no arrendamento dos imóveis rurais visando ao aumento da sua área de produção de café.

Verificou-se também que os proprietários rurais e arrendatários com maior nível de instrução não desempenham trabalho braçal nas suas atividades agropecuárias, sendo responsáveis somente pela gestão do seu agronegócio.

No que se refere ao tempo em que os proprietários rurais e arrendatários trabalham na atividade agropecuária (Figura 4), notou-se que 64,0% possuem experiência acima de 20 anos.

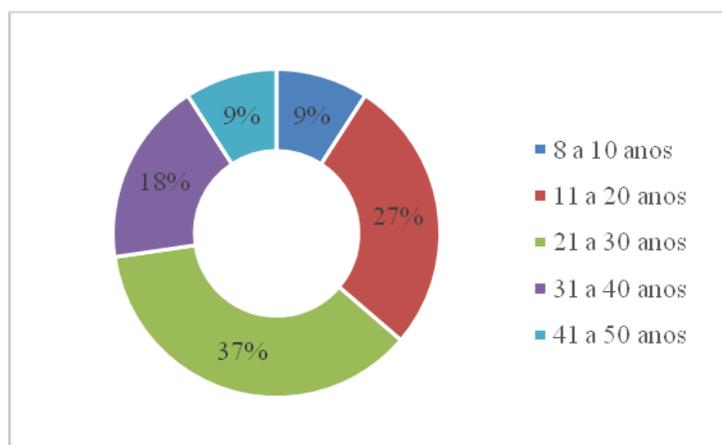


Figura 4 - Tempo em que os proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, trabalham na atividade agropecuária.

Com relação ao modo pelo qual foram adquiridas as propriedades, verificou-se que 45,5% foram herdadas e 55,5% foram compradas ou arrendadas.

De acordo com Mendonça et al. (2013), as pesquisas relacionadas à sucessão apontam que fatores como transição demográfica, diferenciais de educação, integração campo-cidade, renda baixa, masculinização e envelhecimento no campo estimulam as emigrações. Nesse sentido, os autores recomendam programas voltados para a juventude rural capazes de integrar os jovens ao meio que conhecem.

Fundamentado no conceito do desenvolvimento sustentável, que busca o desenvolvimento econômico que satisfaça as necessidades da geração atual, sem, contudo, comprometer a geração futura (Organization for Economic Co-Operation and Development, 1993), neste estudo buscou-se conhecer as perspectivas dos proprietários rurais e arrendatários em relação aos seus filhos quanto à continuidade das atividades rurais na sub-bacia.

Primeiramente, verificou-se que 18,2% dos proprietários rurais e arrendatários não possuem filhos, 54,5% possuem de um a dois filhos, 18,2% três a quatro filhos, 9,1% oito filhos. Do total do número de filhos contabilizados (25), somente 12,0% contribuem atualmente com as atividades agropecuárias nas propriedades. Questionados sobre o nível de instrução dos filhos, verificou-se que nenhum deles possui formação voltada a essas atividades.

Posteriormente foi indagado aos proprietários rurais e arrendatários se eles percebem interesse dos seus filhos em dar continuidade às atividades agropecuárias e as respostas foram as seguintes: não (33,4%), não sabe (22,2%), ainda não demonstrou interesse devido a pouca idade (33,3%) e sim (11,1%). Destaque para a fala de um agricultor familiar que disse que percebe em seus filhos o interesse em dar continuidade: “*Manter a atividade sim, mas trabalhar, trabalho não*”.

Constata-se que a maioria dos proprietários rurais, arrendatários e suas famílias não possuem ligação afetiva com as suas terras e sim apenas um vínculo econômico. Chega-se a essa conclusão, pois a maioria dos proprietários não reside em seus imóveis rurais, grande parte das terras não foi herdada, foi adquirida por compra ou arrendada, apenas alguns dos filhos contribuem com as atividades e, em geral, não há interesse dos herdeiros em dar continuidade às atividades agropecuárias.

Esse fator poderá influenciar negativamente o desenvolvimento sustentável da sub-bacia em longo prazo pois, atualmente, os produtores utilizam os recursos naturais disponíveis de modo que sua atividade agropecuária seja rentável e, em geral, não há preocupação com a conservação desses recursos para as futuras gerações. Na hipótese de ocorrência de degradação ambiental que interfira na produtividade do agronegócio, é bem provável que os proprietários rurais e arrendatários procurem outras terras mais produtivas ou mudem de negócio.

3.2.2 Residência, saúde, transporte, estradas, segurança, lazer e cultura

Dos proprietários rurais e arrendatários entrevistados, 81,8% não residem na propriedade rural. Os motivos são os mais variados, como ter outra profissão, os filhos estudarem na cidade, ter casa própria na cidade ou possuir vários arrendamentos em diferentes locais. Um dos proprietários afirmou que sua família residiu por 20 anos nas proximidades e outro disse que sua infância foi toda vivida lá. Essa informação corrobora que na sub-bacia predomina atualmente o agronegócio entre os proprietários rurais e suas terras.

Sobre o acesso dos proprietários rurais e arrendatários à saúde, 45,5 % possuem plano de saúde e/ou pagam pelos serviços, 36,4% utilizam o SUS (Sistema Único de Saúde) e 18,2% utilizam o sistema privado e o público. Os proprietários que utilizam o SUS disseram ter acesso ao Programa de Saúde da Família (PSF) nos bairros Centro, Dom Bosco e Santa Luzia no Município de Oliveira, MG, e não na zona rural da sub-bacia. Desta maneira, apesar do sistema de saúde nacional, o SUS, garantir em tese o atendimento integral, universal e igualitário à população brasileira, ainda possui deficiência no atendimento a determinados grupos, como as populações rurais.

Travassos e Viacava (2007) observaram que as barreiras de acesso à saúde eram maiores na área rural em comparação à urbana e os mais idosos apresentam barreiras de acesso ainda maiores. Para a redução dessas desvantagens, recomendam a ampliação da oferta e adaptação dos serviços às especificidades territoriais, culturais e sociais desses grupos populacionais.

Em relação à saúde familiar, 63,6% revelaram não ter nenhum problema de saúde na família e, entre os outros 36,4% que informaram ter alguma doença na família, destacaram-se como os principais problemas: diabetes, hipertensão, problema cardíaco e osteoporose.

O Ministério da Saúde estabelece diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas, como hipertensão, diabetes, nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias, devido ao risco de complicações decorrentes da falta de cuidados preventivos e tratamento contínuo, sendo responsáveis por altos índices de morbimortalidade mundialmente (Brasil, 2013).

Com relação ao acesso à assistência odontológica, verificou-se que 100% dos proprietários rurais e arrendatários utilizam o sistema privado e em sua maioria com a frequência anual ou quando necessitam.

Quanto aos principais meios de transporte utilizados pelos produtores rurais, 100% utilizam veículo próprio. Em relação ao acesso ao transporte público, verificou-se que na zona rural da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois não existe transporte público e que, caso alguém necessite desse tipo de transporte, é preciso se deslocar até a rodovia.

Ao indagar os entrevistados sobre as condições atuais das estradas e vias de acesso, 18,2% descreveram como ótimas/excelentes pelo fato da propriedade estar próxima da BR 381 e o trecho de estrada sem pavimentação ser curto. 54,5% avaliaram como razoáveis e 18,2% como péssima/precária. Os motivos elencados para a avaliação péssima/precária foram: ausência de cascalho e falta de apoio dos órgãos públicos municipais na manutenção e conservação das estradas. Esses problemas podem gerar um aumento no custo do transporte, provocar defeitos mecânicos nos veículos, prejudicar o escoamento da produção agropecuária e recebimento de matéria-prima, além de ocasionar problemas de erosão e perda de solo e, conseqüentemente, o agravamento das condições ambientais e da qualidade dos recursos hídricos (Dornelas, 2012).

A segurança da sociedade surge como a principal condição à garantia de direitos e ao cumprimento de deveres estabelecidos nos ordenamentos jurídicos. A segurança pública é um fenômeno social que exige estruturas estatais e demais organizações da sociedade para ser efetivada e que possui relação com outros

fenômenos sociais como a educação, a saúde, a infraestrutura urbana, entre outros (Carvalho; Silva, 2011; Souza, 2006). A segurança também passa a ser um prerequisite ao exercício da liberdade de cada ser humano e, mais além, traduz-se em condição fundamental à construção de novos paradigmas políticos, econômicos e sociais que favorecem a qualidade de vida das pessoas (Birchal; Zambalde; Bermejo, 2012).

