

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGeo**

MONIKE FAUSTINO LAUDINO

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS EM SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS SOB CULTIVO DE CAFÉ**

ALFENAS/MG

2023

MONIKE FAUSTINO LAUDINO

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS EM SUB-BACIAS
HIDROGRÁFICAS SOB CULTIVO DE CAFÉ**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Análise Sócio-Espacial e Ambiental. Linha de pesquisa: Dinâmica dos Sistemas Físico-Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Luiz Mincato

ALFENAS/MG

2023

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

Laudino, Monike Faustino.

Avaliação da Capacidade de Uso das Terras em sub-bacias hidrográficas sob cultivo de café / Monike Faustino Laudino. - Alfenas, MG, 2023.

43 f. : il. -

Orientador(a): Ronaldo Luiz Mincato.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

Bibliografia.

1. Capacidade de Uso da Terra; Solos; Cafeicultura; Degradação do solo; Manejo sustentável.. 2. Solos. 3. Cafeicultura. 4. Degradação do solo. 5. Manejo sustentável. I. Mincato, Ronaldo Luiz, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

MONIKE FAUSTINO LAUDINO

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS SOB CULTIVO DE CAFÉ

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Área de concentração: Análise sócio-espacial e ambiental.

Aprovada em: 30 de maio de 2023

Prof. Dr. Ronaldo Luiz Mincato

Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)

Prof. Dr. Vinícius Borges Moreira

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP -Rio Claro - SP)

Prof. Dr. Felipe Gomes Rubira

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Luiz Mincato**, Professor do Magistério Superior, em 30/05/2023, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1004949** e o código CRC **9BCDA8BA**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e oportunidade de realizar este Mestrado. A minha família, meus pais e meu esposo, por toda confiança e apoio. Ao meu orientador, que se tornou um amigo, pela confiança e dedicação durante estes anos. E a todos os envolvidos direta ou indiretamente na construção deste trabalho. Fica aqui meus sinceros agradecimentos.

Agradeço ainda, aos professores e a coordenação do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG.

RESUMO

O solo é um recurso natural não renovável na escala de tempo humana. Fundamental para a existência da humanidade, seu uso planejado garante a manutenção dos ecossistemas, a segurança alimentar e a proteção da biodiversidade. A exploração das coberturas pedológicas pela agricultura tem acelerado os processos erosivos, contribuindo com a degradação do solo e da água. Esse desgaste deve ser compreendido a fim de obter a manutenção ou o aumento da produtividade agrícola e a conservação ambiental, favorecendo a sustentabilidade de agroecossistemas. A cafeicultura constitui um dos setores mais dinâmicos da agricultura no estado de Minas Gerais, em função de sua grande geração de renda e mão de obra. Além disso, a expansão da cafeicultura na região é uma das responsáveis pelas alterações adversas nas paisagens e vegetação natural. A fim de garantir a conservação do solo e dos recursos naturais, é fundamental a utilização dos solos observando sua capacidade de uso. O Sistema de Capacidade de Uso é uma ferramenta utilizada na classificação da terra para um determinado tipo de uso com base em suas características morfológicas. Ela permite propor uma classificação do uso da terra de acordo com seu potencial, o que pode auxiliar na elaboração de planos de manejo sustentável. Os propósitos deste estudo se dirigem a avaliação da Capacidade de Uso das Terras de duas sub-bacias localizadas no sul de Minas Gerais, cujo uso e ocupação predominantes são a cafeicultura. Nas duas sub-bacias a classe de capacidade de uso predominante foi a VI, demonstrando algumas limitações para o uso agrícola. Analisando o uso atual e a capacidade de uso foi possível verificar que há grande quantidade de terras subutilizadas e quase metade das sub-bacias usadas de acordo com a capacidade de uso. Menos de 10% das áreas das sub-bacias estão sobreutilizadas. As áreas subutilizadas podem ser consideradas como no limite de utilização. Dessa forma, são áreas que necessitam de atenção e implantação de planos de manejo sustentável para que não excedam sua capacidade de uso.

Palavras-chave: Capacidade de Uso da Terra; Solos; Cafeicultura; Degradação do solo; Manejo sustentável.

ABSTRACT

Soil is a non-renewable natural resource on the human time scale. Fundamental for the existence of humanity, its planned use guarantees the maintenance of ecosystems, food security and protection of biodiversity. The exploitation of pedological covers by agriculture has accelerated erosion processes, contributing to the degradation of soil and water. This erosion must be understood in order to maintain or increase agricultural productivity and environmental conservation, favoring the sustainability of agroecosystems. Coffee growing is one of the most dynamic sectors of agriculture in the state of Minas Gerais, due to its large income and labor generation. In addition, the expansion of coffee growing in the region is one of the factors responsible for adverse changes in landscapes and natural vegetation. In order to guarantee the conservation of the soil and natural resources, it is essential to use the soil, observing its capacity for use. The Usage Capacity System is a tool used to classify land for a given type of use based on its morphological characteristics. It makes it possible to propose a classification of land use according to its potential, which can help in the preparation of sustainable management plans. The purposes of this study are aimed at evaluating the Land Use Capacity of two sub-basins located in the south of Minas Gerais, whose predominant use and occupation are coffee growing. In both sub-basins, the predominant usability class was VI, demonstrating some limitations for agricultural use. Analyzing the current use and capacity of use, it was possible to verify that there is a large amount of underutilized land and almost half of the sub-basins used according to the capacity of use. Less than 10% of sub-basin areas are overused. The underutilized areas can be considered as at the limit of use. Thus, these are areas that need attention and the implementation of sustainable management plans so that they do not exceed their capacity for use.

Key words: Land Use Capacity; Soils; Coffee growing; Soil degradation; Sustainable management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Intensidade máxima de uso agrícola para as Classes de Capacidade	21
Figura 2- Mapa de Localização das áreas de estudo	22
Figura 3- Mapas de Solos.....	27
Figura 4- Mapas de relevo das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio.....	29
Figura 5- Mapa de uso e ocupação atual da terra	31
Figura 6- Mapa das classes de capacidade de uso da terra das sub-bacias Ribeirão São bento e Ribeirão José Lúcio	32
Figura 7- Mapa de Classes associada ao Uso Atual (CUA) da Terra.....	34
Figura 8- Mapa de Conflito de Uso Potencial do Solo ou Mapa de Número de Classes Excedentes (NCE)	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Classes de Capacidade de Uso da Terra.....	20
Tabela 2-	Potencial de erodibilidade em relação à declividade.....	24
Tabela 3-	Fatores que compõe a fórmula mínima e suas respectivas classes.....	25
Tabela 4-	Área ocupada pelas classes de Solo das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio.....	28
Tabela 5-	Classes de relevo e declividade das sub-bacias Ribeirão São bento e Ribeirão José Lúcio	29
Tabela 6-	Uso e ocupação do solo nas Sub-bacias da área de estudo.....	31
Tabela 7-	Classes de capacidade de uso da sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio	33
Tabela 8-	Número de Classes Excedentes (NCE) das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
2	DESENVOLVIMENTO	13
2.1	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.1	Solos	13
2.1.2	Solos, Agricultura e Degradação	15
2.1.3	Planejamento e uso conservacionista do solo	16
2.1.4	Sistema de Capacidade de Uso da Terra	18
2.1.5	Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3. 2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
2.2.2	Elaboração dos mapas	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1	SOLOS	27
4.2	RELEVO	28
4.3	USO E OCUPAÇÃO ATUAL DA TERRA	30
4.4.1	Capacidade de uso da terra	32
4.5	CONFLITOS DE USO DA TERRA	34
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o solo exerce um papel fundamental na existência da humanidade. Utilizado na agricultura, meio suporte à produção de alimentos e dos ecossistemas terrestres, o solo, juntamente à luz solar, ao ar e a água, são uma das quatro condições básicas à vida na Terra. É um recurso natural não renovável na escala de tempo humana, e seu uso planejado é fundamental para não comprometer os ecossistemas, garantindo a segurança alimentar e a proteção da biodiversidade (EMBRAPA, 2013).

Há vários anos a cafeicultura constitui um dos setores mais dinâmicos da agricultura no estado de Minas Gerais. “Nas regiões tradicionais de produção, como o sul de Minas Gerais, a cafeicultura caracteriza-se como atividade de importância fundamental sob o aspecto socioeconômico, em face da significativa geração de renda e ocupação de grande contingente de mão de obra” (SIMÕES; PELEGRINI, 2010).

Junto a expansão da cultura do café na região, a vegetação natural das paisagens montanhosas foi, gradativamente, substituída pelas lavouras de café e outras culturas, sendo que são nítidas as alterações ocasionadas ao meio ambiente (FUJIHARA, 2002).

O crescimento populacional acelerado aumentou a demanda pela geração de alimentos, provocando o uso intensivo do solo. Dessa forma, a atual situação de perturbação do meio ambiente tende a piorar, visto que o crescimento populacional é o fator que mais pressiona a demanda por alimentos e outros recursos naturais, levando o homem a buscar novas soluções para atingir os níveis de produção requeridos.

A exploração da produção agrícola tem acelerado os processos erosivos, contribuindo com a degradação do solo e da água. Esse desgaste do solo deve ser compreendido quando se objetiva a manutenção ou o aumento da produtividade agrícola e a conservação ambiental, favorecendo a sustentabilidade de agroecossistemas. “A fim de garantir o crescimento sustentável da agricultura, é necessário respeitar a capacidade de uso das terras e, através do planejamento territorial é possível identificar quais são as áreas mais adequadas para cada tipo de atividade, prevenindo problemas ambientais” (LOPES; CAMPOS, 2019;

PANACHUKI *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2018; TAGLIARINI *et al.*, 2019; XAVIER *et al.*, 2021).

Os municípios das áreas de estudo possuem sua economia baseada na produção cafeeira. O solo é um dos principais recursos utilizados nas práticas agrícolas, e tendo em vista a crescente necessidade de explorar tal recurso, estudos acerca dos solos são essenciais para determinar o uso e manejo mais adequado da terra, visando obter maiores produções e reduzir, em níveis aceitáveis o seu desgaste e empobrecimento.

Os propósitos deste estudo se dirigem para a avaliação do uso potencial das terras de duas sub-bacias localizadas no sul de Minas Gerais, nos municípios de Cambuquira e Conceição do Rio Verde. Para tanto, foi realizado o mapeamento da Capacidade de Uso das Terras com base na proposta de Lepsch *et al.* (1991), a qual busca caracterizar a capacidade de uso das terras para a agricultura sem o risco de degradação do solo, especialmente em relação à erosão (LEPSCH *et al.*, 2015).

