

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos

Hygor Aristides Victor Rossoni

**AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA E DE PRÁTICAS
CONSERVACIONISTAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MANANCIAL DE
CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FLORESTAL – MG**

Belo Horizonte
2025

Hygor Aristides Victor Rossoni

**AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA E DE PRÁTICAS
CONSERVACIONISTAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MANANCIAL DE
CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FLORESTAL – MG**

Monografia de especialização apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos.

Orientador: Sérgio Henrique Godinho Silva

Belo Horizonte
2025

R838a
2025

Rossoni, Hygor Aristides Victor.

Avaliação do uso e cobertura da terra e de práticas conservacionistas na bacia hidrográfica do manancial de captação de água de abastecimento público de Florestal – MG [recurso eletrônico] / Hygor Aristides Victor Rossoni. – 2025.

1 recurso online (54 f.: il., color.) : pdf.

Orientador: Sérgio Henrique Godinho Silva.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2025.

Bibliografia: f. 50-54.

1. Geoprocessamento – Teses. 2. Solos – Conservação – Teses. 3. Água – Conservação – Teses. 4. Educação ambiental – Minas Gerais – Teses. 5. Bacias hidrográficas – Minas Gerais – Teses. I. Silva, Sérgio Henrique Godinho. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 631.4:528



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME: **HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI**, Nº. DE REGISTRO: **2024650990**

TRABALHO FINAL: AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA E DE PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MANANCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FLORESTAL – MG

Trabalho de Conclusão da Especialização apresentada ao Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, do Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos.

APROVADO em 07 de julho de 2025, pela Orientação e Banca Examinadora constituída pelos Membros:

SÉRGIO HENRIQUE GODINHO SILVA - Orientador

MEMBROS DA BANCA:

Sérgio Henrique Godinho Silva (UFLA)

Débora Assumpção e Lima (UFMG),

Fernanda Mara Coelho Pizani (UFMG),

Adriana Leandra de Assis (UFMG)



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Mara Coelho Pizani**, Usuária **Externa**, em 15/07/2025, às 13:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Débora Assumpção e Lima, Usuária Externa**, em 16/07/2025, às 08:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Leandra de Assis, Professora do Magistério Superior**, em 28/07/2025, às 21:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sérgio Henrique Godinho Silva, Usuário Externo**, em 04/08/2025, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4369095** e o código CRC **4B8BB996**.

Referência: Processo nº 23072.242497/2025-50

À minha esposa **Aline** e às minhas filhas **Maria Cecília** e **Ana Laura**, agora posso afirmar que encontrei a minha **LUZ**, mesmos nos momentos imperfeitos. Minha família, meu **TUDO**.

À minha mamãe, **Anasir**, e ao meu papai, **Joannyr** (*in memoriam*), pelo amor incondicional.

Ao meu irmão **Joamyr**, pelo apoio a qualquer hora.

A toda **minha família**, pela torcida e **GRATIDÃO**.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção em todos os momentos da minha vida;

À sociedade brasileira, pela oportunidade de acesso gratuito à pós-graduação em universidade pública, possibilitada pelos impostos, que por muitas vezes são injustos, e pelo apoio de instituições e órgãos de fomento, incluo nisso todos os envolvidos na materialização do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos). É um privilégio e uma honra poder usufruir desse benefício, que sempre contribuiu significativamente para o meu desenvolvimento profissional e acadêmico. Por isso, expresso a minha sincera gratidão. Destaco que pretendo retribuir de forma isonômica todo o investimento realizado na minha formação.

À Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade de realizar o treinamento;

Ao professor e orientador Sérgio Henrique Godinho Silva pela dedicação em realizar avaliações criteriosas que contribuíram para melhorias substanciais no texto do trabalho de conclusão de curso;

Aos membros da banca examinadora, pelo tempo dedicado à leitura do trabalho, pela atenção e pelas sugestões apresentadas;

Aos colegas da Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, pelas dicas e auxílio na condução dos estudos, principalmente, no uso de *softwares* de geoprocessamento e estatísticos;

Aos docentes do consórcio UNISOLOS – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV) – e aos colegas e amigos – em especial aos professores Fábio Soares de Oliveira e José João Lelis – que ministraram aulas fantásticas, as quais são fontes de inspiração profissional e técnica. Podem ter certeza, vocês são melhores que eu;

Aos parceiros e colegas de trabalho que compõem o Coletivo Local de Meio Ambiente (Colmeia); Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA); Fundação Nacional de Saúde (FUNASA); Prefeitura Municipal de Florestal (PMF); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER); Ministério Público de Minas Gerais (MP-MG), por acreditarem e contribuírem na consolidação do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural (CVESR);

Aos discentes e orientandos dos cursos técnicos; graduação; pós-graduação da UFV - *Campus Florestal*; UFV – *Campus Viçosa* e do IFMG – *Campus Bambuí*, por auxiliarem nos

trabalhos de campo e na aquisição de informações que foram fundamentais na consolidação desse estudo; e

Finalmente, a todas as pessoas que, de algum modo, contribuíram para que meu objetivo fosse alcançado.

“(...) Desejo também que você plante uma semente, por mais ridículo que seja, acompanhe o seu crescimento dia a dia, para que você saiba de quantas muitas vidas é feita uma árvore (...)” Parte do Poema: Os Votos.
Autor: Sérgio Jockyman (1978)

“(...) Pra quem tem fé, a vida nunca tem fim (...)”. Trecho da Música: Anjos. O Rappa
Compositores: Marcelo Falcão Custódio e Tom Saboia

“E, por não saber que era impossível, ele foi lá e fez”
Jean Cocteau [sd].

RESUMO

Com o intuito de avaliar a cobertura e uso da terra e a adoção de práticas conservacionistas do solo e da água na Bacia de Captação do Manancial de Abastecimento Público de Florestal – MG, formada pelo Ribeirão Camarão, o presente estudo pretende contribuir na criação de instrumentos de diagnóstico e monitoramento e expor as ações empreendidas, na área prioritária de atuação do Coletivo Local de Meio Ambiente (COLMEIA). Nesse sentido foram adotadas estratégias e procedimentos metodológicos de geoprocessamento, compostas por ferramentas do QGIS e a realização de trabalhos de campo complementares, visando produzir informações locais e/ou regionais para a compreensão do território, tais como: i) a declividade; ii) identificação dos cursos d'água; iii) classificações dos usos e ocupação da terra; iv) definição das principais classes de solos da microrregião; e v) relato de experiência de ações empreendidas no manejo e conservação do solo, da água e de saneamento. Destaca-se que essas atividades são fundamentais para compreender e propor estratégias de monitoramento geoparticipativo das ações de recuperação e proteção do solo e da água, realizadas pelo COLMEIA, na bacia de captação de abastecimento público do Ribeirão Camarão de Florestal – MG. Constatou-se, em termos de uso e ocupação, que a condição do solo nas áreas de pastagens – representando 52,82% do total da área da bacia –, apresentam-se degradadas. Em termos de predominância de solos, destaca-se a ocorrência na região de dois tipos de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) e Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), que exigem um manejo cuidadoso e adubação regular para garantir que atividades agrícolas sejam produtivas. Outra vulnerabilidade característica da região está relacionada às condições de saneamento. Não é verificada coleta de resíduos sólidos, e 80% das residências rurais dispersas não possuem soluções adequadas para o tratamento de efluentes. Somados a isso, é constatado que o distrito rural urbanizado de Sítio Novo, pertencente a Mateus Leme – MG, realiza o lançamento *in natura* de águas residuárias diretamente em curso d'água, sendo que este contribui para a formação do manancial de abastecimento público do Ribeirão Camarão de Florestal-MG. Como ações que buscam equacionar os problemas, destacam-se a adoção de práticas conservacionistas de solo e água, tais como: i) cercamento de Áreas de Preservação Permanente próximas a cursos d'água; ii) adoção de barraginhas para retenção de águas pluviais; iii) construção de terraceamento; iv) adequação de estradas rurais e a disseminação do conhecimento, realizadas pelo Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural. Por fim, considerando a abrangência da bacia hidrográfica, é necessário que as ações do programa de proteção do manancial do COLMEIA sejam implantadas também nas áreas situadas em Mateus

Leme - MG, haja vista a representatividade dos afluentes provenientes deste município, que contribuem com 27,68 km² (44,41%) da Bacia de Abastecimento de Água de Consumo Humano do Ribeirão Camarão de Florestal – MG.

Palavras-chave: geoprocessamento; educação ambiental e solos; Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural; recursos hídricos; monitoramento geoparticipativo.

ABSTRACT

With the aim of assessing land use and land cover for the adoption of soil and water conservation practices in the Florestal Public Water Supply Catchment Basin in Minas Gerais, formed by the Creek, this study aims to contribute to the creation of diagnostic and monitoring tools and to present the actions undertaken in the priority area of action of the Local Environment Collective (COLMEIA). Thus, geoprocessing tools and methodological procedures were adopted, with the aid of QGIS software, in addition to complementary fieldwork to produce local and/or regional information for understanding the territory, such as: i) slope; ii) identification of watercourses; iii) classifications of land use and occupation; iv) definition of the main soil classes in the micro-region; and v) report on the experience of actions undertaken in soil and water management and conservation practices along with sanitation. It should be noted that these activities are fundamental for understanding and proposing strategies for participatory monitoring of soil and water recovery and protection actions carried out by COLMEIA in the Ribeirão Creek public supply catchment basin in Florestal, Minas Gerais. In terms of land use and occupation, pasture areas – representing 52.82% of the total area of the basin – are degraded. Additionally, two types of soils stand out in the region: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) and Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), which require careful management and regular fertilization to ensure productive agricultural activities. Another vulnerability characteristic of the region is related to sanitation conditions. There is no solid waste collection, and 80% of scattered rural households do not have adequate solutions for wastewater treatment. In addition, it was noted that the urbanized rural district of Sítio Novo, belonging to Mateus Leme – MG, discharges wastewater directly into watercourses, which contributes to the formation of the public water supply of Ribeirão Creek from Florestal-MG. Actions aimed at addressing these problems include the adoption of soil and water conservation practices, such as: i) fencing off Permanent Preservation Areas in watercourses; ii) adoption of small dams for rainwater retention; iii) construction of terraces; and iv) improvement of rural roads; along with the dissemination of knowledge, carried out by the Center for Rural Education and Sanitation. Finally, considering the scope of the hydrographic basin, it is necessary that the actions of the COLMEIA water source protection program also be implemented in the areas located in Mateus Leme - MG, given the representativeness of the tributaries originating in this municipality, which contribute to 27.68 km² (44.41%) of the Ribeirão Creek from Florestal Human Consumption Water Supply Basin.

