

ANÁLISE ESPACIAL DA VEGETAÇÃO NATIVA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RESERVA LEGAL E SUAS IMPLICAÇÕES LEGAIS, NA BACIA DO RIO BURANHÉM, NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E BAHIA

Samuel Dias Santos

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Eunápolis, BA, Brasil
samudias30@gmail.com

Allívia Rouse Carregosa Rabbani

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, BA, Brasil
alliviarouse@hotmail.com

Leonardo Thompson da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Porto Seguro, BA, Brasil
leonardothompson@gmail.com

Maria Otávia Silva Crepaldi

Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
mariaotavia@gmail.com

RESUMO

A legislação ambiental brasileira estabelece restrições de uso em determinadas áreas nos imóveis rurais, no intuito de proteger espaços relevantes para a conservação das espécies e dos recursos naturais. Neste aspecto, o geoprocessamento vem se tornando uma ferramenta essencial no monitoramento e fiscalização em áreas cuja vegetação nativa deve ser mantida. O objetivo deste estudo consistiu em identificar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL) situadas na bacia do rio Buranhém, nos estados de Minas Gerais e Bahia, e verificar se estas áreas atendem ao previsto na legislação brasileira ou se há conflitos de uso da terra. Para o mapeamento da vegetação e das classes de APPs foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, o modelo digital de elevação (MDE) do ALOS PALSAR, e o programa gratuito QGIS. Foi constatado que em 74,7% das APPs e 41,8% das áreas de Reserva Legal não possuem cobertura vegetal predominantemente nativa, o que caracteriza um conflito legal de uso dessas áreas. Portanto, para que as propriedades rurais se regularizem é necessário a recuperação destas áreas que não estão em conformidade com a legislação vigente.

Palavras-chave: Legislação ambiental. Geoprocessamento. Sentinel-2. MDE ALOS PALSAR. QGIS.

SPATIAL ANALYSIS OF NATIVE VEGETATION IN PERMANENT PRESERVATION AND LEGAL RESERVE AREAS AND THEIR LEGAL IMPLICATIONS, IN THE BURANHÉM RIVER BASIN, IN THE MINAS GERAIS AND BAHIA STATES

ABSTRACT

The Brazilian environmental legislation establishes restrictions of use in some areas in rural properties, to protect relevant spaces for the conservation of species and natural resources. In this respect, geoprocessing has become an essential tool in the monitoring and inspection of areas whose native vegetation must be maintained. The objective of this study was to identify the Permanent Preservation Areas (PPAs) and Legal Reserve (LR) located in the Buranhém River watershed, in the states of Minas Gerais and Bahia, and to verify if these areas meet the requirements of Brazilian law or if there are conflicts in land use. For the mapping of vegetation and APP classes, images from the Sentinel-2 satellite, the digital elevation model (DEM) from ALOS PALSAR, and the free program QGIS were used. It was found that in 74.7% of the PPAs and 41.8% of the Legal Reserve areas do not have predominantly native vegetation, what characterizes a legal conflict of use of these areas. Therefore, for rural properties to be regularized, it is necessary to recover these areas that are not in compliance with current legislation.

Keywords: Environmental legislation. Geoprocessing. Sentinel-2. DEM ALOS PALSAR. QGIS.

INTRODUÇÃO

As áreas de preservação permanente (APPs) são definidas conforme o inciso II, do artigo 3º, da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, como sendo a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012a). O § 1º, do artigo 7º dessa lei estabelece ainda que a vegetação situada em APP deverá ser mantida pelo proprietário da área, o qual é obrigado a recompô-la caso tenha sido suprimida, exceto nos usos autorizados.

A função ambiental das APPs não é apenas preservar a vegetação nativa, é muito mais abrangente e inclui resguardar espaços relevantes para a conservação da qualidade ambiental e assim assegurar o bem-estar das populações humanas, atendendo ao direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como preconiza o artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988; SCHAFFER et al., 2011; VIEIRA; GONÇALVES; BOEING, 2014).

A caracterização das APPs encontra-se estabelecida principalmente no artigo 4º da Lei 12.651/2012, e a sua localização varia conforme as suas características hidrográficas (margens de rios e nascentes), ecossistêmicas (manguezal, restinga) e topográficas (topo de morros, encostas com declividade acima de 45º). Estas foram as categorias de APPs abordadas neste estudo, por serem aquelas que ocorrem na região analisada.

A vegetação situada nas APPs evita o assoreamento dos cursos d’água e o agravamento das enchentes; impede os deslizamento de terras em áreas de risco, contribuindo para a garantia da segurança das populações residentes; permite interligar espaços territoriais especialmente protegidos e fragmentos florestais, possibilitando o fluxo gênico das espécies; atenua também os efeitos da erosão do solo em áreas declivosas e montanhosas, salvaguardando a fertilidade dos solos, a qualidade da água, diminuindo os prejuízos ambientais e financeiros das propriedades rurais e comunidades urbanas (SCHAFFER et al., 2011; FRANÇA et al., 2016; 2018).

A Reserva Legal (RL) também é caracterizada na Lei 12.651/2012 como a área da propriedade rural com restrições de uso da terra, no intuito assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e promover a conservação da biodiversidade (BRASIL, 2012a). Além disso, a mesma lei estabelece que todo imóvel rural deve manter a cobertura vegetal nativa com percentuais mínimos que variam conforme a região e o bioma, sendo de 20% no domínio da Mata Atlântica (BRASIL, 2012a).

