

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

IDENTIFICATION AND EVALUATION OF LAND USE AND OCCUPATION OF PERMANENT
PRESERVATION AREAS IN A SUB-WATERSHED OF THE DOCE RIVER

Larissa Gomes MENDES, Arnaldo José CAMBRAIA NETO, Daniela Martins CUNHA,
Evandro Klen PANQUESTOR

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Governador Valadares. Avenida Minas Gerais, 5189-
Ouro Verde, Governador Valadares – MG.

E-mail: larissamendes05@hotmail.com; arnaldo.cambracia@ifmg.edu.br; daniela.cunha@ifmg.edu.br; evandro.klen@ifmg.edu.br

Introdução
Metodologia
Área de estudo
Abordagem metodológica
Resultados e discussões
Considerações finais
Agradecimentos
Referências

RESUMO - As Áreas de Preservação Permanente (APP), segundo a Lei Federal nº. 12.651/2012, são definidas como “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com 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”. Embora as APP sejam legalmente protegidas, a maioria acaba sendo afetada com as ações antrópicas. Devido à importância ambiental dessas áreas, tem-se a necessidade de sua fiscalização e monitoramento, e para isso, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgem como uma grande ferramenta. Este estudo identificou e avaliou o uso e ocupação do solo das APP em uma sub-bacia hidrográfica do rio Doce. Estas representam, aproximadamente, 2,2 % da área total da sub-bacia e 42,83%, de seu total, se encontram preservadas. As condições do uso e ocupação do solo na área de estudo são uma representação do que se observa na bacia hidrográfica do rio Doce. Assim, a sua preservação e recuperação deve focar os esforços em suas sub-bacias, pois estas refletirão em toda bacia.

Palavras-chave: Código Florestal Brasileiro. Geoprocessamento. MapBiomias. Gestão Ambiental. Impactos Ambientais.

ABSTRACT - The Permanent Preservation Areas (APP), according to Federal Law no. 12,651/2012, are defined as “protected areas, covered or not by native vegetation, with the environmental function of preserving water resources, the landscape, geological stability and biodiversity, facilitating the gene flow of fauna and flora, protecting the soil and ensure the well-being of human populations”. Although APPs are legally protected, the majority end up being affected by human actions. Due to the environmental importance of these areas, there is a need for their inspection and monitoring, and for this, Geographic Information Systems (GIS) emerge as a great tool. This study identified and evaluated the use and occupation of APP land in a sub-watershed of the Doce River. These represent approximately 2.2% of the total area of the sub-watershed and 42.83% of the total are preserved. The conditions of land use and occupation in the study area are a representation of what is observed in the Doce river watershed. Therefore, its preservation and recovery must focus efforts on its sub-basins, as these will reflect on the entire watershed.

Keywords: Brazilian Forest Code. Geoprocessing. MapBiomias. Environmental Management. Environmental Impacts.

INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são locais do território que desempenham função ambiental primordial na conservação dos recursos naturais. Conforme dispõe o Novo Código Florestal Brasileiro (NCFB) - Lei Federal nº. 12.651 de maio de 2012, as APP são definidas como:

“Áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com 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. Consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais.” (Brasil, 2012).

Embora as APP sejam legalmente protegidas, na maioria das regiões brasileiras, onde elas deveriam ser preservadas, acabam sendo afetadas com as ações antrópicas ao passar dos anos, como a poluição nos entornos dos rios, o desmatamento e as queimadas da vegetação nativa. Assim estas ações provocam impactos como a modificação de sua paisagem, o assoreamento e a contaminação dos corpos d'água (Pereira & Pereira, 2012).

O planejamento eficaz para a exploração do uso da terra, torna-se primordial para mitigar os impactos ao meio ambiente (Souza, 2020). A aplicação das geotecnologias está auxiliando na tomada de decisão do diagnóstico ambiental, permitindo a recuperação e conservação dos recursos naturais.

O estudo atual de Carvalho Neto (2020) destaca que o planejamento dessas áreas é fundamental, pois facilita a localização das APP através de imagens de forma precisa e conservadora, contribuindo para a expansão sustentável das atividades agrícolas na bacia e na proposição de ações ambientais preventivas e mitigadoras.

Os estudos de mapeamento do uso e ocupação do solo revelam informações significativas sobre os recursos hídricos e naturais, uma vez que, dentre outras informações, apontam a descaracterização dos mananciais, o que altera a qualidade e disponibilidade da água no solo (Assis et al., 2015).

Portanto, devido à grande importância ecológica e ambiental dessas áreas, se tem a necessidade de fiscalizar e monitorar a sua existência e a preservação. Para isso, a utilização de Sistema de Informações Geográficas (SIG), de acordo com Fochi et al (2015), surge como grandes auxiliares nessas atividades, uma vez que permitem uma análise rápida, menos onerosa e confiável.

A qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica é fruto direto de sua relação com as suas áreas de preservação permanente.

No entanto, o avanço de usos e ocupações da terra que conflitam com o proposto em legislações ambientais, imprimem no espaço, paisagens cada vez mais artificiais que não consideram a capacidade de suporte

do ambiente, provocando impactos junto aos ecossistemas locais (Santos et al. 2019; Silva et al., 2021).

A bacia hidrográfica do rio Doce possui relevante importância histórica, social e econômica para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O processo de ocupação territorial, o uso dos recursos hídricos sem planejamento, a aplicação de técnicas de agricultura inapropriadas, a industrialização sem uma gestão ambiental adequada e o aumento da população resultaram em redução da qualidade e quantidade de água do rio Doce e seus tributários (Reis et al., 2017). A bacia fica localizada na região Sudeste do país e possui uma área de drenagem aproximada de 86.715 km² e tem 86% de sua extensão pertencente ao estado de Minas Gerais, abrangendo um total de 230 municípios, contribuindo economicamente com a produção mineral, industrial e agrícola. Em toda sua extensão, existe um número considerável de pequenas e médias barragens hidrelétricas (CBH-DOCE, 2010).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo identificar as áreas de preservação permanente, bem como o seu uso e ocupação do solo, em uma sub-bacia hidrográfica do rio Doce. Essa identificação almeja identificar o atual uso e ocupação do solo nas APP da área de estudo, em conformidade com a Lei Federal nº. 12.651 de maio de 2012 (Brasil, 2012), ajudando a realizar um diagnóstico ambiental da bacia para melhor gestão dos recursos ambientais.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo deste trabalho foi a bacia hidrográfica do rio Tronqueiras. O rio Tronqueiras é afluente do rio Suaçuí Pequeno, sendo este um importante afluente, da margem direita, do rio Doce (Figura 1). O rio Tronqueiras passa pelos municípios de Sardoá e Coroaci e sua nascente se localiza no município de Virginópolis, no estado de Minas Gerais.

A bacia hidrográfica do rio Tronqueiras possui uma área de 598,7 km² e abrange onze municípios: Sardoá, Gonzaga, Coroaci, São Geraldo da Piedade, Santa Efigênia de Minas, Gonzaga, Virginópolis, Divinolândia de Minas, Governador Valadares, Guanhões e Peçanha. A bacia hidrográfica do rio Tronqueiras está localizada na região de planejamento do Rio Doce (MINAS GERAIS, 2024), com municípios nas regiões geográficas imediatas (IBGE, 2017) de Guanhões e Governador Valadares. A população estimada de acordo com o censo de 2022 é de 352.254 habitantes (IBGE, 2023). Seu relevo é classificado como acidentado e solos da região se caracterizam como Latossolos, Cambissolos e Argissolos. A região tem como principais atividades econômicas a agropecuária, indústria, comércio e prestação de serviços (CBH-DOCE, 2010).

Impactos ambientais de grande magnitude foram provocados em virtude do rompimento de uma das

barragens de contenção de rejeito de mineração de propriedade da Samarco Mineração, localizada em Mariana – Minas Gerais no dia 05 de novembro de 2015. Com o rompimento, foram liberados aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de lama de rejeitos de minério de ferro na extensão do rio Doce (MINAS GERAIS, 2016).

De acordo com Dias et al. (2018), o médio rio Doce, região onde se localiza a área de estudo, apresenta características geomorfoclimáticas diferenciadas com intensa exploração pecuária e elevado grau de degradação do solo. Assim como a realidade em outras bacias, a bacia hidrográfica do rio Tronqueiras não apresenta condições adequadas de saneamento básico na zona rural (Souza & Cambraia Neto, 2023), que reflete na qualidade ambiental das águas superficiais e subterrâneas.

Abordagem metodológica

Para elaboração dos produtos deste trabalho foram utilizados dados vetoriais no formato shapefile, das informações relacionadas à área da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras, disponibilizados pelo banco de dados espaciais da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA, 2024). O Datum adotado foi o SIRGAS 2000 e o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 23 S. Foi utilizado o software QGIS versão 2.18.21.