Acredita-se que essa análise venha a contribuir na conservação dos solos, tão importante para a economia do estado e da região, assim como na compreensão dos fatores de degradação do solo e dos impactos associados, auxiliando no planejamento do uso e manejo da área estudada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o mapeamento da Capacidade de Uso das Terras das sub-bacias hidrográficas Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lucio, avaliando se o uso atual está condizente com as classes de capacidade identificadas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar a caracterização do meio físico das sub-bacias hidrográficas;
- b) Analisar possíveis conflitos entre o uso atual e a Capacidade de Uso das Terras, identificando as áreas utilizadas com prejuízo potencial ao ambiente

(acima da capacidade de uso) e as subutilizadas (abaixo da capacidade de uso).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Solos

A sociedade foi constituída na tentativa constante de transformar a natureza ao seu redor, como forma de satisfazer suas necessidades. Nessa perspectiva, podemos destacar o solo como um dos recursos naturais de maior relevância, pois grande parte dos nossos alimentos, direta ou indiretamente, provém dos campos de cultivo e de pastagens. O solo recebe a água das chuvas que emerge nas nascentes e mananciais, e sustenta a biodiversidade das florestas, campos e cerrados (LEPSCH, 2010).

De acordo com Lepsch (2011), os solos são essenciais à humanidade sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental. Atuam como reguladores, transformadores, filtros de água e fonte de nutrientes para as plantas, exercendo um elo importante entre os ciclos biogeoquímicos da litosfera e a dinâmica dos sistemas atmosféricos.

O Solo é definido pelo *Soil Survey Manual* (1951) como:

A coleção de corpos naturais que ocupam partes da superfície terrestre, os quais constituem um meio para o desenvolvimento das plantas e que possuem propriedade resultantes do efeito integrado do clima e dos organismos vivos, agindo sobre o material de origem e condicionado pelo relevo durante certo período de tempo (SOIL SURVEY MANUAL, p.6, 1951).

Devido ao grande número de interações de fatores climáticos, biológicos, geológicos e geomorfológicos, o Brasil apresenta uma grande diversidade de solos. Nessa diversidade, os Latossolos ocupam cerca de 40% dos solos nacionais, desenvolvem-se em relevos suaves e apresentam consideráveis profundidades, alta permeabilidade e baixa capacidade de troca catiônica (LEPSCH, 2011).

Na região Sudeste há predominância de Latossolos bem desenvolvidos e, geralmente, de baixa fertilidade natural. Os Latossolos abrangem 56% da região e junto com os Argissolos, perfazem cerca de 78% dos solos dessa área, de elevado desenvolvimento social, técnico e cultural, responsável por setores estratégicos da cadeia produtiva brasileira (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

Dentre os grandes compartimentos geomorfológicos encontrados no Sudeste, a área montanhosa das serras do Mar e da Mantiqueira, estão presentes na região leste e sul de Minas Gerais. De acordo com Lepsch (2011) essa região foi intensivamente ocupada com lavoura cafeeira a partir da segunda metade do século XIX (MANZATTO; JUNIOR; PERES, 2002). Os nutrientes da mata original sustentavam a lavoura por algum tempo, no entanto, com o manejo inadequado dos cafezais e enfraquecimento das terras, essas eram transformadas em pastagens (REZENDE; RESENDE, 1996).

As principais classes de solos ocorrentes no estado de Minas Gerais, de acordo com o Mapeamento de Solos de Minas Gerais (AMARAL *et al.*, 2004), são os: os Latossolos Vermelho-Amarelo (25%), Latossolos Vermelho-Escuro (18%), Cambissolos (18%), Argissolos Vermelho-Amarelo (10%) e Argissolos Vermelho (10%).

O Latossolo Vermelho-Amarelo é a classe que mais representa as características gerais dos Latossolos. De modo geral, os principais impedimentos ao seu pleno aproveitamento são a baixa fertilidade e a presença de alumínio tóxico para as plantas, além do relevo mais acidentado principalmente nas Zonas da Mata e Sul. Esta classe de solos distribuem-se por todo o Estado ocupando a maior extensão, com 14.732.622ha, equivalendo a aproximadamente 25,11% da sua superfície. (AMARAL, 2004)

Para Amaral *et al.* (2004), a classe do Argissolo Vermelho é caracterizada por possuir bom potencial produtivo em Minas Gerais, com exceção dos localizados em regiões que apresentam período seco prolongado (principalmente nos eutróficos). Ocupam uma extensão de 5.639.742ha equivalentes a aproximadamente 9,61% da superfície do Estado.

Amaral (2004) revela, como peculiaridade das terras de Minas Gerais, a alta exigência de fertilizantes e corretivos, pequena susceptibilidade à erosão e impedimento forte à mecanização.

2.1.2 Solos, Agricultura e Degradação

A atividade agrícola é essencial para a vida humana por ser a base para a produção de alimentos (LOPES; CAMPOS, 2019). Há cerca de 10 mil anos, o aprendizado e o conhecimento a respeito das funções do solo contribuíram para o surgimento da agricultura (LEPSCH, 2011). Desde então, esta tornou-se uma das principais formas de exploração das terras.

Os Latossolos têm sido considerados os mais produtivos do mundo para a agricultura e, juntamente com Nitossolos e Argissolos, quando em condições de relevo favorável à agricultura, ocupam cerca de 60% do território nacional, fazendo com que o Brasil seja apontado como um dos países com maior potencial agrícola (LEPSCH, 2011).

Projeções indicam que até 2050 a produção de alimentos deverá ser incrementada em 60% para atender o aumento da demanda global devido ao crescimento demográfico (FAO, 2015). O aumento da produção acontece tanto pela ocupação de novas áreas, como pela intensificação da agricultura em áreas já cultivadas. Estima-se que existam somente 15 a 16 milhões de km² (10 a 12% da superfície terrestre) de terras aptas ao aumento de cultivos. Dessa forma, a expansão para novas áreas, se necessário, será às custas da eliminação de florestas, o que acarretará em sérios problemas ambientais (LEPSCH, 2010).

De acordo com IBGE (2020), a área agrícola no Brasil cresceu 44,8% desde 2000, chegando a 664.784 km² em 2018, o equivalente a 7,6% do território nacional. Entre 2000 e 2012, cerca de 20% das novas áreas agrícolas vieram da conversão de pastagem com manejo, sendo que a partir de 2012, o número subiu para 53% (IBGE, 2020). A dinâmica de ocupação tem observado a seguinte sequência: retirada da vegetação nativa; instalação de pastagens; e implantação de áreas agrícolas (IBGE, 2020).

Para que a demanda por alimentos seja atendida sem expansão de áreas agrícolas, o desafio é melhorar a qualidade dos solos cultivados. O objetivo é reduzir a lacuna entre a produtividade potencial de um solo e a sua produtividade atual, por meio de melhorias no manejo do solo e da água (BONETTI; FINK, 2020).

O uso intensivo do solo sem práticas de manejo adequadas pode acarretar em degradação ambiental de diversos tipos, como: erosão, assoreamento, exaustão

dos solos, poluição dos mananciais, perda de biodiversidade e destruição das matas ciliares (SILVA, 2018).

De acordo com Panachuki *et al.* (2006), a erosão hídrica é o processo de degradação que mais tem afetado a capacidade produtiva dos solos, facilitada e acelerada por interferência antrópica. A erosão hídrica prejudica tanto as atividades agrícolas como também o meio ambiente. A ocorrência do escoamento superficial em locais inaptos para as atividades agropecuárias ou com práticas de manejo inadequadas, tende a proporcionar a erosão das camadas mais superficiais do solo, onde se concentra a maior fertilidade (SANTOS *et al.*, 2013b). Este processo também afeta os recursos hídricos, uma vez que o transporte de sedimentos até os cursos de água degrada a qualidade da água e provoca o assoreamento de rios e reservatórios (GALHARTE; VILLELA; CRESTANA, 2014).

Para estruturar e viabilizar um planejamento que evite a perda de solo, tanto local como regional, é necessário à implementação de uma política baseada em informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso/ocupação da terra (BOLLELI, 2019). A adoção de práticas conservacionistas permite que a erosão seja mitigada, favorecendo a sustentabilidade socioeconômica e ambiental da produção agrícola (BOLLELI, 2019).

2.1.3 Planejamento e uso conservacionista do solo

O planejamento racional do uso da terra abrange o desenvolvimento de atividades adequadas às potencialidades e limitações do solo, do clima e do relevo. Este, é essencial para a conservação dos solos, garantindo o controle da erosão, da produção agrícola e da manutenção da biodiversidade (FLAUZINO *et al.*, 2016).

O planejamento e manejo conservacionista visa maximizar a produtividade das terras agrícolas por meio de sistemas de exploração eficientes, racionais e intensivos, além de garantir a continuidade da produtividade do solo. Por meio do planejamento conservacionista, procura-se garantir o pleno aproveitamento da área agrícola, levando em consideração as propriedades do solo, a declividade do terreno, dentre outras características e atributos peculiares a determinada região (EMADODIN *et al.*, 2014; MENDONÇA *et al.*, 2006; MENEZES *et al.*, 2014).

Metodologias que visam auxiliar no planejamento do uso da terra, avaliar sua aptidão e capacidade de uso têm sido desenvolvidas, uma vez que há uma insuficiência de levantamentos convencionais detalhados para elaboração e execução de projetos agrícolas (SILVA, 2018).

Existem diversos métodos para a avaliação de terras, de acordo com os objetivos a que são destinados. Assim, pode-se avaliar quanto as suas características ou quanto à classificação para um fim definido, tendo como exemplo a relação quanto ao potencial erosivo, às reservas minerais, à aptidão agrícola, à irrigação ou à capacidade de uso do solo (ASSAD; SANO, 1998). Dentre os sistemas de avaliação utilizados no Brasil, destacam-se: o Sistema FAO/Brasileiro de aptidão agrícola das terras, o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO-FILHO; BEEK, 1995) e o Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH *et al.*, 1991; 2015).

O Sistema de Capacidade de Uso da Terra proposto por Lepsch *et al.* (1991), busca harmonizar da forma mais adequada possível as várias modalidades de uso da terra, otimizando a produção agrícola sustentável, atendendo às diversas necessidades da sociedade e protegendo o meio ambiente (LEPSCH *et al.*, 2015). Segundo Lepsch (2010), o termo "capacidade de uso" relaciona-se ao grau de risco de degradação dos solos e à indicação do seu melhor uso agrícola.

De acordo com Flauzino *et al.* (2016), o termo "terra" refere-se não apenas ao solo, mas também a localização, o relevo, a vegetação, os tipos e grau de erosão, características climáticas e suprimento de água, infraestrutura e as condições socioeconômicas. Outros autores utilizam a metodologia como alternativa ao planejamento conservacionista em bacias hidrográficas de diferentes escalas. Servidoni *et al.* (2016) utilizou a referida metodologia para avaliar a evolução da adequação e conflito do uso das terras na sub-bacia hidrográfica do Córrego Pedra Branca no Município de Alfenas, sul de Minas Gerais. O uso da metodologia permitiu ao autor propor um plano de uso e manejo conservacionista do solo e da água, visando aumentar a produção agropecuária sustentável.

