



**BRUNO SILVA VILLELA**

**PROPOSTA DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA  
MICROBACIA DO CÓRREGO SAPÉ, NEPOMUCENO - MG**

**LAVRAS-MG  
2020**

**BRUNO SILVA VILLELA**

**PROPOSTA DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MICROBACIA DO  
CÓRREGO SAPÉ, NEPOMUCENO - MG**

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

Dra. Michele Duarte de Menezes  
Orientadora

**LAVRAS – MG  
2020**

**BRUNO SILVA VILLELA**

**PROPOSTA DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MICROBACIA DO  
CÓRREGO SAPÉ, NEPOMUCENO - MG**

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

APRESENTADO em 29 de Julho de 2020.

Dr. Junior Cesar Avanzi  
MSc. Gabriela Rezende de Souza

UFLA  
UFLA

Dra. Michele Duarte de Menezes  
Orientadora

**LAVRAS – MG  
2020**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a toda a minha família, que me apoiou desde o início da minha jornada. Em especial ao meu pai Delmar, minha mãe Lívia e meu irmão Léo, que sempre acreditaram no meu sucesso. À Naná que está olhado por mim lá de cima. Agradecer à República Coliseu, meus irmãos que me acompanharam nessa jornada e viram no dia a dia meu esforço em me tornar um profissional cada vez mais capacitado. À minha companheira de todas as horas Isabela por me apoiar em todos os momentos.

Agradeço à Preserva Júnior por me proporcionar a experiência de maior crescimento durante a graduação, em especial aos colegas (Maryna, Raiane, Gabriela, Nathália) que auxiliaram no desenvolvimento deste. Minha gratidão principalmente à Luiza de Castro por estar lado a lado desde o início do desenvolvimento do trabalho, pelas horas de dedicação e companheirismo na realização deste. Grato aos ex-membros Ronan e Gabi por terem toda a paciência para nos capacitarem para o desenvolvimento do trabalho. À minha orientadora Michele por ser tão dedicada e apaixonada no que faz, pela sua paciência e disposição em sempre ajudar.

À prefeitura de Nepomuceno e ao SAAE por confiarem no trabalho e por se preocupar com o ambiente, visando sempre o desenvolvimento sustentável.

## RESUMO

A expansão do setor agrícola é fundamental para o desenvolvimento do país, porém quando feita de maneira desordenada, causa impactos ambientais que afetam a segurança alimentar, a biodiversidade e a comunidade local. Desta forma, é necessário o manejo adequado dos recursos naturais, em especial as áreas destinadas à agropecuária. O presente trabalho tem início na caracterização física da microbacia hidrográfica do córrego Sapé, localizada no município de Nepomuceno – MG, com a realização do levantamento de dados sobre a hipsometria, declividade e suas respectivas fases de relevo, mapeamento do uso e ocupação, diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente e levantamento pedológico semidetalhado, aumentando o acervo técnico para realização do plano de conservação e recuperação da área. O trabalho teve como objetivo propor técnicas de manejo e conservação do solo com o dimensionamento de terraços e bacias de infiltração, a fim de reduzir a velocidade de escoamento superficial provinda das chuvas intensas características do local de estudo, visando a queda na perda de solo, o aumento da infiltração de água ao longo de toda a área e, conseqüentemente o reabastecimento do lençol freático e aumento de produção de água provinda das nascentes da microbacia. Ainda, foi realizada uma pesquisa de mercado para estimar o custo das obras supracitadas. Foi realizado um estudo sobre as Áreas de Preservação Permanente da microbacia, com a delimitação e diagnóstico do grau de degradação das mesmas, viabilizando a criação de um plano de recomposição da flora nas áreas que apresentavam conflito de uso. A proposição da conservação e recuperação da microbacia visa mitigar a degradação ambiental local, aumentando a disponibilidade hídrica e melhora na qualidade da água proporcionando sustentabilidade da produtividade agrícola e distribuição de água para o município.

**Palavras-chave:** Escoamento superficial. Bacia de infiltração. Terraceamento. Reflorestamento de APPs. Produção de água.

## ABSTRACT

The expansion of the agricultural sector is fundamental to the country development, but when done in a disorderly manner, it causes environmental impacts that might affect food security, biodiversity, and the local community. Thus, the suit management of natural resources is necessary, especially for agriculture and livestock areas. The present work started with the physical characterization of hypsometry, slope and its different ranges, land use mapping, Permanent Preservation Areas diagnosis, and soil survey in detailed scale at Sapé creek watershed, located in Nepomuceno County – Minas Gerais State, in order to increase the technical collection to carry out a conservation and recovery plan. This work aimed to propose soil management and conservation techniques as terrace and basis, aiming to reduce the runoff from the intense precipitation, to decrease the soil loss, to increase the water infiltration and to replenishment of the water table to increase the water production. In addition, a market research was carried out to estimate the costs of the aforementioned constructions. A delimitation and degradation diagnosis of Permanent Preservation areas were carried out, enabling the creation of a flora restoration plan for in areas that presented use conflict. The proposal of watershed conservation and recovery seeks to mitigate local environmental degradation, increasing the water availability and improving water quality, providing sustainability to agricultural and water distribution for the county.

**Keywords:** Surface runoff. Water quality. Water production. Reforestation of APPs.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Largura de faixas marginais de cursos d'água para APP consolidadas. ....	15
Tabela 2 - Coordenadas dos pontos de amostragem de solo. ....	17
Tabela 3 - Classes de uso e ocupação do solo na Microbacia hidrográfica do Ribeirão Sapé. ....	20
Tabela 4 – Classes de relevo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé. ....	22
Tabela 5 - Classes Pedológicas identificadas na microbacia do Córrego Sapé.....	24
Tabela 6 - Quantitativo de Áreas de Preservação Permanente.....	25
Tabela 7 - Área de Preservação Permanente em área rural consolidada. ....	26
Tabela 8 - Dados de declividade média das áreas a serem terraceadas e de VIB dos tipos de solos das respectivas áreas necessários para o dimensionamento de terraços por meio do software.....	30
Tabela 9 - Informações para construção de terraços da área 1. ....	32
Tabela 10– Informações para construção de terraços da área 2. ....	32
Tabela 11 – Informações para construção de terraços da área 3. ....	32
Tabela 12 – Informações para construção de terraços da área 4. ....	32
Tabela 13 – Informações para construção de terraços da área 5. ....	33
Tabela 14 – Informações para construção de terraços.....	33
Tabela 15 - Dados de tensão crítica de cisalhamento, erodibilidade no canal e a massa específica dos principais tipos de solo que compõem a área da Microbacia.....	35
Tabela 16– Dimensionamento das barraginhas por trecho.....	36
Tabela 17 – Informações para construção das bacias de infiltração.....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foz do Córrego Sapé.....	12
Figura 2 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Sapé e da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé no contexto do município de Nepomuceno - MG.	13
Figura 3 - Mapa de pontos coletados.....	16
Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé. ....	20
Figura 5 - Modelo digital de elevação da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.....	22
Figura 6 – Fases de relevo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.....	23
Figura 7 – Mapa pedológico da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.....	23
Figura 8 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente delimitadas para a Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé. ....	25
Figura 9 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em áreas rurais consolidadas.	26
Figura 10 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs) preservadas e APPs em áreas rurais consolidadas a serem recuperadas na Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.....	27
Figura 11 - Áreas a serem reflorestadas. ....	28
Figura 12 – Áreas sugeridas para terraceamento.....	29
Figura 13 – Localização dos terraços. ....	31
Figura 14 – Corte transversal do terraço. (H: Altura do Terraço (m)). ....	32
Figura 15 – Estradas fragmentadas por trechos a receber a locação de bacias de infiltração. .	34



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1 Caracterização da área de estudo.....	12
2.1.1 Uso e ocupação do solo.....	13
2.1.2 Relevo.....	13
2.1.3 Áreas de Preservação Permanente (APP).....	14
2.1.4 Levantamento pedológico.....	15
2.1.5 Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente.....	17
2.1.6 Terraceamento.....	17
2.1.7 Bacias de Infiltração.....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
3.1 Caracterização da área de estudo.....	20
3.1.1 Uso e ocupação.....	20
3.1.2 Relevo.....	21
3.1.3 Levantamento pedológico semidetalhado.....	23
3.1.4 Área de Preservação Permanente (APP).....	24
3.3 Proposições de técnicas de conservação e manejo do solo.....	28
3.4 Terraceamento.....	29
3.4.1 Áreas selecionadas para terraceamento.....	29
3.4.2 Espacialização e dimensões dos terraços.....	29
3.4.3 Método de construção em campo.....	31
3.5 Bacias de infiltração.....	33
3.5.1 Localização das bacias de infiltração.....	33
3.5.2 Dimensionamento das bacias de infiltração.....	34
3.5.3 Método de construção em campo.....	38
5. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento do agronegócio é fundamental para o desenvolvimento brasileiro, representando 21,4% do PIB nacional em 2019 (CEPEA, 2019). Entretanto, parte do aumento da produtividade agrícola ocorre de maneira não planejada, potencializada pela busca do desenvolvimento econômico e da própria subsistência de produtores rurais, o que pode afetar a segurança do solo, e conseqüentemente, alimentar.

No Brasil, por ser um país tropical, o processo de erosão hídrica é tido como principal fator de degradação do solo, sendo um dos principais fatores capazes de tornar insustentáveis os sistemas agrícolas, causando impactos não apenas ambientais, mas também econômicos (HERNANI et al., 2002). Os impactos ambientais, na maioria das vezes, alteram as condições ecológicas locais, muitas vezes de forma irreversível. Dentre os impactos mais comuns, destacam-se a impermeabilização do solo e o assoreamento de mananciais, onde os sedimentos despreendidos no processo de erosão hídrica são carregados e depositados em corpos d'água, causando o assoreamento de várzeas, rios, lagos e reservatórios. Desta forma, o ambiente se torna propício para a alteração do regime hídrico, afetando à qualidade das águas, além de causar desequilíbrio ecológico, reduz a heterogeneidade dos habitats, reduzindo a persistência da fauna de peixes (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; AGOSTINHO et al., 2016;)

Já os impactos econômicos são decorrentes principalmente da perda de fertilidade dos solos, assoreamento de rios e perdas de áreas agrícolas. Segundo Hernani et al. (2002), em áreas ocupadas por lavouras e pastagens no Brasil apresentam perdas anuais em torno de 822,7 milhões de toneladas de solo e 171 bilhões de m<sup>3</sup> de água, estimando que a erosão gera uma perda total anual no âmbito da propriedade rural de 2,9 bilhões de dólares. Para Telles et al. (2011), somente nos estados do Paraná e São Paulo, respectivamente, os custos da erosão do solo atingiram cifras de 242 e 212 milhões de dólares ao ano.

Como consequência da expansão das atividades agrícolas, a crise hídrica tem ganhado cada vez mais foco nos dias de hoje, pois afeta milhões de pessoas e ameaça a segurança alimentar mundial (CONSEA, 2017). Em abril de 2014 foi declarada situação de emergência no Município de Nepomuceno, Minas Gerais (NEPOMUCENO, 2014) por consequência da forte estiagem observada em todo o Sudeste do Brasil. Esta estiagem causou a quebra de safra do café, principal atividade econômica do município. Em 2015, uma nova situação de emergência foi declarada (NEPOMUCENO, 2015), devido ao agravamento da seca, desta vez com consequências para a segurança hídrica do município.