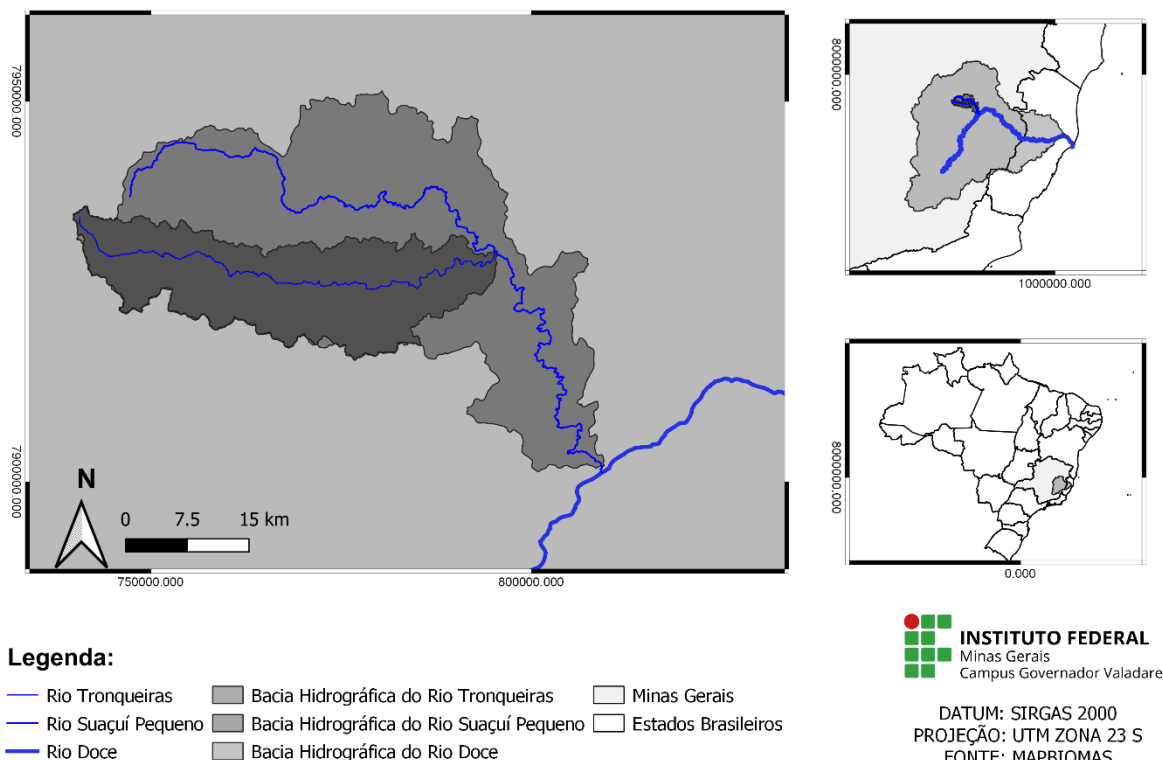


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras. Fontes: IDE-SISEMA, 2024.

Para fins de facilitar a compreensão, a APP relativa ao curso d'água principal e sua nascente, foi nomeada como APP – 1. Inicialmente delimitou-se a partir do rio Tronqueiras o buffer, com largura de 50 metros, respeitando a calha do rio e obedecendo à Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que determina área de preservação para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura.

Em relação ao reservatório da Pequena Central Hidroelétrica (PCH), localizada na bacia, considerou-se a redação dada pelo mesmo instrumento legal, no Art. 5º, quando afirma que:

“Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.” (Brasil, 2012).

Para este trabalho, foi adotada a faixa de 100 metros. Para a delimitação da APP relativa à nascente do rio Tronqueiras, foi realizado um buffer de 50 metros, seguindo a determinação das diretrizes do NCFB (Brasil, 2012).

A partir das imagens dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) da região de estudo, obtidas do radar da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 30 metros, no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, em inglês)

(<https://www.usgs.gov/>), foram gerados os Modelo Digital Hidrologicamente Consistente (MDEHC), com o suporte das ferramentas do Software QGIS.

Com esses dois modelos é possível definir as APP dos topos de morro (montes, serras e montanhas) a áreas de encostas, através das extensões do GRASS, no QGIS. Estas foram nomeadas como APP – 2 e APP – 3, respectivamente. A delimitação foi realizada com base nos critérios estabelecidos na Resolução nº 303 do CONAMA (Brasil, 2002) e no Novo Código Florestal Brasileiro.

Com o MDEHC, foi gerado o raster de declividade da bacia, da qual foram extraídos APP – 2 e APP – 3, através da metodologia proposta por Silva et al. (2017). A determinação das APP – 2 seguiu o que define o Insiso IX do Art. 4º da Lei de nº 12.651, de 25 de maio de 2012:

“IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;” (Brasil, 2012). O mesmo procedimento ocorreu para as APP – 3, áreas cuja declividade apresentou valores iguais ou superiores a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

A segunda etapa, após a definição das Áreas de Preservação Permanente, foi a caracterização do uso e

ocupação do solo na área de estudo, a partir de imagens obtidas na plataforma do Projeto MapBiomas (<https://mapbiomas.org/>).

A plataforma disponibiliza o mapeamento sistemático e anual da área de estudo na coleção 8.0, para o período entre 1985 e 2022, processados na plataforma Google Earth Engine. As imagens utilizadas foram as relativas ao ano de 2022, as mais recentes quando da realização deste trabalho.