As RLs devem ser registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a legislação proíbe que sua vegetação seja retirada para uso alternativo do solo, admitindo apenas a exploração seletiva e sustentável de seus recursos (madeira, folhas, frutos, sementes e outros). Caso o imóvel não possua o percentual de vegetação nativa que a lei exige (artigos 17, § 4º e 66), a situação da RL pode ser regularizada adotando a recomposição, compensação ou permitir a regeneração natural da sua vegetação (BRASIL, 2012).

A legislação ambiental brasileira confere, portanto, maiores restrições de uso às APPs, dado o caráter de preservação dessas áreas, do que o regime de conservação atribuído para as RLs, as quais preveem a possibilidade de uso dos elementos naturais que possuem (GASS et al., 2016). Nesse sentido, o conceito de preservação ambiental admite apenas o uso indireto dos benefícios dos recursos naturais, visando sua proteção a longo prazo; enquanto que o conceito de conservação se refere ao uso sustentável dos recursos, mantendo a sua capacidade natural de recuperação (BRASIL, 2000; COSTA, 2007; GASS et al., 2016).

A vegetação nativa das APPs e RLs possui grande relevância, pois gera importantes serviços ecossistêmicos, o que inclui a provisão de alimentos e água, regulação climática e biológica, proteção do solo, dentre outros, sendo que a destruição da floresta resulta em impactos adversos sobre a produtividade agrícola e o bem-estar humano, uma vez que esses serviços essenciais deixam de ser gratuitamente fornecidos (ANDRADE e ROMEIRO, 2009).

Apesar da evidente importância ambiental dessas áreas e das suas restrições de uso estabelecidas principalmente pela Lei 4.771/65, que instituiu o novo Código Florestal (BRASIL, 1965), atualmente revogado pela Lei 12.651/12, o poder público não conseguiu impedir que a vegetação nativa, principalmente no domínio da Mata Atlântica, fosse praticamente dizimada pelas atividades madeireiras e agropecuárias (WARREN, 1996).

A existência de áreas desmatadas nas APPs e RLs caracterizam, portanto, o conflito de uso da terra, em função do descumprimento da legislação ambiental (SOARES et al., 2011).

A recuperação da vegetação nativa suprimida irregularmente nesses espaços se faz necessária, não apenas para que as propriedades rurais solucionem o conflito legal existente, mas, principalmente por propiciar a restauração de processos ecológicos imprescindíveis à manutenção da vida, contribuindo, inclusive para o sequestro de carbono e a diminuição do isolamento dos fragmentos florestais que podem provocar efeitos negativos sinérgicos (PIRES-LUIZ e STEINKE, 2019).

No que diz respeito à proteção dos últimos remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica, é importante a geração de informações que contribuam para o monitoramento e fiscalização dessas áreas, fazendo com que sejam de fato resguardadas como a lei determina, ainda que isto seja uma tarefa complexa, com grande demanda de conhecimento técnico, de volume de dados e de ferramentas, como o geoprocessamento (HOTT et al., 2005; LUPPI et al., 2015; GUIMARÃES e GUIMARÃES, 2016).

Nesse sentido, o geoprocessamento surge como alternativa viável para os estudos de monitoramento da mudança no uso da terra e da cobertura vegetal. Assim, estudos ambientais baseados em metodologias que consideram como ferramenta auxiliar o uso de geotecnologias, permite a manipulação e o aparelhamento de grande volume de informações espaciais e tabulares, possibilitando, inclusive, a obtenção de novos elementos interpretativos a partir de modelos (ROSA, 2005; MARTINS e RODRIGUES, 2012; SANTOS et al., 2015). Dessa forma, análises em imagens de satélites e outros sensores remotos podem gerar mapas temáticos de classes de usos da terra, dentre outros, que podem apontar, por exemplo, a existência de decréscimo florestal ou de ocupação irregular de uma área em estudo.

É com base em estas peculiaridades ambientais e restrições legais referentes às APPs e RLs, somadas às crescentes pressões antrópicas sobre essas áreas, muitas das quais concentram o pouco que restou da Mata Atlântica, que se justifica a necessidade de investigar se a legislação correlata está de fato sendo cumprida, em especial na bacia hidrográfica do rio Buranhém, situada entre os estados de Minas Gerais e Bahia, uma vez que a maior parte dessa bacia integra o Território de Identidade da Costa do Descobrimento, onde ainda há significativos remanescentes florestais da Mata Atlântica e carece de informações.

Portanto, o objetivo deste estudo consistiu em identificar e mapear as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal situadas na bacia hidrográfica do rio Buranhém e verificar se estas áreas encontram-se devidamente cobertas por vegetação nativa, em conformidade com a legislação vigente, ou se estas encontram-se degradadas, havendo conflitos legais de uso da terra.