Diante deste cenário, faz-se necessária a aplicação de técnicas de conservação dos solos em todas as áreas de produção agropecuária. Para tal, é fundamental o conhecimento de alguns aspectos tais como o uso e ocupação atual bem como as características dos solos e das paisagens locais.

No tocante ao uso e ocupação do solo, a área de estudo possui diversas Áreas de Preservação Permanente (APP) em torno de cursos d'água sem a devida presença de vegetação nativa. As consequências disso são preocupantes, já que as enxurradas carregam os sedimentos e agroquímicos utilizados nas lavouras para os cursos d'água, que abastecem a população. Deste modo, a reconstituição das APP por meio do reflorestamento é indispensável para prevenir a queda da qualidade dos recursos hídricos, que afeta não somente o ambiente, mas também a saúde da população.

As técnicas de conservação do solo aqui propostas visam aumentar a infiltração de água ao longo da bacia e diminuir a perda de solo, resultando no abastecimento do lençol freático e assim na produção de água. E ainda, espera-se uma redução da necessidade de aplicação de produtos químicos como fertilizantes e agrotóxicos por parte dos produtores agrícolas do município, já que os produtos não são carregados com as enxurradas, permanecendo por mais tempo no local de aplicação.

O município de Nepomuceno tem apresentado grande comprometimento em preservar os recursos naturais. Prova disso é a criação da Lei Municipal nº 614 (NEPOMUCENO, 2017) que criou o Projeto Protetor das Águas e estabeleceu o arcabouço jurídico para o pagamento por serviços ambientais (PSA) no município. Neste sentido, este trabalho é relevante pois a microbacia deste estudo é berço de um dos afluentes que abastecem o município de Nepomuceno, contribuindo para a represa de Furnas à jusante. Além disso, este trabalho potencialmente contribuirá para os produtores locais quanto as práticas de manejo e conservação do solo e da água.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização da área de estudo, com elaboração de mapas com auxílio de SIG, levantamento pedológico, dimensionar estruturas de conservação do solo e da água tais como terraços e bacias de infiltração e realizar o diagnóstico das Áreas de Preservação Permanentes degradadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé está localizada ao sul do município de Nepomuceno, Minas Gerais, situada geograficamente entre as coordenadas de longitude Oeste  $45^{\circ}14'00''$  W e  $45^{\circ}12'00''$  W, e coordenadas de latitude Sul  $21^{\circ}19'00''$  e  $21^{\circ}16'0''$  (Figura 2).

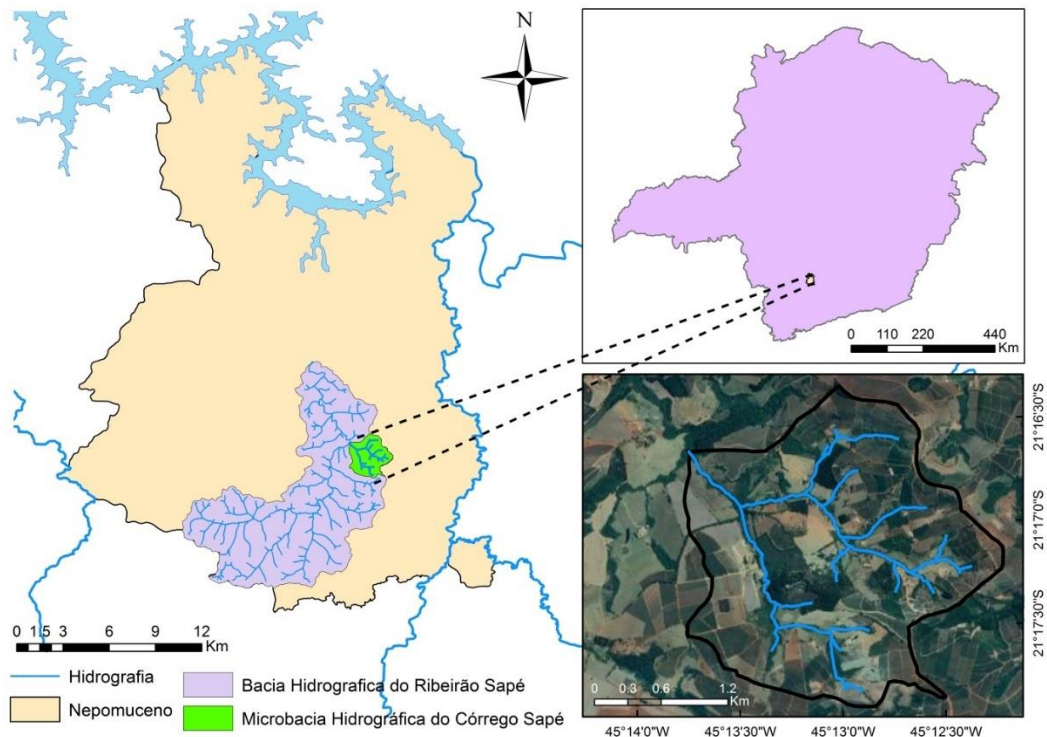
Com 496,47 ha de área e 10,05 km de perímetro, sua foz (Figura 1) está localizada nas coordenadas  $21^{\circ}16'39.9''$  S e  $45^{\circ}13'45.2''$  W a aproximadamente 5 km do centro urbano de Nepomuceno.

Figura 1 - Foz do Córrego Sapé.



A microbacia hidrográfica do córrego Sapé é uma das 9 sub-bacias hidrográficas que compõem a bacia hidrográfica do Ribeirão Sapé, principal curso d'água responsável pelo abastecimento da área urbana do município de Nepomuceno (Figura 2). Por sua vez, o ribeirão Sapé é um dos afluentes do ribeirão da Laje, o qual deságua diretamente no rio Grande, próximo ao reservatório de Furnas.

Figura 2 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Sapé e da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé no contexto do município de Nepomuceno - MG.



### 2.1.1 Uso e ocupação do solo

O levantamento de uso e ocupação do solo foi realizado utilizando sistema de informação geográfica (SIG). Utilizou-se o software ArcGIS (ESRI) aplicando técnicas de classificação e interpretação visual e manual de imagens a partir de imagens satélite provenientes do Google Earth Pro, datadas do ano de 2018. Considerou-se características como: cor, tonalidade, textura, forma e padrão de disposição, com o intuito de obter mapas detalhados e bem próximos da realidade em campo. Posteriormente, realizou-se verificações pontuais em campo em algumas áreas para atestar a classificação efetuada.

### 2.1.2 Relevô

O relevo tem papel fundamental na regulação da distribuição do fluxo de água e energia dentro e entre as bacias hidrográficas, e sua representação gráfica em ambiente digital é materializada por meio dos modelos digitais de elevação (MDEs). O MDE, segundo Collins (1978) é definido como um vetor de números que representem a distribuição espacial de um conjunto de propriedades de um terreno e quando utilizamos apenas a elevação como propriedade, é usado tal termo. O mesmo é visto como uma camada de dados primordial para

a delimitação de bacias hidrográficas. Foi utilizado o MDE oriundo do sensor PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) a bordo do Satélite Japonês Advanced Land Observing Satellite – ALOS (ALOS/PALSAR), cuja resolução espacial é de 12,5 m. Foi realizada a correção do MDE, eliminando possíveis depressões espúrias e pixels nulos no produto obtido, tornando-o hidrologicamente consistente. A partir deste modelo, foram calculadas, em ambiente SIG, as declividades e foi realizado o seu fatiamento para criação das fases de relevo conforme Santos et al. (2015), para gerar informações espaciais com maior significância sob o ponto de vista de movimento de água e interpretações quanto a erosão, uso e manejo do solo.

### **2.1.3 Áreas de Preservação Permanente (APP)**

Intervenções em APP para abertura de novas áreas agrícolas podem comprometer exponencialmente o meio ambiente, pois afetam diretamente a reposição de água nos aquíferos, a qualidade de água superficial e subterrânea, acentuam a perda de solo, provocam riscos à saúde humana e a degradação dos mananciais, e podem principalmente, comprometer a produção de alimentos. Ou seja, o papel regulador dos ciclos naturais realizado pelas APP é de fundamental importância para a manutenção do equilíbrio ecológico (TUNDISI; TUNDISI, 2010; SILVA et al., 2011).

De acordo com o Novo Código Florestal (Lei Federal nº. 12.651/2012), as APPs podem ser definidas como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Além de APP no entorno de cursos d'água, o Novo Código Florestal também enquadra como APP: áreas de encostas com declividade superior a 45° ou 100%, topos de morro com diferença de cotas maior que 100 metros entre o topo e sua base e com declividade média superior a 25° ou 46,6%, restingas, manguezais, chapadas, e áreas com altitude superior a 1.800 metros. Todavia, ao realizar o levantamento das APP para a bacia, não se observou a presença destes tipos de APP. Para delimitação das APPs foi utilizada a ferramenta buffer em SIG, aplicando a legislação supracitada.

De acordo com o Art. 4º inciso IV da Lei 12.651/2012, as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros devem ser preservado. As APP na faixa marginal a cursos d'água são determinadas, de acordo com o Art. 4º inciso I da mesma lei, adotando largura média de 30 metros a partir das

margens do curso d'água, para cursos d'água que apresentem largura média inferior a 10 metros, caso dos encontrados na sub-bacia do presente trabalho. Para menor custo de investimento e menores perdas de área produtiva pelos produtores rurais da região, priorizou-se a recuperação das APPs degradadas em áreas rurais consolidadas. Tais áreas serão descritas a seguir.

A Lei 12.651/2012 (Art. 61-A) estabelece que em APP é autorizado a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008. Todavia, o mesmo artigo estabelece que em casos de áreas rurais consolidadas, a recomposição mínima de APP deve seguir as seguintes regras:

- Raio de 15 m para APP no entorno de nascentes e;
- Largura das APP nas faixas marginais de cursos d'água e lagos e lagoas determinadas de acordo com o tamanho de módulos fiscais da propriedade, independente da largura do curso d'água. Esta regra ficou conhecida como a “regra da escadinha” (Tabela 1).

Tabela 1 - Largura de faixas marginais de cursos d'água para APP consolidadas.

Classificação do imóvel em módulos fiscais	Faixa mínima a ser recuperada (m)	
	Cursos d'água	Lagos e lagoas naturais
Até 1	5	5
De 1 a 2	8	8
De 2 a 4	15	15
De 4 a 10	20	30
Maior que 10	30	30

De acordo com dados do INCRA (2013), um módulo fiscal no município de Nepomuceno corresponde a 26 hectares. Para a determinação das faixas de APP a serem delimitadas em áreas consolidadas, foram utilizados dados disponíveis do Cadastro Ambiental Rural (CAR) declarados pelos proprietários e no mapa hidrográfico da Microbacia. Desta forma, as APPs em área rural consolidada foram delimitadas utilizando a ferramenta buffer em SIG, seguindo as regras específicas como explicitado anteriormente pela Lei 12.651/2012.

#### 2.1.4 Levantamento pedológico

O levantamento pedológico consiste na delimitação da distribuição geográfica dos solos e sua identificação. O mapa pedológico, resultado do levantamento, fornece dados de



aproveitamento imediato, principalmente, no que se relaciona à previsão de comportamento de uso dos solos em relação às práticas de manejo e conservação (IBGE, 2006).