A partir da imagem do uso e ocupação do solo da bacia, foram extraídas, individualmente para cada área de APP. Assim, foi realizada a avaliação sobre a preservação de cada uma destas na bacia hidrográfica do rio Tronqueiras.

Com os resultados obtidos, foram analisados e avaliados os conflitos entre os usos e ocupação do solo e as Áreas de Preservação Permanente. A figura 2 ilustra as etapas realizadas neste trabalho.

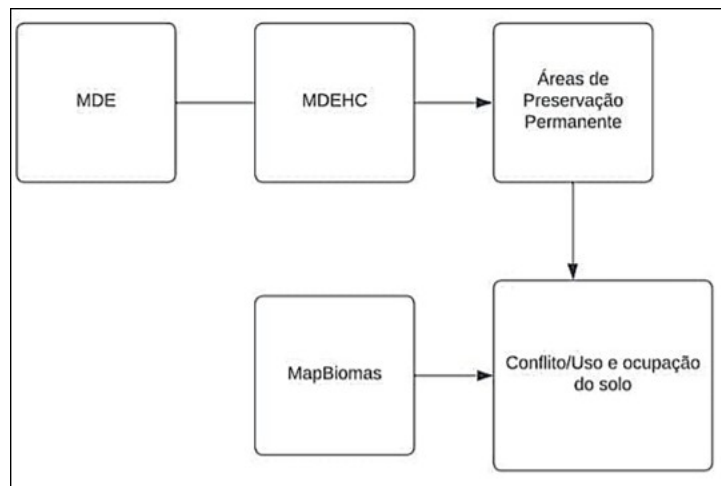


Figura 2 - Etapas de obtenção das Áreas de Preservação Permanente e conflito de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Tronqueiras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do rio Tronqueiras possui uma área de 598,7 km² e perímetro de 241 km. A altitude média é de 768,7 metros, enquanto a declividade média é de 15,9 %. O rio principal possui 80,3 km de comprimento. A bacia possui índice de compactidade (Kc) igual a 2,78 e fator de forma (Kf) de 0,19,

o que indica que esta possui formato longitudinal e menor tendência a enchentes (Mello et al., 2020).

O uso e ocupação do solo em toda área da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras está apresentado a partir da figura 3, a seguir, enquanto a tabela 1 quantifica cada um destes.

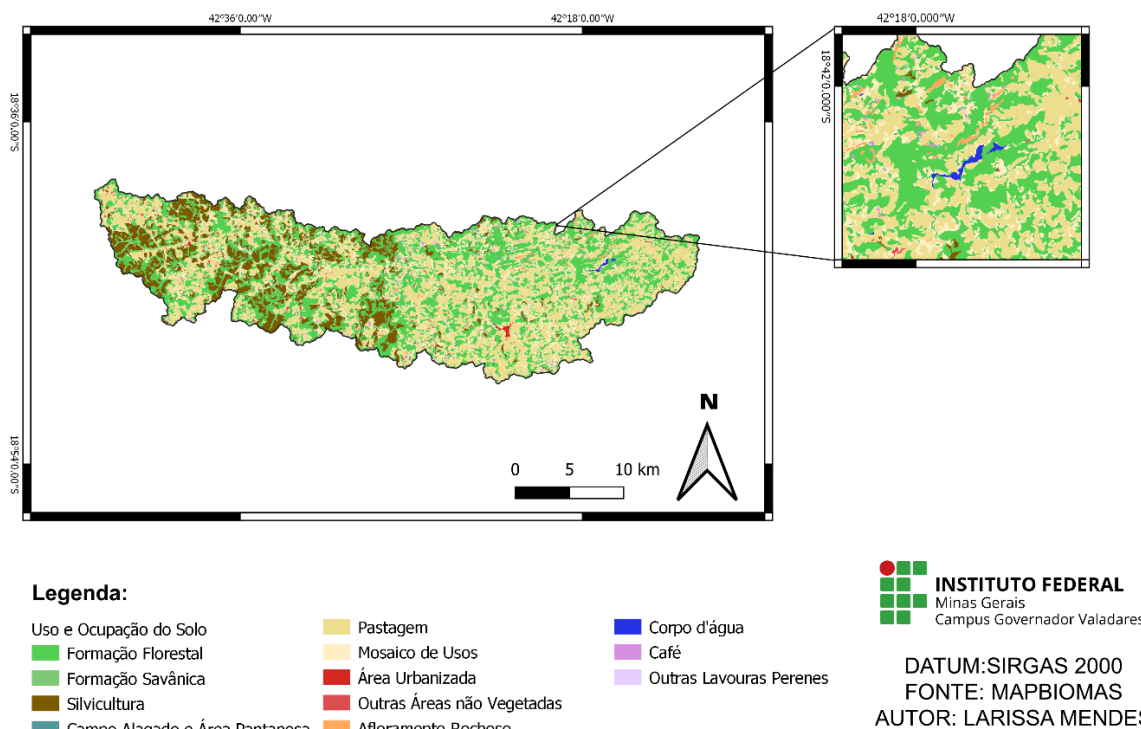


Figura 3 - Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do rio Tronqueiras (Fonte: MAPBIOMAS, 2024).