Assim, considerando a importância da segurança como fator social, os proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois foram questionados se se sentem seguros em sua propriedade rural e/ou na área arrendada.

A maior parte dos proprietários rurais e arrendatários (63,6%) não se sente segura porque, segundo eles, as propriedades são muito próximas à rodovia, ficando mais susceptíveis a assaltos, o que é agravado pela inexistência de patrulhamento policial na região. Observou-se que todos os proprietários rurais e arrendatários que se sentem inseguros não residem na propriedade rural. Destacam-se aqui os relatos de três proprietários: *“Hoje em dia a gente não sente seguro em nenhum lugar”*; *“Sente medo. Mas fazer o quê? O cachorro que intimida um pouco os ladrões”*; *“À noite temos segurança armado na propriedade, principalmente na época do café”*.

Já os que disseram que se sentem seguros (36,4%), citaram como principais motivos: propriedade afastada da rodovia e presença de caseiro na propriedade. Apesar de se sentirem seguros, dois desses proprietários não residem na propriedade rural. Um deles relatou que, embora até hoje se sinta seguro, tem momentos em que se vê preocupado com a segurança na região, e o outro que já foram roubados várias vezes e, após contratação de caseiro, a propriedade ficou segura.

O lazer é um direito social previsto no capítulo II, artigo 6º da Constituição Brasileira (Brasil, 1988) e no artigo XXIV da Declaração Universal

dos Direitos Humanos de 1948 (Unesco, 1998). Como uma dimensão da cultura, o lazer é um fenômeno que pode estimular sensibilidades sensoriais, emocionais, ajudar as pessoas a conectarem consigo mesmas e com o seu contexto, promover a reflexão sobre as transformações sociais e refletir sobre aspectos mais amplos (Gomes, 2010), além de ser um elemento que permite a promoção de sociedades efetivamente solidárias e sustentáveis (Gomes; Elizalde, 2012). Na zona rural, o lazer representa um elemento necessário para a comunicação com as populações rurais e o seu modo de vida (Alves, 2009), ou seja, o lazer é um elemento de integração humana, de agregação de conhecimentos e de integração com o meio ambiente.

As principais formas de lazer apontadas pelos proprietários rurais e arrendatários foram: acessar a internet (54,6%); usar o computador (27,3%); andar a cavalo (18,2%), caminhar, ir ao cinema e ler (9,1%), ir a bares (9,1%), passear e brincar com os filhos (9,1%); passear na propriedade (9,1%); receber amigos na propriedade (9,1%). Dois proprietários rurais consideram o seu trabalho como lazer e um afirmou não ter nenhum tipo de lazer.

Diante desses resultados, a cultura do lazer deve ser incentivada e desenvolvida na comunidade da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, por meio de ações coordenadas entre agentes institucionais ligados ao meio rural, como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Oliveira, MG e agentes institucionais ligados ao lazer, como a Secretaria de Esportes, Cultura, Lazer e Turismo. No entanto, a essa relação é indispensável o diálogo entre os atores locais e esses agentes institucionais, objetivando um planejamento de atividades de modo participativo.

É perceptível que alguns serviços públicos de saúde, transporte, segurança e lazer não alcançam efetivamente toda a população da sub-bacia. O que se observa é que, devido à morosidade, à burocracia, ao número reduzido de

servidores e à baixa qualidade de alguns serviços, os proprietários rurais e arrendatários preferem utilizar recursos próprios para a contratação desses serviços.

No que diz respeito à tradição cultural na região da sub-bacia, 72,7% dos proprietários rurais e arrendatários identificaram algum tipo de tradição cultural no Município de Oliveira, MG, e não dentro da região da sub-bacia de estudo. As tradições culturais citadas foram: congado (9,1%), carnaval e congado (54,5%), carnaval, congado e festas religiosas (9,1%) como Semana Santa, Festa de Nossa Senhora de Oliveira e Festa de Nossa Senhora Aparecida (9,1%). Apesar de reconhecerem as principais tradições na região, nenhum dos entrevistados está envolvido diretamente com a organização dessas atividades culturais.

3.3 Caracterização econômica

3.3.1 Energia

O acesso à energia elétrica é considerado um requisito básico de cidadania e, sem ele, o indivíduo fica excluído do que se entende por desenvolvimento. Em todas as ações e discussões relacionadas com o desenvolvimento sustentável desde a Conferência de Estocolmo – 1972, o acesso de cada ser humano a uma quantidade mínima de bens energéticos que se adequem aos atendimentos de suas necessidades básicas tem sido considerado um requisito da sustentabilidade (Reis; Santos, 2014).

Neste estudo, todos os entrevistados responderam ter acesso à energia elétrica na sua propriedade rural e utilizá-la como a principal fonte de energia nas atividades rurais. Um entrevistado recordou na sua fala: “*Antigamente a principal fonte de energia era através de moinho de água*”.

3.3.2 Atividades agropecuárias e comercialização dos produtos

De acordo com os entrevistados, as principais atividades agropecuárias praticadas no ano de 2014 foram cafeicultura (45,5%), pecuária de leite (18,2%), pecuária de corte (18,2%), cafeicultura e pecuária de leite (9,1%). Além disso, foi identificada uma propriedade que somente é utilizada para lazer nos finais de semana, plantio de hortaliças, criação de galinhas e produção de leite para consumo da família.

Os dados da pesquisa sobre o uso e ocupação do solo da sub-bacia (Figura 5) revelaram que a maior parte das terras é ocupada por pastagem e café, com uma área de 626,86 ha de pastagem e 551,95 ha de café, representando, respectivamente, 40,70% e 35,84% da área total da sub-bacia. Observou-se um baixo percentual de vegetação nativa (18,84%), não atendendo ao limite mínimo do Código Florestal de 2012, que exige 20% de RL, admitindo o cômputo da APP (Brasil, 2012).

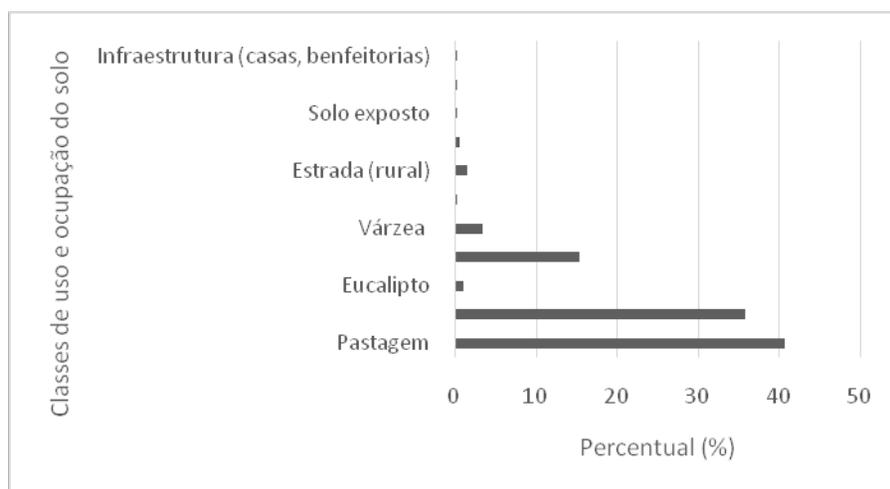


Figura 5 - Percentual de uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.
Fonte: Silva et al. (2016).

De acordo com Almeida e Ribeiro (2011), o setor agropecuário sempre teve um papel importante no desenvolvimento do município, com destaque para o gado de corte e de leite, café, milho, feijão e arroz, sendo que a cafeicultura é geralmente concentrada nas mãos de grandes e médios produtores, os quais utilizam a tecnologia e empregam mão de obra regional.

Fonseca (1961) descreve em seu livro “História de Oliveira” que, desde que os primeiros colonizadores chegaram, a agricultura e a pecuária foram suas principais preocupações e que antigas matas foram derrubadas para dar lugar aos cafezais como se observa bem nitidamente em um de seus parágrafos “*De encosta a encosta, só se ouvia o machadear contínuo dos derribadores, pondo abaixo as velhas matas, para dar lugar aos cafezais. Vem aí a extinção de antigas reservas florestais do município*” (Fonseca, 1961, p. 218).

A comercialização do café na sub-bacia é realizada anualmente por meio de cooperativas exportadoras, corretores e venda direta para armazéns de café. Ao questionar os cafeicultores se eles possuem concorrentes, a maioria afirmou que não, dizendo que “*Para o café não existe concorrência no Brasil*”; “*A gente tenta fazer o melhor para ter uma melhor remuneração*”; “*O Café é uma commodity, não concorre com ninguém*”. Apesar de não possuírem concorrência no mercado local, recomenda-se aos produtores que procurem algum tipo de certificação para o café ou busquem se esforçar para produzir um café de melhor qualidade, agregando valor ao produto.