Conforme IBGE (2007), para a execução do levantamento pedológico semidetalhado, foram levantados os perfis pedológicos do solo in loco, seguindo metodologia proposta por Santos et al. (2018). Realizou-se 18 pontos de prospecção (Figura 3), onde foram coletadas amostras de solo nos horizontes A e B para análises físicas e químicas do solo (granulometria, fertilidade e matéria orgânica).

Na Figura 3 pode ser observado os pontos de coleta de solos, totalizando 18 pontos georreferenciados de prospecção (Tabela 2). Conforme as condições encontradas em campo, os pontos de prospecção dividiram-se em mini-trincheiras e cortes de beira de estrada (perfis). A partir da análise morfológica dos solos, com suporte das análises laboratoriais, os solos foram classificados seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SANTOS et al., 2018). De posse dos mapas de relevo e observações de campo, as unidades de mapeamento foram delineadas para a criação do mapa semidetalhado de solos (Figura 3), cujos pontos de amostragem estão dispostos na Tabela 2. Para a espacialização das classes de solos na área da bacia, foram utilizados os mapas de declividade e de índice topográfico de umidade calculados via SIG, provenientes do MDE.

Figura 3 - Mapa de pontos coletados.

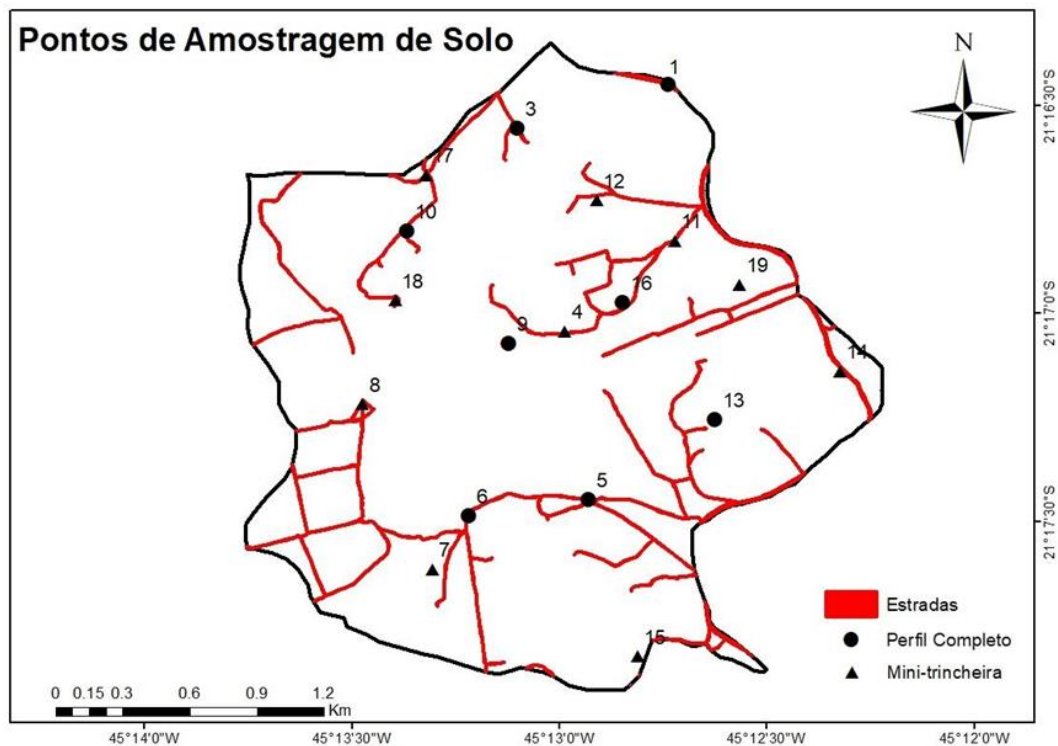




Tabela 2 - Coordenadas dos pontos de amostragem de solo.

<b>PONTOS</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>
<b>1</b>	21°17'16.22" S	45°12'59.04" O
<b>3</b>	21°16'33.31" S	45°13'6.02" O
<b>4</b>	21°16'58.84" S	45°13'8.94" O
<b>5</b>	21°17'20.36" S	45°12'57.46" O
<b>6</b>	21°17'31.31" S	45°13'4.69" O
<b>7</b>	21°16'56.21" S	45°13'5.99" O
<b>8</b>	21°17'12.23" S	45°13'49.48" O
<b>9</b>	21°16'54.55" S	45°13'12" O
<b>10</b>	21°16'44.11" S	45°13'18.23" O
<b>11</b>	21°16'53.51" S	45°12'43.06" O
<b>12</b>	21°16'43.18" S	45°12'54.9" O
<b>13</b>	21°17'19.93" S	45°12'44.03" O
<b>14</b>	21°17'0.1" S	45°12'48.28" O
<b>15</b>	21°17'49.42" S	45°12'48.67" O
<b>16</b>	21°17'1.32" S	45°12'47.48" O
<b>17</b>	21°16'39.94" S	45°13'19.31" O
<b>18</b>	21°16'56.96" S	45°13'29.1" O
<b>19</b>	21°17'0.1" S	45°12'48.28" O

FONTE: DATUM WGS84

### 2.1.5 Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente

O reflorestamento consiste no processo de implantação de florestas com espécies nativas em uma área onde originalmente existia esse tipo de vegetação. A partir da análise da área da microbacia por meio das ferramentas de geoprocessamento e seguindo o que estabelece a Lei federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que versa sobre o Novo Código Florestal, foi efetuada a delimitação das APPs, identificando as áreas degradadas presentes na microbacia.

### 2.1.6 Terraceamento

Várias são as práticas utilizadas para controlar a erosão hídrica em solos agrícolas, sendo normalmente divididas em práticas edáficas, vegetativas e mecânicas. As práticas mecânicas são aquelas nas quais são utilizadas estruturas artificiais para a redução da energia do escoamento da água, sendo o terraceamento de terras agrícolas uma das práticas mecânicas de controle da erosão hídrica mais difundida e utilizada, sendo sua eficiência dependente do

correto dimensionamento do espaço entre terraços e da sua seção transversal (GRIEBELER et al., 2005).

O terraceamento consiste na construção de estruturas compostas de um dique e um canal no sentido transversal à declividade do terreno, de modo a formar obstáculos físicos capazes de reduzir a velocidade do escoamento e disciplinar o movimento da água sobre a superfície (PRUSKI, 2009). Nesta etapa, o dimensionamento de terraços foi realizado por meio do software Terraço 4.1, disponibilizado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH), da Universidade Federal de Viçosa. O uso da ferramenta permite a obtenção dos dados de espaçamento vertical entre os terrenos, escolha do tipo de terraço e parâmetros hidráulicos e estruturais dos terraços.

Os seguintes dados de entrada para o dimensionamento dos terraços foram adotados:

- Precipitação com tempo de retorno (TR) de 10 anos;
- Coeficientes para cálculo de chuvas intensas para a região de Nepomuceno extraídos pelo software Pluvio 2.1;
- Terraço utilizando trator com grade de discos acoplada para a construção;
- Não preparar o solo;
- Declividade média de cada área destinada extraída do mapa de declividade;
- Uso do solo;
- Velocidade de infiltração base (VIB), obtida na literatura conforme as classes de solo e declividade média.

### **2.1.7 Bacias de Infiltração**

As bacias de infiltração, são bacias de contenção ou bolsões, de grande eficácia no controle do escoamento superficial e na contenção de processos erosivos no meio rural. São caracterizadas por pequenos reservatórios que apresentam a forma de uma bacia, ou seja, uma área escavada que possui a função primordial de contenção das enxurradas, por meio da coleta da água escoada em abundância nas propriedades rurais ou estradas vicinais e por consequência promover a infiltração da água no solo (EMATER, 2005).

A análise da área em questão é primordial para a escolha do local de construção das bacias de infiltração, onde se deve levar em consideração as características da região, tais como o relevo, a cobertura vegetal e os tipos de solo. Além disso, as bacias devem ser dimensionadas e alocadas (tamanho e em número) de acordo com o volume das enxurradas, declividade do terreno e a velocidade de infiltração da água no solo (EMBRAPA, 2005). As bacias de

infiltração foram dimensionadas apenas para conter o escoamento das estradas vicinais. Os locais nos quais serão implementadas as bacias de contenção de enxurradas foram analisados por meio de visitas a campo, realizando uma análise visual das estradas vicinais de modo a identificar a situação das estradas e identificar possíveis locais para a construção das estruturas. Além disso, utilizou-se o mapa de estradas vetorizado, mapa de uso e ocupação e o de declividade para o estabelecimento de locais para locação das estruturas ao longo das estradas rurais.

Para alocação das bacias de infiltração, as estradas foram fragmentadas com base no tipo de solo, declividade e pontos de ligação de cada trecho, de modo a caracterizar melhor os trechos para a escolha dos locais. Nesta análise, alguns trechos de estradas foram excluídos, devido a locação das estruturas nas áreas serem inviáveis, ou por já existirem estas obras de contenção previamente construídas nos locais.

Para o dimensionamento das bacias de infiltração foi utilizado o software Estradas, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa. Para o dimensionamento, o software se baseia nas características físicas, hidráulicas e ambientais das estradas para dimensionar e espacializar as bacias de infiltração ao longo dos trechos de estradas estabelecidos.

Para precificação das bacias de contenção foram realizados orçamentos em empresas locais, para estimar o custo da obra. Para efetuar o dimensionamento das bacias de infiltração, primeiramente foi necessário a obtenção:

- a) dos valores da capacidade do solo do canal em resistir à erosão e da quantidade de água provável (precipitação local), dependendo das áreas de contribuição e das características físico-hídricas do solo;
- b) da tensão máxima, que pode ocorrer sem que haja desprendimento de partículas (tensão crítica de cisalhamento),
- c) da erodibilidade do solo no canal, a qual indicará a taxa com que ocorrerá o desprendimento e a massa específica para cada tipo de solo.
- d) dos parâmetros hidráulicos e geométricos da estrada, do canal de condução das águas pluviais e do canal a direcionar as águas para as bacias de infiltração.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

##### 3.1.1 Uso e ocupação

O resultado do mapeamento do uso do solo na Microbacia do Córrego Sapé está apresentado na Figura 4, bem como a área ocupada por cada classe e sua respectiva porcentagem na Tabela 3.

Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.

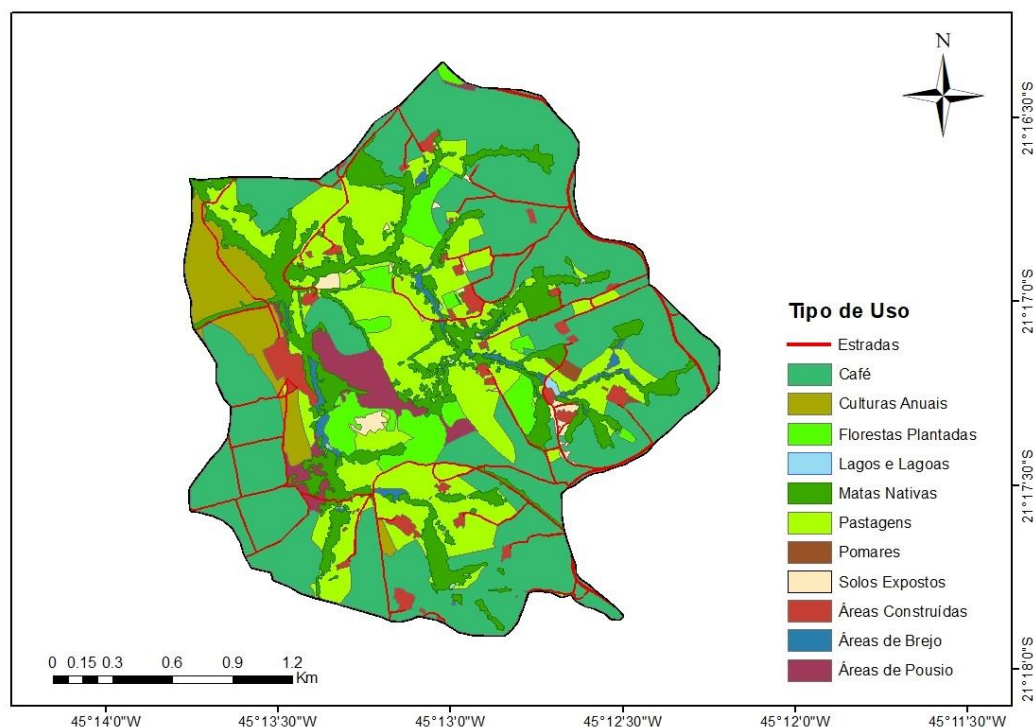


Tabela 3 - Classes de uso e ocupação do solo na Microbacia hidrográfica do Ribeirão Sapé.