2.1.4 Sistema de Capacidade de Uso da Terra

O Sistema de Capacidade de Uso da Terra é uma classificação técnica, desenvolvida em 1951 pelo Serviço Nacional de Conservação do Solo dos Estados Unidos para definir grupalmente os solos em classes de capacidade de uso (MELO; GUERRA, 2013). Esse sistema foi adaptado para as condições do Brasil, recebendo o nome de Manual Brasileiro para Levantamentos Conservacionistas (MARQUES, 1958).

Posteriormente foi adaptado por Lepsch *et al.* (1983) e reeditado por Lespsch *et al.* (1991), quando passou a ser denominado Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso (MELO; GUERRA, 2013). Atualmente, encontra-se em sua 5ª aproximação (LEPSCH *et al.*, 2015).

Diversas características e propriedades do meio físico são sintetizadas visando obter grupos de terras similares, com o objetivo de caracterizar a sua máxima capacidade de uso para agricultura sem o risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão (LEPSCH *et al.*, 2015).

A classificação fundiária no sistema de capacidade, permite propor uma classificação do uso da terra de acordo com seu potencial, o que pode auxiliar na elaboração de planos de manejo sustentável. Quando relacionado ao uso e ocupação atual, um sistema de capacidade indica onde o uso excede a capacidade natural da terra. Dessa forma, é possível desenvolver medidas adaptadas a essas áreas. (CAMPOS *et al.*, 2010; CUNHA; PINTON, 2012; FLAUZINO *et al.*, 2016)

2.1.5 Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso

Para o estudo da capacidade de uso da terra é necessário um diagnóstico do meio físico, onde é feito um inventário dos fatores que limitam o uso da terra (MENDES, 2016).

As características do meio físico são representadas por símbolos e notações, dispostas em uma fórmula, denominada fórmula mínima ou fórmula máxima. Na fórmula mínima são informadas características básicas obrigatórias da terra, como: profundidade efetiva (pr), textura (t), permeabilidade do solo (pm), declividade (d) e

erosão (e). Os componentes da fórmula são dispostos em uma fração, conforme representada a seguir:

Profundidade efetiva – textura – permeabilidade
declividade – erosão

A notação da fórmula não é matemática, apenas reúne as informações levantadas. Cada fator é representado pelo algarismo que indica seu grau de ocorrência (LEPSCH *et al.*, 2015). Além das limitações evidenciadas na fórmula mínima, outros fatores também são citados (porém não serão abordados neste estudo) e podem ser considerados na representação da fórmula máxima, tais como: pedregosidade, inundação, mudança textural abrupta, hidromorfismo, condições climáticas, entre outros.

Melo e Guerra (2013) apontam a possibilidade de ajustes ou incorporações de outros parâmetros e fatores de limitação, como uma das vantagens dessa metodologia, pois permite acompanhar os avanços do conhecimento ou o nível de exigência do estudo.

Cabe ressaltar que as classificações de uso e capacidade de manejo dos solos não são permanentes, pois a variabilidade natural dos solos ou mudanças nas práticas de manejo e conservação alteram sua capacidade de uso. Para manter a conservação do solo e dos ecossistemas, a capacidade de uso deve ser continuamente avaliada. A identificação dos melhores locais para o cultivo também é parte do sistema de classificação de terras, permitindo aplicar o manejo adequado para cada região (PRUSKI, 2009; ATALAY, 2016).

O sistema de capacidade de uso é organizado de forma hierárquica (do nível mais generalizado para o mais detalhado) considerando as seguintes categorias: grupos, classes, subclasses e unidades. As classes de disponibilidade são definidas com base nas condições físicas do terreno, como características locais do solo, clima e topografia, e suas interações, como drenagem, erosão e inundação (ATALAY, 2016; LEPSCH, 1991; LEPSCH, 2015; LEPSCH, 2016; PRUSKI, 2009).

Os grupos de capacidade de uso são definidos por letras maiúsculas (A, B e C) e são estabelecidos com base na intensidade dos tipos de uso das terras. As classes são representadas por algarismos romanos (I a VIII) e são baseadas no grau de limitação de uso. As subclasses, por sua vez, são identificadas por algarismos

romanos e letras minúsculas (Ile, Ila, IVc, IIIs e outras) e são baseadas na natureza da limitação de uso. Por fim, as unidades, representadas por números romanos e letras minúsculas, seguidos de números arábicos (IIa-1, IIIc-2, IVe-3, IVs-1 e outras), são baseadas em condições específicas que afetam o uso ou manejo da terra.

Para este estudo será realizada a classificação a nível de classes, que são grupamentos de terras com limitações de uso e/ou risco de degradação do solo em grau semelhante, conforme a Tabela 1:

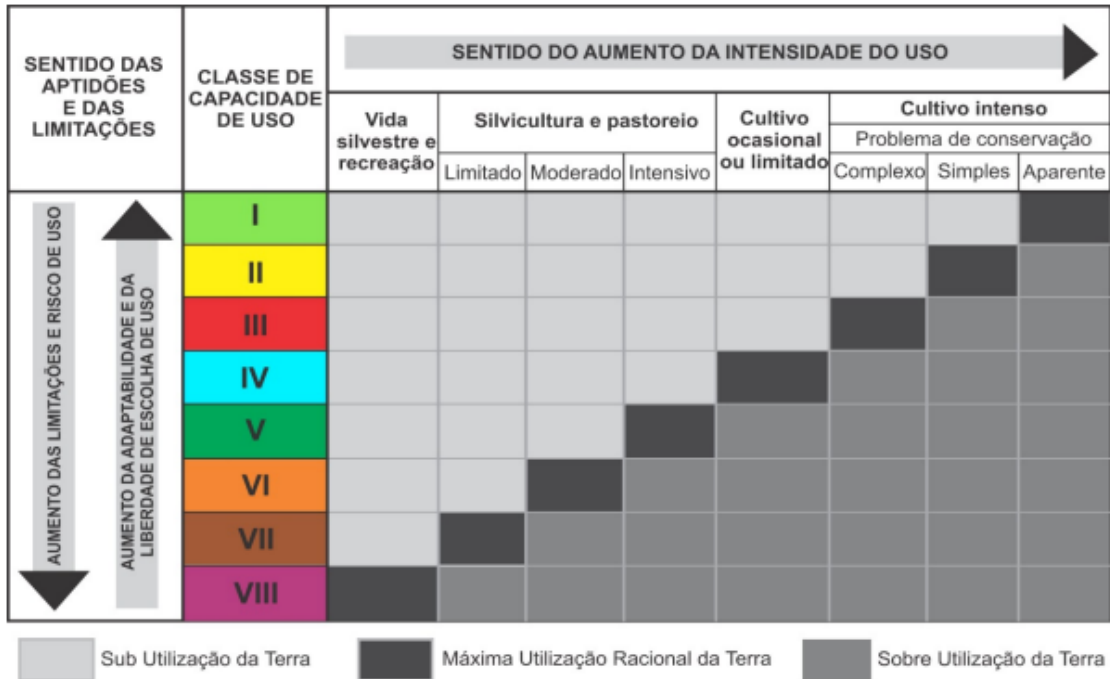
Tabela 1- Classes de Capacidade de Uso da Terra.

Classes	Características
Classe I	Terras cultiváveis sem ou com ligeiras limitações permanentes de problemas para o uso agrícola intensivo.
Classe II	Terras cultiváveis com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau moderado para uso agrícola intensivo; são terras cultiváveis com problemas simples de conservação.
Classe III	Terras com limitações permanentes e alto risco de degradação para uso agrícola intensivo; apesar de serem cultiváveis, indicam problemas substanciais de conservação.
Classe IV	Terras com limitações permanentes, com sérios riscos de degradação para uso agrícola; uso para cultivo ocasional, limitadas
Classe V	Terras sem ou com pequeno risco de degradação pela erosão, com limitações não manejáveis, mas podem ser utilizadas para pastagens, reflorestamentos ou vida silvestre.
Classe VI	Terras com problemas permanentes e/ou risco alto de degradação; são aptas somente para pastagens e/ou reflorestamento, podendo ser utilizadas para algumas culturas permanentes protetoras do solo, mas somente em casos especiais.
Classe VII	Terras com problemas permanentes e/ou elevadíssimo risco de degradação, ainda que usadas para pastagens e/ou reflorestamento, requerem complexos manejos
Classe VIII	Terras inadequadas para culturas, pastagens ou reflorestamentos, indicadas apenas para abrigo e proteção da fauna e da flora silvestres, como ambientes de recreação protegidos ou represamento de água.

Fonte: Adaptado de Lepsch (2015).

As intensidades máximas de uso admitidas para cada classe de capacidade de uso são ilustradas na Figura 1.

Figura 1- Intensidade máxima de uso agrícola para as Classes de Capacidade



Fonte: Adaptado de Lepsch (2015).