A produção leiteira é comercializada diariamente para cooperativas e fábricas de laticínios da região como, por exemplo, a Verde Campo em Lavras, MG, e a Cooperativa de Leite de Bom Sucesso, MG. Os produtores ressaltaram que a escolha da empresa para a venda de leite é feita em função da oferta de preços. Já o gado de corte é negociado frequentemente com os abatedores de Oliveira, MG, e região.

Como relação ao lucro obtido com a comercialização de sua produção, 63,7% dos produtores sentem-se satisfeitos com a sua rentabilidade, mas ressaltam que o custo para produzir é muito alto.

3.3.3 Renda principal e complementar

Quando questionados sobre a renda bruta anual obtida no final de 2014 na área de produção da sub-bacia, somente sete dos entrevistados responderam à pergunta. As respostas obtidas desses foram as seguintes: três declararam que sua renda bruta foi inferior a R\$ 360.000,00 e quatro que sua renda foi superior a R\$ 360.000,00 e inferior a R\$ 1.600.000,00.

Além da renda como produtor rural, 45,5% dos entrevistados possui outra fonte de renda: aposentadoria (um proprietário), advocacia (um proprietário), motorista (um proprietário), aposentadoria e empresa (um proprietário), vendedor autônomo e renda dos filhos (um proprietário), e um proprietário não especificou qual a renda adicional.

Apesar de dispor de outra fonte de renda, a maioria dos produtores rurais (81,8%) obtém a maior parte de sua renda com as atividades agropecuárias.

3.3.4 Planejamento da produção, investimento, fornecedores e crédito rural

O planejamento formal da produção, ou seja, colocado efetivamente no papel, é realizado por 45,5% dos produtores entrevistados, por meio de consultoria de engenheiros agrônomos e administradores.

Com a renda obtida na propriedade rural, 90,9% dos produtores investem na sua produção como, por exemplo, na manutenção e modernização da infraestrutura (27,3%), na aquisição de máquinas e implementos (27,3%), no

aumento da área de produção (9,1%) e em todos esses investimentos citados (9,1%).

Os principais fornecedores de insumos químicos e máquinas para os produtores rurais são locais, destacando-se a Cooperativa Agropecuária de Oliveira, AP Agrícola, Mátia Tratores e Implementos Agrícolas. Apenas um dos produtores compra de empresas de outras cidades ou estados.

Uma das maneiras dos produtores rurais ampliarem seu negócio ou terem capital de giro para as suas atividades agropecuárias é por meio de capital próprio ou empréstimo.

No ano de 2014, 45,5% dos produtores rurais utilizaram algum tipo de empréstimo, sendo que na maioria dos casos foram realizados por bancos e em alguns casos por meio de cooperativas de crédito.

Questionou-se aos produtores se eles conheciam alguma linha de crédito que incentivava a sustentabilidade da propriedade rural e 54,5% responderam que conheciam o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e o Financiamento de Máquinas e equipamentos (Finame) do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES). No entanto, somente dois produtores já utilizaram o financiamento do Pronaf e um produtor o do BNDES.

Embora o tamanho da maioria das propriedades rurais da sub-bacia não ultrapasse quatro módulos fiscais, o fator renda bruta familiar anual não poderá ser superior a R\$ 360.000,00 para que os proprietários se enquadrem em uma das categorias de beneficiários do Pronaf (Banco Central do Brasil, 2016), um dos motivos pelos quais apenas dois produtores da sub-bacia já utilizaram essa linha de financiamento.

As atividades agropecuárias na sub-bacia contribuem significativamente para o desenvolvimento econômico local e regional, tendo em vista que a contratação de mão de obra e de consultoria técnica especializada, a compra de

insumos e maquinários e a venda da maioria dos produtos agropecuários ocorrem em cadeia produtiva local.

3.3.5 Certificação

Quando questionados os produtores se eles possuíam algum tipo de certificação, somente um produtor, do tipo patronal ou empresarial, afirmou ter a sua produção de café certificada. A certificação é fundamentada nos princípios das Boas Práticas Agrícolas, que, conforme Santos et al. (2008), estimulam o aumento da eficiência dos serviços e a minimização dos impactos sociais e ambientais. Pereira et al. (2014) descreve que essas práticas são baseadas nos princípios da segurança alimentar, em relação ao consumo, higiene, condições de trabalho e gestão ambiental, dentro da propriedade produtora do alimento.

A demanda por cafés sustentáveis certificados é cada vez mais crescente e, atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador do grão. Segundo Leme (2015), a cafeicultura brasileira, por sua dinâmica competitiva e tecnológica, é a única preparada para abastecer o mercado global de cafés sustentáveis em um reduzido período de tempo.

No entanto, para que o país mantenha e avance nesse mercado de cafés diferenciados, faz-se necessária a implantação de políticas públicas e privadas, com o objetivo de inserir novos cafeicultores nesse negócio, exigindo ações que propõem a adequação das propriedades rurais às Boas Práticas Agrícolas. Esse tipo de adequação deve passar por programas de Assistência Técnica e Extensão Rural, que devem ser efetuados de acordo com o perfil ou desempenho dos cafeicultores em dada região produtora (Pereira et al., 2014).

Diante dessa tendência do mercado de café e considerando que a cafeicultura é destaque na região da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois,

uma possível adesão dos produtores locais ao processo de certificação só tem a contribuir com a sustentabilidade do manancial.

3.4 Caracterização institucional

3.4.1 Acesso à informação

Os principais meios de acesso à informação que os produtores utilizam são: televisão (81,8%), rádio (36,4%), internet (36,4%), jornais impressos (36,4%), boletins informativos fornecidos por entidades de assistência técnica (18,2%) e comunicação com vizinhos ou outras pessoas (9,1%). Quirino (2010) encontrou em seu trabalho que a televisão também é o meio de informação mais utilizado pelos produtores agropecuários (73,7%), seguidos de rádio (33,4%), jornal (29,6%), revista (17,2%) e outros (3,8%).

A comunicação para o agricultor é um relevante meio para a divulgação de conhecimento e novas tecnologias para o setor. A televisão, por ter uma amplitude maior que outras mídias, têm papel importante em levar aos produtores notícias sobre o meio em que trabalham e sobre o mercado nacional e mundial do agronegócio. O telejornal desempenha uma função política e, simultaneamente, visa a ser uma abertura para o mundo (Cunha; Darde; Leme, 2015).

Dos proprietários rurais e arrendatários 72,7% possuem computador e acesso à internet em sua residência. Eles utilizam o computador principalmente para o lazer (27,3%) e o trabalho (27,3%). A internet é utilizada para lazer (27,3%), lazer e atividades escolares dos filhos (9,1%), trabalho e lazer (9,1%), e trabalho, lazer e atividades escolares dos filhos (9,1%). Um dos proprietários disse não ter computador e internet em sua residência, mas que recorre a *lan house* quando precisa.

A internet pode ser um veículo viabilizador de transformações culturais, indispensável à elaboração de novos modelos de convivência social e de associação sociedade-natureza, com base na ética, na equidade e na sustentabilidade, e de disseminação e incentivo às boas práticas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015a).

De acordo com Conceição e Redin (2014), a internet tem um potencial dinamizador no meio rural. Entretanto, deve-se ter ponderação em afirmar que é um instrumento sempre construtivo e que apenas traz aspectos positivos para a vida das famílias rurais que a utilizam.

3.4.2 Assistência técnica e participação em associação ou sindicato

Quanto ao acesso à assistência técnica, 81,8% dos entrevistados responderam que recebem assistência técnica em suas atividades agropecuárias. Destes, 63,6% recebem assistência técnica prestada pelo setor privado, por meio de engenheiros agrônomos e veterinários, ou pelas empresas fornecedoras de insumos, que tem como principal objetivo a venda de insumos químicos (agrotóxicos e fertilizantes), e os outros (18,2%) recebem assistência prestada pelos órgãos públicos.

Os proprietários rurais e arrendatários que utilizam a assistência privada disseram que não podem confiar na assistência dos órgãos públicos, pois não possuem uma periodicidade de visitas às propriedades.

Em relação à satisfação com a assistência privada recebida na sua propriedade, três proprietários rurais e um arrendatário sentem-se muito satisfeitos com o serviço prestado pelos profissionais, um proprietário rural e um arrendatário acham que a qualidade da assistência poderia melhorar e um proprietário rural está insatisfeito. Quanto à assistência pública, um proprietário disse que poderia melhorar e o outro que está insatisfeito com o serviço.