Keywords: geoprocessing; environmental education and soils; Center for Rural Education and Sanitation; water resources; geoparticipatory monitoring.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Modelo Digital de Elevação (MDE) destacando a declividade e os cursos d'água no município de Florestal - MG 29
- Figura 2** - Cobertura e uso da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento público de Florestal - MG..... 31
- Figura 3** - Áreas degradadas na região do Japonês e Barreado, em que: **(a)** pisoteio de animais com acesso ao curso d'água; **(b)** ausência de APP hídrica e caminhos preferenciais de passagem de animais para a dessedentação; e **(c)** solo exposto com pastagem..... 32
- Figura 4** - Distrito rural urbanizado de Sítio Novo de Mateus Leme – MG, em que: **(a)** praça da entrada do distrito, local de destinação da coleta coletiva de esgoto doméstico; e **(b)** surgência ou mina de água próximo ao córrego da matinha, em destaque mostra o morador coletando água para consumo humano..... 34
- Figura 5** - Situações de drenagem dos cursos d'água da Bacia do Ribeirão Camarão, em que: **(a)** canalização parcial do córrego camarão (abril, 2025); **(b)** local de encontro dos córregos camarão e grota das vacas, formando o Ribeirão Camarão, evidenciando a deposição de sedimentos próximos às margens (maio, 2025); **(c)** entrada da UFV – *Campus* Florestal, evidenciando as lagoas e o prédio da Diretoria Administrativa (janeiro, 2022); e **(d)** alagamento ocasionado por fortes chuvas na região da cabeceira do manancial, evidenciando a entrada na UFV – *Campus* Florestal (fevereiro, 2022)..... 37
- Figura 6** - Principais classes de solos encontrados nos municípios limítrofes de Florestal – MG, com destaque na área de estudo..... 40
- Figura 7** - Ações empreendidas pelo Colmeia em Florestal – MG. Em que: **(a)** realização - em 2018 - de dinâmica participativa “Oficina do Futuro”, junto à comunidade do Barreado, para a construção do Plano de Ações: Muro das Lamentações; Árvore da Esperança; e Caminho Adiante; **(b)** linhas amarelas representam a realização de cercamento de APP – Ribeirão Camarão – ; e os pontos em vermelho indicam a construção de bebedouro para animais, na localidade do Japonês (Estufas), realizada no ano de 2025; **(c)** construção de barraginhas, realizada em 2024; e **(d)** terraceamento, em curvas de nível, realizado em 2024..... 43

Figura 8 - Em que: **(a)** fachada principal do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural. Endereço: Avenida dos Funcionários; nº 346. Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal*. CEP: 35690-000. (Zona Rural e a 500 m do centro do município de Florestal – MG); Fotos do Dia de Campo de Implantação da TEvap, em que: **(b)** Preenchimento da estrutura; **(c)** Instalação da câmara anaeróbica, formada por pneus usados; **(d)** Fase de preenchimento da vala; e **(e)** Sistema concluído..... 45

Figura 9 - Processo construtivo da cisterna de ferro-cimento. Em que: **(a)** armadura de ferro, composta por malha pop e tela; **(b)** aplicação da argamassa composta de cimento e areia fina (lavada); **(c)** finalização do processo construtivo; e **(d)** pintura da cisterna com tintas naturais, a base de diferentes tipos de solos. 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de declividade e classes correspondentes	22
Tabela 2 - Classes para densidade de drenagem (Dd)	24
Tabela 3 - Interpretação do resultado do Fator de forma (Kf).....	25
Tabela 4 - Interpretação do Coeficiente de compacidade (Kc)	25
Tabela 5 – Classificação do índice de rugosidade e sua relação com o relevo	27
Tabela 6 - Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão	36
Tabela 7 - Abrangências dos diferentes tipos de solos encontrados na microrregião de Florestal e da bacia do Ribeirão Camarão	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	=	Área de Preservação Permanente
ARSAE	=	Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário
CBHRSF	=	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CEAM	=	Centro de Educação Ambiental
Cedaf	=	Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal
CVESR	=	Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural
CODEMA	=	Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente
Colmeia	=	Coletivos Locais de Meio Ambiente
CONAMA	=	Conselho Nacional de Meio Ambiente
Copasa	=	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
Dc	=	Densidade de canais
Dd	=	Densidade de drenagem
EMATER-MG	=	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
EMBRAPA	=	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	=	Estação de Tratamento de Água
ETE	=	Estação de Tratamento de Efluentes
FUNASA	=	Fundação Nacional de Saúde
IDH-M	=	Índice de desenvolvimento Humano - Municipal
IGAM	=	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INFOSANBAS	=	Plataforma de Dados e Informações sobre Saneamento Básico dos Municípios Brasileiros
Ir	=	Índice de rugosidade
Kc	=	Coefficiente de compacidade
Kf	=	Fator de forma
LVD	=	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
MDE	=	Modelo Digital de Elevação
PMF	=	Prefeitura Municipal de Florestal
PMML	=	Prefeitura Municipal de Mateus Leme
Pró-Mananciais	=	Programa Socioambiental de Proteção e Recuperação dos

Mananciais

PNUD	=	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PronaSolos	=	Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil
PVAd	=	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico
RMBH	=	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SAF	=	Sistemas Agroflorestais
SAGA GIS	=	<i>System for Automated Geoscientific Analyses Quantum Geographic Information System</i>
SAS	=	Setor de Atuação Socioambiental
SAFs	=	Sistemas Agroflorestais
SiBCS	=	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SNIS	=	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TEvap	=	Tanque de Evapotranspiração
QGIS	=	<i>Quantum Geographic Information System</i>
UFMG	=	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRA	=	Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRRJ	=	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFV – CAF	=	Universidade Federal de Viçosa – <i>Campus Florestal</i>
UFV – CAV	=	Universidade Federal de Viçosa – <i>Campus Viçosa</i>
UNISOLOS	=	Consórcio entre a UFRRJ, UFMG, UFRA e a UFV
USGS Earth Explorer	=	<i>United States Geological Survey Earth Explorer</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1 Caracterização do objeto de estudo	20
2.2 Modelo Digital de Elevação (MDE): declividade e cursos d'água	21
2.3 Determinação do uso e ocupação da terra na bacia do manancial de captação de água do Ribeirão Camarão	22
2.3.1 Características morfométricas da bacia	22
2.4 Classes de solos	27
2.5 Relato de experiência das ações empreendidas pelo Colmeia de Florestal – MG	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Modelo Digital de Elevação (MDE): declividade e cursos d'água do município de Florestal – MG29	
3.2 Mapas de uso e cobertura da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento 30	
3.2.1 Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão	35
3.3 Classes de solos nos municípios limítrofes e na área de estudo	37
3.4 Relato de experiência: ações empreendidas pelo Colmeia na bacia de captação de água de abastecimento do Ribeirão Camarão	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico da dinâmica ambiental de uma área está diretamente relacionado às fragilidades do meio (Macedo; Ribeiro; Silva, 2021), sendo utilizados como indicadores os processos erosivos, o assoreamento de cursos d'água e a degradação de áreas produtivas, tornando-os fundamentais para os procedimentos de tomada de decisões. Nesse sentido, ferramentas de geoprocessamento apresentam-se como um importante aliado para a adoção de práticas conservacionistas, identificação de padrões de uso e ocupação do solo, definição de estratégias de intervenção em políticas públicas e monitoramento contínuo de áreas em recuperação ambiental (Wang et al., 2021).

Tais práticas georreferenciadas vêm sendo utilizadas para acompanhar perfis de vulnerabilidade física em unidades de conservação (Macedo; Ribeiro; Silva, 2021), processos erosivos em bacias hidrográficas, bem como acompanhar a variação espacial dos biossistemas em função da alteração do uso e da cobertura vegetal (Lahon *et al.*, 2023).

Sendo assim, a integração de práticas conservacionistas e o monitoramento territorial contribuem para a alocação de medidas mitigadoras, a categorização de classes de fragilidade ambiental e a formulação de políticas públicas voltadas para as áreas mais afetadas (Crepani, 2001). Desse modo, uma gestão adequada de uso do território pode garantir maior proteção aos cursos hídricos e à integridade do solo, corroborando com a sustentabilidade a longo prazo.

Com base nesse contexto, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), em dezembro de 2016, desenvolveu o programa socioambiental de proteção e recuperação dos mananciais – Pró-Mananciais –, contando com recursos financeiros provenientes do convênio com a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário (ARSAE) e alinhado com o programa Cultivando Água Boa do governo de Minas Gerais¹ (COLMEIA, 2021).

Para a implantação do programa, tornou-se necessária a criação de Coletivos Locais de Meio Ambiente (Colmeia), que são grupos formados por municípios operados pela COPASA os quais possuem, em seu território, bacias hidrográficas dos sistemas produtores ou suas ramificações, seja para aplicação de práticas de recuperação, ou para conservação para uso futuro. Os Coletivos recebem auxílio de parcerias locais, tais como: sociedade civil, associações, representantes do legislativo, produtores rurais, escolas e universidades em

¹ Os recursos financeiros correspondem à destinação de 0,5%, da receita operacional da COPASA para o programa Pró-Mananciais.

conjunto com o poder público municipal (Prefeitura), tendo o intuito de envolvê-los e responsabilizá-los pelas questões ambientais, além de contar com equipes regionalizadas de técnicos da Copasa, que compõem o Setor de Atuação Socioambiental (SAS) da empresa, a qual se responsabiliza pela formação do coletivo na região e pelo acompanhamento das atividades desenvolvidas ao longo do tempo.

De acordo com a COPASA, atualmente 249 municípios possuem o Colmeia integrado na comunidade (COLMEIA, 2024). Na cidade de Florestal – MG, o Coletivo foi criado em dezembro de 2017, devido à grave crise hídrica que atingiu o Ribeirão Camarão, que é a fonte de abastecimento público de água da cidade. As primeiras reuniões foram realizadas após a renovação do contrato de concessão formal do serviço de abastecimento de água pela COPASA no município, constituindo o coletivo com representantes da sociedade civil, poder legislativo, executivo, entidade de ensino e órgãos de fomento.

Nesse sentido, a adoção do monitoramento das características do uso e ocupação da terra pode representar uma forma eficiente e de custos reduzidos, capaz de avaliar as ações voltadas à melhoria da qualidade ambiental, além de proporcionar o envolvimento e a atuação das comunidades na gestão do território.