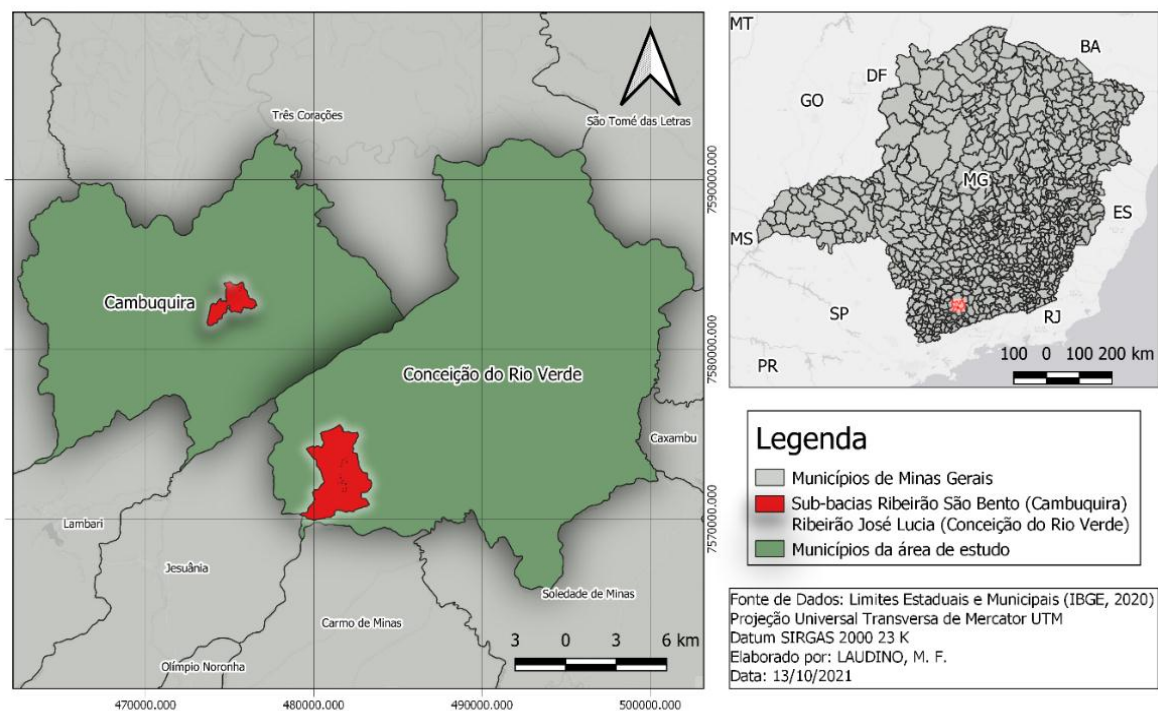
A Figura 1 relaciona as classes de capacidade de uso à maior ou menor necessidade de adoção de práticas conservacionistas, desde as mais simples até as mais complexas (LEPSCH *et al.*, 2015). Dessa forma, quanto menor a classe de capacidade de uso maior será liberdade de escolha. Enquanto maior o número da classe, menor a liberdade de uso da terra. Com o número de classe maior, existem restrições de uso e riscos de proteção, sendo importante o manejo mais cuidadoso (SILVA, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em duas sub-bacias hidrográficas localizadas na mesorregião do sul de Minas Gerais. No município de Cambuquira está localizada a sub-bacia hidrográfica Ribeirão São Bento, com área de 333,27 ha. No Município de Conceição do Rio Verde, localiza-se a sub-bacia Ribeirão José Lúcio, que possui 1246,23 ha (figura 2). Ambas pertencem a bacia hidrográfica do Rio Verde.

Figura 2- Mapa de Localização das áreas de estudo



Localizadas na Serra da Mantiqueira, as áreas de estudo possuem terrenos montanhosos cobertos por Mata Atlântica e vastos cafezais, onde o clima e as elevadas altitudes favorecem a atividade cafeeira. De acordo com a classificação de Köppen, o clima das regiões é o mesotérmico úmido tropical de altitude (Cwb), apresentando temperatura anual média de 20°C e precipitação anual total variando de 1.480 a 1.700 mm (SPAROVEK; VAN-LIER; DOURADO NETO, 2007).

2.2.2 Elaboração dos mapas

Para avaliar a Capacidade de Uso da Terra será utilizada a metodologia proposta por Lepsch *et al.* (2015). De acordo com Tavares (2019), esse tipo de levantamento tem o propósito de embasar o planejamento conservacionista de propriedades agrícolas ou de pequenas bacias hidrográficas. A escolha desta metodologia justifica-se por ter como objetivo a elaboração de um mapeamento em sub-bacias, onde os usos da terra, em sua maioria, são voltados para a agricultura.

Os atributos previstos na fórmula mínima, referentes ao solo, como a profundidade efetiva, textura e permeabilidade, foram obtidos dos trabalhos de campo e análises de solo de Bolleli (2019) e Santana *et al.* (2021), que também trabalharam nessas mesmas áreas de estudo. O mapa das classes de solo foi produzido com base no Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, em escala 1:650.000 (UFV *et al.*, 2010). As classes de Solo foram classificadas de acordo com as nomenclaturas do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo da Embrapa (SANTOS *et al.*, 2018).

O Modelo Digital de Elevação - MDE foi obtido a partir do banco de dados do projeto Topodata INPE (2008), com resolução espacial de 30 metros. O mapa de declividade foi gerado utilizando a ferramenta declividade no software QGIS (versão 3.22.10) a partir do MDE, onde as classes de declividade foram definidas em intervalos e classificadas de acordo com as faixas estabelecidas no Sistema de Capacidade de Uso da Terra (Tabela 3).

Neste trabalho a erosão foi avaliada através do potencial de erodibilidade de cada solo em relação à declividade (Tabela 2), conforme proposto por Calderano Filho *et al.* (2014), havendo assim uma associação de classes de declividade de Lepsch *et al.* (2015) e Santos (2013a) para enquadramento no potencial de erodibilidade.

Tabela 2- Potencial de erodibilidade em relação à declividade.

Declividade (Lepsch <i>et al.</i> , 2015)		Potencial de erodibilidade	Declividade (Santos, 2013a)	Associação de classes de declividade para enquadramento no potencial de erodibilidade
Classes	Intervalos			
A	< 2%	Nulo	< 3% plano	A-B
B	2 a 5%	Muito baixo	3 a 8% suave ondulado	B-C
C	5 a 10%	Baixo	8 a 20% ondulado	C-D
D	10 a 15%	Alto	20 a 45% forte ondulado	E
E	15 a 45%	Muito alto	45 a 75% montanhoso	F
F	45 a 70%	Extremamente alto	> 75% escarpado	G
G	>70%	-	-	-

Fonte: Adaptado a partir de Santos (2013a), Calderano Filho *et al.* (2014) e Lepsch *et al.* (2015)

A erodibilidade do solo pode ser entendida como a maior ou menor capacidade de resistência à ação erosiva da chuva, sendo que as propriedades do solo que a afetam são aquelas relacionadas à infiltração, drenagem e capacidade de armazenamento de água, e as relacionadas à dispersão, desagregação, abrasão e movimento de partículas do solo pela chuva e escoamento (FRANCISCO *et al.*, 2019).

Após o levantamento de cada atributo, estes foram classificados segundo seu grau de limitação e sua capacidade de uso. Para a elaboração do mapa de capacidade cada um dos atributos, considerando seu grau de ocorrência, foram reclassificados de acordo com sua classe de Capacidade de uso (Tabela 3), no software QGIS (versão 3.22.10) utilizando a ferramenta reclassificar por tabela. Após a reclassificação, foi realizado o cruzamento dos mapas de solo e declividade, com auxílio da ferramenta *raster*, considerando o fator mais limitante, ou seja, em cada pixel será utilizado o maior valor obtido na classificação dos atributos.

Os atributos que compõe a fórmula mínima e suas respectivas classes de capacidade de uso podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3- Fatores que compõe a fórmula mínima e suas respectivas classes

FATOR LIMITANTE	LIMITAÇÃO		CLASSE CAPACIDADE DE USO
	GRAU	CLASSE	
Profundidade e Efetiva (Lepsch et al., 2015)	0	Não identificada	I
	1	Muito Profundos (>2,0 m)	I
	2	Profundos (1,0 a 2,0 m)	I
	3	Moderadamente profundos (0,50 a 1,0m, até um contacto lítico ou lítico fragmentário, respectivamente).	II
	4	Rasos (0,25 ou 0,50m, até um contacto lítico ou lítico fragmentário, respectivamente).	IV
	5	Muito rasos (menos de 0,25m, até um contacto lítico ou lítico fragmentário, respectivamente).	VI
Textura (Lepsch et al., 2015)	0	Não identificada	I
	1	Muito argilosa	I
	2	Argilosa	II
	3	Média	IV
	4	Siltosa ou limosa	IV
	5	Arenosa	IV
Permeabilidade (camada superficial/subsuperficial) (Lepsch et al., 2015)	0	Não identificada	
	1/1	Rápida/rápida	I
	1/2	Rápida/moderada	II
	1/3	Rápida/lenta	III
	2/1	Moderada/rápida	III
	2/2	Moderada/moderada	IV
	2/3	Moderada/lenta	V
	3/1	Lenta/rápida	VI
	3/2	Lenta/moderada	VII
	3/3	Lenta/lenta	VIII
Declividade (Lepsch et al., 2015)	A	Declives inferiores a 2%	I
	B	Declives entre 2 e 5 %	II
	C	Declives entre 5 e 10 %	III
	D	Declives entre 10 e 15 %	IV
	E	Declives entre 15 e 45 %	VI
	F	Declives entre 45 e 70 %	VII
	G	Declives superiores a 70 %	VIII
	Erosão Potencial de Erodibilidade e (Calderano Filho et al., 2014)	AB	Nulo
BC		Muito Baixo	II
CD		Baixo	III
E		Alto	IV
F		Muito Alto	VI
G		Extremamente alto	VII

Fonte: Adaptado de Lepsch et al. (2015) e Calderano Filho et al. (2014).

As classificações e o mapa de uso e ocupação foram obtidos a partir de da plataforma MapBiomass (2021), referentes ao ano de 2021, onde foi realizado o recorte das áreas de estudos.

O cruzamento dos mapas das Classes de Capacidade de Uso da Terra com o Mapa de Uso e Ocupação Atual, deu origem ao mapa final de Conflito de Uso Potencial do Solo ou, conforme denominado por Monteiro (2016) e Campos (2018), Mapa de Número de Classes Excedentes (NCE). De acordo com estes autores, o NCE é obtido pela diferença entre a Capacidade de Uso e o Uso Atual da Terra, conforme equação abaixo:

$$\text{NCE} = \text{CCU} - \text{CUA},$$

em que, **CCU** corresponde a classe de capacidade de uso da terra e **CUA** a classe associada ao uso atual da terra, ou seja, as classes de uso atual são reclassificadas de acordo com sua classe adequada dentro do Sistema de Capacidade de uso da Terra. Todas são grandezas adimensionais.