Verifica-se que o principal objetivo da contratação de assistência técnica pelos produtores é o aumento da quantidade e da qualidade da produção agropecuária e não a conservação e manutenção dos recursos naturais. Também se observou objetivo predominantemente econômico quando os proprietários rurais e arrendatários responderam que parte da sua renda é investida na manutenção e modernização da infraestrutura, na aquisição de máquinas e implementos e no aumento da área de produção.

De modo geral, observou-se que alguns indicadores podem ser aprimorados com o aperfeiçoamento de políticas de Assistência Técnica e Extensão Rural. São eles: adoção de práticas agrícolas de conservação do solo e da água; diminuição ou eliminação do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos no solo; incentivo ao uso de fontes alternativas de energia; promoção de cursos de capacitação técnica e gestão; e incentivo à certificação do café.

Existem distintas maneiras de representação nas diferentes esferas federal, estadual e municipal, além de representações por meio de conselhos, associações, cooperativas, dentre outros. Os órgãos de representação da categoria de produtores rurais são fundamentais para tratarem dos direitos e obrigações legais, da articulação, da organização e das aspirações coletivas e individuais dos seus representantes (Dornelas, 2012).

Assim, procurou-se diagnosticar a efetiva participação dos produtores agropecuários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois nos órgãos de representação da categoria. Identificou-se que 54,5% dos proprietários e arrendatários participam de alguma associação ou sindicato, 36,4% não participam, mas têm interesse em participar e 9,1% não participam e não se interessam em participar.

As instituições citadas pelos proprietários rurais e arrendatários foram: Cooperativa Agropecuária de Oliveira (um proprietário), Sindicato Rural de Oliveira (três proprietários), Minasul - Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de

Varginha Ltda (dois proprietários), Cooxupé - Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda (um proprietário), Cooperativa Agrícola Alto Rio Grande (um proprietário), Cocatrel - Cooperativa dos Cafeicultores da Zona de Três Pontas Ltda (um proprietário).

Perguntou-se aos proprietários rurais e arrendatários que participam de alguma associação ou sindicato quais as principais vantagens e desvantagens dessa participação e as respostas foram as seguintes: *“Facilita para retirar guias, faz um pouco da parte burocrática. Mas o sindicato daqui é bem limitado”*; *“Auxílio em documentação”*; *“Até hoje não tive nenhuma percepção de melhoria”*; *“Não tem retorno”*; *“O problema é que não tem retorno. Emater, por exemplo, somem, ficam no escritório e não fazem nada”*; *“Não dá benefício”*.

Percebe-se então, que a maioria dos proprietários rurais e arrendatários que participam dessas associações ou sindicatos mostram-se descrentes quanto à funcionalidade desse tipo de organização e não vêem utilidade na mesma. O interesse maior demonstrado pela participação é devido ao auxílio prestado em serviços administrativos.

3.5 Caracterização ambiental

3.5.1 Água

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis à contaminação (Amaral et al., 2003).

A captação de água, para 45,45% dos proprietários rurais e arrendatários da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, vem de poços artesianos ou semi-artesianos, 27,3% de nascentes em sua propriedade, 18,2% de represas e 9,1%

de cisternas. Sua principal utilização é para consumo humano (90,9%), dessedentação de animais (45,5%), lavagem do café e pulverizações (36,4%).

Foi questionado aos proprietários e arrendatários se eles consideram de qualidade boa a água consumida por eles e suas famílias nas propriedades e 72,7% responderam que sim, 18,2% disseram ser razoável e 9,1% que não consideram que a água seja de qualidade boa.

Os principais fatores citados pelos proprietários rurais e arrendatários para considerarem a água de qualidade boa foram: realização de análises da água pela companhia de abastecimento do município (18,2%), consumo da água ao longo dos anos sem nunca perceber nenhuma alteração (18,2%), nascentes cercadas (9,1%), cabeceira e nascentes próximas à propriedade (9,1%), realização de análises de água pelo proprietário (9,1%).

Já os motivos que levaram alguns dos entrevistados a avaliarem a qualidade da água consumida como razoável e sem qualidade foram: presença de animais mortos próximo ao córrego, presença de lavouras e currais próximo ao córrego, restaurante próximo à nascente de sua propriedade, água do córrego barrenta e sem tratamento.

Em relação à presença de nascentes nas propriedades rurais, 90,9% dos proprietários rurais e arrendatários disseram possuir nascentes em sua propriedade. Ao indagar sobre o número de nascentes, 36,4% disseram ter uma, 27,3% duas, 9,1% três e 27,3% não souberam responder. Se essas nascentes são do tipo perene ou intermitente, 36,4% disseram ser do tipo intermitente, 36,4% do tipo perene, 9,1% dos dois tipos e 18,2% não souberam responder.

De acordo com os entrevistados, a maioria das nascentes perenes está cercada. As que não estão cercadas se encontram em áreas em que não há a presença de gado (lavoura de café) ou são de difícil acesso, pois são rodeadas de vegetação.

Com o objetivo de averiguar a manutenção das nascentes ao longo dos anos, perguntou-se aos proprietários rurais e arrendatários se é de seu conhecimento a existência de alguma nascente na área da sub-bacia que desapareceu (secou) nos últimos cinco anos. Dentre os entrevistados, 45,5% disseram que sim, 54,5% que não e 9,1% não soube responder. Os que disseram que sim, contabilizaram seis nascentes que secaram.

Devido ao longo período de estiagem no ano de 2014, perguntou-se aos proprietários rurais e arrendatários se eles enfrentaram alguma dificuldade na propriedade com a disponibilidade de água e o resultado foi que 63,6% das propriedades rurais tiveram o seu volume de água alterado. Os principais relatos foram: “*A água secou de tudo*”; “*Diminui muito o volume*”; “*A cisterna secou*”; “*Tive que buscar água na cidade*”; “*A gente passou medo, fiquei com medo de tanto que vi diminuir a água*”.

As principais medidas adotadas pelos proprietários rurais e arrendatários para minimizar o problema foram: construção de poço artesiano (um proprietário), poço semi-artesiano (um proprietário) e cisterna (um proprietário), aumento da profundidade da cisterna (um proprietário), orientação aos funcionários para diminuírem o consumo e o desperdício (um proprietário), mudança no bombeamento (um arrendatário), troca da roda d'água por bomba elétrica e proteção das nascentes e matas ciliares (um arrendatário).

No final desse tópico, perguntou-se aos proprietários rurais e arrendatários se eles estavam preparados para um eventual período de estiagem e somente 18,2% disseram que sim, um pelo motivo de ter construído poço artesiano e o outro por proteger suas nascentes e matas ciliares.

3.5.2 Erosão, manejo e conservação dos solos

A erosão é o processo de desgaste e consequente modificação da camada superficial do solo e tem como principais consequências, a perda da capacidade produtiva dos solos agrícolas, esgotamento dos mananciais de água, assoreamento de rios, açudes e represas e deslocamento de massa (Guerin; Isernhagem, 2013).

A maioria dos proprietários e arrendatários (54,5%) afirmou não haver erosão em sua propriedade enquanto 27,3% reconhecem alguma área com erosão do tipo voçoroca e 18,2% não responderam.

As voçorocas descritas pelos proprietários são antigas, um proprietário disse que desde que chegou à propriedade (há 16 anos) já existia e outro disse que a voçoroca em sua propriedade deve ter aproximadamente 50 anos. Todos disseram que não tem observado o avanço delas e que se apresentam estáveis e isoladas com vegetação nativa.

Embora os proprietários rurais e arrendatários não identificaram formas de erosão do tipo laminar e em sulcos, que são menos aparentes que as voçorocas e responsáveis pela maior parte do solo movimentado, recomenda-se uma avaliação *in loco* e estudos que utilizem modelos de predição para a erosão hídrica, com o objetivo de auxiliar no planejamento conservacionista do uso da terra.

O manejo inadequado do solo afeta diretamente a sua estrutura por meio da compactação, resultando no aumento da resistência do solo à penetração e diminuição da permeabilidade do solo à água. Nesse sentido, as práticas de conservação e manejo do solo se fazem cada vez mais necessárias para que o uso da terra seja sustentável e o menos prejudicial possível.

As principais práticas agrícolas de conservação do solo utilizadas pelos proprietários e arrendatários na propriedade rural são as seguintes: plantio direto

(54,5%), curvas de nível (54,5%), cobertura morta nas áreas onde serão realizados plantios (54,5%), adubação verde (36,4%) e cordões de vegetação (9,1%).