Uso do Solo	Área (ha)	Área Relativa (%)
Café	219,44	44,20
Culturas Anuais	25,32	5,10
Estradas	11,23	2,26
Florestas Plantadas	24,10	4,85
Lagos e Lagoas	0,84	0,17
Matas Nativas	69,09	13,92
Pastagens	108,21	21,80
Pomares	1,31	0,26
Solos Expostos	3,94	0,79
Áreas construídas	13,15	2,65
Áreas de Brejo	6,23	1,25
Áreas de Pousio	13,61	2,74
<b>Total</b>	<b>496,48</b>	<b>100</b>

A atividade com maior influência na área da microbacia, totalizando 44,20% de ocupação, é o cultivo de café, principal cultura implantada no município de Nepomuceno, que desde sua origem, tem o café como principal fonte de renda. Uma característica importante deste tipo de lavoura é a sua perenidade. Esta característica favorece a conservação do solo, pois evita o revolvimento do mesmo, conseqüentemente evitando a ruptura dos agregados ocasionada pelo preparo do solo, que acelera as perdas de C-orgânico pela oxidação da matéria orgânica (MENDONÇA; ROWELL, 1994), além do decaimento de folhas contribuírem para o aumento da porcentagem de matéria orgânica.

A pastagem é a classe de ocupação e uso do solo com segunda maior representatividade na área na bacia, devido à grande tradição pecuária leiteira da região, cobrindo 21,80% da área. Algumas áreas de pastagem apresentaram exposição do solo devido ao manejo inadequado, o que pode acarretar degradação e perdas de solo. Dessa maneira, é fundamental a aplicação de práticas conservacionistas, principalmente em áreas de pastagem, como por exemplo: pastagem rotacionada, construção de terraços e manejo adequado das pastagens.

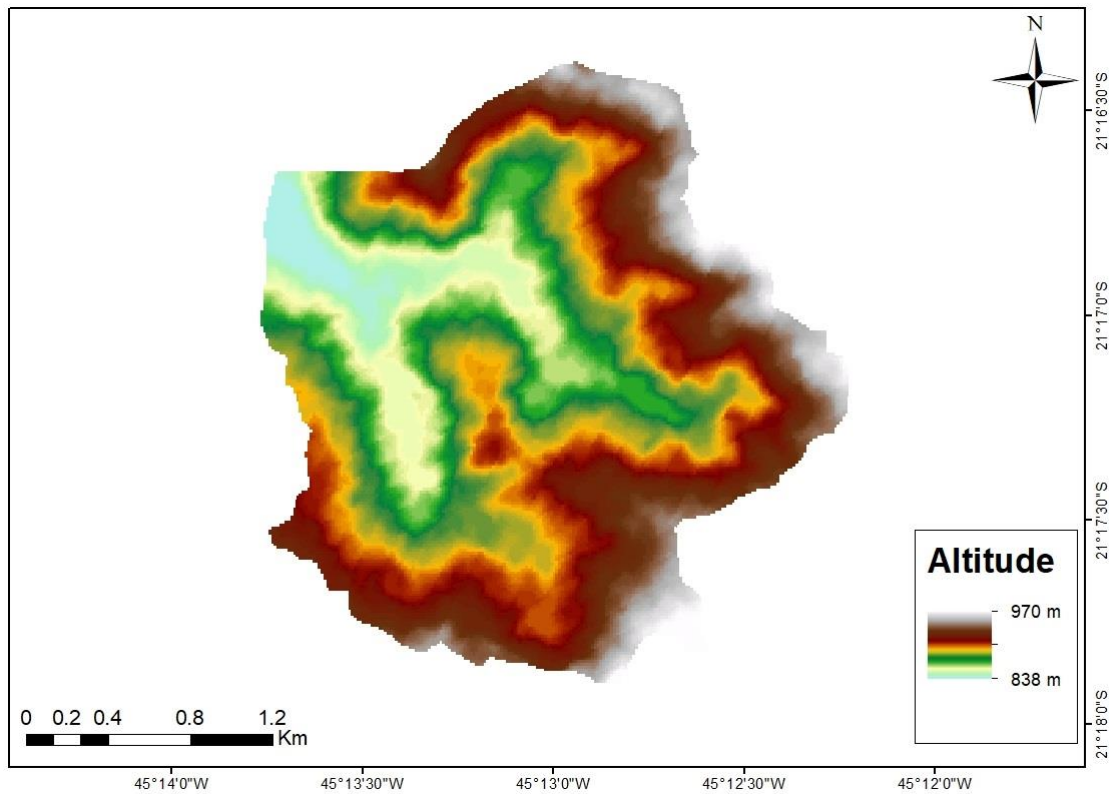
As áreas ocupadas por florestas e matas nativas representam apenas 13,92% da área. Tais valores são relativamente baixos, já que se considerarmos a área como se fosse uma única e grande propriedade, não seriam alcançados os mínimos de área verde (20% de Reserva Legal) obrigatórios previstos pelo Novo Código Florestal - Lei nº. 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

Para tanto, é vital a preservação de tais áreas, pois estas possuem grande importância para o equilíbrio ecológico e climático da região. A ausência de áreas com densa cobertura vegetal faz com que a água da chuva tenda a escoar sobre a superfície, não permitindo sua infiltração e armazenamento no lençol freático, reduzindo a produção de água por nascentes, vazão de córregos, rios e riachos, principalmente no período de estiagem. Em outras palavras, a vegetação nativa evita a erosão do solo, o assoreamento de cursos d'água e a produção e conservação das águas na bacia, impactando diretamente na qualidade e quantidade de água do ambiente.

### **3.1.2 Relevô**

A partir do MDE (Figura 5), observou-se que a microbacia hidrográfrica do Sapé tem altitudes máxima, média e mínima de 970 m, 891 m e 838 m, respectivamente.

Figura 5 - Modelo digital de elevação da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.



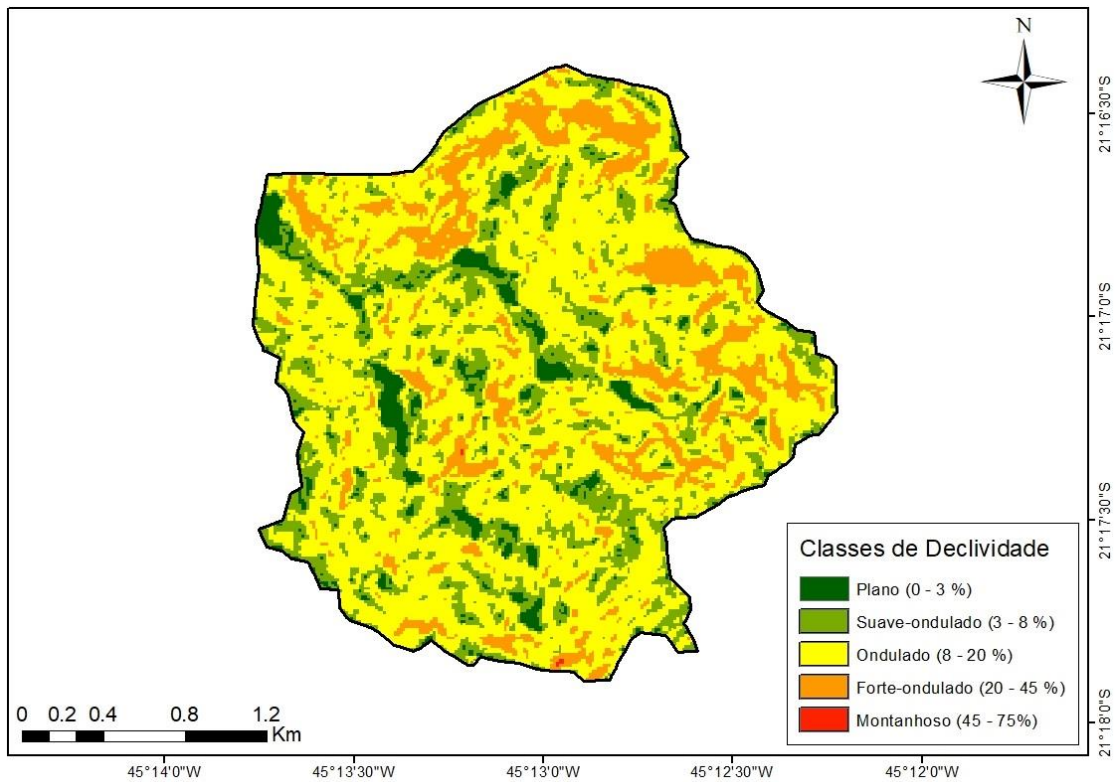
Ao analisar o relevo da microbacia, pode-se observar que as menores altitudes seguem o caminho do curso d'água, sendo o menor com uma amplitude altimétrica de 838 metros localizada nas proximidades da foz do Córrego do Sapé (porção oeste da microbacia). Já as maiores cotas estão localizadas na porção leste, junto à linha de cumeeada que limita a microbacia.

Com relação as fases de relevo, encontrou-se predomínio de suave ondulado (20,40%) e ondulado (59,19%), como pode ser observado na Tabela 4 e Figura 6.

Tabela 4 – Classes de relevo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.

Fases de Relevo (%)	Classificação	Área (ha)	% de área
0 - 3	Plano	26,08	5,25%
3 - 8	Suave Ondulado	101,28	20,40%
8 - 20	Ondulado	293,82	59,19%
20 - 45	Forte Ondulado	75,14	15,14%
45 - 75	Montanhoso	0,12	0,03%

Figura 6 – Fases de relevo da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.



### 3.1.3 Levantamento pedológico semidetalhado

O resultado obtido ao realizar o mapeamento pedológico até o quarto nível categórico está representado abaixo.

Figura 7 – Mapa pedológico da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.