Diante disso, o presente estudo visa avaliar a situação atual de cobertura e uso da terra e da adoção de práticas conservacionistas do solo e da água na Bacia de Captação do Manancial de Abastecimento Público de Florestal – MG, formada pelo Ribeirão Camarão e área prioritária de atuação do COLMEIA local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do objeto de estudo

O município de Florestal está localizado na região central de Minas Gerais, sendo pertencente à Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Possui atividade pecuária expressiva, com cerca de 11.980 cabeças de bovino de corte, refletindo a importância das atividades rurais para a economia local (IBGE, 2023).

Segundo o Atlas (2013), o município possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) de 0,724, valor considerado alto, de acordo com os parâmetros do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); isso sugere um bom nível de bem-estar e qualidade de vida, apresentando um desempenho superior em saúde, educação e renda.

No contexto ambiental, embora o município esteja localizado em zona de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, o primeiro é o bioma predominante. Além disso, abriga fragmentos florestais importantes para a conservação da biodiversidade (INFOSANBAS, 2024).

Quanto à prestação dos serviços de saneamento na área rural dispersa ou isolada, observa-se a presença de apenas 12 pontos de entrega voluntária para a coleta de resíduos sólidos, o que pode ser considerado insuficiente para atender a demanda territorial. Essa carência resulta em práticas inadequadas, como a queima de resíduos em 46,3% das propriedades (PMF, 2021, p. 95).

No que se refere ao saneamento básico, enquanto dados do SNIS indicam que 0,59% das famílias urbanas não possuem canalização de água de abastecimento em seus domicílios (INFOSANBAS, 2024), na zona rural, cerca de 48,15% do abastecimento é feito por meio de soluções individuais – poços artesianos ou minipoço – e 29,63% de cisternas ou cacimba, devido à forte carência de fontes alternativas (PMF, 2021, p. 89-90). Ademais, quanto à gestão de água do vaso sanitário, apenas 16,37% da população possui mecanismos para o tratamento correto desses resíduos.

Já a drenagem urbana e rural ainda demanda melhorias, uma vez que altos índices pluviométricos podem ocasionar alagamentos, refletindo a necessidade de investimentos em infraestrutura e planejamento territorial integrado (INFOSANBAS, 2024). A ausência de um sistema de drenagem eficiente em toda a extensão rural potencializa processos erosivos e a contaminação de corpos hídricos pelo escoamento superficial não controlado (PMF, 2021, p. 14).

Em termos do contexto regional na área de Educação, a cidade abriga a Universidade

Federal de Viçosa – *Campus* Florestal (UFV-CAF). A UFV-CAF originou-se da Fazenda Escola de Florestal fundada em abril de 1939. Desde 1969, a Universidade Federal de Viçosa mantém, na cidade de Florestal (MG), uma área com cerca de 1.500 hectares que, inicialmente, funcionava apenas a Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (Cedaf) oferecendo cursos de nível técnico. Com a criação do Campus UFV Florestal, em 2006, a Instituição passou a ofertar também cursos de nível superior e de Pós-Graduação.

Atualmente são ofertados seis cursos técnicos integrados ao ensino médio². Além disso, são ministrados dez cursos de graduação³ e cinco de pós-graduação⁴ (UFV, 2025). Além da tradição no ensino, destaca-se a Semana do Produtor Rural, que acontece desde 1969 e é o maior evento de extensão da Universidade Federal de Viçosa *Campus* UFV – Florestal. Promovida pela Diretoria de Extensão e Cultura, tem o objetivo de oferecer qualificação ao produtor rural por meio de cursos e palestras com professores e especialistas em áreas de interesse do produtor, visando a melhoria da qualidade de vida e a produtividade.

2.2 Modelo Digital de Elevação (MDE): declividade e cursos d'água

A área escolhida para este estudo foi todo o município de Florestal – MG. O mapa de declividade da área de estudo foi obtido a partir de um modelo digital de elevação (MDE) Alos Palsar de 16/04/2025 (ano-base 2011), com resolução espacial de 12,5 m. As classes de declividade adotadas seguiram a base de EMBRAPA (2018) (Tabela 1).

Assim como a declividade, os cursos d'água foram projetados pelo modelo de “*Basic Terrain Analysis*” do SAGA GIS (2024), a partir do MDE, e sua ocorrência segue a presença de vales e confluência da declividade em determinados sentidos.

² Cursos Técnicos: Alimentos, Agropecuária, Eletrotécnica, Eletrônica, Hospedagem e Informática.

³ Cursos de Graduação: Administração, Agronomia, Ciência da Computação, Engenharia de Alimentos, Tecnologia em Gestão Ambiental, Licenciaturas em Ciências Biológicas, Educação Física, Matemática, Física e Química.

⁴ Cursos de Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, Pós-Graduação Stricto Sensu em Matemática, Pós-Graduação Multicêntrico (Mestrado e Doutorado) em Química de Minas Gerais na UFV, Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional e Mestrado Profissional - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Tabela 1 - Valores de declividade e classes correspondentes

Declividade (%)	Relevo
0-3	Plano
3-8	Suave Ondulado
8-20	Ondulado
20-45	Forte Ondulado
45-75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Embrapa (2018).

2.3 Determinação do uso e ocupação da terra na bacia do manancial de captação de água do Ribeirão Camarão

Para a classificação de uso e ocupação da terra, foi utilizada a técnica supervisionada e realizada com base na composição colorida de imagens do satélite Landsat 8 obtidas por meio da plataforma USGS Earth Explorer (2024). Para isso, foi utilizado também o complemento *Dzetsaka* do QGIS (2024), no qual foram realizadas a amostragem e classificação de quatro classes de uso e ocupação da terra: i) área de mata (vegetação nativa); ii) agricultura; iii) pastagem; e iv) áreas urbanizadas e infraestrutura. Além disso, também foi executado o modelo de análise de hidrografia da extensão SAGA GIS para obter os cursos d'água existentes na área.

2.3.1 Características morfométricas da bacia

Após a delimitação da bacia hidrográfica, foram calculados os parâmetros relacionados à morfometria da bacia do Ribeirão Camarão, objetivando a sua caracterização.

Área da bacia (A)

A área de drenagem de uma bacia corresponde à área plana delimitada pelos divisores topográficos que separam as bacias adjacentes. O cálculo da área correspondente à bacia foi realizado pelo *software* QGIS, por meio da calculadora de campo.

Perímetro (P)

O perímetro é o comprimento da linha correspondente aos limites físicos da bacia de estudo. Esse parâmetro foi calculado pela calculadora de campo do QGIS.

Extensão total de cursos d'água (Lt)

A distribuição dos canais ao longo da bacia foi obtida por meio da função '*Channel network*', contida no complemento SAGA Next Gen do QGIS. Essa função tem como base a classificação de canais proposta por Strahler (1957), em que canais sem tributários são considerados de primeira ordem; canais de segunda ordem são originados da confluência de canais de primeira ordem, e assim sucessivamente.

Para o cálculo da extensão total dos cursos d'água foi utilizada a camada resultante da análise de '*Channel network*', sendo posteriormente dissolvida essa camada vetorial, para que, por fim, por meio da calculadora de campo, fosse obtida a extensão total dos canais.

Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem (Equação 1) é definida por Horton (1945) como a relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia, sendo então um índice relacionado ao padrão de resposta hidrológica à precipitação.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad Dd = \frac{Lt}{A} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Dd: Densidade de drenagem (km/km²)

Lt: Extensão total de cursos d'água (km)

A: Área total da bacia (km²)

Beltrame (1994) aponta a classificação da Tabela 2 para definir a eficiência do sistema de drenagem.

Tabela 2 - Classes para densidade de drenagem (Dd)

Densidade de drenagem (km/km ²)	Classes
Menor que 0,5	Baixa
De 0,5 a 2,0	Mediana
De 2,01 a 3,5	Alta
Maior que 3,5	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

Fator de forma (Kf)

O fator de forma (Equação 2) pode ser entendido como um índice relacionado à tendência de haver enchentes em uma bacia hidrográfica. Espera-se que uma bacia com Kf baixo, ou seja, grande comprimento do seu rio principal em relação à área total da bacia, tenha menor propensão a enchentes do que uma outra bacia de mesma área com Kf maior (Villela; Mattos, 1975).

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad Kf = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Kf: fator de forma (adimensional);

A: área da bacia (km²);

L: comprimento axial do curso d'água (comprimento do curso d'água principal) (km).

Segundo Silva e Mello (2008), os valores de Kf podem ser interpretados conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Interpretação do resultado do Fator de forma (Kf)

Fator de forma (Kf)	Interpretação
1,00 –0,75	Bacia propensa a enchentes
0,75 –0,50	Bacia com tendência mediana a enchentes
< 0,50	Bacia não sujeita a enchentes

Fonte: Adaptado de Silva e Mello (2008).

Coeficiente de compacidade (Kc)

O coeficiente de compacidade (Equação 3) é um número adimensional que se relaciona com a tendência da bacia à ocorrência de grandes eventos de enchentes. Quanto maior for o Kc, mais alongada é a bacia, sendo então nesse quesito menos propensa a enchentes (Villela; Mattos, 1975).

$$Kc = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

P: é o perímetro da bacia (km)

A: é a área de drenagem da bacia (km²)

Na Tabela 4, encontram-se os valores e a interpretação dos resultados para o coeficiente de compacidade (Kc).

Tabela 4 - Interpretação do Coeficiente de compacidade (Kc)

Coeficiente de compacidade (Kc)	Interpretação
1,00 a 1,25	Alta propensão a grandes enchentes
1,25 a 1,50	Média propensão a grandes enchentes
> 1,50	Baixa propensão a grandes enchentes

Fonte: Silva e Mello (2008).

Amplitude altimétrica

As altitudes máximas e mínimas foram obtidas a partir do MDE, utilizando a função ‘Estatísticas Zonais’ do QGIS.

Declividade média do terreno

A declividade média do terreno foi obtida pela conversão do MDE em um raster de declividade, em porcentagem, pela função ‘Declividade’, do QGIS. Posteriormente, a média de declividade foi extraída pela função de ‘Estatísticas Zonais’.

Índice de rugosidade (Ir)

De acordo com Strahler (1958), o índice de rugosidade (Equação 4) é um número adimensional que está relacionado com a resistência de uma determinada área ao escoamento superficial. Sendo que, segundo Silva *et al.* (2018), quanto maior esse índice, mais alto o risco de degradação em vertentes íngremes e longas por escoamento superficial.

$$Ir = Dd \times Hm \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que:

Ir: índice de rugosidade (adimensional);

Dd: densidade de drenagem (km/km²);

Hm: amplitude altimétrica (metros).

Na Tabela 5, encontram-se os valores referentes à classificação do índice de rugosidade em função do relevo.

