

Delimitação de áreas de uso restrito segundo o novo Código Florestal brasileiro

Luciano Cavalcante de Jesus França¹
Anny Francielly Ataíde Gonçalves²
Tayllor Eduardo de Macêdo Silva³
Oswaldo Palma Lopes Sobrinho⁴
Gerson dos Santos Lisboa⁵
Fausto Weimar Acerbi Júnior⁶
Danielle Piuzana Mucida⁷

RESUMO

O novo Código Florestal brasileiro (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012) estabeleceu o conceito de Áreas de Uso Restrito (AUR), descritas como declives entre 25° e 45°, em que atividades agroambientais podem ser desenvolvidas. Dessa maneira, objetivou-se desenvolver uma metodologia para a delimitação de AUR em função da declividade, com um estudo de caso para o município de Capelinha, mesorregião do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. O mapeamento foi realizado com o suporte de ferramentas do geoprocessamento, por meio de modelos digitais de elevação (MDE). Após a geração do MDE hidrologicamente consistente (MDEHC), o método aplicado para a geração de AUR consistiu nas seguintes etapas: geração da declividade do terreno em formato *raster*; segregação de áreas com declividade entre 25° e 45°; reclassificação para novo *raster*; conversão para *shapefile*; eliminação de características com declividade <25° e >45°; e geração do mapa final e cálculo das AUR. Em virtude da facilidade de replicação, a metodologia pode ser fundamental no desenvolvimento de estratégias de ordenamento territorial e ambiental, uma vez que essas áreas exigem maior atenção quanto ao planejamento ambiental, devido a processos erosivos associados ao fator declividade. Assim, essa metodologia pode servir como mecanismo para gestão de áreas e fiscalização ambiental no âmbito municipal.

Termos para indexação: modelo digital de elevação, ordenamento territorial, sistema de informações geográficas.

Delimitation of areas with restricted use according to the new Brazil's Forest Code

¹ Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Monte Carmelo, MG. E-mail: luciano.franca@ufu.br

² Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. E-mail: annyfrancielly@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Florestal, discente na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Monte Carmelo, MG. E-mail: tayllor.silva@ufu.br

⁴ Engenheiro agrônomo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Codó, doutorando e mestre em Ciências Agrárias – Agronomia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde. Rio Verde, Goiás. E-mail: engenheirooswaldopalma@gmail.com.

⁵ Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor na Universidade Federal de Goiás (UFG), Faculdade de Ciência e Tecnologia, Goiânia, GO. E-mail: gersonlisboa@ufg.br

⁶ Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor no Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. E-mail: fausto@ufla.br

⁷ Geóloga, doutora em Geologia, professora Associada IV vinculada ao curso de Geografia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Faculdade Interdisciplinar em Humanidades, Diamantina, MG. E-mail: danielle.piuzana@ufvjm.edu.br

Ideias centrais

- Uma metodologia de delimitação de Áreas de Uso Restrito (AUR) foi proposta.
- A metodologia considera dados de Modelo Digital de Elevação (MDE) para o processamento.
- Os resultados podem apoiar tomadores de decisão quanto à aplicação das regras do Código Florestal Brasileiro.
- Um catálogo de recomendações é proposto para melhorar o uso e ocupação da terra nas AURs.
- Os resultados demonstraram que é possível delimitar AURs de maneira remota e direcionar melhores práticas de uso dos recursos naturais.

Recebido em
03/07/2023

Aprovado em
20/02/2024

Publicado em
19/04/2024



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

ABSTRACT

The new Brazil's Forest Code (Law n.º 12.651 of 25 May 2012) established the concept of areas with restricted use (AUR – acronym of the name of that concept in Portuguese), described as slopes between 25° and 45°, where agro-environmental activities can be developed. Thus, the objective of this study was to develop a methodology for delimiting AUR based on slope, with a case study for the municipality of Capelinha, in mesoregion of Vale do Jequitinhonha, state of Minas Gerais, Brazil. The mapping was carried out with the support of geoprocessing tools, using digital elevation models (DEM). After the hydrologically consistent DEM (HCDEM) was generated, the method applied for generating AUR was based on the following steps: generation of the terrain slope in raster format; segregation of areas with slopes between 25° and 45°; reclassification into a new raster; conversion to shapefile; elimination of features with slopes <25° and >45°; and generation of the final map and calculation of the AUR. Due to its ease of replication, the methodology can be fundamental in the development of territorial and environmental planning strategies, since these areas require greater attention in terms of environmental planning due to erosive processes associated with the slope factor. Thus, this methodology can work as a mechanism for managing areas and conducting environmental inspections at the municipal level.

Index terms: digital elevation model, land use planning, geographic information system.

INTRODUÇÃO

As áreas de proteção em ambientes naturais foram definidas com a criação do Código Florestal brasileiro, na década de 1930 (Decreto n.º 23.793, de 23 de janeiro de 1934) (Brasil, 1934). A normativa passou por revisão em 15 de setembro de 1965 (Lei n.º 4.771) (Brasil, 1965) e foi substancialmente revisada e renomeada em 2012 para Lei de Proteção de Vegetação Nativa (LPVN) (Brancalion et al., 2016). A LPVN exige que os proprietários rurais conservem uma porcentagem de suas terras com vegetação nativa (Oakleaf et al., 2017).

O Código Florestal define os princípios necessários na busca pela proteção e conservação do meio ambiente e formas de promover a garantia da qualidade de vida para a população. O Código Florestal, após ter sido sancionado pela Lei n.º 12.651 e alterado pela Lei n.º 12.727, de 17 de outubro de 2012, deu origem ao intitulado novo Código Florestal brasileiro (Brasil, 2012). A participação popular em debates sobre normatização e regularização do uso das terras e sua proteção foi um ganho da sociedade, uma vez que a elaboração dos códigos florestais de 1934 e 1965 não passou pelo crivo democrático popular (Alencar, 2016).

O novo Código Florestal brasileiro apresenta mudanças no que se refere às áreas de Reservas Legais (RL), Áreas de Preservação Permanente (APP) e limites a serem respeitados nesses locais. Além disso, foi atualizado quanto às regras e funções de nova terminologia, nomeadamente as Áreas de Uso Restrito (AUR), enquadrada como nova categoria entre as áreas sob alguma normativa de proteção ambiental. Em conjunto, as APP, RL e AUR compreendem frações de propriedades rurais que precisam ser reservadas à conservação da biodiversidade, dos recursos naturais e da vegetação natural.

As AUR correspondem a encostas que apresentam inclinação entre 25° e 45°. Nessas áreas, é permitido o desenvolvimento de algumas atividades, tais como o manejo florestal sustentável e atividades agrossilvipastoris, desde que respeitadas as práticas sustentáveis e que atendam às orientações técnicas dos órgãos ambientais e de pesquisa (Brasil, 2012). Ressalta-se que as AUR cuja vegetação foi suprimida até 22 de julho de 2008 são consideradas áreas consolidadas, sendo vedada a conversão de novas áreas destinadas às atividades citadas anteriormente, com exceção das hipóteses de utilidade pública e interesses sociais. Consideram-se ainda como AUR as zonas pantaneiras, áreas sujeitas a períodos de cheias e de vazante, modalidade considerada apenas no domínio do Pantanal.