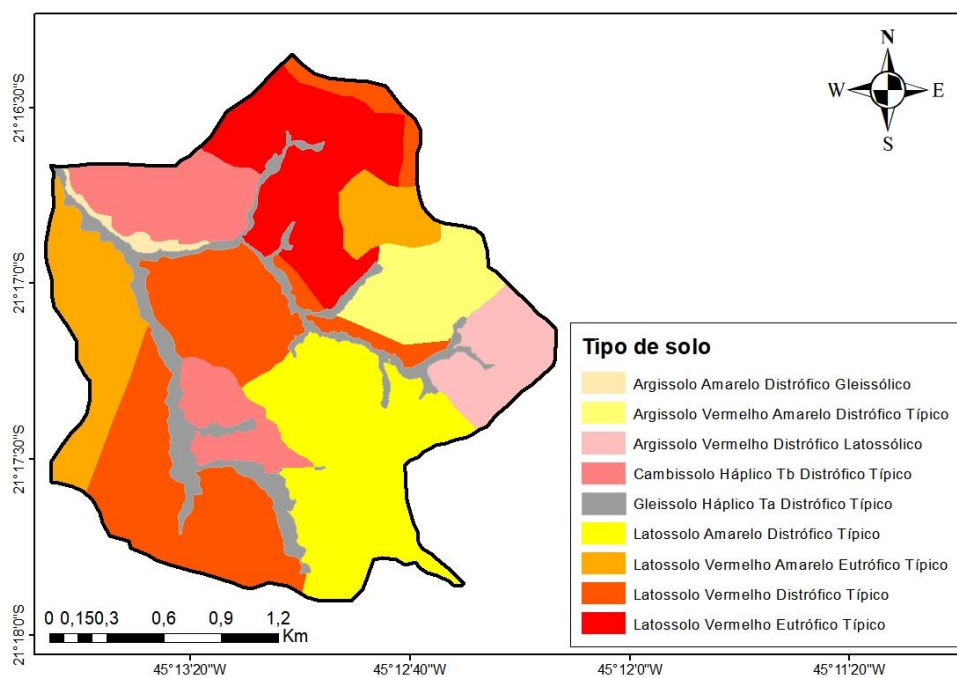


Tabela 5 - Classes Pedológicas identificadas na microbacia do Córrego Sapé.

<b>Tipos de solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área relativa (%)</b>
LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico Típico (LVd)	66,01	13,30%
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico Típico (LVAe)	59,28	11,94%
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Típico (CXbd)	54,52	10,98%
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Típico (PVd)	28,13	5,67%
LATOSSOLO AMARELO Distrófico Típico (LAd)	90,57	18,25%
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico (LVd)	122,24	24,62%
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Típico (PVAd)	33,08	6,66%
ARGISSOLO AMARELO Distrófico Gleissólico (PAd)	4,06	0,82%
GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico Típico (GXvd)	38,56	7,77%

Preponderantes, os Latossolos (presentes em 68,21% da área) são profundos, muito intemperizados-lixiviados, predominantemente pobres em nutrientes (maioria distróficos na área de estudo) e com boas propriedades físicas, apresentando estrutura predominantemente granular no horizonte B e texturas variando de média a argilosa. Os Argissolos que compõem 14,14% da área, moderadamente profundos, apresentaram aumento substancial do teor de argila em profundidade e estrutura em blocos no horizonte B, o que resulta em consequente redução da permeabilidade do solo em profundidade. Os Cambissolos (11,89% da área) no geral são mais rasos que os solos anteriores, apresentaram texturas que variaram de média a argilosa. Já a ocorrência dos Gleissolos se restringiu às várzeas, cujo material de origem consistiu em sedimentos aluviais e coluviais, de coloração acinzentada devido à redução do ferro ( $Fe^{2+}$ ) ou ausência deste em função de sua má drenagem (excesso de água) inerente ao seu ambiente de ocorrência.

### 3.1.4 Área de Preservação Permanente (APP)

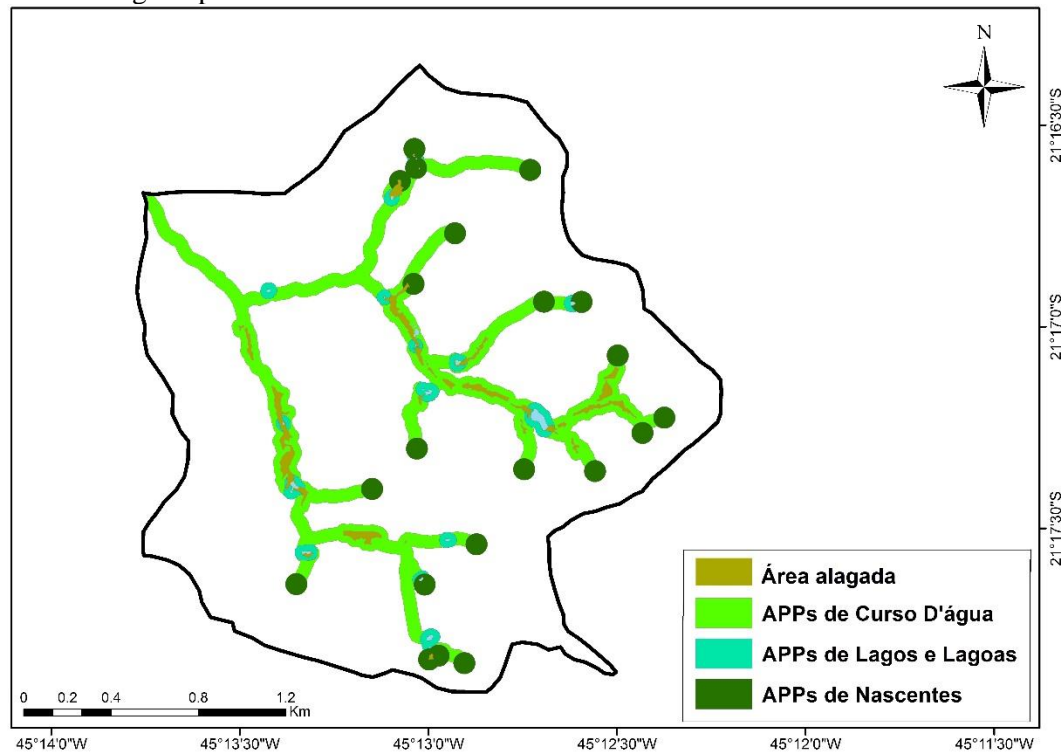
A Tabela 6 apresenta de forma de individual o quantitativo de áreas de cada tipo de APP delimitado para toda a área da microbacia. Ao todo, foram delimitados para toda a microbacia 71,061 ha de APP, já considerando as sobreposições de mais de um tipo de APP no mesmo local (Figura 8).



Tabela 6 - Quantitativo de Áreas de Preservação Permanente.

Tipo	Área (ha)	Área Relativa (%)
Curso d'água	63,884	73.32%
Lagoas	7,490	8.60%
Nascentes	15,757	18.08%

Figura 8 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente delimitadas para a Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.



A Figura 9 apresenta o mapa de APPs em áreas rurais consolidadas de acordo com o disposto no artigo 4º da lei federal 12.651/2012. A Tabela 7 apresenta o quantitativo mínimo de APP em áreas consolidadas delimitados para a área da microbacia.

Figura 9 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em áreas rurais consolidadas.

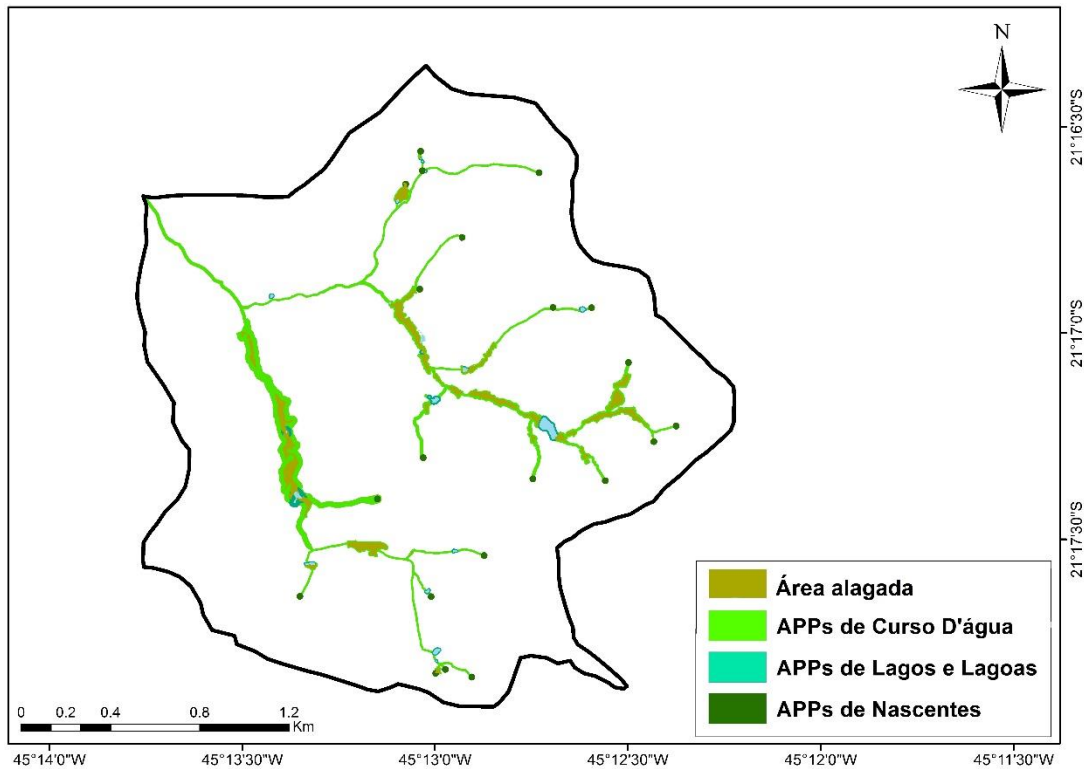


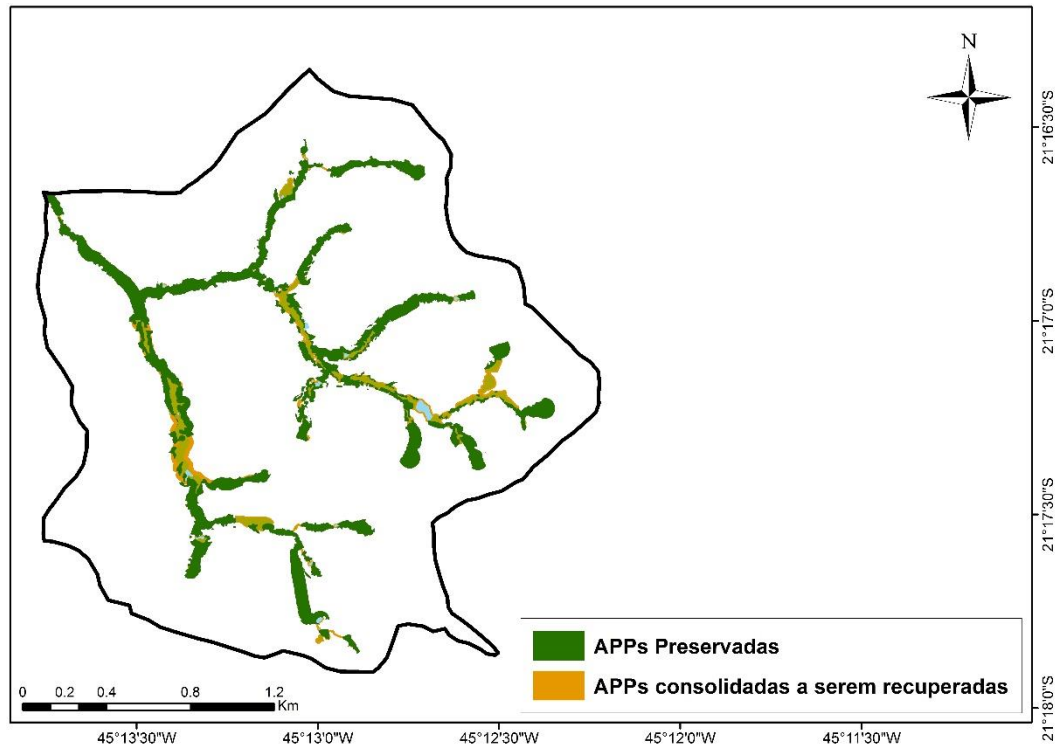
Tabela 7 - Área de Preservação Permanente em área rural consolidada.