METODOLOGIA

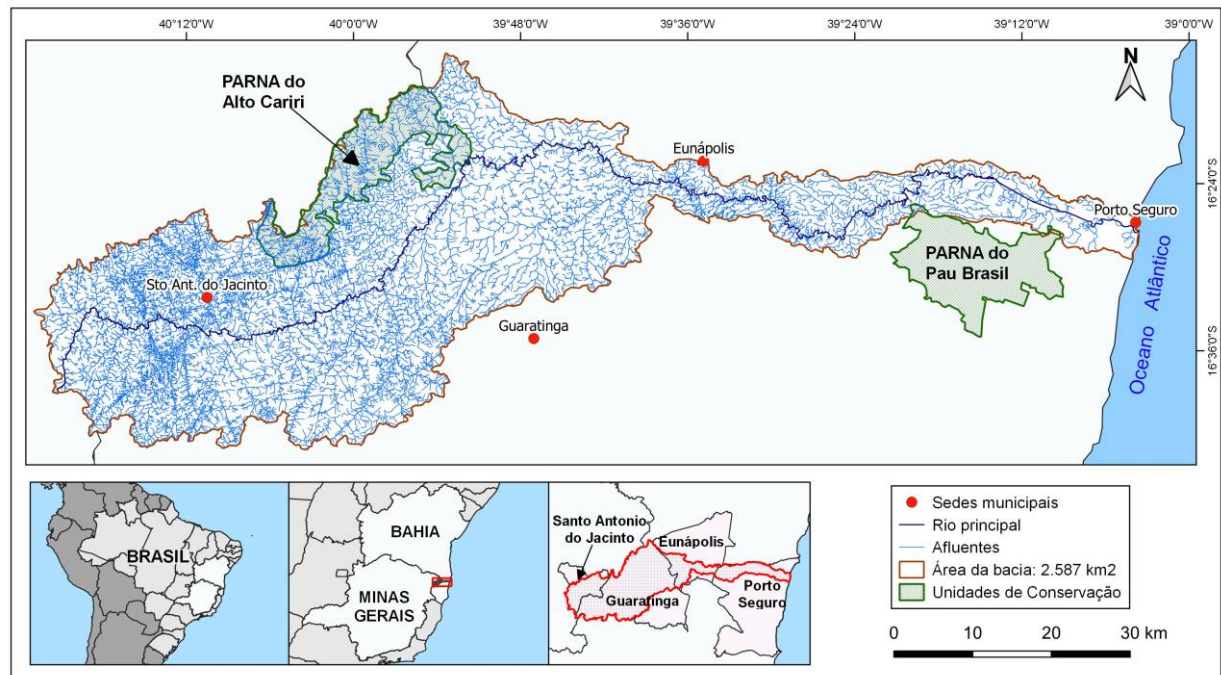
A área de recorte deste estudo abrange a bacia hidrográfica do rio Buranhém, o qual nasce no município de Santo Antônio do Jacinto, em Minas Gerais, passando pelos municípios baianos de Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro, onde deságua no Oceano Atlântico (Figura 1).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008; 2012), a bacia do Buranhém está inserida no domínio da Mata Atlântica, englobando as tipologias da Floresta Ombrófila Densa, com árvores de grande e médio portes; a Floresta Estacional Semidecidual, na parte oeste da bacia, com 20 a 50% de árvores caducifólias; e as Formações Pioneiras, que abrangem complexos vegetacionais situados em terrenos relacionados aos processos de acumulação fluviomarinha e englobam a vegetação de restinga, os manguezais e as comunidades ribeirinhas aluviais.

Para elaborar os mapas foi utilizado o QGIS, versão Madeira LTR 3.4 (QGIS, 2019), que consiste em um *software* de sistema de informações geográficas (SIG) com licença livre. Foi ainda utilizado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000, 2019) e a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 24S).

Este estudo também procurou realizar uma descrição mais detalhada da metodologia de delimitação das APPs no QGIS, de maneira que facilitasse a sua replicação em outras bacias hidrográficas.

Figura 1 - Bacia do rio Buranhém: Mapa de localização, 2020



Fonte: IBGE (2016); ICMBIO (s.d.); elaborado pelos autores (2020).

Para realizar a delimitação das APPs situadas nas faixas marginais dos cursos d'água e nascentes foi efetuada a vetorização manual da rede de drenagem da bacia do Buranhém, onde cada curso d'água foi traçado como vetor de linha sobre o seu leito ou canal de drenagem visível nos mosaicos de imagens de alta resolução espacial disponíveis para a área desta pesquisa nos acervos do *Google Earth*, na opção *Google.cn Satellite*, com resolução igual ou menor que 1 m (VIGNESHWARAN e KUMAR, 2018) e do *Bing Satellite*, com resolução de 1 m (VIEIRA, 2019), ambos acessíveis pelo *plugin QuickMapServices 0.19.10.1* (NEXTGIS, 2019), que consiste em um complemento que permite carregar no QGIS camadas *web* de mapas e imagens *online* de outros aplicativos externos como *Google Maps*, *Google Earth*, *Bing Maps*, dentre outros (TURÍBIO et al., 2019), sem a necessidade de realizar o *download* dessas imagens.

Para mapear as nascentes foi utilizada a ferramenta *Extrair vértices específicos*, colocando o arquivo vetorial da rede de drenagem como camada de entrada e atribuindo o valor 0 (zero) no campo *Índices vértice*, para que o vetor em forma de ponto fosse colocado no início de cada linha correspondente à localização da nascente, onde o curso d'água se origina.

A partir da vetorização dos cursos d'água e das nascentes, as suas áreas marginais foram mapeadas utilizando a ferramenta *Buffer*, sendo que a largura de cada faixa marginal considerada como APP foi determinada conforme o artigo 4º, inciso I, da Lei 12.651/2012, medida a partir da borda da calha do leito regular, em largura mínima de: 30 m para os cursos d'água com menos de 10 m de largura; 50 m para os rios de 10 m a 50 m de largura; 100 m para aqueles entre 50 m a 200 m de largura; e 200 m para os que tenham de 200 m a 600 m de largura (BRASIL, 2012a).