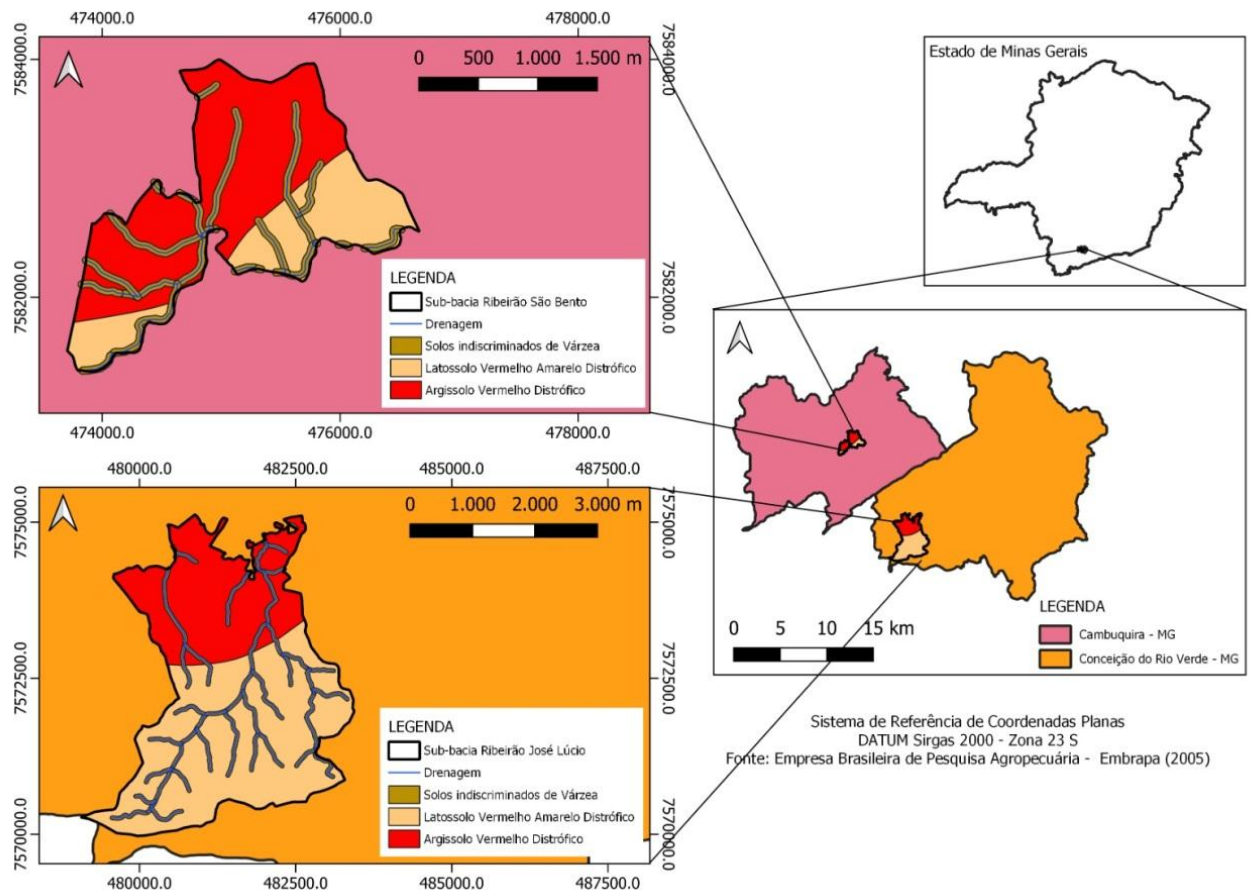
Como existem oito classes de capacidade de uso e manejo do solo no sistema de classificação utilizado, a equação permite obter resultados que variam de 7 a -7, sendo que resultados positivos, negativos e nulo indicam, respectivamente, que o solo está sendo utilizado além da sua capacidade de uso, utilizado abaixo da sua capacidade de uso e utilizado de acordo com sua capacidade de uso e manejo (MONTEIRO, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 SOLOS

As classes de solo identificadas nas áreas de estudo são o Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) (Figura 3). Na sub-bacia Ribeirão São Bento há predominância de Argissolo Vermelho Distrófico, representando 66,64% da área de estudo, enquanto na sub-bacia Ribeirão José Lucio predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, representando cerca de 63,82% dos solos dessa sub-bacia.

Figura 3- Mapas de Solos



A Tabela 4 apresenta as classes de solo identificadas no mapeamento das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lucio.

Tabela 4- Área ocupada pelas classes de Solo das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio

SOLOS	Ribeirão São Bento		Ribeirão José Lucio	
	ha	%	ha	%
Argissolo Vermelho Distrófico	222,09	66,64	450,78	36,18
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	111,18	33,36	795,45	63,82
Solos Indiscriminados de Várzea	94,99	28,50	355,20	28,50

Fonte: Autor, 2023.

O desenvolvimento da produção agrícola nas sub-bacias depende do conhecimento das características dos solos, e são também fundamentais na determinação da capacidade de uso da terra. O conhecimento das particularidades dos solos permite definir estratégias de ocupação, direcionando o manejo apropriado para região.

Os trabalhos de campo e análises de solo de Bolleli (2019) e Santana *et al.* (2021), permitiram identificar as particularidades e atributos dos solos das áreas de estudo. Em ambas sub-bacias há predominância da textura arenosa, sendo esta classificada como classe IV dentro do Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH, 1991). Quanto a profundidade efetiva, de acordo com os autores, os dois tipos de solo presentes nas áreas de estudo possuem profundidade efetiva entre 80 a 100 cm, o que os caracterizam como Moderadamente Profundos, enquadrando na classe II de Capacidade de Uso. Por fim, a permeabilidade, em ambas as sub-bacias, foi considerada como moderada/lenta (camadas superficial/subsuperficial), sendo enquadrada na classe V (BOLLELI, 2019; SANTANA *et al.*, 2021).

4.2 RELEVO

O relevo é um fator determinante para a capacidade de uso da terra, influenciando em diversas características do solo como na profundidade, a drenagem, a erosão e a fertilidade do solo. As altitudes da sub-bacia Ribeirão São Bento variam de 750 a 1813 m e de 747 a 1823 m na sub-bacia Ribeirão José Lúcio.

Foram obtidas 7 classes de declividade (Figura 4), sendo que a distribuição destas em relação à área total de cada uma das sub-bacias está apresentada na Tabela 5. Ao analisar o relevo nas áreas de estudo (Figura 4), nota-se que o relevo predominante é o forte ondulado (Tabela 5). Na sub-bacia Ribeirão São Bento o relevo forte ondulado ocupa cerca de 65,93% do relevo da área, seguido pelo ondulado e ondulado, que juntos ocupam 27,16% do relevo dessa área. Na sub-bacia Ribeirão José Lucio o relevo forte ondulado ocupa cerca de 59,33%, também seguido do relevo ondulado e ondulado moderadamente, ocupando juntos 33,01% a área da sub-bacia.

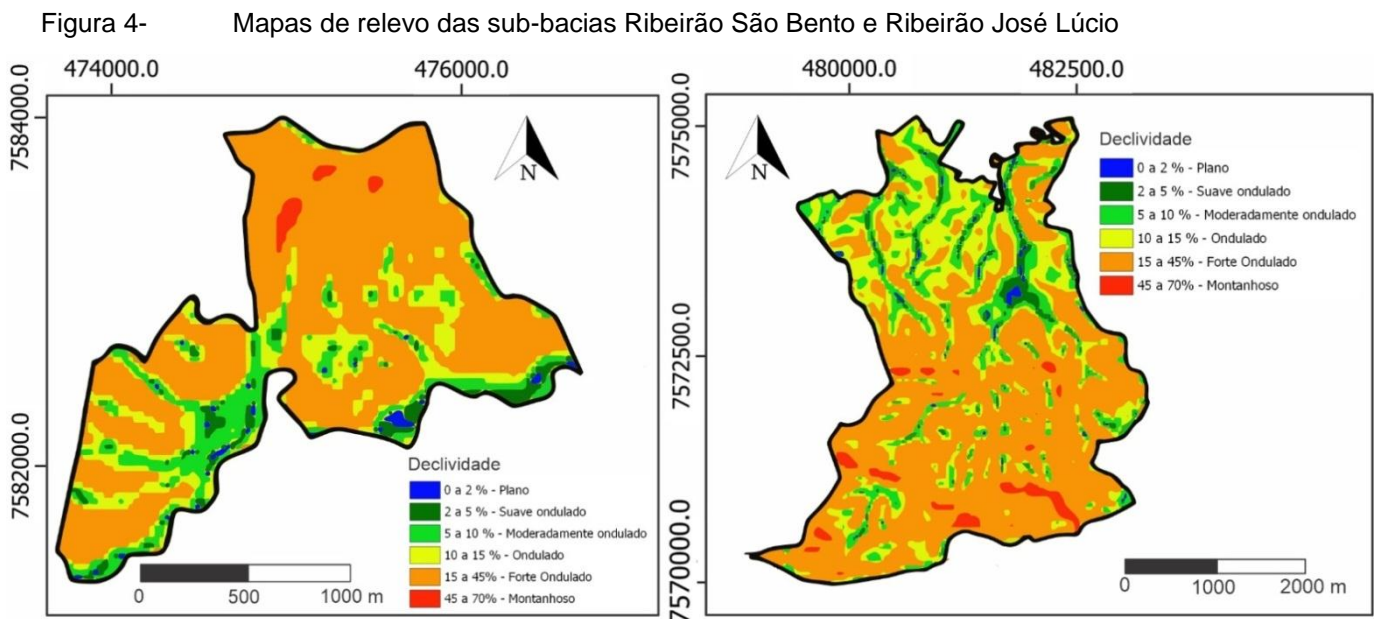


Tabela 5- Classes de relevo e declividade das sub-bacias Ribeirão São bento e Ribeirão José Lúcio

DECLIVE (Lepsch <i>et al.</i> , 1991)	RELEVO (Lepsch <i>et al.</i> , 1991)	Sub-bacia Ribeirão São Bento		Sub-bacia Ribeirão José Lucio	
		ha	%	ha	%
0-2	Plano	4,24	1,27	12,53	1,0
2-5	Suave ondulado	14,75	4,43	50,40	4,04
5-10	Moderadamente ondulado	40,00	12,0	151,42	12,15
10-15	Ondulado	50,51	15,16	259,93	20,86
15-45	Forte Ondulado	219,71	65,93	739,39	59,33
45-70	Montanhoso	4,06	1,21	32,56	2,62
Acima de 70	Escarpado	0	0	0	0
TOTAL	TOTAL	333,27	100	1.246,23	100

Fonte: Adaptado de Lepsch *et al.*, 1991.

Em regiões caracterizadas por declive acentuado os solos estão mais suscetíveis à erosão hídrica devido ao aumento da velocidade do escoamento superficial (LEPSCH *et al.*, 2015). De acordo Mendes (2016), em relevos ondulados com declive acima de 10%, as máquinas agrícolas são utilizadas com dificuldade devido à inclinação do terreno.