Tabela 5 – Classificação do índice de rugosidade e sua relação com o relevo

Classe de rugosidade	Valor (m)	Tipo de Relevo
Fraca	0-150	Plano
Média	151-550	Suave ondulado
Forte	551-950	Ondulado
Muito Forte	>950	Forte ondulado, Montanhoso e Escarpado

Fonte: Sousa e Rodrigues (2012).

Densidade de canais (Dc)

A densidade de canais é definida por Horton (1945), tendo a finalidade de mensurar e comparar a quantidade de cursos d'água por unidade de área, podendo ser calculado pela Equação 5.

$$Dc = \frac{N}{A} Dc = \frac{N}{A} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

Dc: densidade dos rios;

N: número total de rios ou cursos de água;

A: área de drenagem da bacia

Segundo Christofolletti (1980), a densidade de canais também está relacionada com a capacidade de uma área em gerar novos cursos d'água em função de características climáticas, geológicas e pedológicas da área.

2.4 Classes de solos

Para a construção do mapa temático de solos, foi escolhida a microrregião de Florestal – MG, que compreende todos os seus municípios limítrofes. As classes de solo foram obtidas a partir da base de dados de pedologia do IBGE (2023) e recortadas para a área de estudo, disponível em formato *shapefile* na escala 1:250.000. Essa base de dados possui caráter exploratório e utiliza o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) para definir os padrões regionais de distribuição dos solos (IBGE, 2015).

O mapa aqui apresentado – recorte do mapa de solos apresentado por IBGE (2023) – foi construído tendo como plano de fundo um modelo digital de elevação dos municípios com a

transparência atenuada. As áreas e porcentagens de cada classe da camada *shapefile* foram obtidas por meio da calculadora de campo da tabela de atributos do QGIS.

2.5 Relato de experiência das ações empreendidas pelo Colmeia de Florestal – MG

Além de promover o diagnóstico situacional da bacia do Ribeirão Camarão, foi elaborado um relato de experiência sobre as principais ações envolvendo práticas conservacionistas de solo e água, que estão sendo empreendidas desde o ano de 2018. Para isso, foram utilizadas informações provenientes de atas de reuniões; registros fotográficos e realização de trabalho de campo.

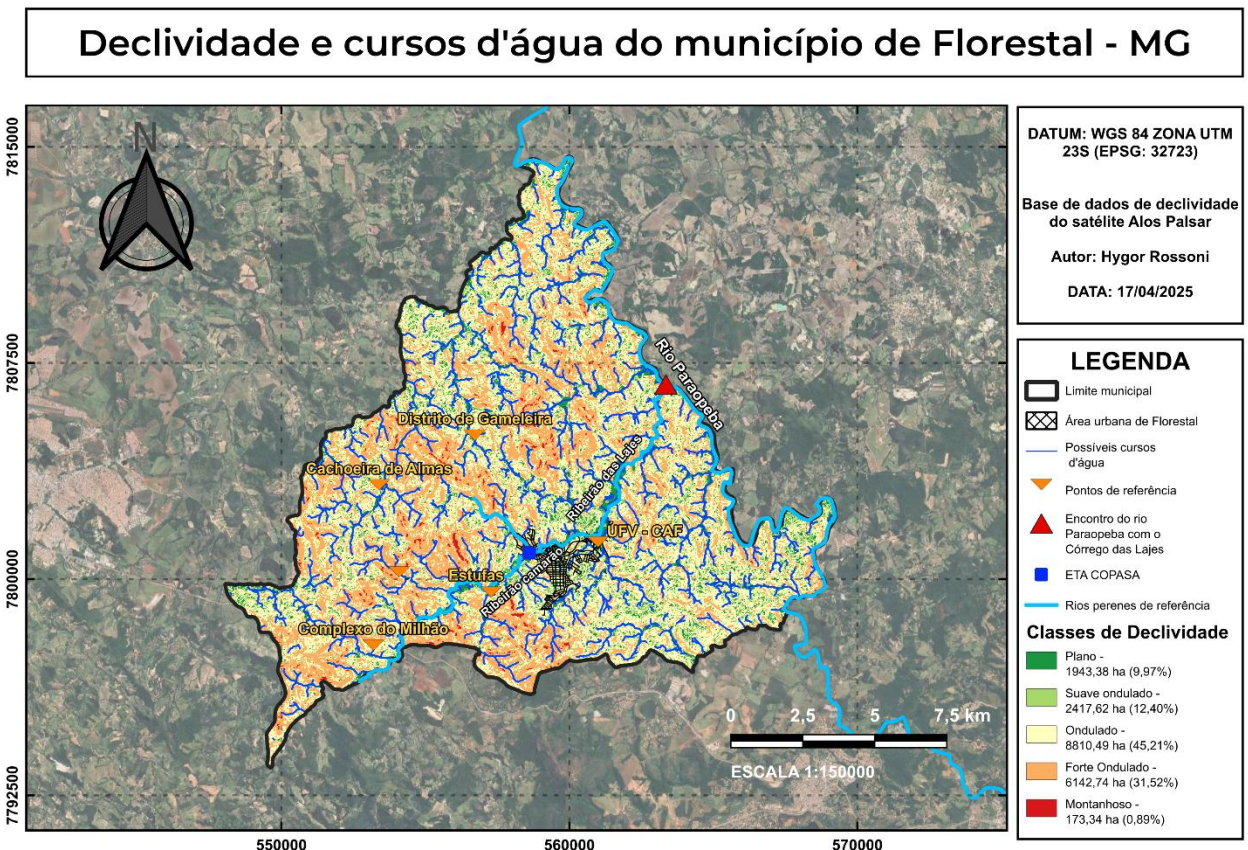
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Modelo Digital de Elevação (MDE): declividade e cursos d'água do município de Florestal – MG

As classes de declividade predominantes (Figura 1) foram as de relevo ondulado e forte ondulado, que, juntas, representaram 76,73% do total da área do município de Florestal, o que indica que a região possui relevo predominantemente acidentado. O relevo escarpado não aparece no município.

O município de Florestal possui 1353 cursos d'água, representando uma extensão de 428,54 km. Uma vez que a área do município é de 194,24 km², a densidade de drenagem encontrada é de 2,21, sendo considerada como alta densidade de drenagem.

Figura 1 - Modelo Digital de Elevação (MDE) destacando a declividade e os cursos d'água no município de Florestal – MG



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

O município de Florestal, possui seus cursos d'água abrangendo a bacia hidrográfica do Rio Paraopeba, um dos principais e importantes afluentes do Rio São Francisco. Destaca-se que, classificada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco sob o código SF3, essa bacia engloba uma área de 12.054,25 km², aproximadamente, e inclui Florestal e mais 48 municípios (CBHSF, 2024).

Nesse contexto, é verificado que Florestal – MG contribui com 194,24 km² dos 12.054 km² da Bacia do Rio Paraopeba, ou seja, 1,61% do total. Os cursos d'água principais do município são o Ribeirão das Lajes⁵, que corresponde a 38,88% dos recursos hídricos, o Rio Paraopeba, com cerca de 32,21%, e o Ribeirão do Ouro, com 24,49%.

O Ribeirão Camarão é realçado como o principal manancial de abastecimento da região (INFOSANBAS, 2024) e está enquadrado como Classe 2, de acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e em conformidade com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Paraopeba. Essa classificação autoriza o uso da água para o abastecimento humano, recreação de contato primário, irrigação e dessedentação de animais (CBHSF, 2024).

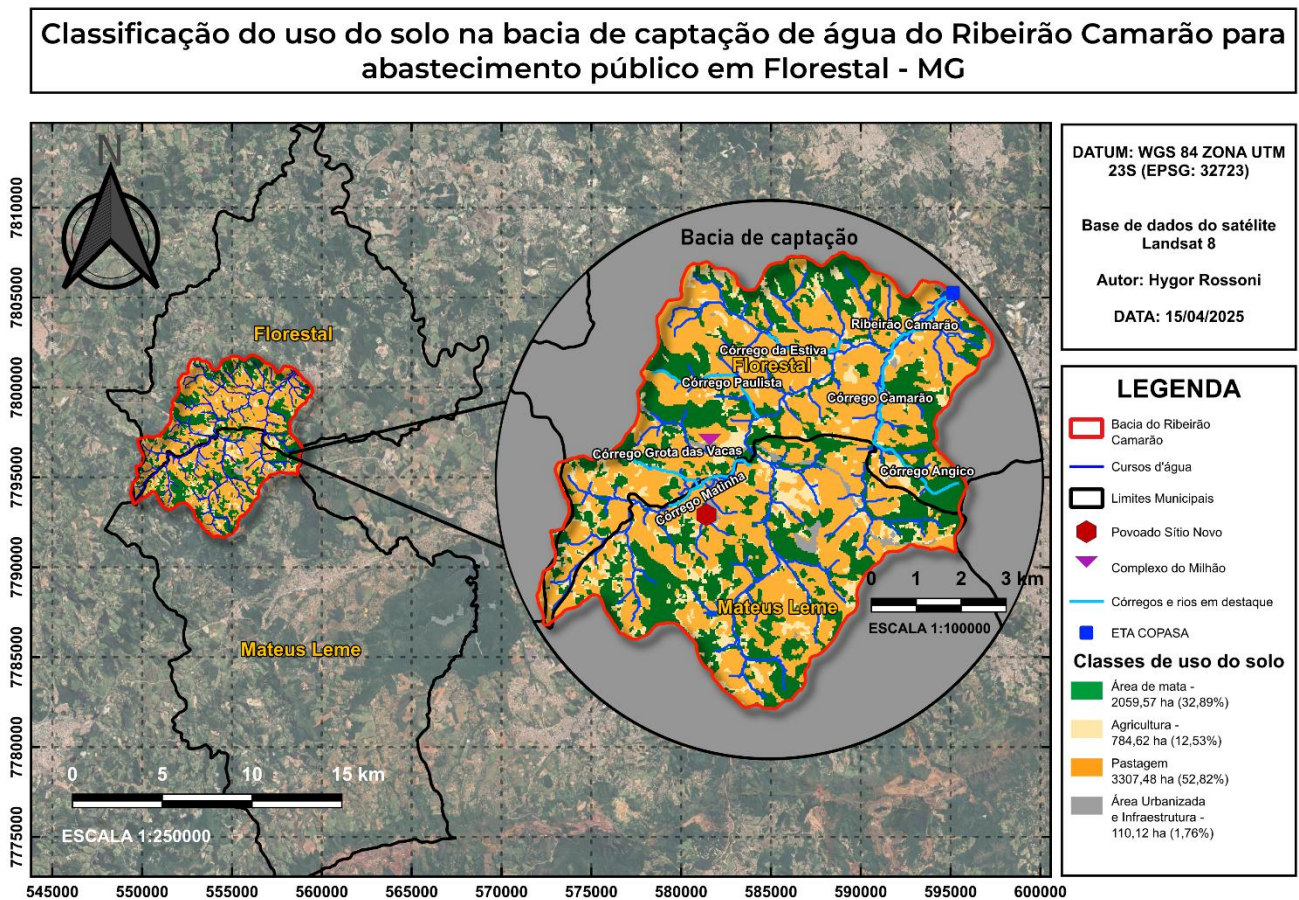
Os cursos d'água do município desempenham um papel crucial na comunidade, pois não só fornecem água para o abastecimento público, como também sustentam os ecossistemas locais e são necessários para atividades econômicas da região. Além disso, a implementação de políticas públicas de saneamento básico, o trabalho de instituições como a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e a participação social de iniciativas como o COLMEIA são indispensáveis para garantir que a água seja de boa qualidade e esteja sempre disponível para todos, reforçando sempre a importância da gestão integrada desses recursos (COLMEIA, 2024; INFOSANBAS, 2024).