Como apenas o rio principal e alguns afluentes situados próximos ao estuário possuem largura superior a 10 m, estes cursos d'água foram segmentados na medida em que a largura do seu leito atingia a medida estabelecida para cada faixa de APP.

Com relação às nascentes dos rios, essa mesma lei, no seu artigo 4º, inciso IV, considera como APP as áreas situadas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50 m (BRASIL, 2012). Dessa forma, na camada de entrada da ferramenta *Buffer* foi utilizado o arquivo contendo as nascentes vetorizadas e ajustada a distância da sua faixa marginal para 50 m.

Em seguida foi realizada a união e fusão das classes com as diferentes faixas de APP, em uma única classe (APPs - Hidrografia), utilizando as ferramentas *União* e *Dissolver* disponibilizadas no software.

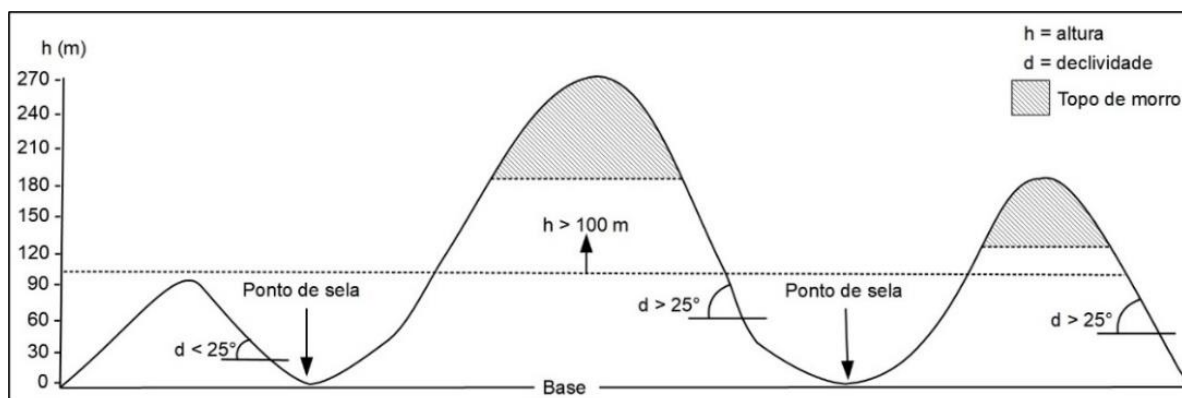
No tocante às áreas declivosas, o artigo 4º, inciso V, da Lei 12.651/2012, considera como APP as áreas situadas nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive (BRASIL, 2012a). Neste sentido, as áreas acima de 45° de inclinação foram delimitadas a partir do modelo digital de elevação (MDE) ALOS PALSAR, cujo satélite e sensor foram desenvolvidos pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) e pode ser obtido já corrigido e com alta resolução espacial de 12,5 m (MACÉDO e SURYA, 2018).

Mais especificamente, foram utilizadas as cenas ALOS PALSAR RT1, com correção radiométrica e de terreno (RTC) realizada pela *Alaska Satellite Facility* (ASF, 2015) que fornece serviços de suporte à *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Nesse produto, a correção radiométrica remove a influência enganosa da topografia nos valores do retroespalhamento brilhante causado pela reflexão do radar em encostas íngremes, deixando apenas o retroespalhamento que revela as características da superfície; enquanto que o processo de correção do terreno retifica as distorções geométricas que levam a erros de geolocalização (ASF, 2015). Convém informar que as cenas foram imageadas pelo satélite da JAXA em 2011 e as correções aplicadas foram realizadas pela ASF em 2015. Para gerar as classes de declividade foi utilizada no QGIS a função *Declividade*, disponível na aba *Raster - Análise*, colocando o MDE como camada de entrada para gerar um novo arquivo *raster* (aqui nomeado de *r.declividade*).

Para extrair apenas as áreas acima de 45° de inclinação foi utilizada a ferramenta *Calculadora raster*, executando a equação "*r.declividade*" > 45, convertendo em seguida o novo arquivo gerado em arquivo vetorial, com o uso da ferramenta *r.to.vect*. Esse processo cria polígonos com valores zero que devem ser excluídos na *Tabela de Atributos* do arquivo, restando aqueles acima de 45 graus.

Com relação às áreas montanhosas, o artigo 4º, inciso IX, da Lei 12.651/2012, considera como APP as áreas situadas no topo de morros (BRASIL, 2012a), onde se delimita apenas o terço superior das elevações com inclinação média acima de 25° e com mais de 100 metros de altura em relação ao ponto de sela, que é a área de menor altura situada entre dois morros (SILVA, 2017), independente da sua altitude em relação ao nível do mar (Figura 2). Para delimitar as APPs situadas em topos de morros foi utilizada a metodologia adotada por Silva et al. (2017) e Silva (2017).

Figura 2 - Esquema dos critérios legais utilizados na delimitação das APPs de topo de morro, 2020



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Quanto às áreas de restingas e manguezais, consideradas de preservação permanente pelos respectivos incisos VI e VII, do artigo 4º, da Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012a), e também pelos incisos I e IV, do artigo 215º, da Constituição do Estado da Bahia (BAHIA, 1989), estas áreas foram mapeadas com imagens do satélite Sentinel-2, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos da América (USGS, 2019), com resolução espacial de 10 m.