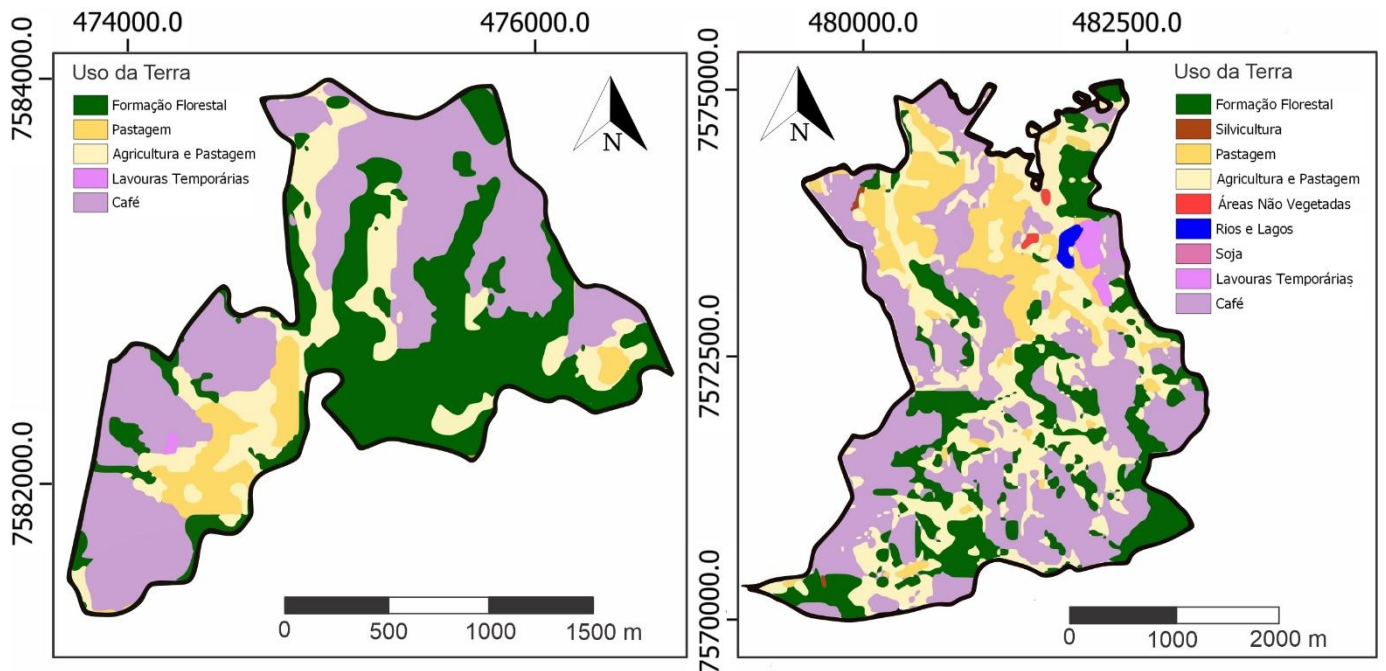
Nessas regiões o potencial de erodibilidade é maior, salvo naquelas com solos muito permeáveis e pouco arenosos, como no caso dos Latossolos (LEPSCH *et al.*, 1991). O relevo plano está presente apenas em menos de 10% dos solos das sub-bacias, ou seja, uma pequena região das sub-bacias apresenta condições favoráveis para mecanização. Resultados semelhantes foram encontrados na microbacia do rio Piracicaba (MG), onde a declividade foi fator limitante para mecanização (AIRES *et al.*, 2017). Para evitar riscos de erosão e degradação, devem ser adotados planos de conservação nas regiões com declive acentuado nas sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio.

4.3 USO E OCUPAÇÃO ATUAL DA TERRA

A grande concentração da produção de café no Brasil está na região Sudeste, responsável por 87,5% de toda produção nacional no ano de 2020. Minas Gerais, o maior produtor brasileiro foi responsável por 55% da safra dos cafés do Brasil neste mesmo ano.

É evidente a expressiva contribuição da agricultura, em especial a cultura do Café na economia do estado de Minas Gerais, sendo que seu cultivo é mais concentrado em algumas mesorregiões do estado, com destaque para Centro-Oeste, Triângulo Mineiro, Alto Paraíba, Noroeste, Zona da Mata e Vale do rio doce, Central e Sul, esta última, onde estão inseridas nas áreas de estudo (Figura 5).

Figura 5- Mapa de uso e ocupação atual da terra



A maior parte da sub-bacia Ribeirão São Bento é ocupada pela cafeicultura e formação florestal, com 40,04 e 34,97%, respectivamente (Tabela 6). A sub-bacia Ribeirão José Lúcio possui grande parte ocupada pela cafeicultura e pastagem, com 36,67 e 26,52%, respectivamente. Nas duas sub-bacias o uso e ocupação do solo pela cafeicultura é marcante, principalmente pela produção de cafés especiais.

Tabela 6- Uso e ocupação do solo nas Sub-bacias da área de estudo

Uso e Ocupação	Sub-bacia Ribeirão São Bento		Sub-bacia Ribeirão José Lucio	
	Há	%	ha	%
Formação Florestal	116,54	34,97	269,55	21,63
Pastagem	23,61	7,09	148,47	11,91
Mosaico de Agricultura e Pastagem	57,77	17,33	330,57	26,52
Café	133,44	40,04	456,99	36,67
Outras lavouras temporárias	1,91	0,57	30,31	2,43
Silvicultura	-	-	1,67	0,14
Outras áreas não vegetadas	-	-	2,75	0,221
Rios e lagos	-	-	5,75	0,46
Soja	-	-	0,17	0,02
TOTAL	333,27	100	1.246,23	100

Fonte: Autor, 2023.

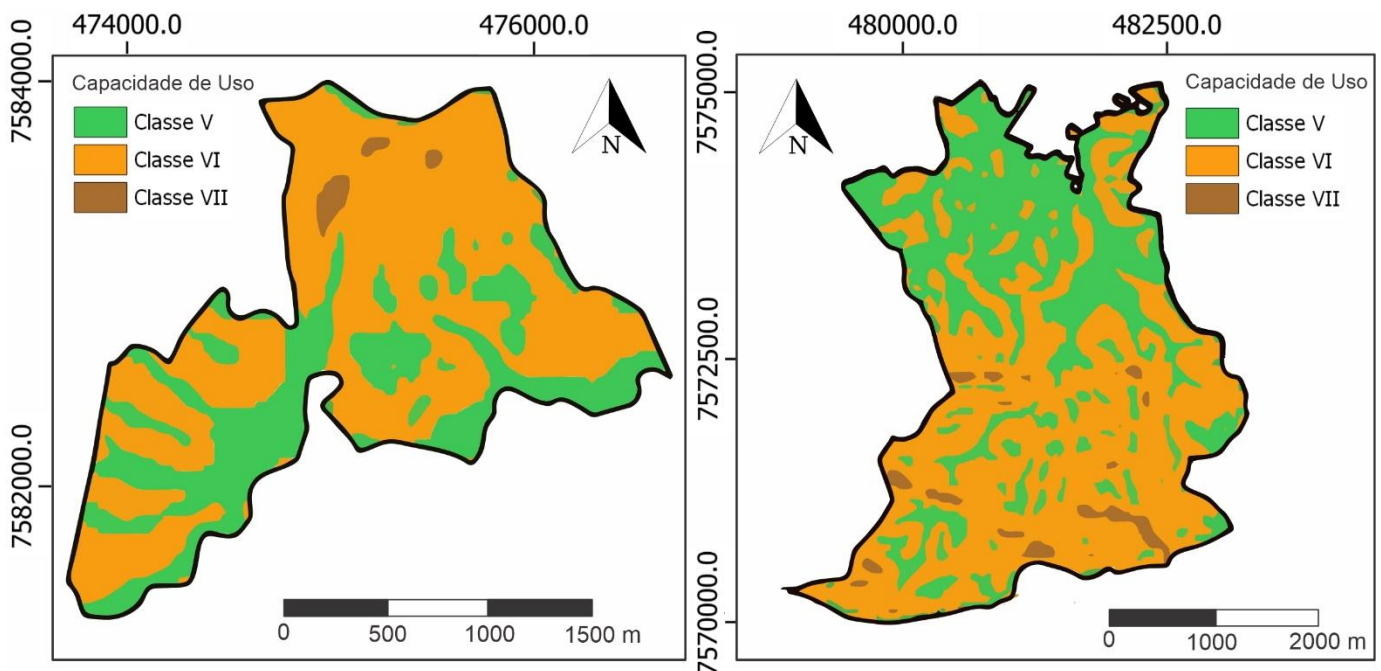
A determinação do uso e ocupação atual nos permite conhecer as peculiaridades da área de estudo. O uso e ocupação, quando relacionado à

capacidade de uso permite identificar se o uso excede ou não a capacidade natural de uso da terra. Dessa forma é possível desenvolver medidas adaptadas a essa área, que contribuam na conservação e também para mitigar os efeitos ambientais causados pelo desenvolvimento histórico da cafeicultura, que ao longo dos anos tem substituído as paisagens montanhosas pelos cafezais.

4.4.1 Capacidade de uso da terra

As duas sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio foram classificadas com as classes de capacidades de uso V, VI e VII (Figura 6). Na Ribeirão São Bento a maior parte de sua área foi classificada como VI, com 219,99 ha (66,01%), enquanto as classes V e VII ficaram com menor valor, com 109,22 (32,77%) e 4,06 ha (1,22%), respectivamente (Tabela 7).

Figura 6- Mapa das classes de capacidade de uso da terra das sub-bacias Ribeirão São bento e Ribeirão José Lúcio



Foi observado pequena diferença na classificação da capacidade de uso entre as duas sub-bacias. Na sub-bacia Ribeirão José Lúcio, a classe de capacidade de uso VI foi predominante, possuindo 739,39 ha (59,33%). As classes V e VII ocuparam menor espaço, com 474,28 (38,06%) e 32,56 ha (2,61), respectivamente. Nas duas sub-bacias, a capacidade de uso VI foi preponderante, seguidas pelas

classificações V e VII. A predominância da classe VII também foi encontrada em Minas Gerais nas sub-bacias hidrográficas Ribeirão José Pereira e Rio Pomba (ALMEIDA, 2014; FLAUZINO *et al.*, 2016). A capacidade VI indica a existência de áreas com limitações para o cultivo agrícola intenso, podendo ser utilizadas para pastagens, silvicultura ou sistemas agroflorestais.

Tabela 7- Classes de capacidade de uso da sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio

CLASSES DE CAPACIDADE DE USO	Ribeirão São Bento		Ribeirão José Lucio	
	ha	%	ha	%
V	109,22	32,77	474,28	38,06
VI	219,99	66,01	739,39	59,33
VII	4,06	1,22	32,56	2,61

Fonte: Autor, 2023.

Em uma sub-bacia do rio Piracicaba (MG), com área de bacia de 414 ha, constituída principalmente por pastagens (66,7%), a declividade também foi o maior fator limitante. Além disso, constatou-se que 76,5% da área pertencia à categoria VI de capacidade de uso da terra e 68,6% da área não se enquadrava na classificação do solo no sistema de capacidade de uso da terra (AIRES *et al.*, 2017).

Na sub-bacia de Posses de Extrema, MG, com área de 1.196,7 ha, 76% da área foi classificada como categoria VI e 58% (SILVA *et al.*, 2013). Na bacia hidrográfica de José Pereira, MG, mais de 95% de sua área pertencem às classes VI e VII (FLAUZINO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2013).