3.2 Mapas de uso e cobertura da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento

Na área analisada (Figura 2), que representa a área da bacia do manancial de captação de água de abastecimento público para o município de Florestal – MG, foi possível constatar que o município de Florestal contribui com 34,65 km² (55,59%) da área da bacia de captação do Ribeirão Camarão, enquanto o município de Mateus Leme contribui com 27,68 km² (44,41%).

⁵ A bacia do Ribeirão Camarão nada mais é do que o trecho da Bacia do Ribeirão das Lajes, que se encontra montante da área urbana da cidade de Florestal, conforme Figura 1.

Figura 2 - Cobertura e uso da terra na bacia de contribuição do manancial de abastecimento público de Florestal – MG



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Quanto ao uso e ocupação dos solos, a classe predominante é a de pastagem (Figura 3) – que em sua maioria apresenta-se degradada –, representando 52,82% do total, seguido pelas áreas de mata (vegetação) com 32,89% do total.

No tocante à produção de água, o principal problema encontrado na bacia é a degradação das pastagens. É sabido que a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica estão relacionadas ao uso da terra que se faz nesta bacia.

Outro problema sensível no uso do solo na Bacia do Ribeirão Camarão é o parcelamento do solo (criação de propriedades menores, chacreamento, visando a especulação imobiliária), quer seja outorgado ou não. Esses parcelamentos vêm sendo construídos dentro das APPs hídricas ou muito próximo delas, em APPs de inclinação, expondo o solo a carreamento de materiais que vão assoreando os cursos d'água a jusante destes. Além da exposição e compactação do solo, o aumento da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos por uso desses parcelamentos é também uma preocupação a mais para a gestão da bacia hidrográfica.

Figura 3 - Áreas degradadas na região do Japonês e Barreado, em que: **(a)** pisoteio de animais com acesso ao curso d'água; **(b)** ausência de APP hídrica e caminhos preferenciais de passagem de animais para a dessedentação; e **(c)** solo exposto com pastagem



(a)

(b)



(c)

Fonte: acervo do próprio autor (abril e maio, 2025).

As atividades agrícolas constituem um dos principais usos da terra na Bacia do Ribeirão Camarão, especialmente no município de Florestal. Segundo o Censo Agropecuário 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui 296 estabelecimentos agropecuários totalizando 8.982 hectares. Destes, 6.044 hectares são pastagens naturais ou artificiais, evidenciando a predominância da pecuária como principal atividade econômica rural na região (IBGE, 2017).

A produção pecuária concentra-se, principalmente, na bovinocultura de leite, com um rebanho de 16.841 bovinos, incluindo 6.933 vacas ordenhadas. A produção anual de leite registrada é de cerca de 7,2 milhões de litros, o que demonstra a relevância dessa atividade para a economia local (IBGE, 2017). Além disso, há produção vegetal em pequena escala, com foco

em culturas anuais, como milho (330 hectares de área cultivada), e permanentes, como banana e frutas cítricas (Florestal, 2021).

Em termos de pontos de interesse, destaca-se na região o Complexo do Milhão BR 262 LTDA⁶, que está localizado no município de Florestal (MG), e registra uma trajetória de conflitos pelo uso da água, sobretudo entre usuários direcionados à irrigação agrícola e abastecimento público. Esses conflitos se agravam em períodos de estiagem, quando a vazão dos cursos d'água diminui, reduzindo a demanda hídrica dos diferentes setores (Sepúlveda *et al.*, 2024).

Cabe destacar que a outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um dos principais instrumentos de gestão hídrica e é indispensável para certificar o uso racional e justo da água, de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Nesse caso, no município de Florestal, boa parte dos usuários já são regularmente outorgados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), mas há obstáculos quanto à fiscalização e à normatização de usos difusos não cadastrados, de modo especial em áreas rurais (CBHSF, 2024).

Em termos da prestação dos diferentes serviços de saneamento, não há sistema de coleta pública de resíduos sólidos na área da bacia no trecho do município de Florestal, por isso é comum encontrar, ao longo desta, pontos de descarte de resíduos domésticos de construção civil.

A maior parte do efluente doméstico gerado é despejado em fossas absorventes e no curso d'água mais próximo, praticamente 80% das residências adotam essa solução (PMF, 2023). No entanto, há exceções como o condomínio Terra Viva, o Complexo do Milhão e algumas residências isoladas, as quais possuem fossa séptica ou outras soluções consideradas adequadas em termos ambientais.

Segundo o Diagnóstico de Saneamento Básico Rural do Município de Florestal (PMF, 2021), foram registradas 162 residências rurais dispersas em Florestal, resultando em 406 habitantes.

Referente à parte da bacia localizada no município de Mateus Leme (44,41% da área total), os dados do IBGE (2017) reportaram uma população rural dispersa de 449 habitantes na região correspondente à bacia. Por outro lado, com base em informações obtidas junto à Prefeitura Municipal de Mateus Leme, a população estimada da área urbanizada do distrito de

⁶ O empreendimento compreende: posto de combustíveis; restaurante; lanchonete; centro de conveniência com lojas de vestuários; armários; calçados e produtos agropecuários (insumos agrícolas, viveiro de mudas e artesanato).

Sítio Novo situa-se entre 1.200 e 1.300 habitantes. Essa estimativa corresponde à população total, sendo considerada também a população rural dispersa naquela localidade. De acordo com comunicação direta com a equipe da Prefeitura, esses dados são utilizados internamente no planejamento de políticas públicas e refletem a atual realidade populacional da região, embora ainda não estejam disponíveis em bases públicas do IBGE (PMML, 2025). Desse modo, a estimativa da população que reside nas áreas rurais da Bacia do Ribeirão Camarão, nos dois municípios abrangidos, é de aproximadamente 1.898 a 1.998 pessoas.

Em termos gerais, um dos principais pontos de atenção quanto às condições sanitárias da bacia é o lançamento de esgotos sanitários sem tratamento, da comunidade rural urbanizada de Sítio Novo (Mateus Leme – MG) – que possui mais de 1000 habitantes – em corpo hídrico, que, a jusante, contribui na formação do manancial de abastecimento de Florestal – MG, o Ribeirão Camarão (Figura 4).

Figura 4 - Distrito rural urbanizado de Sítio Novo de Mateus Leme – MG, em que: **(a)** praça da entrada do distrito, local de destinação da coleta coletiva de esgoto doméstico; e **(b)** surgência ou mina de água próximo ao córrego da matinha, em destaque mostra o morador coletando água para consumo humano.



(a)



(b)

Fonte: acervo do próprio autor (abril, 2025).

Durante a realização do trabalho de campo, observou-se a participação ativa da comunidade local na discussão acerca dos cursos d'água que margeiam o distrito rural urbanizado. No entanto, notou-se que a maior parte dos moradores desconhecia a denominação do córrego principal, bem como a existência de infraestrutura adequada para o tratamento de esgoto doméstico da região. Posteriormente, foi constatada que a estrutura mencionada pelos moradores como uma estação de tratamento de esgoto doméstico consistia, na realidade, de caixas coletoras que apenas redirecionavam os dejetos para local próximo, sendo o lançamento dos efluentes realizado de forma *in natura* – sem qualquer indício de estruturas para tratamento,

durante o percurso – para o córrego Sítio Novo (Figura 4a).

Ademais, durante o trabalho de campo realizado no dia 18 de abril de 2025, foi estabelecido contato com um morador que relatou realizar a coleta de água para consumo humano em uma mina d'água ou surgência há 45 anos (Figura 4b). Ao acompanhar o procedimento, foram identificados problemas evidentes relacionados à possível contaminação, uma vez que os galões de água utilizados eram limpos diretamente no curso d'água, comprometendo a qualidade da água proveniente da mina. Além disso, a mina d'água está localizada a jusante do ponto de lançamento de esgoto sem tratamento.

3.2.1 Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão

O conhecimento das características morfométricas de uma bacia hidrográfica é primordial para o diagnóstico da suscetibilidade à degradação ambiental. Por meio dessas análises, é possível compreender as fragilidades de uma bacia quanto a inundações, processos erosivos e disposição do curso de drenagem da bacia (Umetsu *et al.*, 2012).

No contexto da Bacia do Ribeirão Camarão, localizada em Florestal-MG, com a análise morfométrica (Quadro 1) foram determinados: área (62,33 km²), perímetro (38,16 km), amplitude altimétrica (371 m) e declividade média (17,56%). Tais resultados classificam a bacia como de pequena extensão, mas com relevo acidentado e mediana densidade de drenagem (1,885 km/km²).

O coeficiente de compacidade (Kc), razão entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo, cujo valor representa a área da bacia analisada e valores mais elevados indicam bacias com formas mais irregulares, apresentou valor moderadamente baixo. Esse coeficiente, segundo Garcez e Alvarez (1988), pode demonstrar um baixo risco à ocorrência de enchentes, desde que não haja a influência significativa de outras características.

O fator de forma (Kf) possui um valor considerado baixo (Kf = 0,606, Quadro 1), indicativo de que a área é pouco provável de apresentar problemas relacionados a inundações e alagamentos, excluindo eventos de precipitações anormais.

A densidade de drenagem (Dd) de uma bacia é calculada pela razão entre o comprimento total dos cursos d'água em uma bacia e a área dessa bacia hidrográfica (Costa; Lança, 2001). Valores baixos de Dd indicam menor capacidade de drenagem e uma resposta baixa da bacia à precipitação. Segundo Vilela e Matos (1975) e com base na densidade de drenagem encontrada na área de estudo (1,885 km/km²), a classificação é de mediana drenagem (Tabela 6).