Entretanto, em termos práticos, os artigos 10 e 11 (Capítulo III) da Lei n.º 12.651, de 2012, não apresentam elementos claros que garantam a utilização efetiva e as regras de uso da terra e de proteção das AUR, além de não estabelecerem informações necessárias e suficientes sobre suas funções e fins agrônômicos e ambientais. Além disso, outra limitação do uso de AUR consiste na dificuldade de identificar tais áreas em campo. Assim, técnicas desenvolvidas em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) e de geoprocessamento são eficazes nos processos de identificação, fiscalização e ordenamento ambiental dessas áreas em nível de propriedade rural. Tais ferramentas possibilitam a obtenção do inventário de dados geográficos, a avaliação das condições do ambiente em estudo e o entendimento de consequências causadas pela ocupação antrópica em ambientes naturais.

Até o momento, são escassos, na literatura, estudos sobre a aplicação de técnicas de geoprocessamento voltadas para delimitação de AUR e investigações científicas que cite ou discutam essa modalidade de uso da terra. Pesquisas já realizadas geralmente objetivam delimitar RL ou APP de topos de morro e nascentes, além de analisar conflitos de uso e cobertura da terra em diferentes tipos de APP (Domingues et al., 2015; Ferrari et al., 2015; Lousada et al., 2016; Campagnolo et al., 2017).

Tendo em vista essa carência de informações, este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma metodologia em SIG para delimitação de AUR em relação ao pleno cumprimento do novo Código Florestal brasileiro, tendo, como estudo de caso, o município de Capelinha, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Capelinha, localizado na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. O município possui uma área total de 965,9 km² (IBGE, 2022) e tem variação hipsométrica de 712 m a 1.200 m de altitude (Tolentino Junior, 2017) (Figura 1).

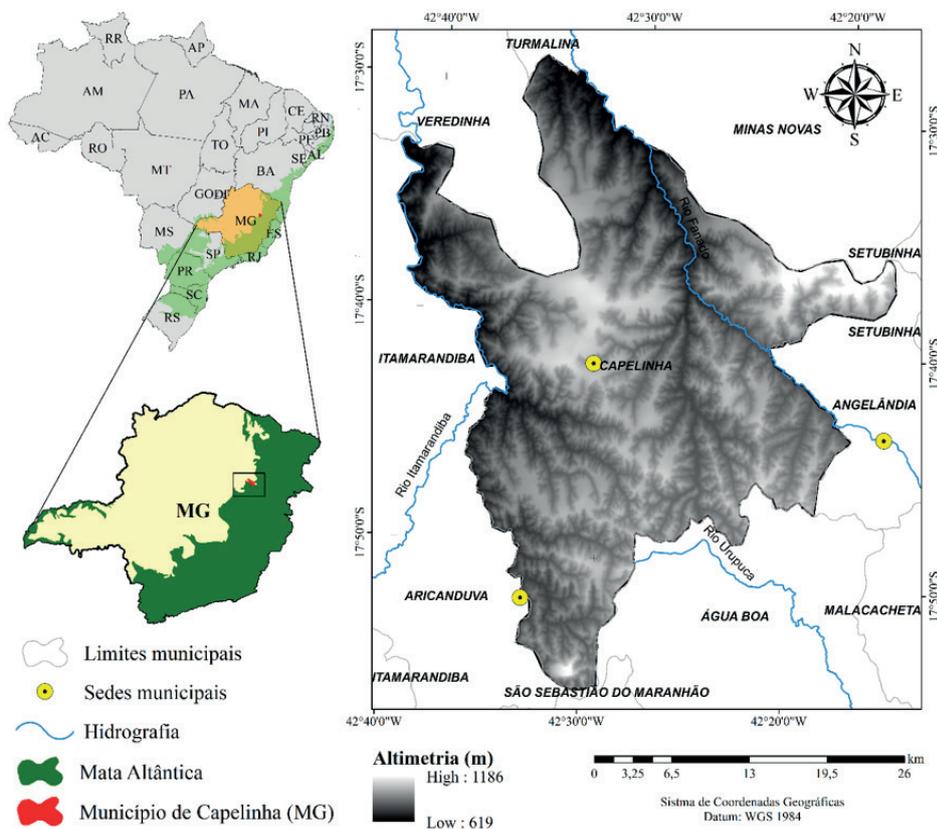


Figura 1. Localização geográfica do município de Capelinha, no estado de Minas Gerais, Brasil, com ilustração da configuração do relevo local.

Os domínios vegetacionais predominantes no município de Capelinha são o Cerrado e a Mata Atlântica (IBGE, 2017), e o clima é classificado como temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), pela classificação de Köppen (Alvares et al., 2013).

Foram utilizados modelos digitais de elevação (MDE), originários da missão de mapeamento do relevo terrestre Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 90 m, obtida na base pública de dados da Embrapa Territorial (Miranda, 2005). Neste estudo, todos os procedimentos foram realizados com auxílio do software ArcGIS 10.3.1TM (Esri, 2015). O processamento dos dados MDE/SRTM foi dividido em quatro etapas: I) geração de mosaico (Mosaic); II) recorte para a área estudo (Extract by Mask) a partir do polígono do município; III) preenchimento de depressões espúrias

(Fill Sinks); e IV) obtenção do MDE Hidrologicamente Consistente (MDEHC) (Symbology). Ressalta-se que um modelo digital deve representar o relevo de forma fidedigna e assegurar a convergência do escoamento superficial para a drenagem mapeada e ao longo dela, de forma que seja possível sua consistência hidrológica, sendo esses modelos conhecidos na literatura como MDEHC, que servem de base para quaisquer estudos de natureza hidrológica (Cardoso et al., 2016).

Com base no MDE, realizou-se a identificação e remoção das depressões espúrias, cujo preenchimento foi realizado pelo comando Fill, da pasta de ferramentas Hydrology, do software ArcGIS (Peluzio et al., 2010). A necessidade de correção dessas falhas é fundamental para a construção do MDEHC. As depressões são consideradas erros por padrão, pois consistem em morfologias raras no relevo real; entretanto, são comuns no interpolador devido aos erros sistêmicos do processo. Nos dados MDE/SRTM, a presença de irregularidades é natural no relevo, sendo mais frequente em áreas com inclinações maiores que 20°, devido ao sombreamento ocasionado pelo Radar (Luedeling et al., 2007). Para que seja possível a replicação da metodologia proposta, as principais etapas que contemplam as ferramentas e os comandos necessários para a delimitação das AUR no software ArcGIS 10.3.1TM são mostradas no fluxograma da Figura 2.