3.5.3 Disposição de resíduos domésticos e químicos

A maioria dos proprietários rurais e arrendatários (54,5%) deixa os resíduos domésticos em uma caçamba às margens da rodovia que posteriormente são coletados pela concessionária que administra a Rodovia BR 381, 27,3% enterram no solo e 18,2% queimam.

Alguns resíduos produzidos nas propriedades, como casca de café e esterco de gado, são reutilizados como adubo orgânico.

Em relação ao lançamento do esgoto, 100% dos proprietários e arrendatários disseram utilizar o sistema de fossa rudimentar na propriedade.

Segundo Costa e Guilhoto (2014), as fossas rudimentares não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, e as fossas sépticas, apesar de evitar essa contaminação, não promove a reciclagem dos dejetos humanos, como na fossa séptica biodigestora. Seu estudo aponta retornos econômicos favoráveis para a economia em função de gastos com saneamento, mesmo para tecnologias mais simples disponíveis para a área rural.

As embalagens dos defensivos agrícolas são devolvidas diretamente aos fornecedores ou nos estabelecimentos onde compram os produtos por 90,9% dos proprietários rurais e arrendatários, os outros 9,1% disseram descartar junto ao lixo doméstico, pois as embalagens que utilizam não são de devolução obrigatória.

3.5.4 Regularização ambiental

De acordo com o art. 2º, XV, do Decreto nº 7.830/2012, a regularização ambiental dos imóveis rurais é definida como:

Art. 2º [...]

XV - regularização ambiental - as atividades desenvolvidas e implementadas no imóvel rural que visem a atender ao disposto na legislação ambiental e, de forma prioritária, à manutenção e recuperação de áreas de preservação permanente, de Reserva Legal e de uso restrito, e à compensação da Reserva Legal, quando couber (Brasil, 2012b).

Sendo assim, o processo de regularização ambiental dos imóveis rurais tem como resultado diversos benefícios, tais como a manutenção da qualidade ambiental e dos processos ecológicos e físicos da propriedade, isto é, redução e controle da erosão, estabilidade dos solos, manutenção da qualidade das águas, controle de pragas e abrigo da fauna, entre outros (Brasil, 2012c).

Uma das ferramentas do processo de regularização ambiental é o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais (públicos ou privados) e que fornecerá uma espécie de “atestado de conformidade ambiental”, demonstrando que o imóvel está regular ambientalmente ou está em processo de regularização dos compromissos previstos na Lei nº 12.651/12 – Código Florestal (Brasil, 2012a; Scolforo et al., 2014).

Neste contexto, foi perguntado aos proprietários rurais e arrendatários se a propriedade rural já possui o cadastro e 63,6% responderem sim e 36,4% não. Os principais argumentos dos que ainda não fizeram foram: “*Tem prazo ainda*”; “*Qualquer hora tem que fazer*”.

É importante ressaltar que o CAR apresenta algumas vantagens ao produtor rural como, por exemplo, o acesso ao crédito agrícola, o apoio do Poder

Público por meio de ações de Assistência Técnica e Extensão Rural, a possibilidade de conquista de certificações de produtos agrícolas ou florestais, entre outros (Scolforo et al., 2014).

Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº74/2004 (Minas Gerais, 2004) que estabelece critérios para a classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental ou de licenciamento ambiental no nível estadual, para a atividade de cafeicultura é exigida a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) para o porte do plantio de $30 \leq \text{área útil} \leq 500$ ha e o processo de Licenciamento Ambiental quando a área útil do plantio for superior a 500 ha.

Diante disso, verificou-se que, conforme a área de plantio de café no ano de 2014, para os proprietários e arrendatários da sub-bacia em estudo, não é obrigatório o processo de licenciamento, tendo em vista que duas áreas são menores que 30 hectares e quatro áreas maiores que 30 hectares e menores que 200 ha. Em relação à AAF, somente um arrendatário disse na entrevista que, quando foi implantar a cafeicultura, retirou uma licença no órgão ambiental.

Em relação à atividade pecuária no ano de 2014, verificou-se que o número de cabeças que os produtores rurais possuem é inferior ao exigido pelo órgão ambiental para serem obrigatórios a obtenção da AAF ou o processo de licenciamento ambiental.

Outro instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos é a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. “São passíveis de outorga todos os usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um curso de água, excetuando-se os usos considerados insignificantes que são, entretanto, passíveis de cadastramento junto à autoridade outorgante” (Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2010).

De acordo com os dados de cadastro de outorga e de uso insignificante disponibilizados pela SEMAD, verificou-se um processo de outorga deferido em 2002 e um vencido em 2005. A outorga concedida foi para o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Oliveira para a finalidade de abastecimento público, com prazo de validade de 20 anos e um volume outorgado de 56,0 l/s. A outorga vencida tinha como finalidade a irrigação, mas atualmente a propriedade está no nome de outro proprietário, o qual respondeu na entrevista não fazer uso de irrigação.

A não obrigatoriedade de expedição da outorga não desobriga o Poder Público de inspecionar e fiscalizar tais usos, sendo os mesmos passíveis de cadastramento (Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2010). Conforme a Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1844/13 (Minas Gerais, 2013) é obrigatório o cadastramento de usuários de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais. O cadastro é “um conjunto de informações sobre usuários, usos e interferências nos recursos hídricos, com o objetivo de ampliar e atualizar o conhecimento da situação dos múltiplos usos das águas a partir da identificação de como, onde, quanto e para que as usam” (Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2016).

3.6 Elaboração dos indicadores

A identificação e caracterização dos aspectos sociais, econômicos, institucionais e ambientais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois permitiu a elaboração de: 20 indicadores sociais, distribuídos nos temas educação, geração futura, residência, saúde, transporte, estradas, segurança, lazer e cultura (Quadro A); 11 indicadores econômicos, distribuídos nos temas perfil do agricultor, energia, trabalho e renda, diversificação de atividades, geração de empregos, planejamento, investimento e certificação (Quadro B); 11 indicadores

institucionais, distribuídos nos temas informação, tecnologia, assistência técnica e participação (Quadro C); 28 indicadores ambientais, distribuídos nos temas água, solo, resíduos domésticos, esgoto, resíduos químicos e regularização ambiental (Quadro D).

Também foi definido o tipo de relação que ocorre entre o indicador e o desenvolvimento sustentável da sub-bacia. Dessa forma, se um aumento de valor do indicador resulta melhoria do sistema, se considera que se tem uma relação direta ou positiva. Por outro lado, se um aumento no valor do indicador piora a situação, se tem uma relação inversa ou negativa.

QUADRO A - Indicadores sociais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Continua)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Educação	1. Taxa de Alfabetização (% dos proprietários rurais e arrendatários com 15 anos ou mais de idade capazes de ler e escrever)	IBGE (2015a)	Positiva	100,0
	2. Nível de instrução – Ensino médio completo (% dos proprietários rurais e arrendatários com nível de instrução ensino médio completo)	IBGE (2006)	Positiva	27,3
	3. Nível de instrução – Superior completo (% dos proprietários rurais e arrendatários com nível de instrução superior completo)	IBGE (2006)	Positiva	27,3
	4. Capacitação técnica (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem curso técnico ou superior na área de Ciências Agrárias e Meio Ambiente)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	0,0
Geração futura	5. Filhos (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem filhos)	Este trabalho	Positiva	81,8
	6. Capacitação técnica dos filhos (% dos filhos dos proprietários rurais e arrendatários que possuem ou frequentam curso técnico ou superior na área de Ciências Agrárias e Meio Ambiente)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	0,0
	7. Contribuição dos filhos (% dos filhos dos proprietários rurais e arrendatários que contribuem com as atividades agropecuárias na propriedade)	Este trabalho	Positiva	12,0
	8. Continuidade das atividades agropecuárias (% dos proprietários rurais e arrendatários que percebem que seus filhos têm interesse em dar continuidade às atividades agropecuárias da propriedade)	Este trabalho	Positiva	11,1
Residência	9. Residência na zona rural (% dos proprietários rurais e arrendatários que residem com a sua família na propriedade rural)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	18,2
Saúde	10. Acesso ao sistema público (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam o Sistema Único de Saúde)	Adaptado de IBGE (2015a)	Positiva	54,6