Tabela 6 - Características morfométricas da bacia do Ribeirão Camarão

Característica	Valor	Classificação
Área da bacia	62,33 km ²	Pequena (Christofoletti, 1980)
Perímetro	38,16 km	-
Fator de forma (Kf) :	0,606	Alongada (Villela; Mattos, 1975)
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,36	Moderadamente compacta (Faustino, 1996)
Altura máxima	1127m	-
Altura mínima	756m	-
Amplitude altimétrica (Hm)	371 m	Alta (Tucci, 1997)
Declividade média	17,56% (obtido por estatística zonal)	Acidentada (Christofoletti, 1980)
Índice de rugosidade (Ct):	Ct = Dd x Hm (em metros) Ct = 1,885 x 371 = 699,33	Forte
Densidade de drenagem (Dd):	1,885 (onde Comprimento dos canais = 118,05 km e área da bacia = 62,62 km ²)	Mediana (Villela; Mattos, 1975)
Número total de canais	298	-
Densidade de canais	Dr = N / A => 298 / 62,62 = 4,76	Alta (Christofoletti, 1980)

Conforme indicado no Quadro 1, o índice de rugosidade (Ct = 699,33) e a densidade de canais (Dr = 4,76) foram classificados como altos, o que, em conjunto, indica um relevo mais acidentado na área, com maior escoamento superficial e susceptível à erosão. Além disso, há tendência de um maior favorecimento da capacidade de escoamento do que de infiltração de água no solo. Essa situação pode acarretar uma maior propensão à erosão.

Na Figura 5, são expostas algumas situações de drenagem que formam a bacia do Ribeirão Camarão, sendo evidenciadas intervenções no curso d'água principal – canalização (Figura 5 (a)) e deposição de sedimentos (Figura 5 (b)), a montante do ponto de captação de água para consumo humano, e nas Figura 5 (c) e (d), a jusante da ETA da Copasa, o Ribeirão das Lajes, sendo destacado o alagamento na UFV – *Campus Florestal*, ocorrido em fevereiro de 2022.

Figura 5 - Situações de drenagem dos cursos d'água da Bacia do Ribeirão Camarão, em que: **(a)** canalização parcial do córrego Camarão (abril, 2025); **(b)** local de encontro dos córregos Camarão e grotas das vacas, evidenciando a deposição de sedimentos próximos às margens (maio, 2025); **(c)** entrada da UFV – *Campus Florestal*, evidenciando as lagoas e o prédio da Diretoria Administrativa (janeiro, 2022); e **(d)** alagamento ocasionado por fortes chuvas na região da cabeceira do manancial, evidenciando a entrada na UFV – *Campus Florestal* (fevereiro, 2022).



(a)



(b)



(c)



(d)

Fontes: acervo do próprio autor (a) e (b); e assessoria de comunicação da UFV (c) e (d).

3.3 Classes de solos nos municípios limítrofes e na área de estudo

Considerando a microrregião de Florestal – Esmeraldas; Juatuba; Mateus Leme e Pará de Minas – (Figura 6), foram identificadas oito classes de solo segundo o mapa de solos do IBGE (2023). As classes predominantes são o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd) com uma distribuição de 1011,14 km² e o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd) com 813,91 km². As demais classes apresentam menor representatividade em termos de área ocupada, na microrregião de Florestal (Tabela 7).

Tabela 7 - Abrangências dos diferentes tipos de solos encontrados na microrregião de Florestal e da bacia do Ribeirão Camarão

Local	Classes de solos	Área	
		Km ²	%
Microrregião de Florestal	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico (GXbd)	8,05	0,41
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd)	1011,14	51,22
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd)	813,91	41,23
	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico (PVe)	22,82	1,16
	LATOSSOLO VERMELHO Ácrico (LVw)	97,38	4,93
	CAMBISSOLO HÁPLICO Perférico (CXj)	14,79	0,75
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd)	0,70	0,03
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico (RLd)	5,40	0,27
	Total	1974,19	100
	Bacia do Ribeirão Camarão	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd)	16,27
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (PVAd)		46,35	74,02
Total		62,62	100

Fonte: Adaptado pelo autor com base em IBGE (2023).

Os dois principais solos dos municípios limítrofes a Florestal (PVAd e LVd) também foram os mais representativos na bacia de captação do Ribeirão Camarão (Quadro 7), conforme apontado no *zoom* da Figura 5.

Cabe destacar que os argissolos apresentam drenagem mais rápida no horizonte superficial do que no subsuperficial, aumentando a capacidade de retenção de água em profundidade, o que contribui para a sustentação de vegetação nativa mais densa. Apesar disso, Argissolos também apresentam algumas limitações, como a acidez elevada e a baixa fertilidade natural (também comuns a outras classes de solo), além do gradiente textural, que pode facilitar a ocorrência de erosão do horizonte A, principalmente quando localizado em relevos mais movimentados, caso da área de estudo. Isso significa que, para ser usado na agricultura de forma intensiva, ele precisa passar por algumas correções químicas, além de, pelas suas propriedades

físicas naturais, ser mais indicado para culturas perenes.

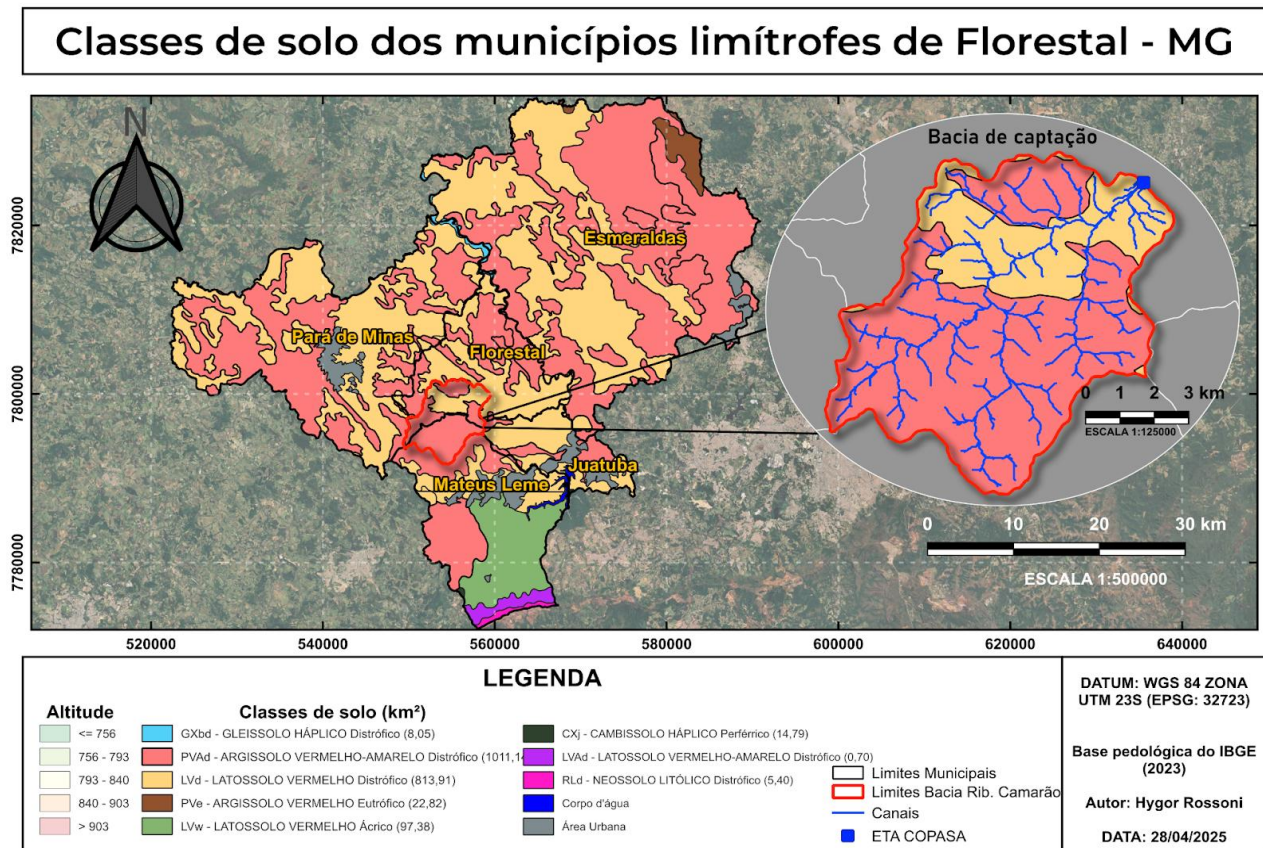
O primeiro passo de algumas dessas correções é a calagem (avaliada e calculada após a coleta e análises de solo), o que é fundamental pois essa alta acidez afeta o desenvolvimento das culturas. Aplica-se então o calcário, com o intuito de neutralizar a acidez, aumentando simultaneamente a disponibilidade de nutrientes como cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (Raij *et al.*, 1997). A adubação fosfatada é outra correção importante (também avaliada após resultados de análises de solo), visto que é comum a presença de fósforo em formas indisponíveis para as plantas em solos ácidos. Dessa forma é necessário aplicar fertilizantes fosfatados como superfosfato simples ou triplo (Novo *et al.*, 2021). Entretanto, para recomendações precisas, indica-se a realização de análises de solo nos locais a serem cultivados.

Além do mais, a reposição de matéria orgânica pode ser benéfica. Algumas práticas, como incorporação de esterco, compostos orgânicos, palhada ou o uso de adubos verdes contribuem para uma melhora da retenção de nutrientes e também para a estruturação do solo (Santos *et al.*, 2018).

Por fim, ressalta-se a importância do controle da erosão, já que o Argissolo apresenta gradiente textural, ou seja, incremento considerável de argila em profundidade e, conseqüentemente, facilidade de infiltração de água no horizonte A e redução dessa taxa no horizonte B. Nesse sentido, práticas conservacionistas como plantio direto, terraceamento em gradiente e manutenção de cobertura vegetal são indispensáveis para prevenir a perda de solo e nutrientes.

Por outro lado, o Latossolo Vermelho Distrófico, que é bastante comum na região do Cerrado brasileiro, destaca-se por sua profundidade e boa estrutura física. Essas características ajudam as plantas a se enraizarem melhor e permitem que a água se infiltre com mais facilidade. No entanto, assim como o Argissolo, ele também apresenta alta acidez e uma baixa fertilidade natural, o que exige um manejo cuidadoso e adubação regular para garantir maiores produtividades (EMBRAPA, 2013).