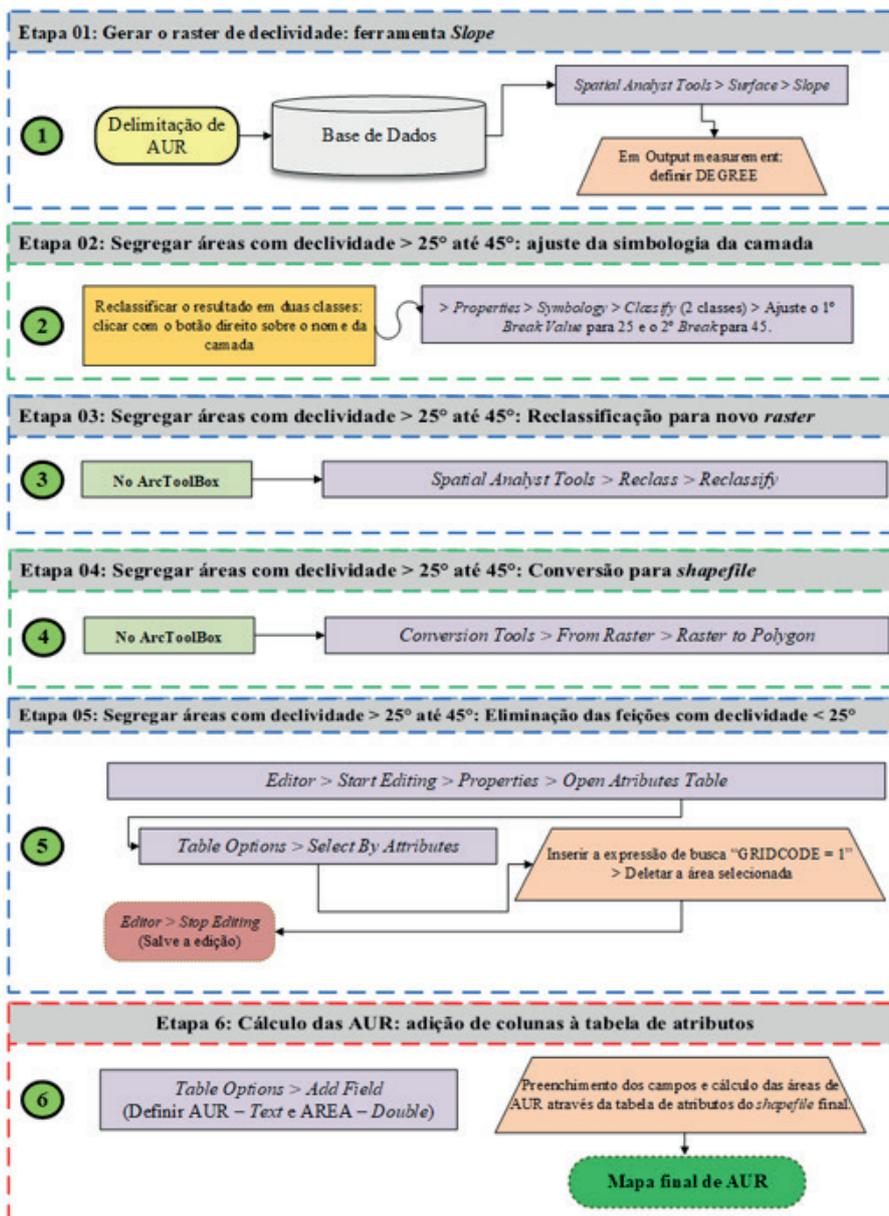


Figura 2. Etapas metodológicas para delimitação de AUR de encostas com declividade entre 25° e 45°.

Foi elaborado ainda um mapa de uso e ocupação da terra atual para a área de estudo, de modo a auxiliar na interpretação dos resultados e averiguar os conflitos de uso da terra sobre os limites das AUR. Utilizaram-se imagens RapidEye do ano de 2015 e classificação supervisionada por meio do classificador supervisionado denominado de Máxima Verossimilhança (MAXVER). As seis classes de cobertura foram definidas de acordo com o mapeamento de cobertura e uso do terreno do IBGE (2016): i) Pastagem Natural ou Artificial; ii) Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas; iii) Solo Exposto; iv) Cobertura Florestal Nativa; v) Silvicultura; e vi) Área Artificial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi gerado inicialmente o mapa de declividade do terreno, base para a geração do mapa final de AUR de Capelinha, Minas Gerais. A Figura 3 apresenta a distribuição das classes de declividade pelo território do município, e na Tabela 1 são apresentadas suas respectivas áreas, calculadas em km².

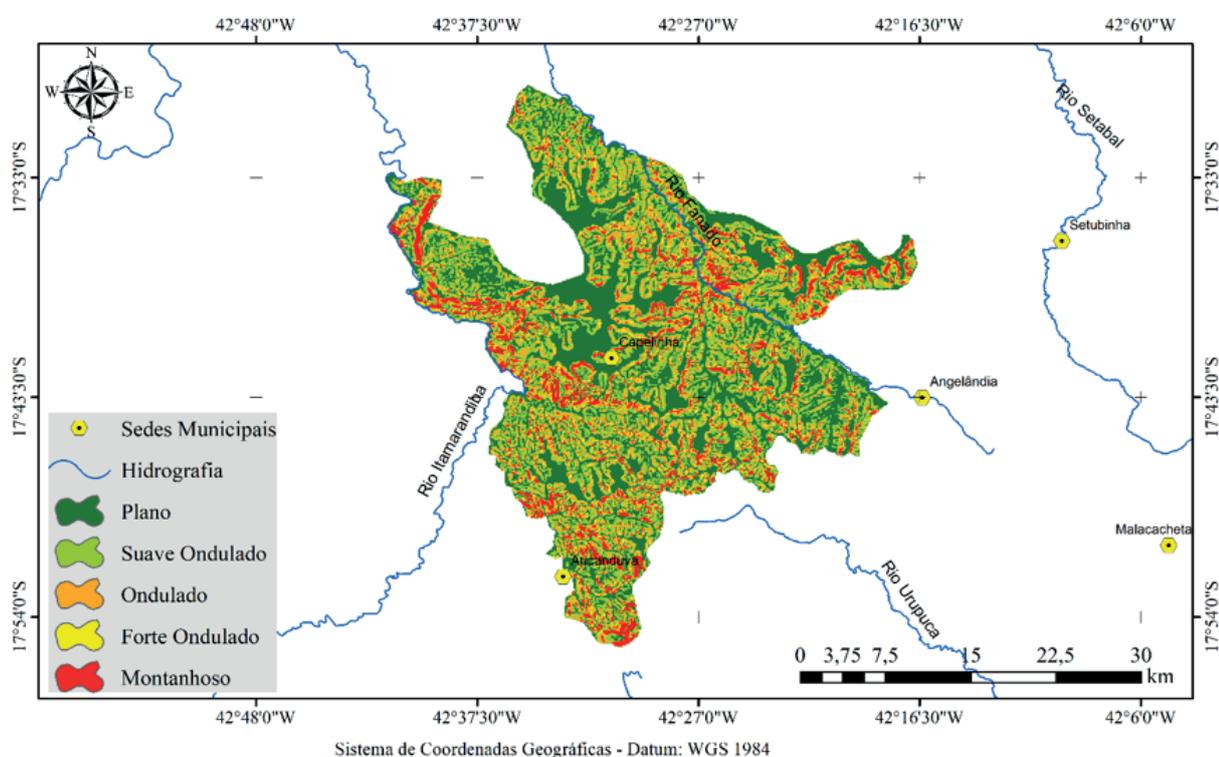


Figura 3. Mapa de declividade do terreno de Capelinha, Minas Gerais.