A capacidade de uso V é utilizada para designar áreas com limitações para o uso agrícola e pecuário, possuindo solos rasos e de baixa fertilidade. A capacidade VII foi encontrada em pequenas regiões das sub-bacias, indicando a existência de áreas com limitações severas. Novas estratégias para explorar a atividade agrícola na região devem seguir o mapeamento da capacidade de uso das terras, permitindo o uso e manejo sustentável dos recursos naturais (AIRES *et al.*, 2017; FLAUZINO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2013).

4.5 CONFLITOS DE USO DA TERRA

Na Figura 7, é apresentado o mapa de uso atual da terra e suas correspondentes classes. Na sub-bacia Ribeirão José Lúcio foi encontrado cinco classes de uso atual da terra (classe I, V, VI, VII e VIII), enquanto em Ribeirão São Bento foram encontradas três classes (V, VI e VIII). Conforme o mapeamento da capacidade de uso das sub-bacias, foram verificados a existência de conflitos de uso do solo.

A figura 7 evidencia o conflito de uso, principalmente em áreas sob cultivo de café. A adoção de práticas e estratégias para reduzir os conflitos de uso da terra é um desafio marcado pela tradição em produzir café pelos agricultores da região. O desenvolvimento da cafeicultura intensiva pode apresentar riscos para degradação do meio ambiente. Para evitar a degradação dos recursos naturais, é necessário conscientizar os agricultores sobre a importância da adoção de práticas de manejo conservacionista (REZENDE; COELHO; CAMPOS, CAMPOS e NARDINI, 2016)

Figura 7- Mapa de Classes associada ao Uso Atual (CUA) da Terra

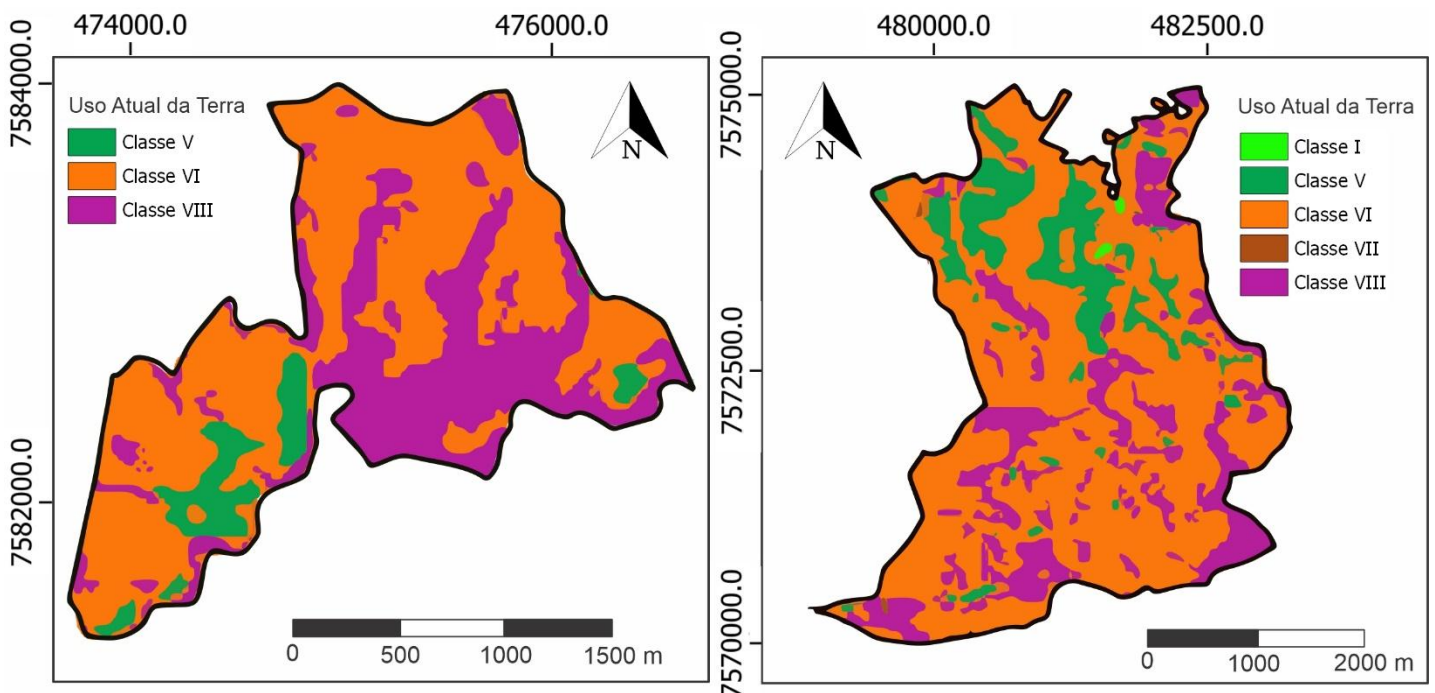
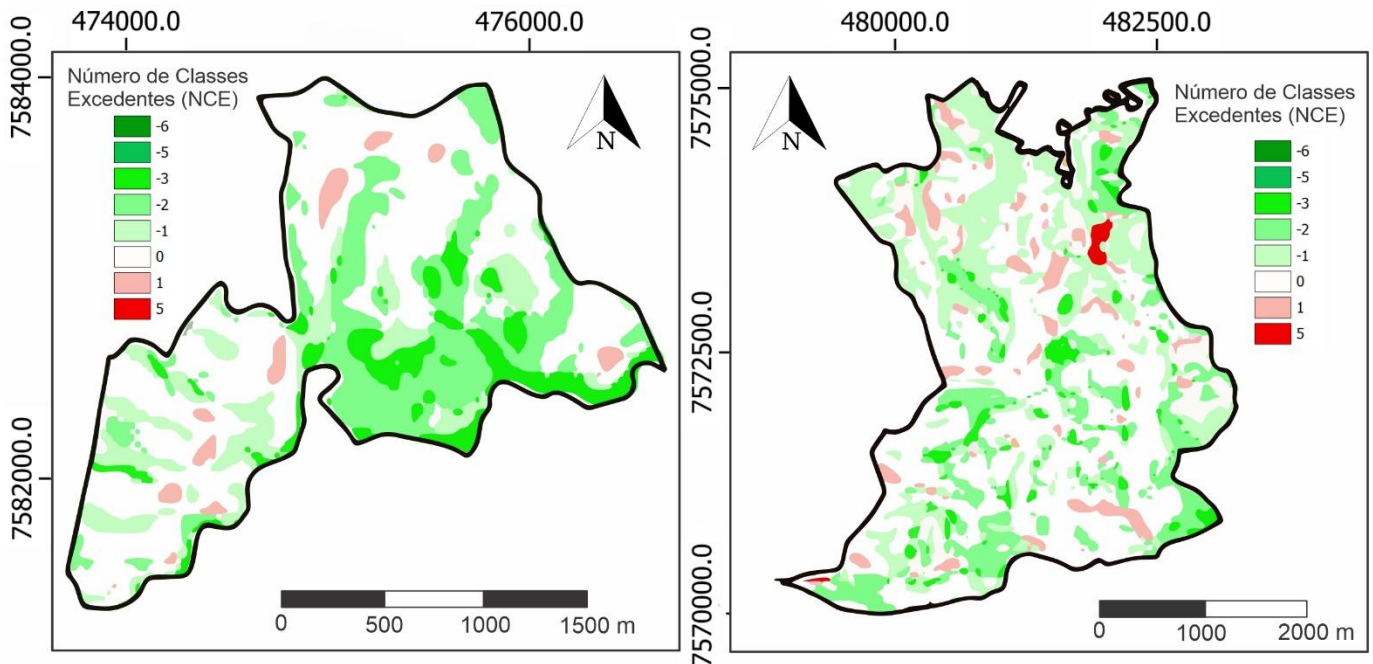


Figura 8- Mapa de Conflito de Uso Potencial do Solo ou Mapa de Número de Classes Excedentes (NCE)



A Figura 8 apresenta o Mapa de Conflito de Uso Potencial do Solo ou Mapa de Número de Classes Excedentes (NCE), indicando o nível de exploração da terra nas sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio. Nas duas sub-bacias, os valores de NCE variaram de -6 a 5 (Tabela 8).

Tabela 8- Número de Classes Excedentes (NCE) das sub-bacias Ribeirão São Bento e Ribeirão José Lúcio

NÚMERO DE CLASSES EXCEDENTES (NCE)	Ribeirão São Bento		Ribeirão José Lúcio	
	ha	%	ha	%
-6	1,87	0,56	1,92	0,15
-5	0,05	0,02	0,27	0,02
-3	40,68	12,21	67,76	5,44
-2	72,13	21,64	188,72	15,14
-1	47,38	14,22	302,53	24,28
0	160,62	48,20	598,82	48,05
1	9,92	2,98	75,01	6,02
5	0,62	0,19	11,2	0,90
TOTAL	333,27	100,00	1246,23	100

Fonte: Autor, 2023.

A soma dos valores de NCE negativo na sub-bacia Ribeirão São Bento permite verificar que 162,11 ha (48,64%) da área total estão em subutilização, ou seja, o solo está sendo utilizado abaixo de sua capacidade de uso. Considerando os valores de NCE nulo, cerca 160,62 ha (48,20%) da área estão sendo utilizadas de acordo com a sua capacidade de uso e manejo e apenas 10,62 ha (3,07%), que correspondem ao NCE positivo, o solo tem sido utilizado além de sua capacidade de uso.

Na sub-bacia Ribeirão José Lúcio verificou-se que 561,2 ha (45,03%) da área está em subutilização, enquanto 598,82 ha (48,05%) tem o uso do solo de acordo com sua capacidade e apenas 86,21 ha (6,91%) são áreas em sobreutilização.

De modo geral, verificou-se que nas duas sub-bacias grande parte da área é subutilizada. Essas áreas, geralmente estão associadas a locais onde o uso atual da terra é classificado como formação florestal, como a vegetação nativa, porém a área tem indicação e potencial para uso agrícola. A grande presença de áreas subutilizadas nas duas sub-bacias é um possível indicativo de conservação ambiental da região, principalmente pela presença de formação florestal.

Quase metade das áreas estão sendo utilizadas de acordo com sua capacidade de uso, o que significa maiores produções em áreas agrícolas, sem risco de desgaste e degradação do solo. Porém, são regiões que requerem mais atenção, pois se o uso for excedido pode comprometer as condições de conservação do solo e dos recursos hídricos da região. Portanto, para evitar que essas áreas se tornem sobreutilizadas, é necessário o monitoramento e implantação de práticas conservacionistas que atuem como prevenção a degradação dos solos da região. Os órgãos gestores das sub-bacias devem alertar os agricultores sobre a necessidade da implantação de medidas para conservação do meio ambiente. A manutenção dos ecossistemas é fundamental para garantir a produção agrícola e evitar a degradação dos recursos naturais (FLAUZINO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2013; SILVEIRA *et al.*, 2015).