Tabela 1 - Quantificação do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Tronqueiras.

Código	Uso e Ocupação	Área (Km ²)	%
3	Formação Florestal	220.938	36.9
4	Formação Savânica	0.023	0.0
9	Silvicultura	83.842	14.0
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	0.418	0.1
15	Pastagem	208.492	34.8
21	Mosaico de Usos	74.381	12.4
24	Área Urbanizada	0.764	0.1
25	Outras Áreas Não Vegetadas	2.476	0.4
29	Afloramento Rochoso	2.503	0.4
33	Corpo d'água	0.772	0.1
46	Cafeicultura	3.521	0.6
48	Outras Lavouras Perenes	0.553	0.1
Total		598.7	100.0

De acordo com os resultados obtidos, a bacia ainda possui 36,9% de sua área preservada. A ocupação por pastagens ocupa 34,8% da bacia, enquanto a silvicultura, 14,0%. De acordo com o MAPBIOMAS (2024), o uso identificado como mosaico de usos são áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Assim, o percentual relativo à pastagem pode ser ainda maior.

A ocupação e uso do solo reflete bem a bacia hidrográfica do rio Doce, corroborando com Felipe et al (2016). O uso e a ocupação da bacia, de forma geral, estão muito ligados às atividades econômicas. A produção rural, segundo Soares (2016), na região geográfica imediata de Governador Valadares, onde se localiza a área de estudo, tem destaque a silvicultura e a pecuária de corte, marcada pela exploração não sustentável.

A figura 4 apresenta as APP da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras e seus usos e ocupações do solo.

A quantificação total e de cada uma delas, estão apresentadas nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

As APP da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras possuem 13,1 km² de extensão, o que representa, aproximadamente, 2,2 % da área total da bacia. Desta, segundo apresentado na tabela 2, 42,83 % se encontram preservadas, ou seja, são ocupadas por formações florestais. As pastagens, assim como em toda bacia, é o segundo maior uso, ocupando 29,56 % das APP.

Esse valor pode ser ainda maior, uma vez que a identificação do mosaico de usos não é possível distinguir entre pastagem e agricultura.

De acordo com a tabela 3, observa-se que a área ocupada pelas APP do curso d'água e nascente (APP – 1), possui 5,57 km², representando aproximadamente 42,5% das áreas totais de APP. Grande parte é usada como pastagem (37,8%), superando a área preservada, que corresponde a 34,8% da área total dessa APP.