Tabela 1. Quantificação das classes de declividade no município de Capelinha, MG.

Classes	Declividade (graus) ⁽¹⁾	Área (km ²)
Plano	0-1,7	55,60
Suave Ondulado	1,7-4,57	1,41
Ondulado	4,57-11,30	5,46
Forte Ondulado	11,30-24,22	693,0
Montanhoso	24,22-33,82	209,25
Total (Σ)	---	964,74

⁽¹⁾Classes obtidas pelo método Natural Breaks (Jenks), em que as classes são baseadas em agrupamentos naturais que são inerentes aos dados, ou seja, as quebras de classe são criadas de forma a agrupar melhor os valores semelhantes e maximizar as diferenças entre classes.

É possível verificar a predominância de declives fortes e ondulados (693 km²) e áreas montanhosas (209 km²) (Tabela 1), distribuídos de forma heterogênea no terreno. Cabe destacar que, entre os fatores mais influentes que afetam a erosão do solo, encontra-se o gradiente de inclinação do terreno (Zhang et al., 2017). Classes declivosas a partir de 32,14% apresentam alta incidência de movimento de massa, uma vez que depósitos de colúvio são susceptíveis ao deslizamento (Lobato et al., 2016). Essa distribuição, influenciada por fatores geográficos e ambientais, caracteriza áreas que normalmente são inadequadas para atividades agrícolas e florestais, além de apresentarem processos geomorfológicos mais intensos, caracterizados por morfologia instável e susceptibilidade à erosão dos solos (Ramón Puebla et al., 2017). Por outro lado, ao longo dessas áreas, há elevada riqueza e biodiversidade de Mata Atlântica, evidenciando a importância do estado como detentor de alta biodiversidade e a necessidade de conservação. A adequação ambiental das AUR pode proporcionar um aumento na cobertura florestal, quando conciliada com práticas de uso e ocupação da terra (Silva et al., 2016).

De acordo com o novo Código Florestal, existe permissão para o desenvolvimento do manejo florestal sustentável e de práticas agrossilvipastoris nas AUR, além da manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento dessas atividades, devendo-se observar boas práticas agrícolas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social (Brasil, 2012).

Não foram observadas APP de encostas de morros com inclinação >45°, uma vez que o declive máximo encontrado foi 33,82°. Todavia, constatou-se significativa porcentagem de AUR: somadas as APP, aproximadamente 68,15 km², que correspondem a 7,05% da área total do município, que é de cerca de 965,9 km². Nesse contexto, o mapa final das AUR é apresentado na Figura 4, em que se observa que, nas regiões oeste, central e sul do município, encontram-se as maiores concentrações de AUR.

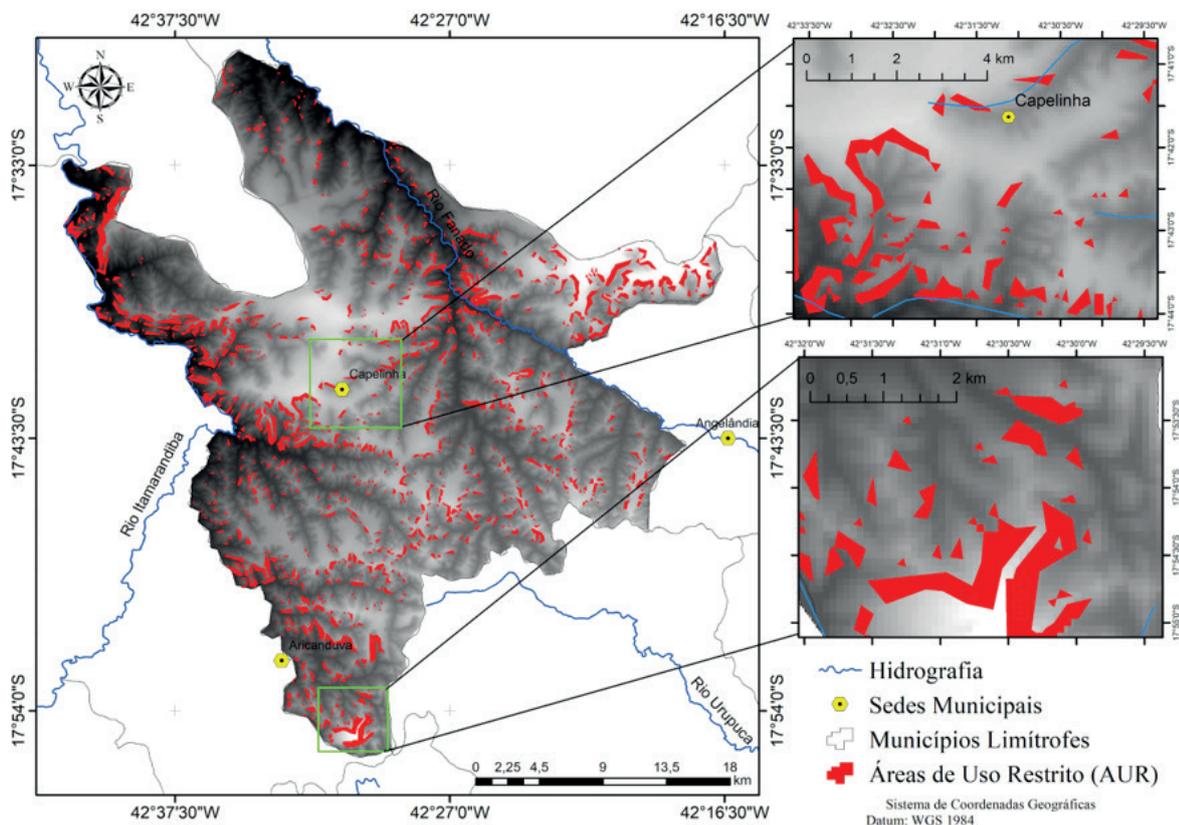


Figura 4. Mapa das Áreas de Uso Restrito (AUR) do município de Capelinha, MG sobre informação de altimetria do terreno.

Analisando-se o mapa final das AUR sobre a altimetria do terreno (Figura 4), percebe-se que tais áreas estão preponderantemente associadas aos sítios declivosos das bordaduras, entre os terrenos dos planaltos ou “chapadas” e as regiões de menor altimetria, relacionadas às drenagens. Estas últimas podem ser consideradas áreas importantes para comunidades rurais da região, dada a expansão comercial dos empreendimentos florestais sobre chapadas. Zhouri & Zucarelli (2010) citaram que as chapadas – aquelas de maior altimetria e planas – foram consideradas devolutas a partir da década de 1970 e que, desde então, têm sido utilizadas para reflorestamentos comerciais e exploração pelo setor privado. Esse uso, ao longo dos anos, favoreceu indiretamente a expropriação parcial de comunidades rurais da região.