Após a realização do mapeamento de cada classe de APP situada na bacia do rio Buranhém, foi realizada a fusão de todos os polígonos dessas áreas por meio das funções *União* e *Dissolver* do QGIS. Este procedimento é necessário quando há sobreposição de algumas classes de APP, como a de manguezal e das margens dos cursos d'água, evitando que as áreas de intersecção entre elas sejam computadas duas vezes no total da área mapeada. Entretanto, quando é feita a análise individual de cada classe de APP, as áreas de intersecção são computadas em cada uma delas.

No que diz respeito às áreas de reserva legal, os arquivos vetoriais contendo a delimitação dos imóveis rurais já cadastrados no CAR e situados na bacia estudada foram obtidos no site do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR, 2020).

Para realizar o mapeamento da vegetação nativa da bacia do Buranhém foram utilizadas três imagens Sentinel-2 (USGS, 2019), com órbita-ponto T24KUG, de 17 de março de 2019; T24KVG, de 17 de julho de 2019; e T24LVH, de 25 de fevereiro de 2019, sendo estas as mais recentes e com cobertura de nuvens inferior a 10% na área de interesse. A composição colorida dessas imagens foi realizada com o uso das bandas R8, G4, B2, em falsa cor, ou seja, utilizando uma banda do satélite cuja faixa espectral não corresponde à nenhuma cor real visível pelo olho humano, como no caso da faixa do infravermelho próximo, obtida pela banda 8 do satélite Sentinel-2 (OLIVEIRA et al., 2017).

Também auxiliaram na identificação das áreas com cobertura vegetal nativa os dados de ocupação e usos da terra disponibilizados em duas fontes: uma delas, a Coleção 4 do Projeto Mapbiomas (2018), gerados a partir da classificação automática pixel a pixel de imagens Landsat-8, com resolução espacial de 30 m e acurácia geral de 90%; a outra fonte refere-se aos dados do Fórum Florestal da Bahia (2018), gerados a partir das imagens Spot6&7, com resolução espacial de 1,5 m, utilizando métodos de classificação automática, seguida da realização de trabalho de campo para coleta de amostras de validação, cujo coeficiente de concordância Kappa foi de 0,89, atendendo ao requisito definido no escopo da pesquisa.

Entretanto, as informações obtidas no Projeto Mapbiomas (2018) serviram apenas para auxiliar, em alguns casos, na localização dos fragmentos de vegetação nativa a serem mapeados. Quanto aos dados do Fórum Florestal da Bahia, estes só foram disponibilizados após a conclusão do mapeamento da classe de vegetação nativa realizado nesta pesquisa, de maneira que estes dados serviram apenas para comparar com o mapeamento feito, auxiliando a identificar alguns poucos fragmentos que não haviam sido mapeados.

Enfim, no intuito de obter um resultado mais preciso e atualizado, o mapeamento efetivo da vegetação nativa foi realizado por classificação supervisionada, utilizando o método visual que consiste na interpretação direta das imagens pelo usuário, baseado em elementos de reconhecimento, como cor, forma, textura, entre outros, que examinados em conjunto pelo intérprete possibilitam a identificação das classes alvos (FURTADO et al., 2013). Desta forma, foi realizada a vetorização manual dos fragmentos florestais maiores que 1 ha (um hectare), visíveis nas imagens de satélite Sentinel-2, do ano de 2019, sendo que o contorno dos polígonos mapeados foram ajustados para uma resolução espacial de 1 m, a partir das imagens de alta resolução espacial disponibilizadas pelo *Google Satellite* e *Bing Satellite*, ambos acessíveis pelo complemento *QuickMapServices*, no QGIS.

O refinamento na delimitação dos polígonos a partir de imagens de alta resolução se mostrou necessário, pois a faixa marginal de 30 m, considerada como APP para a maioria dos cursos d'água da bacia requer considerável precisão no mapeamento da vegetação existente nessas áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

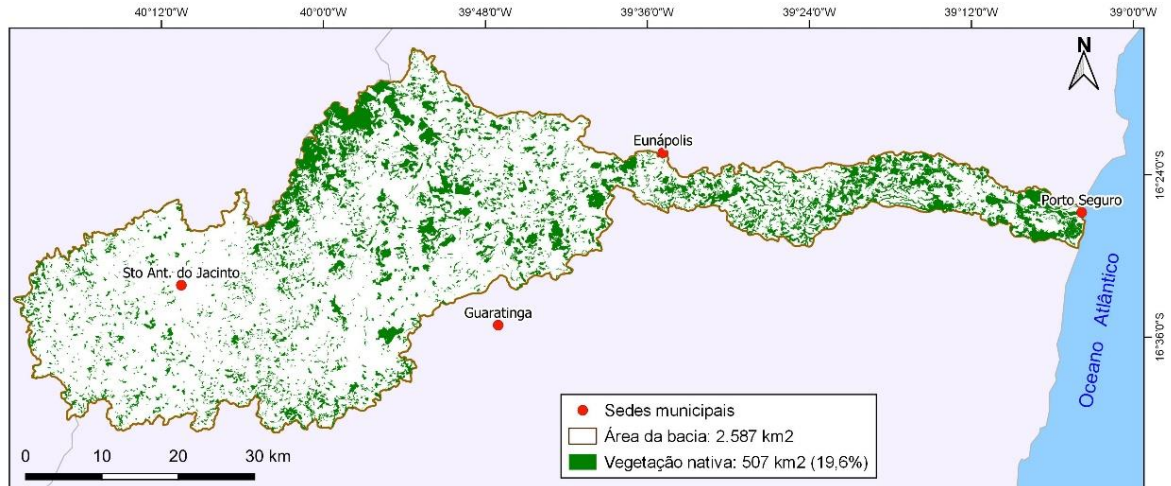
O resultado do mapeamento da cobertura vegetal nativa mostra que a bacia hidrográfica do rio Buranhém possui 3.087 fragmentos, totalizando 507 km², o que corresponde a 19,6% da área total da bacia, ou seja, este resultado encontra-se abaixo dos 30% de habitat nativo considerado necessário para preservar a integridade das comunidades de vertebrados em uma paisagem no domínio da Mata Atlântica (BANKS-LEITE et al., 2014).