Figura 6 - Principais classes de solos encontrados nos municípios limítrofes de Florestal – MG, com destaque na área de estudo.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Apesar da identificação dos principais solos da região de Florestal ser fundamental para a compreensão do contexto envolvido na aptidão agrícola e de uso e ocupação da terra, essa análise ainda é normalmente apoiada em mapas de pequena escala (menos detalhes) para tomadas de decisão e manejo mais específicos. Isso prejudica o conhecimento das reais propriedades dos solos em detalhes e tendem a variar de acordo com fatores locais como relevo, material de origem, histórico de uso e teor de matéria orgânica. Essa abordagem pode ocultar diferenças em classes e atributos de solos representados nesses mapas daqueles realmente presentes na área, o que pode atrapalhar a assertividade do planejamento agrícola e ambiental da região em maiores níveis de detalhes (Santos *et al.*, 2018; EMBRAPA, 2013).

3.4 Relato de experiência: ações empreendidas pelo Colmeia na bacia de captação de água de abastecimento do Ribeirão Camarão

A primeira ação foi o diagnóstico das características da bacia hidrográfica do Ribeirão

Camarão (tipo de solo, cobertura vegetal, atividades predominantes, dentre outros), a partir desse estudo foi definida a sub-bacia do Córrego Angico e área de nascente até a captação, como sendo o setor prioritário para desenvolvimento das atividades.

Dessa forma, foram realizadas reuniões periódicas entre os membros do COLMEIA para a condução dos trabalhos de campo junto à comunidade rural. Assim, após intervenções junto aos assistidos pelo Programa, foram realizadas dinâmicas – denominadas de “Oficina do Futuro” com produtores rurais da região do Barreado com o intuito de produzir o Plano de Ações (Figura 7a).

Desde então, já foi viabilizada uma quantidade significativa de ações (Figuras 7 b a d), contemplando mais de 30 propriedades rurais, sendo essas (Sepúlveda *et al*; 2024): i) 13,8 Km de cercamento de APPs hídricas; ii) 156 barraginhas para retenção de águas pluviais; iii) 5 Km de terraceamento; e iv) 5 Km de adequação de estradas rurais. Essas ações, cuja execução é realizada de forma continuada, produzem certa credibilidade inicial ao Programa junto aos parceiros locais. Elas totalizaram investimentos no valor de R\$ 546.955,07, entre os anos de 2018 e 2023.

Além das ações citadas, Florestal tem usufruído de iniciativas feitas pelo Programa Pró-Mananciais, dirigido localmente pelo Coletivo Local de Meio Ambiente (COLMEIA). Tendo como meta a recuperação e conservação da sub-bacia do Ribeirão Camarão, criaram-se práticas que incluem sustentabilidade ambiental e engajamento comunitário. É importante destacar o plantio de, aproximadamente, 2.000 mudas de espécies florestais nativas, em especial nas áreas de preservação permanente (APPs) e arredores de nascentes, buscando o restabelecimento da vegetação ciliar e o aumento da infiltração de água no solo (COPASA, 2025).

Adicionalmente, outras medidas implementadas incluem a implantação de três sistemas agroflorestais (SAFs) em propriedades locais, com o foco de aliar a produção agrícola à preservação ambiental. Essa ação desenvolve o uso racional do solo, melhora a biodiversidade e colabora para a segurança hídrica da região. Em decorrência disso, foram feitas cinco oficinas de capacitação ambiental com agricultores, professores e moradores, considerando temas como manejo sustentável, técnicas de conservação de solo e práticas agroecológicas, fortalecendo a dimensão educativa e o engajamento do programa (COPASA, 2025).

Nas ações de conservação e manejo da bacia do Ribeirão Camarão, o monitoramento geoparticipativo vem se estabelecendo como uma importante estratégia complementar às intervenções técnicas implementadas pelo Programa Pró-Mananciais. Essa abordagem visa envolver diretamente os moradores rurais (especialmente, agricultores e líderes comunitários) no monitoramento dos processos de mudanças ambientais na região, facilitando a coleta e a

interpretação coletiva de dados espaciais e ambientais relevantes. Por meio de oficinas participativas, como as realizadas junto com o Coletivo Local de Meio Ambiente (COLMEIA), atores locais são incentivados a documentar mudanças no uso do solo, condições de nascentes, cobertura vegetal e estruturas de conservação usando ferramentas simples como mapas, fotografias e relatórios sistematizados (Oliveira; Brito, 2020).

Esse método de monitoramento participativo auxilia no fortalecimento da gestão democrática dos recursos naturais, incentivando a participação ativa da comunidade na preservação da bacia e potencializando a efetividade das medidas implementadas. Além disso, possibilita a identificação imediata dos efeitos positivos ou negativos das práticas implementadas, servindo como base para o planejamento adaptável de novas fases do programa. O monitoramento geoparticipativo, unindo conhecimento técnico a saberes locais, aumenta a legitimidade das medidas ambientais e enfatiza a função das comunidades como participantes ativos na defesa dos mananciais de Florestal (Menezes; Silva, 2019; COPASA, 2025).

Figura 7 - Ações empreendidas pelo Colmeia em Florestal – MG. Em que: **(a)** realização - em 2018 - de dinâmica participativa “Oficina do Futuro”, junto à comunidade do Barreado, para a construção do Plano de Ações: Muro das Lamentações; Árvore da Esperança; e Caminho Adiante; **(b)** linhas amarelas representam a realização de cercamento de APP – Ribeirão Camarão – ; e os pontos em vermelho indicam a construção de bebedouro para animais, na localidade do Japonês (Estufas), realizada no ano de 2025; **(c)** construção de barraginhas, realizada em 2024; e **(d)** terraceamento, em curvas de nível, realizado em 2024.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: arquivos do COLMEIA.

Além disso, estão ocorrendo discussões, entre os membros do Coletivo, sobre a importância do aprimoramento da educação ambiental no município, incluindo a parceria com a UFV-*Campus* Florestal para fortalecimento do seu Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural⁷, visando seu uso como Centro de Educação Ambiental (CEAM) do Pró-Mananciais, o que ampliaria a abordagem das temáticas relacionadas às águas (Sepúlveda; Rossoni; Silva, 2025).

Dessa forma, para consolidar as ações do COLMEIA, pretende-se concretizar a implantação do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural (Figura 8 a), baseado no caráter multifuncional pretendido para o local, dentre estes: i) divulgar experiências de tecnologias sociais de saneamento; ii) abrigar ou ser uma das referências para a estrutura a ser criada pelo município para a gestão dos serviços de saneamento rural; iii) promover treinamentos e troca de saberes, atento às particularidades do ambiente rural e comunitário – envolvendo processos educacionais formal; não-formal e informal; e iv) ser o local de apoio para estadia de colaboradores (Sepúlveda; Rossoni; Silva, 2025).

Para divulgar tecnologias sociais, foi realizado o “Dia de Campo sobre Aspectos Técnicos e Práticos da Construção do Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para o Tratamento de Águas Residuárias de Domicílios Rurais Dispersos” (Figuras 8 b a e). Essa atividade foi fruto de uma parceria entre a universidade (UFV), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), COPASA, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) e Prefeitura Municipal de Florestal, com a participação de membros da comunidade acadêmica e produtores rurais.

A primeira iniciativa, que ocorreu no dia 26 de setembro de 2022, consistiu na construção de um Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para servir como um modelo em funcionamento, destinado ao tratamento de águas provenientes do vaso sanitário. Além disso, as dimensões utilizadas no projeto foram determinadas para atender a uma demanda familiar de até cinco pessoas, conforme orientação da EMATER (Leal; Rossoni, 2024).

⁷ Para saber mais, consultar o seguinte artigo: SEPÚLVEDA, P. W. ROSSONI, H. A. V.; SILVA, E. F. Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural – UFV – *Campus* Florestal: relato de experiência das tecnologias sociais de saneamento rural. **Revista ELO - Diálogos Em Extensão**, 14. 2025. <https://doi.org/10.21284/elo.v14i.20504>.

Figura 8 - Em que: **(a)** fachada principal do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural. Endereço: Avenida dos Funcionários; nº 346. Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal. CEP: 35690-000. (Zona Rural e a 500 m do centro do município de Florestal – MG); Fotos do Dia de Campo de Implantação da TEvap, em que: **(b)** Preenchimento da estrutura; **(c)** Instalação da câmara anaeróbica, formada por pneus usados; **(d)** Fase de preenchimento da vala; e **(e)** Sistema concluído.

**(a)****(b)****(c)****(d)****(e)**

Fonte: acervo do próprio autor (2023).

Adicionalmente, durante a realização da Semana do Produtor Rural, foi ofertado o minicurso de “tintas naturais”, então a cisterna recebeu um acabamento estético com tintas ecológicas (Figura 9), melhorando os aspectos paisagísticos do ambiente.

A construção do contrapiso da cisterna foi mensurada em torno de 18 metros quadrados. Em sua configuração final, a cisterna possuía cerca de 1,60 metro de altura e 2,50 metros de

diâmetro, rendendo uma capacidade de armazenamento de água de, aproximadamente, 10.000 litros (Sepúlveda; Rossoni; Silva, 2025).

Para a construção, inicialmente foi realizada a instalação da malha de ferro no contrapiso, visando conferir sustentação e resistência estrutural (Figura 9 a). As extremidades da armadura foram dobradas de forma a permitir a ancoragem das paredes da cisterna. Posteriormente, houve o revestimento da armadura da cisterna com argamassa, e então a cisterna passou pelo processo de cura para finalizar a construção (Figura 9 b, c).

Figura 9 - Processo construtivo da cisterna de ferro-cimento. Em que: **(a)** armadura de ferro, composta por malha pop e tela; **(b)** aplicação da argamassa composta de cimento e areia fina (lavada); **(c)** finalização do processo construtivo; e **(d)** pintura da cisterna com tintas naturais, a base de diferentes tipos de solos.

**(a)****(b)****(c)****(d)**

Fonte: acervo do próprio autor (2024).

Destaca-se que a função de formação continuada do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural promove o desenvolvimento sustentável e capacita a comunidade rural. Nesse sentido, foram promovidos eventos integrados à programação das 53^a e 54^a Semanas do Produtor Rural, realizada entre 24 e 28 de julho de 2023 e entre 15 e 19 de julho de 2024,

respectivamente. Durante os eventos, foi oferecido o curso "Casa Ecológica / Soluções Alternativas para Saneamento Rural", que incluiu módulos teóricos e práticos sobre tecnologias sustentáveis, como o Tanque de Evapotranspiração (TEvap) e a cisterna de ferro-cimento.