QUADRO A - Indicadores sociais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Conclusão)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
	11. Acesso ao sistema privado (% dos proprietários rurais e arrendatários que pagam pelos serviços de saúde)	Adaptado de IBGE (2015a)	Negativa	63,7
Transporte	12. Acesso ao transporte (% dos proprietários rurais e arrendatários que têm acesso ao transporte para se deslocarem da propriedade rural ao Município de Oliveira, MG)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	100,0
	13. Acesso ao transporte público (% dos proprietários rurais e arrendatários que tem acesso a transporte público total ou parcial para se deslocarem da propriedade rural ao Município de Oliveira, MG)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	100,0
	14. Utilização do transporte público (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam transporte público para se deslocarem da propriedade rural ao Município de Oliveira, MG)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	0,0
Estradas	15. Condições das estradas vicinais (% dos proprietários rurais e arrendatários que consideram as condições das estradas vicinais ótimas/excelentes)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	18,2
Segurança	16. Segurança na propriedade rural (% dos proprietários rurais e arrendatários que se sentem seguros na propriedade rural)	Adaptado de IBGE (2015a); Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	36,4
Lazer	17. Prática de lazer (% dos proprietários rurais e arrendatários que praticam atividade de lazer pelo menos uma vez por semana)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	72,7
Cultura	18. Tradição cultural na sub-bacia (% dos proprietários rurais e arrendatários que reconhecem alguma tradição cultural na sub-bacia)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	0,0
	19. Tradição cultural no município da sub-bacia (% dos proprietários rurais e arrendatários que reconhecem alguma tradição cultural no município da sub-bacia)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	72,7
	20. Participação em atividades culturais (% dos proprietários rurais e arrendatários que participam diretamente de alguma tradição cultural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	0,0

QUADRO B - Indicadores econômicos elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Continua)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Perfil do agricultor	21. Agricultor familiar (% dos proprietários rurais e arrendatários que se enquadram na categoria de agricultores familiares, de acordo com a Lei nº 11.326/2006)	Lei nº 11.326/2006	Não se aplica	36,4
	22. Agricultor patronal ou empresarial (% dos proprietários rurais e arrendatários que se enquadram como agricultores patronais ou empresariais, de acordo com a Lei nº 11.326/2006)	Lei nº 11.326/2006	Não se aplica	63,6
Energia	23. Acesso à energia elétrica (% dos proprietários rurais e arrendatários que têm acesso à energia elétrica em sua propriedade)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	100,0
	24. Fonte alternativa (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam fonte alternativa de energia nas atividades agropecuárias)	Este trabalho	Positiva	0,0
Trabalho e Renda	25. Renda principal (% dos proprietários rurais e arrendatários cuja maior fonte de renda é a atividade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	81,8
	26. Renda complementar (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem outra atividade remunerada, além da atividade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	45,5
Diversificação de atividades	27. Atividades por propriedade (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem mais de um tipo de atividade agropecuária em sua propriedade rural)	Este trabalho	Positiva	9,1
Geração de empregos	28. Contratação de mão de obra permanente ou temporária (% dos proprietários rurais e arrendatários que contratam mão de obra permanente ou temporária para as atividades agropecuárias de sua propriedade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	91,0

QUADRO B - Indicadores econômicos elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Conclusão)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Planejamento	29. Planejamento formal (% dos proprietários rurais e arrendatários que planejam sua produção com o auxílio de profissionais especializados)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	45,5
Investimento	30. Investimento na propriedade rural (% dos proprietários rurais e arrendatários que investem parte da sua renda na propriedade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	90,9
Certificação	31. Certificação (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem algum tipo de certificação em sua produção agropecuária)	Este trabalho	Positiva	9,1

QUADRO C - Indicadores institucionais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Continua)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Informação	32. Televisão (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a televisão como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	81,8
	33. Rádio (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam o rádio como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	36,4
	34. Internet (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a internet como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	36,4
	35. Jornais impressos (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam jornais impressos como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	36,4
	36. Boletins informativos (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam boletins informativos fornecidos por entidades de assistência técnica como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	18,2
	37. Comunicação com vizinhos (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a comunicação com vizinhos e outras pessoas como meio de acesso à informação)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	9,1
Tecnologia	38. Computador (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem computador em sua residência)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	72,7
	39. Internet (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem acesso à internet em sua residência)	IBGE (2015a); Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	72,7

QUADRO C - Indicadores institucionais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Conclusão)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Assistência técnica	40. Acesso a assistência técnica (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem acesso à assistência técnica em suas atividades agropecuárias)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	81,8
	41. Acesso a assistência técnica pública (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem acesso à assistência técnica pública em suas atividades agropecuárias)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	18,2
Participação	42. Associações ou sindicatos rurais (% dos proprietários rurais e arrendatários que participam de associações ou sindicatos rurais)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	54,5

QUADRO D - Indicadores ambientais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Continua)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
Água	43. Abastecimento por rede geral (% dos proprietários rurais e arrendatários que têm acesso ao abastecimento de água por meio de rede geral)	IBGE (2015a)	Positiva	0,0
	44. Abastecimento por poço, cisterna, nascente ou represa (% dos proprietários rurais e arrendatários que têm acesso ao abastecimento de água por meio de poço, cisterna, nascente ou represa)	Adaptado de IBGE (2006)	Negativa	100,0
	45. Irrigação (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a irrigação em suas atividades agropecuárias)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	0,0
	46. Nascentes (% das propriedades rurais que possuem nascentes)	Este trabalho	Positiva	90,9
	47. Nascentes secas (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram ter conhecimento de alguma nascente que secou ou desapareceu nos últimos cinco anos)	Este trabalho	Negativa	45,5
	48. Dificuldades com disponibilidade de água (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram ter enfrentado dificuldades com a disponibilidade de água em sua propriedade no período de estiagem no ano de 2014)	Este trabalho	Negativa	63,6
Solo	49. Uso de fertilizantes (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam algum tipo de fertilizante químico em sua produção agrícola)	Adaptado de IBGE (2015a)	Negativa	100,0
	50. Uso de agrotóxicos (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam algum tipo de agrotóxico em sua produção agrícola)	Adaptado de IBGE (2015a)	Negativa	100,0
	51. Erosão (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram possuir áreas com erosão em sua propriedade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	27,3
	52. Voçorocas (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram possuir erosão do tipo voçorocas em sua propriedade rural)	Este trabalho	Negativa	27,3

QUADRO D - Indicadores ambientais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Continua)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
	53. Curvas de nível (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam curvas de nível como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	54,5
	54. Terraços (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam terraços como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	0,0
	55. Plantio direto (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam o plantio direto como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	54,5
	56. Cobertura morta (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a cobertura morta nas áreas onde serão realizados plantios como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	54,5
	57. Cordões de vegetação (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam cordões de vegetação como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	9,1
	58. Adubação verde (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam adubação verde como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	36,4
	59. Rotação de culturas (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam a rotação de culturas como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	0,0
	60. Cultivo mínimo (% dos proprietários rurais e arrendatários que utilizam o cultivo mínimo como prática agrícola e de conservação do solo)	Adaptado de IBGE (2006)	Positiva	0,0
Resíduos domésticos	61. Serviço de coleta de lixo doméstico (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram que os resíduos domésticos sólidos gerados na sua propriedade são colocados em uma caçamba às margens da rodovia para serem posteriormente coletados pela concessionária que administra a Rodovia BR381)	IBGE (2015a); Adaptado de Dornelas (2012)	Positiva	54,5

QUADRO D - Indicadores ambientais elaborados a partir da participação da população (proprietários rurais e arrendatários) da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG. (Conclusão)

Tema	Indicador	Fonte do indicador	Tipo de relação do indicador	Valor do indicador (%)
	62. Lixo queimado (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram queimar os resíduos domésticos sólidos em sua propriedade rural)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	18,2
	63. Lixo enterrado (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram enterrar os resíduos domésticos sólidos em sua propriedade rural)	Adaptado de Dornelas (2012);	Negativa	27,3
Esgoto	64. Rede de esgoto (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram lançar o esgoto em rede)	IBGE (2015a)	Positiva	0,0
	65. Fossa séptica ou rudimentar (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram lançar o esgoto em fossa rudimentar)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	100,0
	66. Vala (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram lançar o esgoto em vala)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	0,0
	67. Rio, córrego ou lago (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram lançar o esgoto em rio ou córrego)	Adaptado de Dornelas (2012)	Negativa	0,0
Resíduos químicos	68. Devolução aos fornecedores (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram devolver as embalagens dos produtos químicos aos fornecedores)	Adaptado da Lei nº 12.305/2010	Positiva	90,9
Regularização ambiental	69. Cadastro ambiental rural (CAR) (% dos proprietários rurais e arrendatários que disseram já terem realizado o CAR).	Adaptado da Lei nº 12.651/2012	Positiva	63,6
	70. Cadastramento dos usuários de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais (% dos proprietários rurais e arrendatários que possuem o cadastro de usuário de recursos hídricos)	Adaptado da Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1844/2013	Positiva	0,0

Os indicadores poderão ser utilizados como instrumentos de gestão dos recursos hídricos em âmbito municipal, auxiliando a tomada de decisão, definição de metas de melhoria e alocação de recursos, além de servir como parâmetro para monitoramento do desenvolvimento sustentável. Considerando que esses indicadores foram elaborados em âmbito local, refletem de maneira mais precisa as peculiaridades da comunidade da sub-bacia.