Apesar da área pesquisada estar situada na região da Costa do Descobrimento, local de primeiro contato com os colonizadores portugueses, o processo de desmatamento e fragmentação da paisagem se intensifica na década 1960, com a abertura da BR-101 (SETTE, 2009), sendo que entre as décadas de 1980 e 1990 as pastagens se tornaram a principal classe de uso do solo na região (SILVA, 2019), principalmente na parte Oeste da bacia, que abrange a maior parte do município de Santo Antônio do Jacinto – MG e parte do município de Guaratinga-Ba, onde a vegetação nativa foi bastante devastada e apresenta pouca expressividade em termos de tamanho dos fragmentos (Figura 3).

Os maiores fragmentos de vegetação nativa são oriundos de antigos planos de manejo florestal sustentável desativados no final do século XX, sendo que alguns compõem as áreas de unidades de conservação (SANTOS, 2008), como o Parque Nacional do Alto Cariri, na parte Noroeste da bacia, e o Parque Nacional do Pau Brasil, na parte Leste. Nas proximidades da foz do rio principal, também há

fragmentos florestais significativos, formando um mosaico de vegetação, com remanescentes de Floresta Ombrófila Densa, vegetação aluvial, de restinga e manguezal (IBGE, 2012).

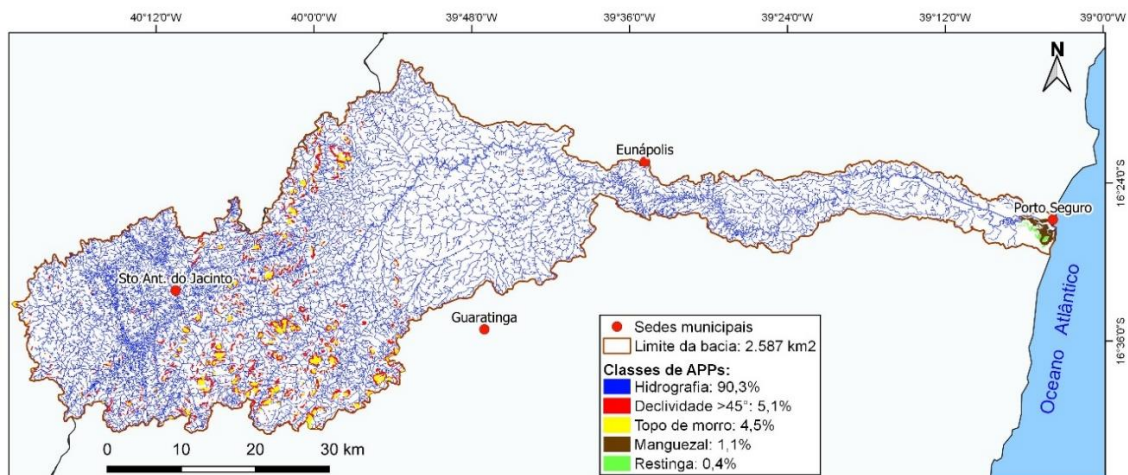
Figura 3 - Bacia do rio Buranhém: Mapa da cobertura vegetal nativa da bacia do rio Buranhém, 2020



Fonte: Imagem de satélite Sentinel-2, USGS (2019); elaborado pelos autores (2020).

O mapeamento das APPs resultou em uma área de 492,67 km², o que corresponde a 19% da área total da bacia, sendo que aquelas relacionadas à hidrografia constituem a classe mais representativa, correspondendo a 90,3% do total dessas áreas protegidas, sendo 73,4% situadas nas margens dos rios e 16,9% no entorno de nascentes (Figura 4).

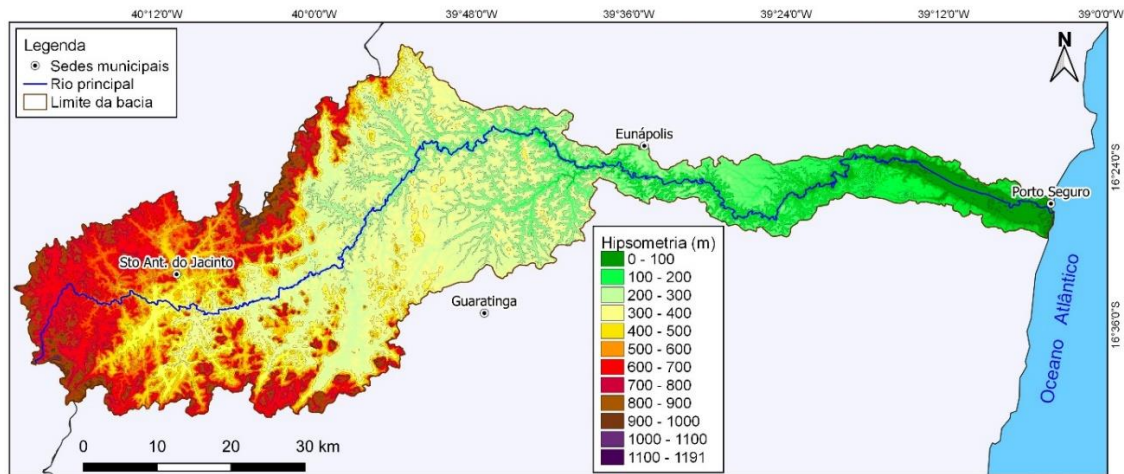
Figura 4 - Bacia do rio Buranhém: Mapa das áreas de preservação permanente (APPs), 2020