<b>Tipo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área Relativa (%)</b>
Curso d'água	17,429	87,41%
Lagoas	1,081	5,42%
Nascentes	1,429	7,17%

De modo geral, se fosse considerado apenas a delimitação de APP consolidadas, foram diagnosticados que apenas 18,8 ha seriam APPs consolidadas. Considerando que se na microbacia houvesse somente APP em áreas consolidadas, seriam apenas de 26,46% do quantitativo total de APP ao todo na microbacia.

A Figura 10 apresenta as áreas preservadas e rurais consolidadas a serem recuperadas na microbacia do córrego Sapé. As APPs que necessitam de cercamento foram determinadas a partir do mapa de conflito de uso e ocupação do solo em áreas de APP presentes no Plano de Manejo e Conservação da Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé (Figura 10). A partir dele, estabeleceram-se as APPs que apresentaram conflito e que deverão ser reflorestadas. Cadê uma breve discussão? Qual a área que está em conflito? Qual a área a ser recuperada?

Figura 10 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs) preservadas e APPs em áreas rurais consolidadas a serem recuperadas na Microbacia Hidrográfica do Córrego Sapé.



A preservação das APPs é de fundamental importância na gestão de bacias hidrográficas, pois contribuem para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos visando a dar condições de sustentabilidade à agricultura.

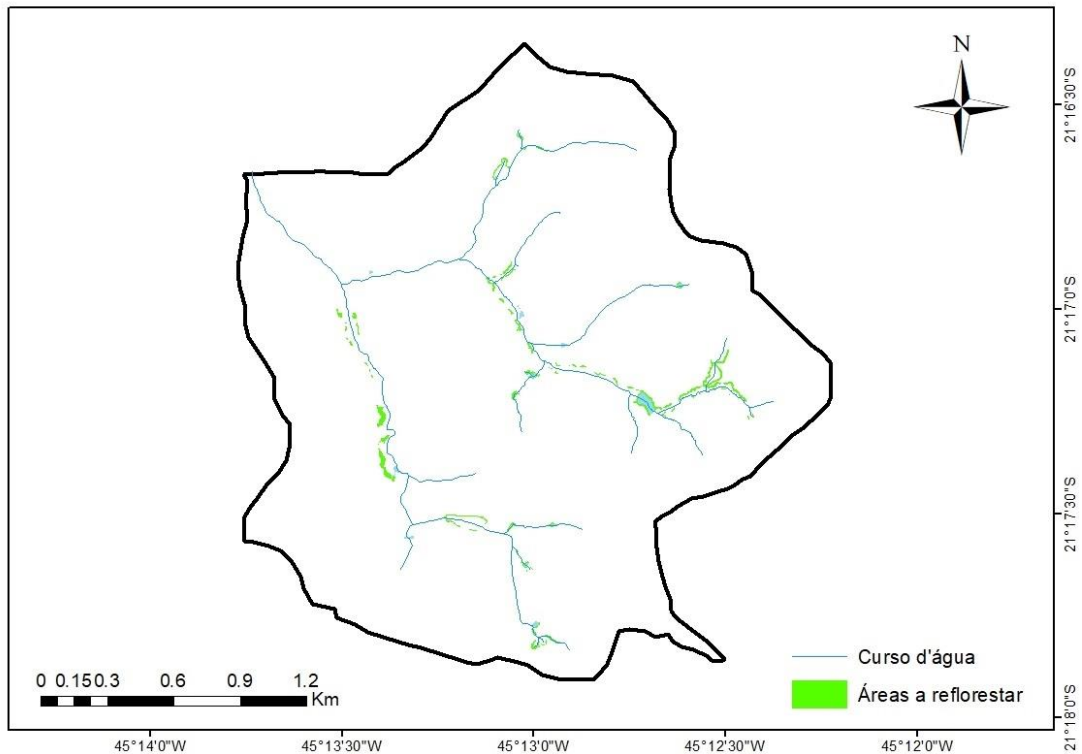
As APPs em torno de cursos d'água e nascentes funcionam como barreiras físicas quando trata-se de transporte de sedimentos, acarretando na diminuição direta da quantidade de sólidos ao longo do curso d'água, e assim sua turbidez. Essas áreas funcionam também como um filtro químico, pois a mata nativa contribui na redução da concentração de fertilizantes e agrotóxicos trazidos pelas enxurradas para cursos d'água próximos, absorvendo-os.

A rugosidade provocada pela mata ciliar nos entornos dos rios diminui a velocidade de escoamento, aumentando a infiltração de água. Além disso, evita o assoreamento dos cursos d'água, preservando assim a biodiversidade do ecossistema.

A partir da análise da área da microbacia por meio de ferramentas de geoprocessamento e seguindo o disposto na Lei federal 12.651 de 2012, delimitou-se o mapa de conflito de uso nas Áreas de Preservação Permanente em áreas consolidadas da Microbacia, como apresentado posteriormente. A partir deste produto e considerando a viabilidade de reflorestamento, foram sugeridas intervenções com o intuito de recuperá-las. O mapa das áreas a serem reflorestadas

está representado na Figura 11. De acordo os processos realizados, encontrou-se em 31.377 m<sup>2</sup> de APPs degradadas, as quais deverão ser reflorestadas.

Figura 11 - Áreas a serem reflorestadas.



### 3.3 Proposições de técnicas de conservação e manejo do solo

A ação antrópica e o desmatamento desordenado para a implantação de áreas agricultáveis aliados a falta de uso de tecnologias adequadas à conservação do solo, ocasionam sua compactação diminuindo as taxas de infiltração de água, além de acelerar o escoamento superficial, gerando problemas como a erosão, assoreamentos, enchentes, diminuição da disponibilidade das águas superficiais e o rebaixamento do nível do lençol freático (CAMPOS et al., 2018).

O manejo do solo, juntamente com as práticas de conservação, visa a infiltração de água no solo ao longo da bacia hidrográfica, sendo um dos principais aliados na produção de água (SANTANA; ALVARENGA, 2006).

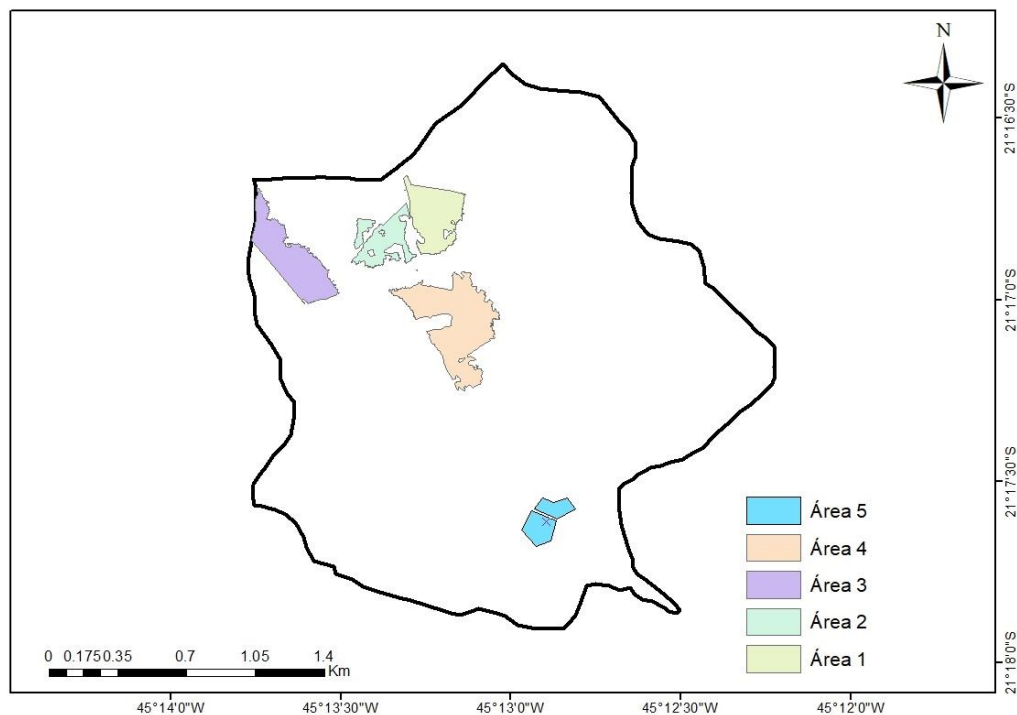
### 3.4 Terraceamento

#### 3.4.1 Áreas selecionadas para terraceamento

O terraceamento adequado de áreas agrícolas, além de controlar a erosão, aumenta a produtividade das culturas e evitar maior desgaste das máquinas agrícolas, pois condiciona o operador a trabalhar em nível.

Priorizou-se para a seleção das áreas a serem terraceadas àquelas próximas à foz da bacia e regiões com maior propensão à perda de solo, tais como áreas de pastagem com declividade mais elevada. Sendo assim, foram utilizados os mapas de uso e ocupação de solo e de declividade para a tomada de decisão. A Figura 12 apresenta o mapa das áreas selecionadas para terraceamento.

Figura 12 – Áreas sugeridas para terraceamento.



#### 3.4.2 Espacialização e dimensões dos terraços

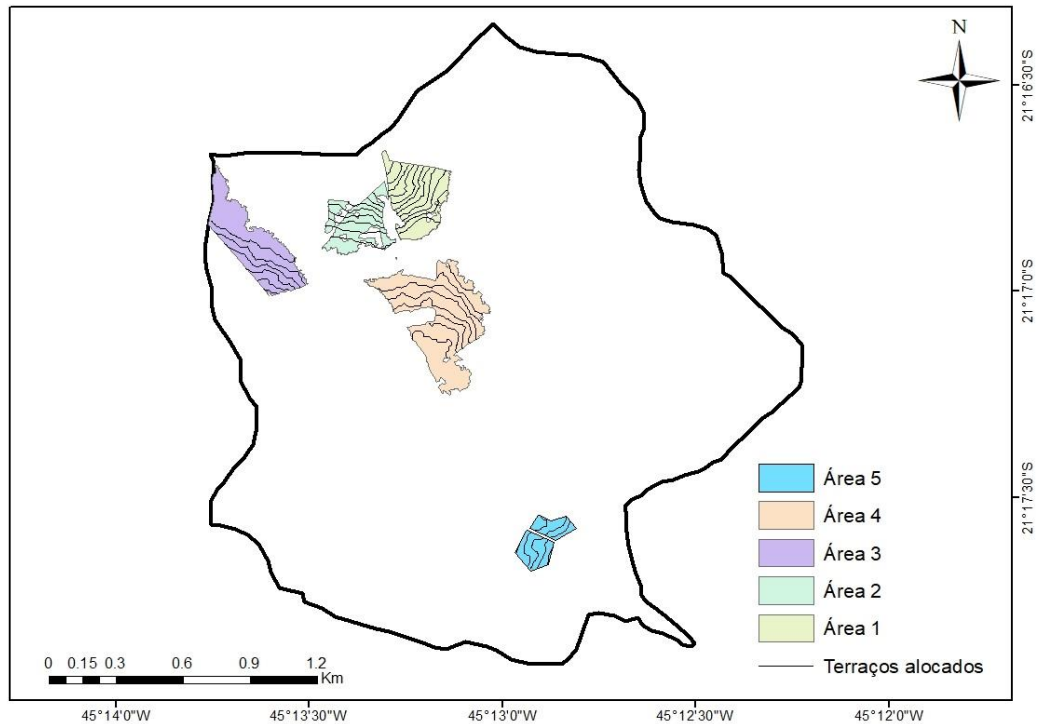
A Tabela 8 apresenta os dados de declividade média, VIB e tipo de solo de cada uma das áreas selecionadas para serem terraceadas.