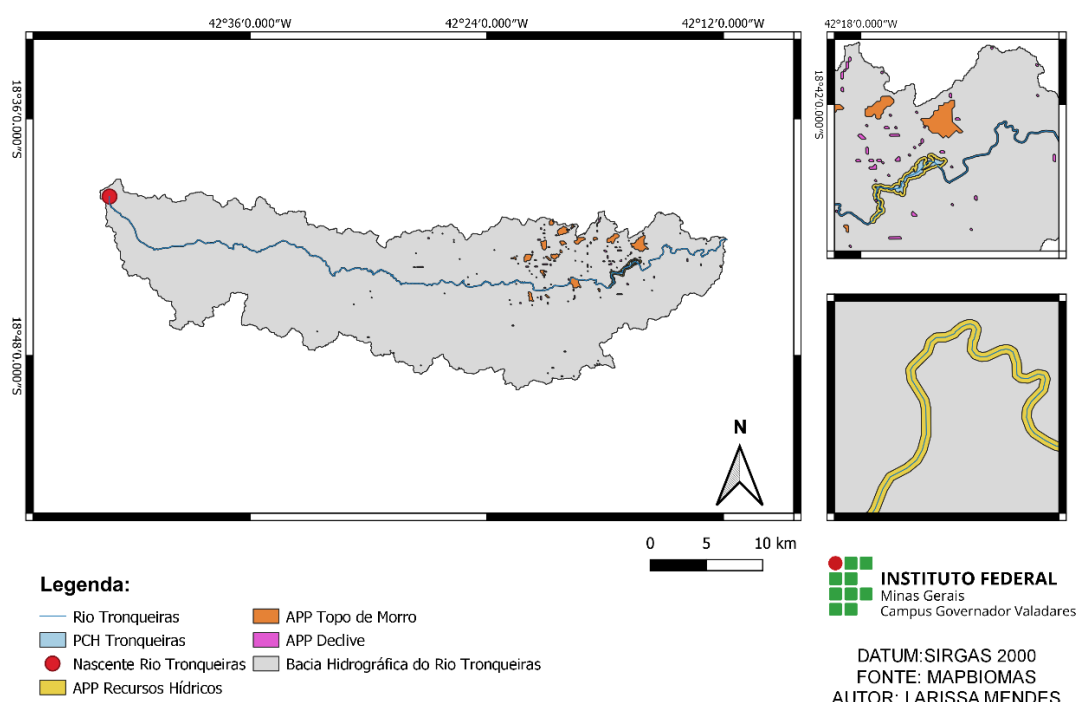


Figura 4 - Uso e ocupação do solo das APP da bacia hidrográfica do rio Tronqueiras (Fonte: MAPBIOMAS, 2024).

Tabela 2 – Quantificação do uso e ocupação do solo das APP Bacia Hidrográfica do Rio Tronqueiras.

App Total	Área (km²)	%
Formação Florestal	5,60	42,83
Silvicultura	0,50	3,81
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,03	0,21
Pastagem	3,87	29,56
Mosaico de Usos	2,06	15,72
Outras Áreas não vegetadas	0,01	0,10
Afloramento Rochoso	0,83	6,34
Cafeicultura	0,17	1,26
Outras Lavouras Perenes	0,02	0,17
Total	13,1	100,0

Tabela 3 – Quantificação do uso e ocupação do solo das APP - 1 Bacia Hidrográfica do Rio Tronqueiras.

APP - 1		
Uso e Ocupação	Área (km ²)	%
Formação Florestal	1,935	34,8
Silvicultura	0,420	7,5
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,028	0,5
Pastagem	2,104	37,8
Mosaico de Usos	1,060	19,0
Outras Áreas não Vegetadas	0,011	0,2
Outras Lavouras Perenes	0,009	0,2
Total	5,57	100,0

Tabela 4 – Quantificação do uso e ocupação do solo das APP - 2 Bacia Hidrográfica do Rio Tronqueiras.

APP - 2		
Uso e Ocupação	Área (km ²)	%
Formação Florestal	2,7	47,9
Silvicultura	0,1	1,3
Pastagem	1,4	25,1
Mosaico de Usos	0,8	14,4
Afloramento Rochoso	0,5	9,5
Cafeicultura	0,1	1,8
Outras Lavouras Perenes	0,0	0,1
Total	5,57	100,0

Tabela 5 – Quantificação do uso e ocupação do solo das APP - 3 Bacia Hidrográfica do Rio Tronqueiras.

APP - 3		
Uso e Ocupação	Área (km ²)	%
Formação Florestal	1,001	51,6
Silvicultura	0,008	0,4
Pastagem	0,362	18,7
Mosaico de Usos	0,196	10,1
Outras Áreas Não Vegetadas	0,002	0,1
Afloramento Rochoso	0,301	15,5
Cafeicultura	0,065	3,3
Outras Lavouras Perenes	0,006	0,3
Total	1,94	100,0

As APP ao longo de curso d'água garantem a estabilização das margens tendo assim, uma grande importância no controle da erosão do solo e da qualidade da água (Moreira et al., 2015). Já a APP nas áreas de nascentes, segundo Dias et al. (2022), ajuda a garantir a sua preservação e as vazões, principalmente nos períodos de estiagem.

Com base na tabela 4, observa-se que a categoria de APP topo de morro (APP – 2) apresentam área de 5,57 km² (aproximadamente 42,5% da APP total),

prevalecendo preservada em 47,9%, seguida das pastagens com 25,1% da área dessa APP. A preservação dessa área é imprescindível para a recarga freática e a sua manutenção, em vista que os processos erosivos são potencializados pelos altos níveis de declividade e supressão da vegetação (Moraes, 2022).

A APP – 3, que representa as áreas de encosta com declividade superior a 45°, compõe 15 %, aproximadamente, das áreas de APP da bacia. Estas têm funcionalidade semelhante à modalidade topo de

morros e a manutenção dos seus remanescentes florestais ao longo das encostas visa evitar a potencialização dos processos erosivos (De Moraes, 2022). Destas, é a APP com maior índice de preservação, com aproximadamente 51,6%.

De forma geral, quando comparados com o que exige o NCFB, pode-se observar que muitas áreas estão sendo utilizadas indevidamente, para pastagem e agricultura, sendo que deveriam ser áreas protegidas para a manutenção da biodiversidade e para a qualidade ambiental na bacia.

A utilização do solo de forma inadequada pode acarretar uma série de problemas ambientais, como mudanças climáticas, alterações no ciclo hidrológico e na perda de solo, afetando a estabilidade natural do ambiente. Desse modo, o uso e ocupação do solo e suas alterações ao longo do tempo e em relação ao espaço é de suma importância, uma vez que possibilita compreender as dinâmicas fisiográficas e ecológicas de uma região, auxiliando no planejamento (Duarte & Silva, 2019).