A presença da vegetação em AUR contribui para a retenção de sedimentos, evitando o processo de erosão e assoreamento dos rios (Magalhães et al., 2012). Além disso, a presença de vegetação nessas áreas pode ainda contribuir para que haja o estabelecimento de conexões naturais entre fragmentos florestais, formando corredores ecológicos, o que é uma opção eficiente para que haja minimização dos prejuízos ocasionados pela fragmentação do habitat para fauna e flora local (Gonçalves et al., 2012).

Quanto ao uso e ocupação do terreno da área de estudo, os resultados apontam o domínio das classes Pastagem Natural ou Artificial e Mosaico de Vegetação Campestre/Agrícola, perfazendo um total de 618,9 km², correspondentes a 64,12% da área total (Figura 5). Existe uma grande pressão para o uso da terra para atividades agrícolas, que representam a principal atividade antrópica no Vale do Jequitinhonha (Alves et al., 2015). Esse padrão evidencia a importância do manejo sustentável para minimizar os impactos negativos sobre essas áreas.

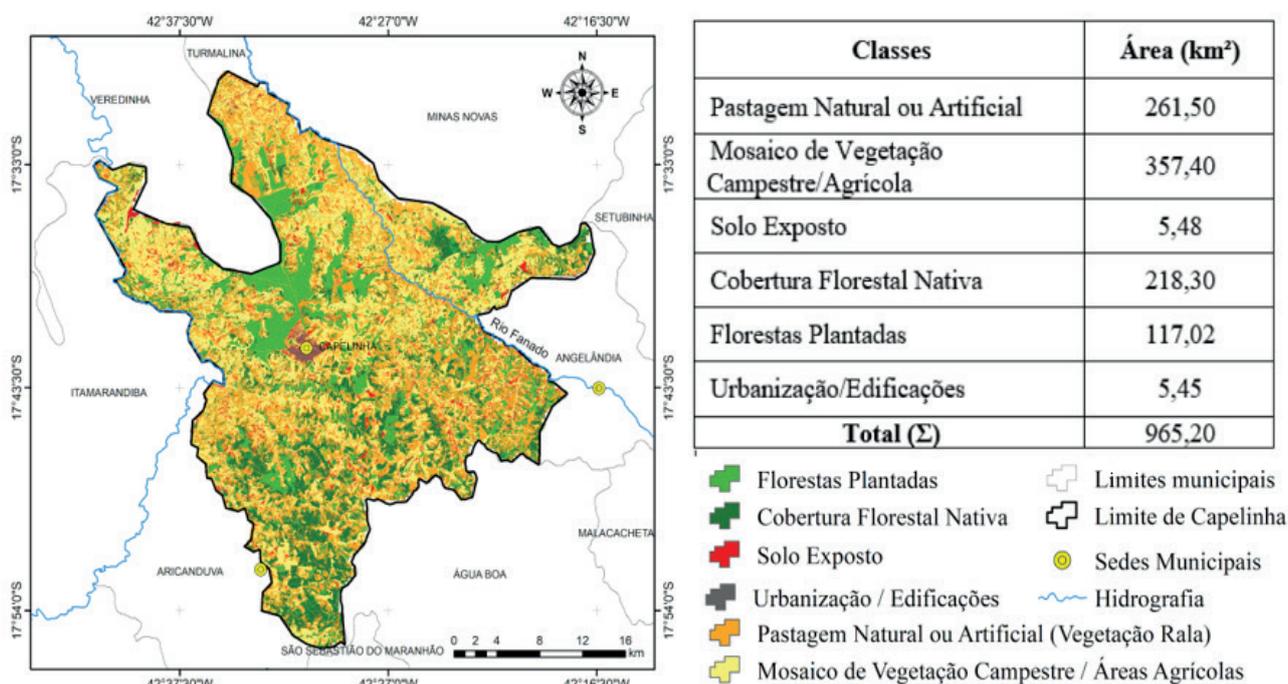


Figura 5. Quantificação das áreas por classe de uso e ocupação do terreno em 2015, para o município de Capelinha, Minas Gerais.

A Cobertura Florestal Nativa (218,3 km²) é disposta sobre o terreno de forma fragmentada, fato que pode estar associado à exploração desordenada e redução da vegetação a remanescentes isolados de Mata Atlântica, em diferentes estágios sucessionais. A percepção das AUR diante desse cenário demonstra a fragilidade do ecossistema, despertando preocupações e demonstrando a necessidade de estudos relacionados à manutenção da sustentabilidade nos remanescentes florestais (Santos et al., 2016; Schmidt et al., 2019).

Especificamente nas AUR, evidencia-se o predomínio das classes Mosaico de Vegetação Campestre/Agrícola (40,9 km²) e Pastagem Natural ou Artificial (13,01 km²) (Figura 6). As duas classes perfazem 77,76% do total de AUR no município. A Cobertura Florestal Nativa (7,1 km²) abarca apenas 10,4% de AUR e encontra-se caracteristicamente dispersa e fragmentada. Na Figura 7, são apresentados os valores de área, em km², calculados para cada classe de cobertura.