4 CONCLUSÕES

Tendo em vista a importância social, econômica e ambiental da sub-bacia para o abastecimento de água do Município de Oliveira, MG, é necessário que o poder público local, por meio do fortalecimento do papel da prefeitura na liderança de ações ambientais, fomente iniciativas que recompensem financeiramente os proprietários rurais em troca da garantia do fornecimento de serviços ambientais, visando à melhoria dos recursos hídricos.

É fundamental também o apoio técnico e financeiro à execução de práticas conservacionistas, tais como: a construção e manutenção de terraços e de bacias de infiltração, a readequação de estradas vicinais, a recuperação e proteção das nascentes, o reflorestamento e cercamento das áreas de preservação permanente (APP), a implantação de sistemas públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, a implantação de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva (cisternas).

O Pagamento por Serviços Ambientais é um instrumento que poderia viabilizar o processo de conservação ambiental, ao dividir com os beneficiários dos serviços ambientais (população do Município de Oliveira, MG) os custos de execução das ações conservacionistas praticadas pelos provedores (proprietários rurais da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois).

Diante do exposto, verifica-se que a participação dos proprietários rurais e arrendatários é fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável. Aliado a isto, as políticas públicas relacionadas ao meio ambiente devem oferecer subsídios para que os proprietários rurais e arrendatários possam desenvolver suas atividades econômicas e ao mesmo tempo garantir a conservação dos recursos naturais. É necessário ainda que haja a conscientização dos indivíduos envolvidos, a respeito do seu papel nesse processo, além do

engajamento da população, para que exija do poder público iniciativas para implementar efetivamente as políticas ambientais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; RIBEIRO, J. B. *História contemporânea de Oliveira*. Oliveira: Gazeta de Minas, 2011.

ALVES, R. J. A. *Lazer e ruralidades: as práticas e representações sociais de lazer no meio rural de Presidente Bernardes-MG*. Viçosa, 2009. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, v. 37, n. 4, p. 510-514, ago. 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf*. Brasília: BCB, 2016. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/PRONAF.asp#2>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1979.

BERNADO, L. T. *Agricultura e meio ambiente: um estudo comparativo entre os sistemas de produção patronal e familiar em Monte Carmelo e Iraí de Minas (MG)*. Uberlândia, 2001. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia.

BIRCHAL, F. F. S.; ZAMBALDE, A. L.; BERMEJO, P. H. S. Planejamento estratégico situacional aplicado à segurança pública em Lavras (MG). *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 523-545, 2012.

BRASIL. *Constituição Federal de 1988*. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei

nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 18 out. 2012b. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 26 fev. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 25 jul. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Diretrizes para o cuidado com as pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes%20cuidado_pessoas%20doencas_cronicas.pdf>. Acesso em: 25abr. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *PNC Rural: caderno de regularização ambiental rural*. Brasília: MMA, 2012c. Disponível em:

<<http://www.youblisher.com/p/196154-Caderno-de-Regularizacao-Ambiental-de-Imoveis-Rurais/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

CARVALHO, V. A.; SILVA, M. R. F. Política de segurança pública no Brasil: avanços, limites e desafios. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 59-67, 2011.

COELHO, C. A. S. et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, Berlin, v. 46, n. 11, p. 3737-3752, 2016.

CONCEIÇÃO, A. F.; REDIN, E. Comunicação, globalização e desenvolvimento: uso e acesso da internet no rural do Rio Grande do Sul. *Sociedade e Desenvolvimento Rural*, Brasília, v. 8, n. 3, p. 109-123, nov. 2014.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, nesp., p. 51-60, 2014.

CUNHA, R. R. C.; DARDE, V. W. S.; LEME, F. A. As contribuições da TV para o desenvolvimento do campo e construção de novas representações sobre o rural. *Sessões do Imaginário*, Porto Alegre, v. 20, n. 34, p. 18-26, 2015.

DAHL, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. *Ecological Indicators*, Oxford, v. 17, n. 10, p. 14-19, 2012.

DORNELAS, M. A. *Potencialidades e limites de revitalização de uma microbacia do município de Bambuí-MG*. Lavras, 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras.

FONSECA, L. G. *História de Oliveira*. Oliveira: Centenário, 1961. Disponível em: <<http://gazetademinas.com.br/uploads/arquivos/historia-de-oliveira.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOMES, C. L.; ELIZALDE, R. *Horizontes latino-americanos do lazer*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2012.

GOMES, C. Ocio, recreación e interculturalidad desde el “Sur” del mundo: desafíos actuales. *Revista Polis*, Santiago, v. 9, n. 26, p. 199-220, 2010.

GUERIN, N.; ISERNHAGEN, I. *Plantar, criar e conservar: unindo produtividade e meio ambiente*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário*. Brasília: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Indicadores de desenvolvimento sustentável, Brasil 2015*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Mapa de solos do Brasil, 2001*. Brasília: IBGE, 2001. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/solos.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *População estimada 2016*. Brasília: IBGE, 2016. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Cadastro de usuário de recursos hídricos. *Meioambiente.mg*, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/cadastro-de-usuario-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: IGAM, 2010. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/outorga/manual/manual-de-outorga.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. *Sistema Nacional de Cadastro Rural, índices básicos de 2013*. Brasília: INCRA, 2013. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regulizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o Caso de Extrema (MG). *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 30, p. 353-360, jul./set. 2015.

KRONEMBERGER, D. M. P. *A viabilidade do desenvolvimento sustentável na escala local: o caso da Bacia do Jurumirim, Angra dos Reis, 2003*. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal Fluminense.

LEITÃO, F. O.; BRISOLA, M. V.; COSTA, S. J. Retrato atual da agricultura familiar e patronal na cidade de Unaí/MG. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco.

LEME, P. H. M. V. *A construção do mercado de cafés certificados e sustentáveis da Utz Certified no Brasil: as práticas e os arranjos de mercado*. Lavras, 2015. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Lavras.

LEVIN, J. *Estatística aplicada a ciências humanas*. São Paulo: Harbra, 1985.

MATTOS, R. *Crítérios para aplicação do Programa Produtor de Água: estudos de caso no Alto Rio Grande, MG*. Lavras, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras.

MENDONÇA, K. F. C. et al. Formação, sucessão e migração: trajetórias de duas gerações de agricultores do Alto do Jequitinhonha, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 445-463, jul./dez. 2013.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. *Minas Gerais*, Belo Horizonte, MG, 02 out. 2004.

MINAS GERAIS. Resolução conjunta SEMAD/IGAM nº1844, de 12 de abril de 2013. Estabelece os procedimentos para o cadastramento obrigatório de usuários de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais. *Diário Executivo*, Belo Horizonte, MG, 13 abr. 2013.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Environment monographs n° 83*: OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris: OECD, 1993.

PEREIRA, L.; ORTEGA, E. A modified footprint method: the case study of Brazil. *Ecological Indicators*, Oxford, v. 16, n. 10, p. 113-127, May 2012.

PEREIRA, S. P. et al. Separação em clusters de propriedades rurais, em relação às boas práticas agrícolas no cultivo do cafeeiro. *Coffee Science*, Lavras, v. 9, n. 2, p. 216- 225, abr./jun. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OLIVEIRA. *Atlas escolar histórico, geográfico e cultural do município de Oliveira estado de Minas Gerais*. Oliveira: Secretaria Municipal de Educação, 2011.

QUIRINO, T. R. Produtores, estabelecimentos e tecnologias: a agriculturabrasileira no final do século 20. *Informe Agronegócios*, Rio de Janeiro, n. 7, p. 93-107, 2010.

REIS, L. B.; SANTOS, E. C. *Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais*. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.

SANTOS, J. C. F. et al. Avaliação de conformidades de cafeicultores do cerrado mineiro sobre exigências da produção integrada de café. *Coffee Science*, Lavras, v. 3, n. 1, p. 7-18, jan./jun. 2008.

SCOLFORO, J. R. S. et al. *Curso de Capacitação para o Cadastro Ambiental Rural (CapCAR): linha do tempo do CAR*. Lavras: Ed. UFLA, 2014.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. *Dados operacionais*. Oliveira: SAAE, 2016. Disponível em: <<http://www.saeoliveira.com.br/dados-operacionais#conteudo>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SILVA, M. S. et al. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia de Córrego dos Bois, Minas Gerais. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, 2016. No prelo.