Os estudos de uso e ocupação do solo retratam as atividades humanas exercidas sob a terra, podendo ocasionar impacto ambiental sobre os elementos naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das APP, juntamente com a integração dos dados de uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Tronqueiras permitiram identificar os locais críticos que deveriam ser preservados, havendo conflito de uso e discordância com a legislação ambiental brasileira.

A metodologia adotada para delimitação das APP mostrou-se eficiente, produzindo de forma eficaz e rápida informações precisas sobre as suas dimensões e distribuição espacial na bacia hidrográfica do rio Tronqueiras, sendo essa uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões que contribui para o entendimento dos processos de uso e ocupação da terra.

A aplicação das técnicas de geoprocessamento possibilitou a delimitação das APP e o mapeamento dos diferentes usos e cobertura das terras para a região

Além disso, é um suporte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico (Santos, 2004). De acordo com Cornelli et al. (2016), o uso e ocupação dos solos podem afetar diretamente a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, em função da acelerada urbanização, supressão da vegetação nativa ou da agropecuária, sendo que os impactos ambientais negativos variam conforme o solo, nutrientes, contaminantes metálicos e transporte de sedimentos.

A ocupação desordenada gera impactos, tais como perda de biodiversidade, impermeabilização do solo, o que acarreta em um maior escoamento superficial e uma menor infiltração, e o risco de movimentos de massa quando essa ocupação se dá em áreas de relevo acentuado, sendo que, os impactos derivados desse uso e ocupação sobre áreas ambientalmente instáveis, tal como as APP, são os mais sérios e difíceis de serem revertidos (Pereira & Pereira, 2012).

Conforme citado anteriormente, de acordo com Felipe et al (2016) e mostrado nos resultados, a bacia hidrográfica do rio Tronqueiras, reflete de forma geral, as condições ambientais da bacia hidrográfica do rio Doce.

estudada, de maneira mais específica e completa, fornecendo subsídio para a recomendação, reestruturação e fiscalização da legalização dos diversos usos dos recursos naturais na região.

A importância de haver uma clara delimitação das APP encontra-se no fato dessas áreas constituírem locais de potencial risco natural e pelo uso e ocupação do solo nessas áreas causarem impactos não só localmente, mas afetarem toda a bacia hidrográfica e os recursos para abastecimento hídrico.

Conforme demonstrado nos resultados, as condições do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Tronqueiras são uma representação do que se observa na bacia hidrográfica do rio Doce. Assim, a sua preservação e recuperação deve focar os esforços em suas sub-bacias, pois estas refletirão em toda bacia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Governador Valadares por ceder o Laboratório de Ensino em Informática para execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, J.M.O.; DE OLIVEIRA CALADO, L.; DE SOUZA, W. M.; DO CARMO SOBRAL, M. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 7, n. 5, p. 859-870, dez. 2014. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.5.p859-870>
- BRASIL. **Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disp. em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: 23 de abr. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002**. Disp. em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18409 Acesso em: 23 de abr. 2024.
- CARVALHO NETO, L.M. Uso e ocupação do solo da área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 1, n. 2, p. 29-41, 2020. <https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/18/0>
- CBH-DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do**