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Com relação ao mapeamento das áreas de topos de morros foi constatado que os pré-requisitos de declividade e altura estabelecidos pela legislação em vigor fez com que apenas os morros, em sua maioria, formados por afloramentos rochosos isolados e situados nas áreas de maior declividade da bacia atendessem a essas condições, enquanto que os morros situados no extremo oeste da bacia não atenderam aos critérios legais, ainda que apresentassem maiores valores de altitudes, como pode ser visto no mapa hipsométrico (Figura 5). A hipsometria da bacia também mostra que não há valores altimétricos acima de 1800 m, por esse motivo, não foi mapeada essa classe de APP estabelecida no artigo 4º, inciso X, da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012a).

Figura 5 - Bacia do rio Buranhém: Mapa hipsométrico, 2020

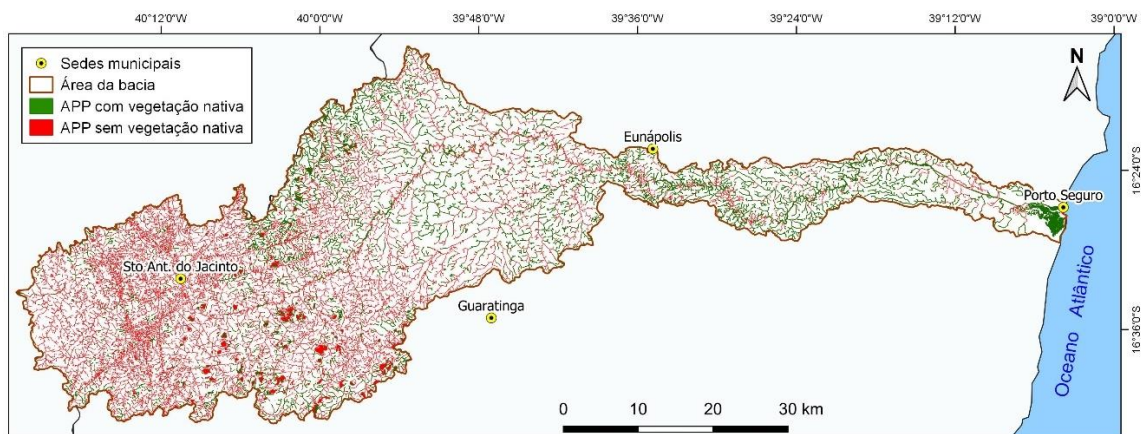


Fonte: MDE ALOS PALSAR (ASF, 2015); elaborado pelos autores (2020).

A adoção desses critérios atualmente utilizados para a classificação das APPs de topo de morros faz com que menos áreas de serras se enquadrem nesta classe, em comparação com os critérios anteriormente utilizados e estabelecidos pela Resolução Conama 303/2002 (BRASIL, 2002), uma vez que as novas condições estabelecidas não são comuns ocorrerem na natureza em morros interligados, deixando essas áreas sem amparo legal, mesmo apresentando as mesmas condições de vulnerabilidade ambiental, o que também foi constatado nos estudos realizados por Varjabedian e Mechi (2013), Oliveira (2015), Guimarães e Guimarães (2016), e Guimarães e Moreira (2018), porém, em outras localidades.

Ao realizar a sobreposição do mapeamento da cobertura vegetal nativa com as áreas de preservação permanente, verifica-se que dos 492,67 km² das APPs, apenas 124,6 km² dessas áreas encontra-se recoberta por essa vegetação, ou seja, 74,7% das APPs encontram-se desprotegidas (Figura 6).

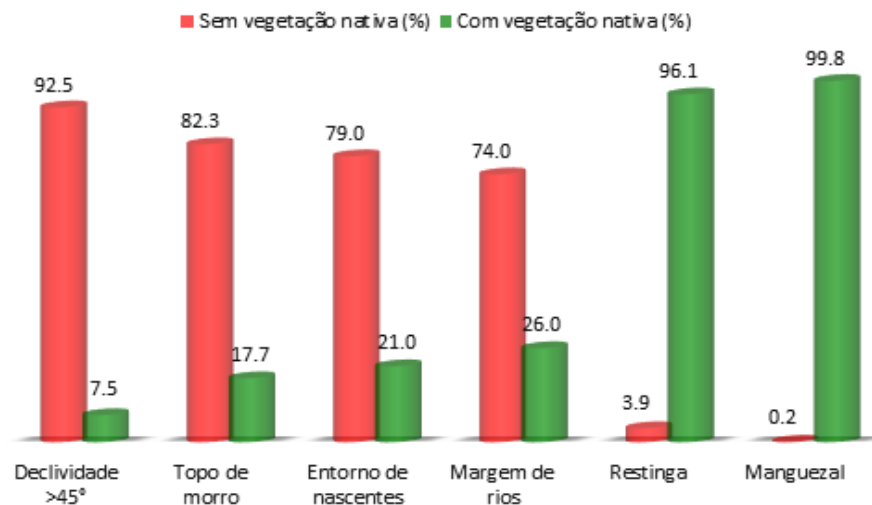
Figura 6 - Bacia do rio Buranhém: Vegetação nativa situada nas APPs, 2020