No curso, os participantes aprenderam na prática técnicas essenciais de captação e armazenamento de água da chuva, cruciais em regiões com escassez hídrica, como também de promoção do tratamento dos efluentes do vaso sanitário. Esse tipo de abordagem prática não só transfere conhecimento, mas também contribui para os agricultores na gestão sustentável dos recursos hídricos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico situacional da condição ambiental da bacia de captação de água de abastecimento público do Ribeirão Camarão, localizado em Florestal (MG), revelou, em termos de uso e ocupação, que solos em áreas de pastagens (52,82% do total de uso e ocupação) não apresentam cobertura vegetal e/ou com superfície impermeabilizada, em decorrência do excesso de animais na área. Esse fato faz com que tais solos não exerçam sua função de infiltração de água proveniente das precipitações, reduzindo volumes armazenados no subsolo e potencializando a erosão e o assoreamento de cursos d'água.

Portanto, a recuperação das áreas de pastagens e a disseminação das técnicas de manejo e uso sustentável para essa finalidade podem representar ganhos econômicos e ambientais representativos, contribuindo para ganhos relativos à disponibilidade hídrica e adesão dos proprietários e moradores nas áreas beneficiadas.

Destaca-se também a predominância na região de dois tipos de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) e o Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), que exigem um manejo cuidadoso e adubação regular para garantir maiores produtividades. Nesse sentido, práticas conservacionistas como plantio direto, terraceamento e manutenção de cobertura vegetal são indispensáveis para prevenir a perda de solo e nutrientes.

Outra vulnerabilidade característica da região está relacionada às condições de saneamento. Não é verificada a coleta de resíduos sólidos na bacia hidrográfica, e 80% das residências rurais dispersas não possuem soluções adequadas para o tratamento de efluentes.

Somado a isso, foi constatado que o distrito rural urbanizado de Sítio Novo, pertencente a Mateus Leme – MG, que possui população de, aproximadamente, 1.000 habitantes, realiza o lançamento *in natura* de águas residuárias diretamente em curso d'água que, a jusante, contribui para a formação do manancial de abastecimento público do Ribeirão Camarão de Florestal-MG. Essa situação, além de ilegal, compromete o contexto ambiental do manancial e coloca em risco a saúde da população abastecida.

Buscando equacionar esses problemas, o Coletivo Local de Meio Ambiente (COLMEIA), que possui representações da sociedade civil, constituída por moradores, proprietários e produtores rurais, e de órgãos governamentais como Câmara de Vereadores, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, CODEMA, COPASA, EMATER e Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Florestal, estão agregando conhecimento técnico para as ações de prevenção, recuperação e monitoramento do manancial, adotando práticas conservacionistas de solo e água, bem como programas de educação ambiental, dentre estes a consolidação do Centro

de Vivência em Educação e Saneamento Rural.

Além disso, como medida de ação continuada, pretende-se desenvolver um programa de Monitoramento Geoparticipativo, envolvendo discentes desde o ensino fundamental até a pós-graduação, assim como, demais integrantes de movimentos sociais, comunidades organizadas e produtores rurais, com o intuito de gerar novas informações e formações, para que possam servir de instrumentos de fortalecimento e empoderamento da comunidade, numa tentativa de tornar a gestão do território, realmente participativa, descentralizada e integrada.

Por fim, considerando a abrangência da bacia hidrográfica, é necessário que as ações do programa de proteção do manancial do COLMEIA sejam implantadas também nas áreas situadas em Mateus Leme - MG, haja vista a representatividade dos afluentes provenientes deste município, que contribuem com 27,68 km² (44,41%) da Bacia de Abastecimento de Água de Consumo Humano do Ribeirão Camarão de Florestal – MG.

REFERÊNCIAS

ATLAS do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 (Com dados dos Censos 1991, 2000 e 2010). Brasília: PNUD, 2013.

BELTRAME, Angela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas – modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.

CBHSF – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **CBH Rio Paraopeba aprova Plano Diretor de Bacia Hidrográfica**. 2024. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbh-rio-paraopeba-aprova-plano-diretor-de-bacia-hidrografica/>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CEDDIA, M. B.; FERREIRA, A. C. S. **Apostila da disciplina SOL 24 – análise espacial e geostatística aplicada ao mapeamento do solo**. Curso de Especialização *Lato Sensu* em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos. UFRRJ/UFMG/UFV/UFRA. UNISOLOS, 2024. 76 p.

CEDDIA, M. B. *et al.* Soil organic carbon stock estimation using legacy data: a case study of North Fluminense Region—BR. In: CARVALHO JUNIOR, W. *et al.* (eds.). **Pedometrics in Brazil**. Cham: Springer, 2024. (Progress in Soil Science). https://doi.org/10.1007/978-3-031-64579-2_10.

COLMEIA. COLETIVO LOCAL DE MEIO AMBIENTE. **Histórico e proposta de regimento**. Elaborado por Roberto de Sousa Oliveira e João Carlos de Freitas Alves e demais colaboradores. 2019. 35 p.

COLMEIA. COLETIVO LOCAL DE MEIO AMBIENTE. **Encontro regionalizado dos Colmeias**. 2024. Disponível em: <https://promananciais.copasa.com.br/o-que-sao-colmeias/>. Acesso em: 27 out. 2024.

COPASA. **Resultados do programa pró-mananciais – painel interativo Florestal/MG**. 2025. Disponível em: <https://promananciais.copasa.com.br/resultados/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

COSTA, T.; LANÇA, R. **Hidrologia de superfície**. Faro, 2001. 79 p.

CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 103 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

FÁVERO, L. P.; BELFIORI, P. **Manual de análise de dados**. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN

LTC, 2024. 1288 p.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. - **Hidrologia**. 2. ed. rev. atual. Editora Edgar Blucher Ltda, 1988. 291 p.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (n. 4).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 maio 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos – Florestal (MG). Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 maio 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**: população por município. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: 5 maio 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INFOSANBAS. **Informações sobre saneamento básico no município de Florestal – MG**. 2024. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/florestal-mg/>. Acesso em: 12 abr. 2025.

LAHON, D. *et al.* Assessment of ecosystem service value in response to LULC changes using geospatial techniques: a case study in the Merbil Wetland of the Brahmaputra Valley, Assam, India. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 12, n. 4, p. 165, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijgi12040165>

LEAL, J. T. C. P.; ROSSONI, H. A. V. **Manual técnico fossa ecológica de evapotranspiração**. Belo Horizonte: IFMG/EMATER-MG, 2024. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=89447>. Acesso em: 25 abr. 2024.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Embrapa, 1996.

MACEDO, M. A.; RIBEIRO, A. J. A.; SILVA, M. L. G. da. Diagnóstico da fragilidade física de Parque Natural utilizando ferramentas de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2059-2070, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2059-2070>.

MENEZES, A. R.; SILVA, M. A. Monitoramento ambiental participativo: fundamentos teóricos e aplicações em comunidades rurais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 4, p. 1503-1518, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 5 maio 2025.

MINAS GERAIS. Ministério Público do Estado de Minas Gerais. **Recomendação administrativa – unidade de conservação monumentonNatural da Serra do Elefante**. Belo Horizonte: MPMG, 2023. (Inquérito Civil nº 0407.17.000049-8).

NOVO, A. L. M. *et al.* Manejo da fertilidade de solos ácidos para culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, e0210151, 2021.

OLIVEIRA, T. P.; BRITO, R. S. Cartografia social e monitoramento participativo: instrumentos de gestão territorial em bacias hidrográficas. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 389-408, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/metropole>. Acesso em: 5 maio 2025.

PMF. PREFEITURA MUNICIAPAL DE FLORESTAL. **Diagnóstico de saneamento básico rural do município de Florestal**. Florestal: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura, p. 98, 2021.

PMML. PREFEITURA MUNICIPAL DE MATEUS LEME. **Comunicação institucional via e-mail: contato@mateusleme.mg.gov.br**. Informações fornecidas em 16 de maio de 2025.

QGIS Development Team, 2024. QGIS 3.34.4 LTR **Geographic Information System Installation Guide**. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: <https://qgis.org/download/>

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

RAIJ, B. van *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 8, p. 63-74, 2011. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>

SAGA QGIS Development Team, 2024. QGIS 3.34.4 LTR **Geographic Information System Installation Guide**. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: <https://qgis.org/download/>

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, G. C. da *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do riacho Rangel-Piauí, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 244-258, 2018.

SEPÚLVEDA, P. W.; ROSSONI, H. A. V.; SILVA, E. F. Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural – UFV – *Campus Florestal*: relato de experiência das tecnologias sociais de saneamento rural. **Revista ELO - Diálogos Em Extensão**, v. 14, 2025.
<https://doi.org/10.21284/elo.v14i.20504>

SEPÚLVEDA, R. O. *et al.* Cooperação interinstitucional e educação ambiental integrada em bacia hidrográfica de abastecimento do município Florestal/MG: aplicação prática da metodologia mapeamento geoparticipativo em escola pública no âmbito de um programa de proteção de mananciais. In: **Congresso Internacional de Engenharia Ambiental**. Edição Luso Brasileira, 2024.

SOUSA, F. A. de; RODRIGUES, S. C. Aspectos morfométricos da alta bacia do rio dos Bois em Iporá-GO. **Mercator**, v. 11, n. 25, p. 141-151, 2012.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 69, p. 279-300, 1958.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; **Apostila de hidrologia**. Universidade Federal de Lavras-MG, p. 48, 2008.

SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. **Relatório final volume 1 - Gestão integrada do saneamento básico municipal**. Itueta: Prefeitura Municipal de Itueta, [s.d.]. Disponível em: https://www.itueta.mg.gov.br/pmsb/v1/P8_Itueta_Volume%201.pdf. Acesso em: 25 abr. 2025.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, p. 943, 1997.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Histórico - gestão ambiental**. *Campus Florestal*, 2025a. Disponível em: <https://tga.caf.ufv.br/historico/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Curso de graduação em gestão ambiental**. *Campus Florestal*, 2025b. Disponível em: <https://tga.caf.ufv.br/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

UMETSU, R. K.; PEREIRA, N.; CAMPOS, É. M. F. P. de; UMETSU, C. A.; MENDONÇA, R. A. M. de; BERNASCONI, P.; e CAMARGO, M. F. Análise Morfométrica e Socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.83-92, 2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw Hill, 1975. 250 p.

WANG, S. W. *et al.* Land use and land cover change detection and prediction in Bhutan's high altitude city of Thimphu, using cellular automata and Markov chain. **Environmental Challenges**, v. 2, p. 100017, 2021.

YAMAMOTO, J. K. **Estatística, análise e interpolação de dados geoespaciais**. São Paulo:

Gráfica Paulos, p. 308, 2020.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.