- Rio Doce - PIRH DOCE.** 2010. Disp. em: <https://www.cbhdoce.org.br/pirh-parh-pap/pirh> Acesso em: 23 de abr. 2024.
- CORNELLI, R.; SCHNEIDER, V. E.; BORTOLIN, T.A.; CEMIN, G.; SANTOS, G.D. Análise da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de duas sub-bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul. **Scientia cum Industria**, v. 4, p. 1-14, 2016. <https://doi.org/10.18226/23185279.v4iss1p1>
- DIAS, C.A.; da COSTA, A.S.V.; GUEDES, G.R.; de MATOS UMBELINO, G.J.; de SOUZA, L.G.; ALVES, J.H.; SILVA, T.G.M. Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 21–35, 2018. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3952940>
- DIAS, J.S.; CARPANEZ, T.G.; SILVA, J.B.G.; DE AQUINO BRANCO, O.E. Caracterização do Estado de Conservação de Nascentes do Córrego da Pindaíba/MG. **Revista Internacional de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 60-78, 2022. <https://doi.org/10.12957/ric.2022.60442>
- DUARTE, M.L. & SILVA, T.A. Avaliação do desempenho de três algoritmos na classificação de usos do solo a partir de geotecnologias gratuitas. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 21, n. 1, p. 6-16, out. 2019. <https://doi.org/10.7867/1983-1501.2019v21n1p6-16>
- FELIPPE, M.F.; JUNIOR, A.P.M.; MENDES, L.C.; CARNEIRO, P.S.; GONTIJO, B.M. Conexões geo-históricas e contemporâneas entre ocupação territorial, degradação ambiental e rarefação hídrica na Bacia do Rio Doce. **Revista Geografias**, p. 203-222, 2016. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13474>
- FOCHI, D.A.T.; CORAZZA, R.; MESACASA, L.; MELO, N.G. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) no município de Passo Fundo, segundo o Novo Código Florestal (Lei 12.651-2012). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre - RS. **Anais... Porto Alegre: IBEAS**, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2022. 2023. Disp. em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/governador-valadares/panorama> Acesso em: 23 de abr. 2024.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**: 2017. Rio de Janeiro: IBGE - Coordenação de Geografia, 2017.
- IDE-SISEMA – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Base hidrográfica Minas Gerais. Belo Horizonte**: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2024. Dado em formato vetorial (shapefile). Disp. em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br> Acesso em: 23 de abr. 2024.
- MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas. **Coleção [8.0] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2024. Disp. em: <https://mapbiomas.org> Acesso em: 23 de abr. 2024
- MELLO, C.R de; SILVA, A.M. da; BESKOW, S. **Hidrologia de superfície: princípios e aplicações**. Lavras: Ed. UFLA, 2020.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). **Desastre ambiental em Mariana e recuperação do rio Doce**. 2016. Disp. em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/2879-desastre-ambiental-em-mariana-e-recuperacao-da-bacia-do-rio-doce> Acesso em: 23 de abr. 2024.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG). **Geografia – Regiões de Planejamento**. 2024. Disp. em: <https://www.mg.gov.br/pagina/geografia> Acesso em: 08 de mai. 2024
- MORAES, M.N.; DOS SANTOS, R. B.; DE FREITAS, S.S.; DE LIMA, W.S. Caracterização dos impactos ambientais em área de preservação permanente - APP, localizado no médio curso do rio Paraíba do Norte, município de Itabaiana – PB. **Acta Scientia**, v. 3, n. 1, 2022. <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/actascientia/article/view/509>
- MOREIRA, T.R.; SANTOS, A.R.D.; DALFI, R.L.; CAMPOS, R.F.D.; SANTOS, G.M.A.D.A.D.; EUGENIO, F.C. Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 141-152, 2015. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.019012>
- PEREIRA, L.E. & PEREIRA, J.G. Identificação e análise das áreas de vulnerabilidade ambiental da cidade de Corumbá (MS). **Revista Geografia**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 085-101, jan./abr. 2012. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2012v21n1p085>
- REIS, D.A.; SANTIAGO, A.D.F.; NASCIMENTO, L.P.D.; OILVEIRA, E.G.D.; MARQUES, L.D.S.; ROESER, H.M.P. Influência dos fatores ambientais e antrópicos nas águas superficiais no rio Matipó, afluente do rio Doce. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 14, e2, p. 1-15, 2017. <https://doi.org/10.21168/rega.v14e2>
- SANTOS, C.S.; MIRANDA, L.C.; BORDALO, C.A.L. Conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Igarapé-Açu/PA. **Revista Equador**, v. 8, n. 2, p. 30-46, 2019. <https://doi.org/10.26694/eqcuador.v8i2.9138>
- SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SILVA, J.C.C.; de LIMA, A.M.M.; de HOLANDA, B.S.; de ANDRADE MOREIRA, F. D. S.; da COSTA CAVALCANTE, J. Índice de sustentabilidade nas sedes municipais da bacia hidrográfica do rio Marapanim (Pará/Brasil). **Revista de gestão ambiental e sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. 1-24, e18300, 2021. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.18300>
- SILVA, J.L.G.; WEGNER, N.; OSMAN, Y.; ALVES, A.R. Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 12, 2017, Puerto Iguazú. **Anais...Puerto Iguazú; Luján: Editorial Universidad Nacional de Lujan**. 2017. p. 2161-2172.
- SOARES, W. Governador Valadares e Sertões do Leste: recortes temporais resultantes da tensão entre processos de ordem vasta e de ordem local. **Revista Geografias**, p. 138-150, 2016. <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13471>
- SOUZA, T.L.D. **SIG aplicado na área de conflito e uso do solo em APP, em função da hidrologia do Ribeirão da Água da Leopoldina Bauru (SP)**. São Paulo. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Bauru: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo. <http://hdl.handle.net/11449/193520>
- SOUZA, S.S. de & CAMBRAIA NETO, A.J. Diagnóstico do saneamento rural na microrregião de Governador Valadares – Minas Gerais. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 4, p. e023001, 2023. <https://doi.org/10.59824/rmrh.v4.260>

Submetido em 3 de julho de 2024

Aceito para publicação em 25 de agosto de 2024