5 CONCLUSÃO

A caracterização do meio físico das sub-bacias hidrográficas Ribeirão José Lúcio e Ribeirão São Bento foi fundamental para determinação da capacidade de uso dos solos. Grande parte das terras das sub-bacias foram enquadradas na classe VI, demonstrando algumas limitações para o uso agrícola.

Analisando o uso atual e a capacidade de uso das terras foi possível a verificação da existência de conflitos. A predominância da cafeicultura intensiva desenvolvida na região apresenta inconformidades com capacidade de uso da terra, podendo gerar problemas ambientais. Além disso, a partir da observação do Número de Classes Excedentes foi possível verificar que quase metade da área das sub-bacias estão sendo utilizadas de acordo com a capacidade de uso, podendo ainda ser consideradas como no limite de utilização. Dessa forma, são áreas que necessitam de atenção e implantação de planos de manejo sustentável para que não se tornem áreas sobreutilizadas.

Este estudo mostrou-se importante para o planejamento racional da sub-bacias Ribeirão José Lúcio e Ribeirão São Bento. Pode-se afirmar que o desenvolvimento de um plano de manejo conservacionista pelos órgãos responsáveis pelas sub-bacias é essencial para garantir o desenvolvimento sustentável da região. A adoção de práticas de manejo sustentáveis é de extrema importância para manutenção dos ecossistemas das sub-bacias Ribeirão José Lúcio e Ribeirão São Bento.

REFERÊNCIAS

- AIRES, U. R. V.; SANTOS, B. S. M.; COELHO, C. D.; DA SILVA, D. D.; CALIJURI, M. L. Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. **Land Use Policy**. v. 70, p. 63–70, jan. 2018.
- ALMEIDA, R. A. **Índice para caracterizar a adequação da ocupação do solo à sua capacidade de uso**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil 46p, 2014.
- AMARAL, F. C. S.; SANTOS, H. G.; ÁGILO, M. L. D.; DUARTE, M. N.; PEREIRA, N. R.; OLIVEIRA, R. P.; JÚNIOR, W. C. **EMBRAPA: SOLOS**. Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro. 2004.
- ASSAD, E.D., SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, p. 434, 1998.
- ATALAY, I. **A New Approach to the Land Capability Classification: Case Study of Turkey**. *Procedia Environmental Sciences*, [s. l.] v. 32, p. 264–274, 2016.
- BOLLELI, T. M. **Estimativas das perdas de solo por erosão hídrica em sub-bacias hidrográficas na Serra da Mantiqueira, Sul de Minas Gerais**. Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL-MG. 2019.
- BONETTI, J. A.; FINK, J. R. Manejo e conservação da água e do solo. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Brasil. 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/45446> . Acesso em: 16 nov. 2021.
- CALDERANO, B. F.; BERING, S. B.; CALDERANO, S. B.; GUERRA, A. J. T. Suscetibilidade dos solos à erosão na microbacia do córrego Fonseca região serrana do estado do Rio de Janeiro. In: **SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO**, 7., 2014, Aracaju. Aracaju: RESGEO, p. 571 – 576, 2014. Disponível em:<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112789/1/GeonordesteTrabalho-104-Braz-2-1.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- CAMPOS, J. A. **Fragilidade Ambiental e Capacidade de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga, MG**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2018.
- CAMPOS, S.; CAMPOS, M.; NARDINI, R. C. **Caracterização da capacidade do uso das terras de uma microbacia do interior Paulista**. *Nativa, Sinop*, v. 4, n. 5, p. 328-382, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v04n05a09>. Acesso em 19 ago. 2022.
- CAMPOS, S.; NARDINI, R. C.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Sistema de informações geográficas aplicado à espacialização da capacidade de uso da terra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 174-179, 2010.

CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. Avaliação da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do Cavalheiro. **Geociências**. Analândia, SP., v. 31, n. 3, p. 459-471, 2012.

EMADODIN, I.; NARITA, D.; BORK, H. R. Soil degradation and agricultural sustainability: an overview from Iran. **Environment, Development and Sustainability**, [s. l.], v. 14, p. 611-625, 2014.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília-DF, 2013.

FAO. Revised World Soil Charter. **Food and agriculture organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils**, Rome, Italy. 2015.

FLAUZINO, B.K.; MELLONI, E.G.P.; PONS, N.A.D.; LIMA, O. Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 2, p.277-287, 2016.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; NETO, J. M. M.; BARRETO, H. T. S. B. Erodibilidade dos solos da bacia hidrográfica do alto rio paraíba. **Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação**, Campina Grande, v. 2, n. 1. p. 153-160, 2019.

FUJIHARA, A.K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa micro bacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. Piracicaba, 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

GALHARTE, C. A.; VILLELA, J. M.; CRESTANA, S. Estimativa da produção de sedimentos em função da mudança de uso e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 194-201, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Agência IBGE Notícias: Área agrícola cresce em dois anos e ocupa 7,6% do território nacional**. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27207-area-agricola-cresce-em-dois-anos-e-ocupa-7-6-do-territorio-nacional> Acesso em: 13 out. 2022.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Topodata: Banco de dados geomorfológicos do Brasil**. 2008. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>. Acesso em: 08/02/2023

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia. Oficina de Textos**. São Paulo. Brasil, 2011.

LEPSCH, I. F. **Conservação dos solos**. 2ª ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2010.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. Oficina de Textos. São Paulo. Brasil, 2016.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1983.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Reimpressão revista da 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991.

LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. Minas Gerais. 5ª aproximação. 2015.

LOPES, I. C. P. CAMPOS, J. A. Capacidade de uso da terra da sub-bacia do Córrego Maria Comprida usando Sistemas de Informações Geográficas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [s. l.], v. 4, n. 2, 2019.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. Uso agrícola dos solos brasileiros. **Embrapa Solos**. Rio de Janeiro. Brasil. 2002.

MELO, A. C.; GUERRA, H. O. C. Análise da capacidade do uso da terra utilizando a Fórmula Mínima Obrigatória no assentamento Patativa do Assaré no município de Patos/PB. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 7, n. 14, jan./abr. 2013.

MENDES, L. S. **Avaliação das áreas potenciais para preservação ambiental e áreas de conflito na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço - Ituiutaba/MG**. Dissertação – Mestrado em Qualidade Ambiental. Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia. 2016.

MENDONÇA, I. F. C.; NETO, F. L.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

MENEZES, J. P. C.; BERTOSSI, A. P. A.; SANTOS, A. R.; NEVES, M. A. Correlação entre o uso da terra e a qualidade da água subterrânea. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 19, p. 173- 186, 2014.

MONTEIRO, L. I. B. **Pagamento por serviços ambientais em condições de uso intensivo do solo**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2016.

PANACHUKI, E.; SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M. A. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.261–268. Campina Grande, PB. Brasil. 2006.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 7: Destaques do mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2021**. 2021. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: UFV, 279 p, 2009.

QGIS: Geographic Information System. 3.22.10. QGIS Development Team. 2021.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

REZENDE, E. N.; COELHO, H. A.; CAMPOS, P. H. S. Responsabilidade civil-ambiental pela exploração da propriedade privada decorrente da cafeicultura no Brasil. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 40, n.2, p. 198-216, 2016.

REZENDE, S. B. de; RESENDE, M. Solos dos mares de morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento**. Viçosa: SBCS: UFV, 1996.

SANTANA, D.B.; BOLLELI, T.M.; LENSE, G.H.E.; SILVA, L.F.P.M.; SESTRAS, P.; SPALEVIC, V.; MINCATO, R.L. Estimate of water erosion in coffee growing areas in Serra da Mantiqueira, Minas Gerais State, Brazil. **Agriculture and Forestry**, 67 (2): 75-88. 2021.

SANTOS, H. G. JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A. LUMBRERAS, J. F. COELHO, M. R. ALMEIDA, J. A. OLIVEIRA, J. B. CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2013a.

SANTOS, H. G. JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A. LUMBRERAS, J. F. COELHO, M. R. ALMEIDA, J. A. FILHI ARAUJO, J. C. OLIVEIRA, J. B. CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, L. S.; MORAIS, E. S.; SILVEIRA, H.; ALVES, F. C. Estudo do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 14, p. 259 -267, 2013b.

SERVIDONI; L. E.; AYER; J. E. B.; SILVA; M. L. N.; SPALEVIC, V.; MINCATO, R. L. Land use capacity and environment services. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, 2016.

SILVA, A. S. **Uso potencial das terras no município de Catalão (GO)**. Dissertação Mestrado em Geografia - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2018.

SILVA, M. A.; FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; OLIVEIRA, A. H.; LIMA, G. C.; CURTI, N. Sistema de informações geográficas no planejamento de uso do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 316–323, jun. 2013.

SILVEIRA, G. R. P.; CAMPOS, S.; GONÇALVES, A. K.; BARROS, Z. X.; POLLO, R. A.; POLLO, R. A. Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de

uso do solo em uma área de importância agrícola. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 4, p. 363, 2015.

SIMÕES, J. C.; PELEGRINI, D. F. Diagnóstico da cafeicultura mineira - regiões tradicionais: Sul/ Sudoeste de Minas, Zona da Mata, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). **Série Documentos**, n. 46, 2010. Disponível em: www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/seriedocumentos/sd_diagnostico_cafeicultura_mineira.pdf. Acesso em: 01 ago. 2022.

SOIL SURVEY MANUAL. **Department of Agriculture**. Washington, U.S. 1951. p.6.

SPAROVEK G, VAN-LIER QJ, DOURADO-NETO D. Computer assisted Köppen climate classification: a case study for Brazil. **International Journal of Climatology**. 2007.

TAGLIARINI, F. S. N.; BARROS, A. C., RODRIGUES, B. T., GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S. Capacidade de uso do solo como subsídio para estudos em bacia hidrográfica. **Energia na Agricultura**, v. 34, p. 418–428, 2019.

TAVARES, M. A. R. **Capacidade de uso da terra e abatimento de erosão hídrica em propriedade da bacia hidrográfica do arroio Epaminondas em Pelotas (RS)**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em manejo e conservação do Solo e da Água. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 2019.

Universidade Federal de Viçosa (UFV), CETEC-T - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, UFLA - Universidade Federal de Lavras & FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de Solos Do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2010.

XAVIER, M. V. B.; SANTOS, L. L.; FONSECA, A. P. M.; ALMEIDA, E. S.; ALMEIDA, L. V. O.; AGUIAR, R. M. A. S.; MOREIRA, C. D. D.; SEMENSATO, B. D. ; FERREIRA, J. M. ; OLIVEIRA, P. V. A. de . Capacity of use and soil conservation management of a fragment of cerrado sensu stricto, Montes Claros-MG. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 7, p. e41410716697, 2021.