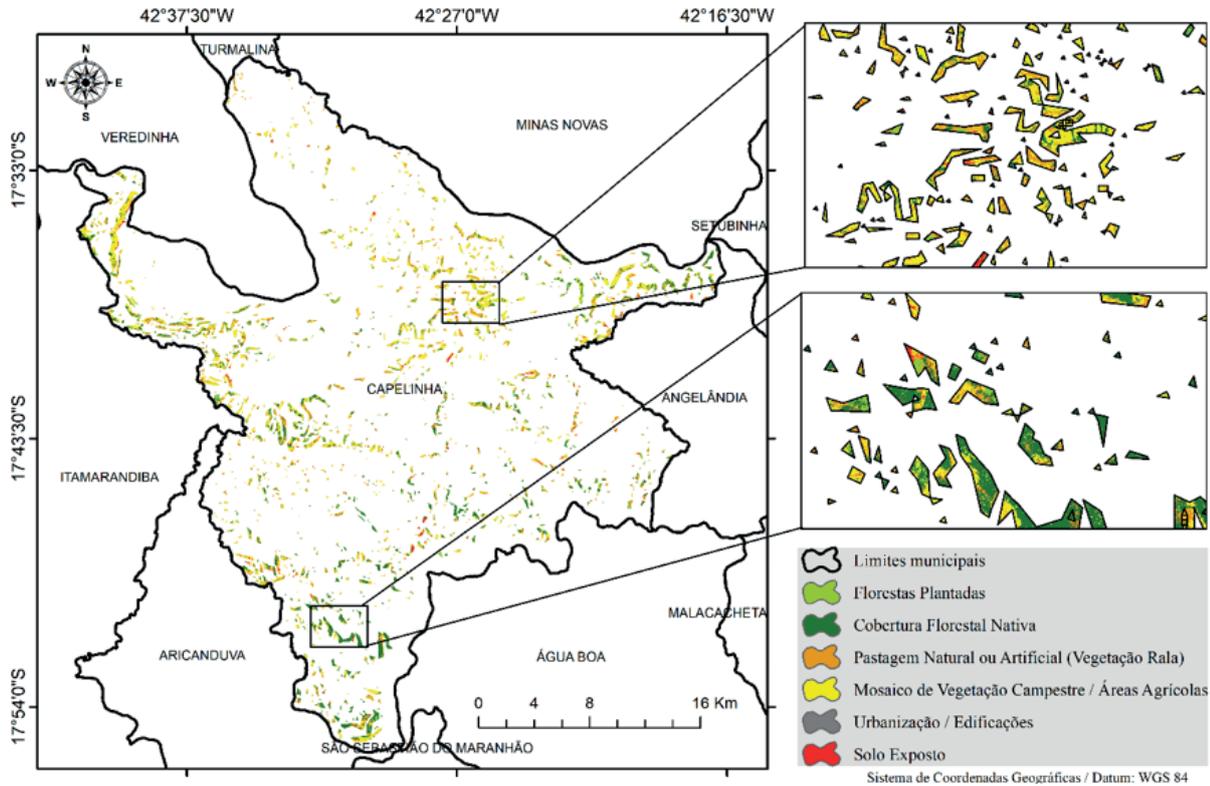


Figura 6. Classes de cobertura, uso e ocupação da terra sobre as áreas de uso restrito (AUR) no município de Capelinha, Minas Gerais.

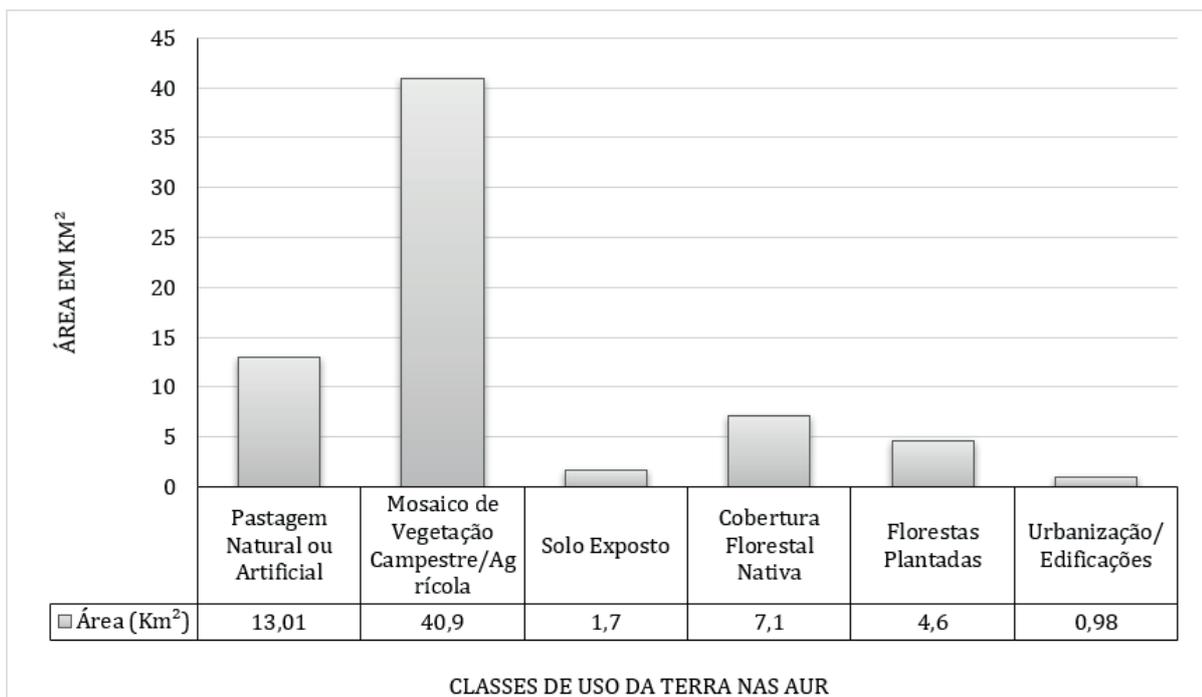


Figura 7. Áreas obtidas para as classes de cobertura e uso da terra nas AUR de Capelinha, MG.

Em decorrência das atividades antrópicas desenvolvidas no contexto do município de Capelinha, as AUR podem ser importantes regiões para o desenvolvimento sustentável dos pequenos proprietários rurais, com base em boas práticas agrícolas, implementação de planos de manejo florestal e demais atividades permitidas pelo novo Código Florestal brasileiro. Contudo, com as observações de campo, foram verificadas práticas de uso da terra passíveis de melhor aproveitamento, conforme observado na Figura 8, em que são apresentadas feições de uso e ocupação em AUR observadas in loco.

Descrição da paisagem	Padrão da paisagem em campo
(A) Área de Uso Restrito (AUR) com vegetação nativa e/ou em estágio de sucessão ecológica	
(B) Povoamento com cultura de café em AUR, com destaque para o manejo inadequado do solo, realizado no sentido paralelo ao do escoamento superficial da vertente	
(C) AUR com predominância de vegetação rasteira e forrageira destinada a pastagem de bovinos	
(D) Mosaico de sítios composto por pastagens, solo exposto, cultivo agrícola e uma porção de áreas degradadas sobre AUR	

Figura 8. Descrições das formas de uso em Áreas de Uso Restrito (AUR) constatadas em campo na região de Capelinha, MG. Fotos: Luciano Cavalcante de Jesus França

Em relação ao desenvolvimento de práticas agrossilviculturais, por exemplo, a introdução de espécies exóticas, florestais ou não, nos limites de AUR, requer atenção técnica, uma vez que a implantação dessas atividades apresenta riscos de invasões biológicas, pressão de habitats e exploração antrópica de forma direta. Por outro lado, esse tipo de atividade pode ser uma alternativa para conectar as áreas de vegetação nativa, formando corredores físicos na paisagem (Campagnolo et al., 2017) e fornecendo a possibilidade de geração de renda para agricultores locais.

Neste estudo, portanto, foram propostas algumas práticas de uso do solo em AUR. Entre elas, destacam-se o desenvolvimento das práticas agrossilvipastoris, a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), o manejo florestal sustentável madeireiro e não madeireiro e a produção melífera. Na Tabela 3, são apresentadas algumas potenciais recomendações. Entretanto, reforça-se que outros estudos mais aplicados, que considerem fatores técnicos, ambientais, agrônômicos e sociais, devem ser realizados para que possam dar embasamento técnico-científico para as propostas de uso aqui apresentadas.

Tabela 3. Recomendações de práticas agrícolas⁽¹⁾, manejo florestal⁽²⁾ e práticas agrossilvipastoris⁽³⁾ como potenciais formas de uso em Áreas de Uso Restrito (AUR).