SILVA, P. M. O. *Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG*. Lavras, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras.

SOUZA, R. S. R. Políticas públicas e violência. *Democracia Viva*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 4, p. 38-43, 2006.

TRAVASSOS, C.; VIACAVA, F. Acesso e uso de serviços de saúde em idosos residentes em áreas rurais, Brasil, 1998 e 2003. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 10, p. 2490-2502, out. 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2012.

TUNDISI, J. G. Governança da Água. *Revista UFMG*, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 222-235, jul./dez. 2013.

UNESCO. *Declaração Universal dos Direitos Humanos. Adotada e proclamada pela resolução 217 (III) da Assembléia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948*. Brasília: Unesco, 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139423por.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

UNESCO. *UNESCO science report 2010: the current status of science around the world*. 2nd. ed. Paris: Unesco, 2010. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001899/189958e.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em <www.zee.mg.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2016.

APÊNDICE A - Descrição geral e morfológica dos perfis de solos amostrados na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

PERFIL Nº: 1

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A moderado, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Fazenda do Retiro, sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, UTM SIRGAS2000 23K, 520744 mE, 7699011 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte estrada, em terço médio de encosta, com 5% de declividade, sob lavoura de café.

ALTITUDE: 1.104 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado a ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Café.

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 – 20 cm, cor: bruno-amarelo-escuro (10YR 4/4); argiloarenosa; forte grande granular (grumosa);

AB 20 – 45 cm, cor: bruno-amarelo-escuro (10YR 4/6); argiloarenosa; forte média granular.

Bw 45cm+, cor: bruno-amarelado (10YR 5/8); argila; forte pequena granular.

C - FOTO



PERFIL Nº: 2

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico A, moderado, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Fazenda Retiro, Oliveira, MG, UTM SIRGAS2000 23K, 521054 mE, 7699405 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de um antigo silo de trincheira, com 3% de declividade, sob área plana sob pastagem.

ALTITUDE: 1.067 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado .

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a Suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0 – 23 cm, bruno-amarelo escuro (10YR 3/4); argiloarenosa; forte grande granula (grumosa).

Bw 23 – 50 cm e mais, bruno-escuro (7.5YR 4/4); argiloarenosa; forte pequena a média granular.

C - FOTO



PERFIL Nº: 3

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A moderado, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Fazenda Sonho Verde, sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, UTM SIRGAS2000 23K, 523.796 mE, 7.698.040 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte estrada, em topo de encosta, com 3% de declividade, sob lavoura de café.

ALTITUDE: 1.156 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Café.

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 20 cm, bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4); argila; forte grande granular (grumosa).
- AB 20 – 60 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila, forte pequena granular.
- Bw 60cm+, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila, forte pequena granular.

C - FOTO



PERFIL Nº: 4

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Cambissolo Háptico Tb distrófico, A moderado, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CXbd1

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Fazenda Baliza, sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, UTM SIRGAS2000 23K, 524.971 mE, 7.696.940 mN

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte estrada, em terço médio de encosta, com 18% de declividade, sob lavoura de café.

ALTITUDE: 1.114 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Café.

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 25 cm, bruno-forte (7.5YR 4/6); franco-argilosa; moderada pequena granular a blocos subangulares.
- AB 25 – 90 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8); franco-argilosa; moderada média blocos subangulares; presença de cascalhos;
- Bi 90cm+, vermelho (2,5YR 4/6); franco-argilosa; moderada média blocos subangulares; presença de rocha em decomposição cascalhenta.

C - FOTO



PERFIL Nº: 5

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Cambissolo Háptico Tb distrófico, A moderado muito cascalhento, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: CX bd2

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Sub-bacia hidrográfica, Córrego dos Bois, Fazenda Baliza, Oliveira, MG, UTM SIRGAS2000 23K, 523.507 mE, 7.697.639 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte estrada, em topo de encosta, com 13% de declividade, sob lavoura de café.

ALTITUDE: 1.125 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Muito cascalhento.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia.

USO ATUAL: Café.

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva.

B - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 20 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2); argiloarenosa muito cascalhenta; forte média granular.
- Bi1 20 – 50 cm, bruno-forte (7.5YR 5/8); franco-argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares.
- Bi2 50 – 100 cm, bruno-avermelhado (2.5YR 4/4); franco-argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares.
- C 100 cm+, bruno-avermelhado (2.5YR 4/4); franco-argiloarenosa; fraca pequena blocos subangulares.

C - FOTO



PERFIL Nº: 6

A - DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 30/01/2016

CLASSIFICAÇÃO SiBCS: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, A moderado, fase floresta Tropical subperenifólia, relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: PVAd

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS: Sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Fazenda Campo Limpo, Oliveira, MG, UTM WGS 84 23K, X: 521974 Y: 7698447

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de corte estrada, em terço médio de encosta, com 13% de declividade, sob lavoura de café.

ALTITUDE: 1.091 metros.

LITOLOGIA: Gnaisses arqueanos e proterozóicos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Gnaisse Fernão Dias.

CRONOLOGIA: Arqueano/Mesoarqueano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do material supracitado.

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte-ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia

USO ATUAL: Café

CLIMA: Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, estiagem de inverno (ALVARES et al., 2013).

DESCRITO E COLETADO POR: Elidiane da Silva, Fábio José Gome e Mirian de Sousa Silva

B –DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 12 cm, bruno-avermelhado escuro (10YR 3/4); argiloarenosa; forte média granular (grumosa).
- AB 12 – 40 cm, bruno-avermelhado escuro (10YR 4/4); argila; moderada média blocos subangulares.
- Bt 40+ cm, bruno-forte (7,5YR 5/8); argila; moderada média blocos subangulares.

C - FOTO



APÊNDICE B - Classificação da aptidão agrícola da sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG.

Tabela 1 - Classificação da aptidão agrícola para cada perfil de solo amostrado, na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, de acordo com a tabela guia da região tropical úmida. (Continua)

Solo		P1 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, relevo suave ondulado														Uso Atual	Aptidão Agrícola
Limitação	f	h			o			e			m						
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Grau de limitação	F	N1	N	N/L	N/L	N/L	N	N	N	L	L1	N2/L	L	L	L		
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Cafeicultura	1(a)bC
Solo		P2 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, relevo plano														Uso Atual	Aptidão Agrícola
Limitação	f	h			o			e			m						
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Grau de limitação	F	N1	N	N/L	N/L	N/L	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Pastagem	1(a)bC
Solo		P3 - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, relevo plano														Uso Atual	Aptidão Agrícola
Limitação	f	h			o			e			m						
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Grau de limitação	F	N1	N	N/L	N/L	N/L	L	L	L	N	N	N	N	N	N		
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Cafeicultura	1(a)bC

Tabela 1 - Classificação da aptidão agrícola para cada perfil de solo amostrado na sub-bacia hidrográfica Córrego dos Bois, Oliveira, MG, de acordo com a tabela guia da região tropical úmida. (Conclusão)

Solo																	
P4 - Cambissolo Háplico Tb distrófico, relevo ondulado																	
Limitação	f			h			o			e			m				
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Uso	Aptidão
Grau de limitação	F	L1	N2	N/L	N/L	N/L	L	L	L	F	F	F	M	M	M	Atual	Agrícola
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	(a)	4p	-	A	b	(c)	Cafeicultura	4p
Solo																	
P5 – Cambissolo Háplico Tb distrófico, relevo ondulado, muito cascalhento																	
Limitação	f			h			o			e			m				
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Uso	Aptidão
Grau de limitação	F	L1	N2	N/L	N/L	N/L	L	L	L	F	F	F	M/F	M/F	M/F	Atual	Agrícola
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	(a)	4p	-	a	(b)	-	Cafeicultura	4p
Solo																	
P6 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, relevo ondulado																	
Limitação	f			h			o			e			m				
Manejo	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Uso	Aptidão
Grau de limitação	F	N1	N	N/L	N/L	N/L	N	N	N	M	M	L2	L	L	L	Atual	Agrícola
Classe Aptidão	(a)	b	C	A	B	C	A	B	C	a	b	c	A	B	c	Cafeicultura	2(a)bc

Fatores de limitação: f: deficiência da fertilidade; h: deficiência de água; o: excesso de água ou deficiência de oxigênio; e: suscetibilidade a erosão hídrica; m: impedimento à mecanização. Grau de limitação: N: nulo; L: ligeiro; M: moderado; F: forte; MF: muito forte.