Tabela 8 - Dados de declividade média das áreas a serem terraceadas e de VIB dos tipos de solos das respectivas áreas necessários para o dimensionamento de terraços por meio do software.

Área	Declivida de Média (%)	Área (ha)	Tipo de Solo	VIB (mm/h)	Referências VIB
1	18	7,34	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Típico	63,0	Santos et al. (2011)
2	16	4,83	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Típico	63,0	Santos et al. (2011)
3	9	9,30	Latossolo Vermelho Amarelo Típico	56,6	Sales et al. (1999)
4	12	14,24	Eutrófico Latossolo Vermelho Distrófico Típico	56,6	Sales et al. (1999)
5	13	3,36	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	56,6	Sales et al. (1999)

Após inserido todos os dados de entrada necessários no software, foram gerados os resultados de espaçamento vertical e de geometria dos terraços para cada área. Na sequência, com o uso de SIG, espacializou-se os terraços para cada área, tendo como base a declividade da bacia. A Figura 13 apresenta o mapa de localização dos terraços das áreas selecionadas na microbacia.

Figura 13 – Localização dos terraços.



O comprimento total de terraços dimensionados é de 10.410 metros, o que abrange uma área total de 39,55 ha. Mais detalhes a respeito das áreas no tocante à construção dos terraços serão apresentados a seguir.

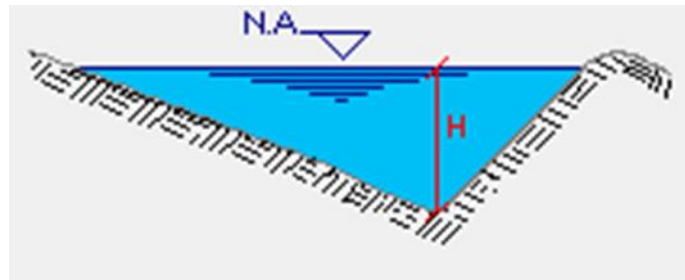
### 3.4.3 Método de construção em campo

A localização dos terraços em nível foi realizada em campo com auxílio de nível ótico. Por meio da leitura das elevações verticais, dar-se-á o espaçamento entre os terraços, ou seja, do fim de um terraço ao começo do outro, deverá ser feita a leitura do espaçamento vertical por meio do nível ótico. O tipo de terraço a ser construído será o do tipo sugerido por Lombardi Neto et al. (1994), que são caracterizados pela movimentação de terra de cima para baixo. Estes tipos de terraços apresentam:

- Canal triangular mais profundo;
- Terraços em nível para latossolos e terraços em desnível para cambissolos.

A Figura 14 apresenta um modelo do corte da seção transversal destes tipos de terraços, e as variáveis dependentes de cada tipo de solo e declividade.

Figura 14 – Corte transversal do terraço. (H: Altura do Terraço (m)).



O dimensionamento e localização dos terraços para cada área estão dispostos separadamente a seguir (Tabelas 9 – 13).

Tabela 9 - Informações para construção de terraços da área 1.

Número de Terraços	Altura do Terraço “H” (m)	Espaçamento vertical (m)	Comprimento total dos terraços (m)	Declividade da parede do canal ( $m m^{-1}$ )
11	0,60	5,29	2614	0,213

Tabela 10– Informações para construção de terraços da área 2.

Número de Terraços	Altura do Terraço “H” (m)	Espaçamento vertical (m)	Comprimento total dos terraços (m)	Declividade da parede do canal ( $m m^{-1}$ )
8	0,60	5,29	1775	0,213

Tabela 11 – Informações para construção de terraços da área 3.

Número de Terraços	Altura do Terraço “H” (m)	Espaçamento vertical (m)	Comprimento total dos terraços (m)	Declividade da parede do canal ( $m m^{-1}$ )
6	0,43	3,79	1944	0,213

Tabela 12 – Informações para construção de terraços da área 4.

Número de Terraços	Altura do Terraço “H” (m)	Espaçamento vertical (m)	Comprimento total dos terraços (m)	Declividade da parede do canal ( $m m^{-1}$ )
8	0,44	4,69	3018	0,213



Tabela 13 – Informações para construção de terraços da área 5.

<b>Número de Terraços</b>	<b>Altura do Terraço “H” (m)</b>	<b>Espaçamento vertical (m)</b>	<b>Comprimento total dos terraços (m)</b>	<b>Declividade da parede do canal (m m<sup>-1</sup>)</b>
5	0,50	4,69	1059	0,213

No custo da hora máquina (Tabela 14), já estão embutidos os valores do tratorista e do trator (depreciação, juros, manutenção e materiais na operação).

Tabela 14 – Informações para construção de terraços.

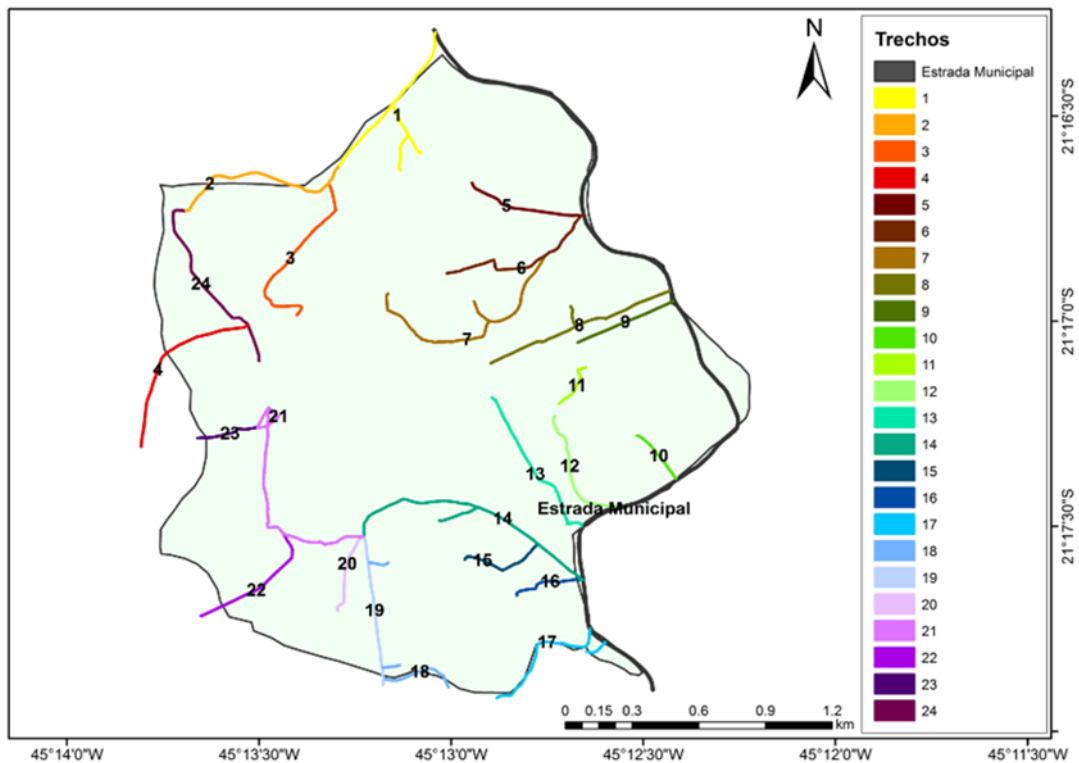
<b>Maquinário</b>	<b>Comprimento total (m)</b>	<b>Hora máquina (R\$ h<sup>-1</sup>)</b>	<b>Velocidade operacional (m h<sup>-1</sup>)</b>
Trator com grade de discos acoplada	10.410	109,15	100

### 3.5 Bacias de infiltração

#### 3.5.1 Locação das bacias de infiltração

A malha viária não pavimentada foi fragmentada em 24 trechos, com base nos pontos de ligação de cada trecho (acesso às propriedades), tipo de solo dominante e declividade média de cada um dos trechos, para que assim fosse possível dimensionar com maior acurácia as bacias de infiltração ao longo das estradas vicinais da bacia (Figura 15).

Figura 15 – Estradas fragmentadas por trechos a receber a locação de bacias de infiltração.



Desta forma, calculou-se que será necessário a construção de 336 bacias de infiltração ao longo de 16,48 km de estradas vicinais.

### 3.5.2 Dimensionamento das bacias de infiltração

As informações abaixo apresentam os dados de entrada adotados para o dimensionamento das bacias de infiltração e determinação do espaçamento entre essas estruturas ao longo dos trechos de estrada determinados:

- Capacidade de acumulação de chuva com tempo de retorno (TR) de 10 anos;
- Tipo: semi-circular;
- Profundidade máxima das bacias de infiltração: 1,8 metros;
- Manutenção a cada 2 anos;
- Comprimento do trecho de estrada;
- Declividade média do trecho;
- Parâmetros do solo de cada trecho (Tabela 21).

Abaixo, estão exibidos os valores de entrada encontrados na literatura para realizar o dimensionamento das bacias de contenção. Foram utilizados valores iguais para solos similares quando não encontrados na literatura.

Tabela 15 - Dados de tensão crítica de cisalhamento, erodibilidade no canal e a massa específica dos principais tipos de solo que compõem a área da Microbacia.

<b>Tipo de Solo</b>	<b>Tensão crítica (Pa)</b>	<b>Erodibilidade (kg N<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
ARGISSOLO AMARELO Distrófico Gleissólico	2,61	0,011	1,44	Reichert (2001)
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Típico	2,61	0,011	1,36	Reichert (2001)
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Típico	2,75	0,0024	1,4	Cantalice (2005)
CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico Típico	2,34	0,0021	1,4	Victor Piscocoya(2013)
LATOSSOLO AMARELO Distrófico Típico	4,37	0,0016	1,47	Lafayette (2011)
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico Típico	7,61	0,004	1,1	ENRIQUEZ, Adriana G. et al. (2015)
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico	2,91	0,0053	1,2	Grenda Alcantara(2018)

Após inserir todos os dados de entrada necessários no software, calculou-se o espaçamento entre as bacias de infiltração, o raio e volume de cada uma delas. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 16. E após a compilação de todos os resultados individuais de cada trecho, calculou-se que serão necessárias a construção de 336 bacias de infiltração ao longo de 16,48 km de estradas vicinais.

Tabela 16– Dimensionamento das barraginhas por trecho.