Práticas agrícolas/agronômicas ⁽¹⁾	Descrições técnicas de uso
Plantios agrícolas em nível	Também designado plantio de contorno. Nesse tipo de prática, as linhas de plantio são feitas seguindo-se as curvas de nível do terreno, ou seja, em locais com a mesma altitude.
Cultivos de monoculturas	Cultivo de espécies perenes como café, cacau, eucaliptos, pinus, frutíferas, desde que manejadas com técnicas de conservação do solo e da água.
Pastagens	Alternativa não prioritária, em decorrência dos riscos de degradação envolvidos devido à declividade das AUR; entretanto, pode ser uma opção desde que com elevada atenção para o manejo sustentável de pastagens considerando-se técnicas de conservação de solo e água.
Manejo florestal ⁽²⁾	Descrições técnicas de uso
Extração seletiva de árvores	Esta prática consiste na extração seletiva de árvores com valor comercial; porém, os métodos de extração requerem suporte técnico para que atendam aos pressupostos do manejo florestal sustentável.
Extração de produtos florestais não madeireiros	Esta prática possui elevada importância social, econômica e ambiental, pois atua com prioridade em pequenas propriedades, de modo a preservar a biodiversidade das áreas florestais nativas.
Práticas para produção melífera	É uma importante atividade, uma vez que a implantação e manejo de apicultura tem baixo custo quando comparado ao de outras atividades agrícolas como a criação de bovinos, ovinos ou plantações. Para o desenvolvimento dessa prática, é importante atentar-se à aplicação das Boas Práticas Apícolas (BPA), instrumento de grande importância para manutenção da qualidade do mel.
Reflorestamento conservacionista	Pelo fato de as AUR serem ambiente declivosos, esta pode ser uma importante destinação dessas áreas, sobretudo para casos de áreas degradadas e com baixa capacidade produtiva, para as quais se recomenda que sejam destinadas para cobertura com vegetação nativa permanente.
Práticas agrossilvipastoris ⁽³⁾	Descrições técnicas de uso
Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)	É uma estratégia de produção que emprega os princípios da sustentabilidade, permitindo, portanto, a produção, numa mesma área, de grãos, frutas, carne, leite, fibras, energia e madeira.
Práticas silvipastoris	Sistema de produção que integra o componente pecuário com o florestal em consórcio.
Práticas silviagrícolas	Sistema de produção que integra o componente florestal e o agrícola por meio do consórcio entre espécies arbóreas e cultivos agrícolas (anuais ou perenes).

Obs.: As práticas aqui apresentadas estão fundamentadas em recomendações observadas em ⁽¹⁾Zakia & Pinto (2014), ⁽²⁾Oliveira et al. (2007), ⁽³⁾Sabbag & Nicodemo (2011), ⁽⁴⁾Sebrae (2009) e ⁽⁵⁾Canuto (2017).

Estudos similares, como os de Gripp Júnior et al. (2010), Campos & Matias (2012), Eugênio et al. (2017), Vanzetto et al. (2017) e Aguiar et al. (2018), verificaram que ações isoladas do poder público para a recuperação de AUR são insuficientes para reverter o quadro geral de degradação diante do cenário bastante comum em regiões agrícolas do Brasil. Quanto a isso, as informações

geradas pelo presente trabalho podem trazer uma contribuição efetiva para o mapeamento e aplicação da técnica, visando quantificar e evidenciar a importância da recuperação e preservação de AUR.

Sempre que novas metodologias de avaliação são propostas em níveis regionais, nomeadamente para grandes extensões territoriais, duas questões inevitáveis devem ser levadas em consideração: a eficiência e a replicabilidade. Assim, a metodologia aqui aplicada pode apresentar ganhos devido à sua capacidade de diminuição de custos e obtenção de resultados em períodos menores para grandes extensões territoriais.

Para maior acurácia dos resultados, alternativas de pesquisa com uso de dados provenientes de outros tipos de sensores ativos podem fornecer melhores resultados. Entre esses sensores, destaca-se o ALOS PALSAR, que apresenta resolução espacial de 12,5 m, sem custo para a sua aquisição. Em pesquisas florestais, dados provenientes do sensor LiDAR têm ganhado destaque (Rex et al., 2018), mas ainda apresenta a desvantagem vinculada ao elevado custo de imageamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda não há uma regra definida sobre a delimitação e, conseqüentemente, o uso das AUR, dificultando, aos órgãos responsáveis, legislar sobre as formas de uso dessas áreas. A metodologia e resultados aqui apresentados podem fornecer subsídios para o avanço de delimitações precisas e das discussões sobre o efetivo uso dessas áreas, bem como da sua forma de delimitação automatizada. Embora não exista nenhuma metodologia em SIG para delimitação das AUR, foi possível apresentar procedimentos exequíveis e replicação para outras regiões do território brasileiro.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes), Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. de S.; AMARO, V.E.; ARAÚJO, P.V. do N. Meio século de Código Florestal e implicações nas áreas de preservação permanente de um estuário hipersalino no semiárido brasileiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.41, p.191-210, 2018. DOI: https://doi.org/10.11137/2018_2_191_210.
- ALENCAR, G.V. de. **Novo Código Florestal Brasileiro**: ilustrado e de fácil entendimento. 2.ed. atual. e ampl. Vitória: Ed. do Autor, 2016. 409p.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ALVES, T.R.; CORDEIRO, S.A.; OLIVEIRA, M.L.R. de; LACERDA, K.W. de S.; MENDES, R.T. Influência do custo da terra na viabilidade econômica de plantios de eucalipto no Vale do Jequitinhonha-MG. **Reflexões Econômicas**, v.1, p.131-151, 2015.
- BRANCALION, P.H.S.; GARCIA, L.C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R.R.; PILAR, V.D.; LEWINSOHN, T.M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v.14, p.e1-e16, 2016. Supl.1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>.
- BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal que com este baixa. **Diário Oficial da União**, 9 fev. 1934. Seção1, p.2882. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm>. Acesso em: 21 mar. 2024.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Seção1, p.1-8. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em: 27 jun. 2023.

- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 16 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm#art2i>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G.L. da; MIOLA, A.C.; SILVA, R.L.L. da. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v.27, p.831-842, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828633>.
- CAMPOS, F.F. de.; MATIAS, L.F. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e sua situação de uso e ocupação no município de Paulínia (SP). **Geociências**, v.31, p.309-319, 2012.
- CANUTO, J.C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões**. Brasília: Embrapa, 2017. 216p.
- CARDOSO, F.A.C.; PAULA, D.L.P. de; MONTE MOR, R.C. de A.; MAIA, J.L.; VIEIRA, E.M. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente para a bacia do rio Doce: elaboração e análise. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, p.1978-1989, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1978-1989>.
- DOMINGUES, A.L.; LIPP-NISSINEN, K.H.; MIRANDA, L.S.; BURIOL, G.A. Delimitação da área de preservação permanente da Lagoa dos Gateados, na planície costeira do Rio Grande do Sul (RS), utilizando séries de imagens de satélite e dados hidrológicos históricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, p.776-792, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150031>.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS 10.3.1**. [S.l.], 2015.
- EUGÊNIO, F.C.; SANTOS, A.R. dos; FIEDLER, N.C.; RIBEIRO, G.A.; SILVA, A.G. da; SOARES, V.P.; GLERIANI, J.M. Mapeamento das áreas de preservação permanente do estado do Espírito Santo, Brasil. **Ciência Florestal**, v.27, p.897-906, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828639>.
- FERRARI, J.L.; SANTOS, A.R. dos; GARCIA, R.F.; AMARAL, A.A. do; PEREIRA, L.R. Análise de conflito de uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente do IFES – Campus de Alegre, Município de Alegre, Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v.22, p.307-321, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.042113>.
- GONÇALVES, A.B.; MARCATTI, G.E.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P.; MEIRANETO, J.A.A.; LEITE, H.G.; GLERIANI, J.M.; LANA, V.M. Mapeamento das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do Rio Camapuã/Brumado. **Revista Árvore**, v.36, p.759-766, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400017>.
- GRIPP JÚNIOR, J.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.Á.S.; SOUZA, A.L. de; GLERIANI, J.M. Aplicação da geotecnologia no estudo de cadastro técnico rural e no mapeamento de áreas de preservação permanente e reservas legais. **Revista Ceres**, v.57, p.459-468, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000400004>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em síntese**. [Rio de Janeiro], 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/capelinha/panorama>>. Acesso em: 21 maio 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Capelinha (MG): Panorama**. [Rio de Janeiro], 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/capelinha/panorama>>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mudanças na cobertura e uso da terra 2000-2010-2012-2014**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99649.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2019.
- LOBATO, R.B.; SILVA, L.F.C.F. da; VOLOTÃO, C.F. de S. Identificação de áreas suscetíveis ao processo de movimento de massa sem a visita de campo e obtida por análise multicritério. **Caderno de Estudos Geoambientais - CADEGEO**, v.7, p.30-44, 2016.
- LOUSADA, G.; COURA, P.H.F.; SOUSA, G.M. de; FERNANDES, M. do C. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente em superfície modelada. **Revista Brasileira de Cartografia**, n.68, p.1049-1062, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv68n5-44434>.
- LUEDELING, E.; SIEBERT, S.; BUERKERT, A. Filling the voids in the SRTM elevation model – A TIN-based delta surface approach. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v.62, p.283-294, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2007.05.004>.
- MAGALHÃES, I.A.L.; NERY, C.V.M.; ZANETTI, S.S.; PENA, F.E. da R.; AVELINO, R.C.; SANTOS, A.R. dos. Uso de geotecnologias para estimativa de perda de solo e identificação das áreas susceptíveis a erosão laminar na sub-bacia hidrográfica do Rio Vieira, município de Montes Claros, MG. **Cadernos de Geociências**, v.9, p.74-84, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/5917>>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- MIRANDA, E.E. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- OAKLEAF, J.R.; MATSUMOTO, M.; KENNEDY, C.M.; BAUMGARTEN, L.; MITEVA, D.; SOCHI, K.; KIESECKER, J. LegalGEO: conservation tool to guide the siting of legal reserves under the Brazilian Forest Code. **Applied Geography**, v.86, p.53-65, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.025>.
- OLIVEIRA, M.V.N. d'; ARAÚJO, H.J.B. de; CORREIA, M.F.; SILVA, M.P. da. **Manejo florestal sustentável na pequena propriedade**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 32p. (Embrapa Acre. Documentos, 106).
- PELUZIO, T.M. de O.; SANTOS, A.R. dos; FIEDLER, N.C. (Org.). **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ARCGIS 9.3**. Alegre: Caufes, 2010. 58p. Disponível em: <https://www.mundogeomatica.com/livros/livromapeamentoappsarcgis93/livro_mapeamento_apps_arcgis93.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.

- RAMÓN PUEBLA, A.; MARTÍNEZ QUINTANA, L.; SUÁREZ GARCÍA, C.; SALINAS CHÁVEZ, E. La determinación de potencialidades agropecuarias y silvícolas en zonas de montaña: municipio Tercer Frente, Cuba. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v.26, p.65-75, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v26n1.52754>.
- REX, F.E.; CORTE, A.P.D.; MACHADO, S.A.; SANQUETTA, C.R. Identificação e extração de copas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze a partir de dados LiDAR. **Advances in Forestry Science**, v.5, p.319-323, 2018.
- SABBAG, O.J.; NICODEMO, D. Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.94-101, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i1.10414>.
- SANTOS, A.R. dos; CHIMALLI, T.; PELUZIO, J.B.E.; SILVA, A.G. da; SANTOS, G.M.A.D.A. dos; LORENZON, A.S.; TEIXEIRA, T.R.; CASTRO, N.L.M de; RIBEIRO, C.A.A.S. Influence of relief on permanent preservation areas. **Science of the Total Environment**, v.541, p.1296-1302, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.026>.
- SCHMIDT, I.B.; FERREIRA, M.C.; SAMPAIO, A.B.; WALTER, B.M.T.; VIEIRA, D.L.M.; HOLL, K.D. Tailoring restoration interventions to the grassland-savanna-forest complex in central Brazil. **Restoration Ecology**, v.27, p.942-948, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12981>.
- SEBRAE. **Manual de segurança e qualidade para apicultura**. Brasília: Sebrae/NA, 2009. 48p. (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos). Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/apicultura/files/2010/05/manual_de_seguranca_apis.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- SILVA, K.G. da; FERRARI, J.L.; BELAN, L.L. Adequação ambiental de uma microbacia hidrográfica com base no código florestal brasileiro. **Revista Ciências Agrárias**, v.59, p.87-92, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.2023>.
- TOLENTINO JUNIOR, E.L. **Mineralogia, causas de cor e gênese da titanita do Município de Capelinha (Minas Gerais)**. 2017. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/pqyzM>>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- VANZETTO, G.V.; QUADROS, F.R. de; ROVANI, I.L.; DECIAN, V.S. Cadastro ambiental rural e avaliação comparativa entre o antigo e atual código florestal federal em um imóvel. **Ciência e Natura**, v.39, p.259-271, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X22711>.
- ZAKIA, M.J.; PINTO, L.F. **Guia para aplicação da nova lei florestal em imóveis rurais**. Piracicaba: Imaflora, 2014. 36p. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/manuais/guia_aplicacao_nova_lei_florestal_2a_edicao.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.
- ZHANG, H.; YAO, Z.; YANG, Q.; LI, S.; BAARTMAN, J.E.M.; GAI, L.; YAO, M.; YANG, X.; RITSEMA, C.J.; GEISSEN, V. An integrated algorithm to evaluate flow direction and flow accumulation in flat regions of hydrologically corrected DEMs. **Catena**, v.151, p.174-181, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.12.009>.
- ZHOURI, A.; ZUCARELLI, M.C. Visões da resistência: conflitos ambientais no Vale do Jequitinhonha. In: SOUZA, J.V.A. de; HENRIQUES, M.S. (Org.). **Vale do Jequitinhonha: formação histórica, populações e movimentos**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2010. p.209-223.
-