<b>Trecho</b>	<b>Comprimento do Trecho (m)</b>	<b>Declividade média do trecho (%)</b>	<b>Tipo de Solo Predominante na área do trecho</b>	<b>Espaçamento médio entre as bacias (m)</b>	<b>Capacidade de acumulação da bacia (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Diâmetro da Bacia (m)</b>	<b>Nº de bacias a ser locadas no trecho</b>
1	1182	8,4%	Latossolo Vermelho Eutrófico Típico	65	27,9	4,5	19
2	841	10,2%	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Típico	19	8,5	2,5	45
3	841	10,5%	Cambissolo Háplico Tb Distrófico Típico	32	14,1	3,5	26
4	830	3,6%	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico Típico	100	43,3	5,5	9
5	520	11,0%	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico Típico	66	28,7	4,5	8
6	756	10,3%	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico Típico	75	32,4	5	11
7	1150	6,1%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	51	21,9	4	23
8	977	9,8%	Argissolo Vermelho Amarelo Típico	55	23,5	4	18
9	472	9,3%	Argissolo Vermelho Amarelo Típico	50	21,6	4	10
10	267	7,9%	Argissolo Vermelho Distrófico Típico	21	9,0	2,5	13
11	223	16,6%	Argissolo Vermelho Amarelo Típico	36	15,5	3,5	7
12	578	9,7%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	23	10,0	2,5	25

13	764	8,4%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	32	13,8	3	24
14	1358	5,4%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	77	33,1	5	18
15	385	7,8%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	37	16,0	3,5	11
16	310	5,5%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	79	34,2	5	4
17	735	3,4%	Latossolo Amarelo Distrófico Típico	99	42,9	5,5	8
18	497	5,0%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	84	36,4	5	6
19	678	7,7%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	60	26,0	4,5	12
20	363	9,4%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	39	16,9	3,5	10
21	1038	2,6%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	100	43,3	5,5	11
22	605	5,8%	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	100	43,3	5,5	6
23	276	9,1%	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico Típico	100	43,3	5,5	3
24	838	2,1%	Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico Típico	100	43,3	5,5	9

### 3.5.3 Método de construção em campo

O período recomendado para a construção das bacias de infiltração é logo após o período de chuvas e até três ou quatro meses após esse período. Durante essa época a construção é simplificada, pois o solo ainda está úmido, o que diminui os custos e melhora a qualidade de compactação das bacias de infiltração (BARROS, 2009).

A limpeza do terreno e seu entorno consiste em uma das principais etapas. A remoção de terra deve ser feita do centro para as bordas, mantendo as laterais inclinadas formando um talude. Em terrenos com maior declividade, é indicado que a retirada seja realizada no sentido da sua caída e que as cristas do talude estejam niveladas (EMATER, 2005).

O canal de chamada ou canal condutor, que é o canal responsável pela condução da enxurrada para o interior da bacia de infiltração, deve ser bem posicionado, utilizando-se em torno de 0,5m de diferença entre o início do canal e a bacia.

Para construir as bacias será utilizado retroscavadeira com 2 horas de serviço para cada bacia. Serão feitas 336 bacias de captação, portanto serão gastos 660 horas do serviço de retroscavadeira. A Tabela 17 apresenta os dados de custos de construção das bacias de infiltração para toda a área da microbacia.

Tabela 17 – Informações para construção das bacias de infiltração.

<b>Maquinário</b>	<b>Número de bacias de infiltração</b>	<b>Tempo médio de construção por bacias de infiltração (h)</b>	<b>Hora máquina (R\$ h<sup>-1</sup>)</b>	<b>Total para bacias de infiltração (R\$)</b>
Retroscavadeira a com carregadeira	336	2	103,10	69.238,00

## 5. CONCLUSÃO

As APPs degradadas somaram 31377 m<sup>2</sup> incluindo APP de cursos d'água, de entorno de lagos e lagoas e de nascentes. Com isso, torna-se viável a elaboração de um plano de reconstituição das APPs. As áreas terraceadas totalizam 39,55 ha, localizadas em terrenos com declividade relativamente alta e ocupadas por pastagens. Na totalidade, foram projetadas 366 bacias de infiltração ao longo de 16,48 km de estradas vicinais em toda a microbacia.

A aplicação de técnicas de manejo das bacias hidrográficas visa minimizar a degradação ambiental contribuindo para o aumento da infiltração de água no solo, que deve ser somado à preservação das Áreas de Preservação Permanente. Ao minimizar os processos erosivos e evitar o assoreamento, eutrofização e poluição dos corpos d'água, preserva-se o potencial agrícola do solo, além de conservar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, proporcionando acesso à água de qualidade, conservação da biodiversidade e equilíbrio ecológico.

## REFERÊNCIAS

- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do Agronegócio brasileiro**. Jan. a Dez. 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em 7 de Mai. 2020.
- Hernani, L. C.; Freitas, P. L.; Pruski, F. F.; Maria, I. C. de; Castro Filho, C.; Landers, J. C. A **erosão e seu impacto**. p.47-60. In: Manzatto, C. V.; Freitas Júnior, E.; Peres, J. R. R. (ed.) **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2002. 174p.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Patterns of Colonization in Neotropical Reservoirs, and Prognoses on Aging. In: TUNDISI, J. G.; M. STRASKRABA (Eds.). **Theoretical Reservoir Ecology and its Application**. São Carlos -SP: International Institute of Ecology, 1999. p. 227–264.
- HERNANI, L.C.; FREITAS, P.L.; PRUSKI, F.F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, J.C. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J.R.R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, p. 174, 2002.
- TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. D. F.; DECHEN, S. C. F. The costs of soil erosion. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 287-298, 2011.
- CONSEA - CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Crise hídrica afeta milhões de pessoas no mundo e ameaça segurança alimentar**. 2017. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2017/julho/crise-hidrica-afeta-milhoes-de-pessoas-no-mundo-e-ameaca-seguranca-alimentar>>. Acesso em 7 de Mai. 2020.
- NEPOMUCENO. **Decreto nº648, de 07 de abril de 2014**. Disponível em: <<http://acessoainformacao.nepomuceno.mg.gov.br/cidadao/legislacao/decretos>>. Acesso em 20 de Out. 2019.
- NEPOMUCENO. **Decreto nº740, de 27 de outubro de 2015**. Disponível em: <<http://acessoainformacao.nepomuceno.mg.gov.br/cidadao/legislacao/decretos>>. Acesso em 20 de Out. 2019.
- NEPOMUCENO. **Lei nº614, de agosto de 2017**. Disponível em: <<http://acessoainformacao.nepomuceno.mg.gov.br/cidadao/legislacao/leis>>. Acesso em 20 de Out. 2019.
- COLLINS, Stanley H. **Algorithms for Dense Digital Terrain Models**, Ontario, Canadá, 1978. pp. 307-317.
- Dataset: © JAXA/METI ALOS PALSAR L1.0 2007. Accessed through ASF DAAC 11 June 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial**. Brasília, DF, 2012.



INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Índices básicos de 2013**. Sistema Nacional de Cadastro Rural. 2013. Disponível em: <[http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices\\_basicos\\_2013\\_por\\_municipio.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf)>. Acesso em 16 de Set. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapeamento Topográfico**. Produtos. Cartas Topográficas Vetoriais do Mapeamento Sistemático. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/validacao\\_da\\_vetori.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/validacao_da_vetori.shtm)>. Acesso em 16 de Set. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais técnicos em geociências**: Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. ed. 2, n. 4, p. 316, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>>. Acesso em 16 de Set. 2019.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>>. Acesso em 7 de Mai. 2020.

SANTOS, R. D et al. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2015. 102 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.

GRIEBELER, N. P. et al. Model to design level terracing systems. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 696-704, 2005.

PRUSKI, F. F. **Modelos computacionais desenvolvidos pelo grupo de pesquisa em recursos hídricos visando o controle da erosão**. p.260-277. 2009. In: PRUSKI, F. F. Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Editora UFV. 279 p. 2009.

EMATER - MG. **Bacias de captação de enxurradas. Série Meio Ambiente**. 2005. Disponível

em:<[http://ww.emater.mg.gov.br/intranet/upload/resp\\_ambienta%5Cfolders/bacias%20de%20capta%C3%A7%C3%A3o%de%20enxurradass.pdf](http://ww.emater.mg.gov.br/intranet/upload/resp_ambienta%5Cfolders/bacias%20de%20capta%C3%A7%C3%A3o%de%20enxurradass.pdf)>. Acesso em 31 de Ago. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recuperação de Voçorocas de Grande Porte**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130802/1/25736.pdf>>Disponível>. Acesso em 25 de Out. 2019.

MENDONÇA, E.S. & ROWELL, D.L. **Dinâmica do alumínio e de diferentes frações orgânicas de um Latossolo argiloso sob cerrado e soja**. R. Bras. Ci. Solo, 18:295-303, 1994.

CAMPOS, A. R.; SANTOS, L. A. O.; ANJOS, M. M.; GUSMÃO, S. E. T. Bacias hidrográficas resilientes: definição de áreas prioritárias para revitalização baseada na vulnerabilidade às mudanças climáticas. In: SANTOS, N. A. P.; GUIMARÃES, A. F. T.; MELO, M. C (Org.). **Gestão de Bacias Hidrográficas**: critério para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: IGAM, p. 35–46, 2018.

SANTANA, D. P.; ALVARENGA, R. C. Agricultura e produção de água: o enfoque hidro-agrícola. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso**. Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Novos desafios do carbono no manejo conservacionista: resumos e palestras. Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8ª ed. São Paulo: Ícone, 2012.

Micaeli dos Santos, Agenor, Santos Targa, Marcelo, Teixeira Batista, Getúlio, Wellausen Dias, Nelson **Floresta compensatório com vistas à retenção de água não apenas nas bacias hidrográficas do município de Campos do Jordão, SP, Brasil**. Ambiente & Água - Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada [online]. 2011, 6 (3), 110-126 [data da consulta em 21 de julho de 2020]. ISSN: 1980-993X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92821301008>

SALES, LUÍS EDUARDO DE OLIVEIRA et al . **ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DO SOLO**. Pesq. agropec. bras., Brasília , v. 34, n. 11, p. 2091-2095, Nov. 1999 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X1999001100016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999001100016&lng=en&nrm=iso)>. access on 21 July 2020.

LOMBARDI NETO, F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; LEPSCH, I.F.; OLIVEIRA, J.B.; BERTOLINI, D.; GALETI, P.A.; DRUGOWICH, M.I. Terraceamento agrícola. **Boletim Técnico CATI**, 206. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, p. 39, 1994.

REICHERT, J. M. et al. Erosão em sulcos e entressulcos em razão do formato de parcela em Argissolo Vermelho-Amarelo arênico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 965-973, 2001.

CANTALICE, J. R. B. et al. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 597-607, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214035012>

PISCOYA, V. C. **Manejo em bacia hidrográfica do riacho Jacu: produção de sedimentos, dimensionamento de faixa de vegetação ciliar e salinidade da água em barragem subterrânea**. 2012. 140 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2012.

LAFAYETTE, K. P. V.; CANTALICE, J. R. Barros; COUTINHO, R. Quental. Resistência à erosão em ravinas, em latossolo argiloarenoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2167-2174, 2011.

ENRIQUEZ, Adriana G. et al . **Erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento no canal de drenagem de estrada rural não pavimentada**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 19, n. 2, p. 160-165, Feb. 2015. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662015000200160&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000200160&lng=en&nrm=iso)>. access on 21 July 2020.

ALCANTARA, G. H. **Erodibilidade em sulcos e tensão cisalhante crítica de Latossolos com diferentes teores de óxido de ferro**. (2018) 60p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/157258>>.

BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. A. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.