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

Quando a análise da cobertura vegetal nativa é realizada em cada classe de APP separadamente (Figura 7), observa-se que 74% das áreas marginais dos cursos d'água estão desprovidas de vegetação nativa, assim como 79% das nascentes, o que revela o quanto esses corpos hídricos estão desprotegidos e consequentemente vulneráveis à erosão e ao assoreamento.

Figura 7 - Bacia do rio Buranhém: Cobertura da vegetação nativa por classe de APP, 2020



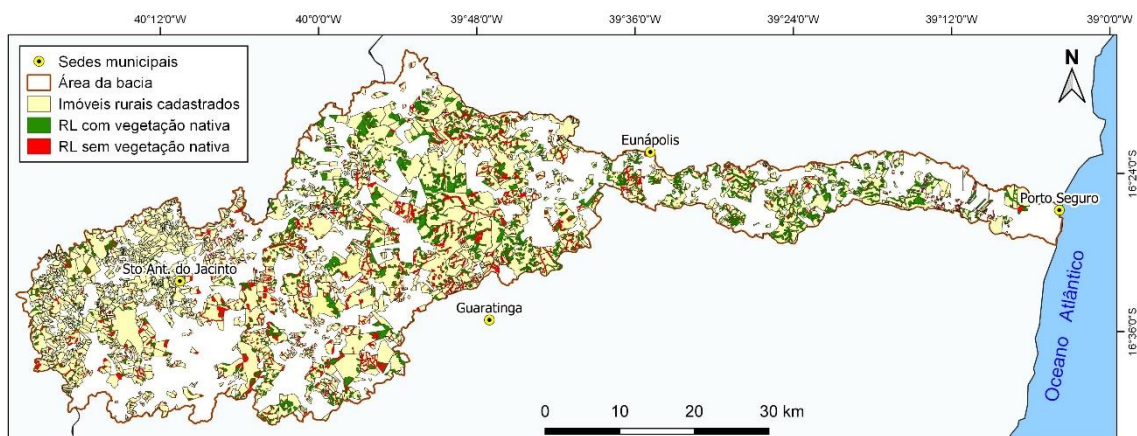
Fonte: os autores (2020).

A ausência da vegetação nativa é ainda mais notada nas APPs situadas nas áreas com declividade superior a 45°, onde 92,5% dessas áreas encontram-se desprotegidas, seguido das áreas situadas em topos de morros, com um percentual de 82,3%. Esta situação pode ser explicada em parte pelo fato de que a localização dessas áreas coincide em 70,6% e 62,5%, respectivamente, com as áreas de afloramentos rochosos, onde não há cobertura vegetal significativa visível nas imagens de satélite utilizadas.

Os dados do gráfico mostram também que os manguezais e restingas encontram-se mais preservados do que as demais classes, porém essas áreas não representam um percentual significativo em relação à área total das APPs mapeadas. Outra consideração sobre essas APPs é que as áreas antropizadas se resumem a pequenas intervenções construtivas isoladas, como casas e vias de acesso, menores que o nível de detalhamento adotado nesta pesquisa que é de 1 ha; ou ainda podem fazer parte das áreas urbanas já consolidadas da sede de Porto Seguro e de Arraial d'Ajuda, o que dificulta delimitar a área de ocupação original dessas tipologias vegetais.

No que diz respeito às áreas de Reserva Legal, as informações cadastrais disponíveis no SICAR não abrangem toda a área da bacia em análise (Figura 8). O número de imóveis rurais cadastrados no SICAR é de 2.323, cujas áreas somadas correspondem a 56,8% da área da bacia. No entanto há apenas 1.446 Reservas Legais cadastradas, cujas áreas somadas correspondem a 15,4% da área total dos imóveis cadastrados, ou seja, abaixo do percentual mínimo de 20% exigido.

Figura 8 - Bacia do rio Buranhém: Imóveis rurais e Reservas Legais cadastradas no SICAR, 2020



Fonte: SICAR [s.d.]; elaborado pelos autores (2020).

Também foi constatado que apenas 58,2% das áreas de Reserva Legal estão cobertas com vegetação nativa, o que revela conflitos legais de uso da terra no percentual restante. E ainda, 3% ou 679,69 ha das áreas das RLs estão situadas em afloramentos rochosos, onde nas imagens de satélite utilizadas aparecem sem cobertura vegetal, o que contraria o artigo 12, da lei 12.651/2012, o qual estabelece que a RL deve abrigar a vegetação nativa representativa do bioma (BRASIL, 2012a). Daí a necessidade de averiguar *in loco* se essas áreas estão recobertas por vegetação rupícola, não detectada pelos sensores dos satélites.

O cruzamento das informações mapeadas também permitiu constatar que 21,1% das áreas das RLs estão situadas em APPs, o que é permitido segundo o artigo 15 da Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012a), desde que, dentre outros aspectos, a APP a ser computada na RL esteja conservada ou em processo de recuperação e não implique na conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo.

Diante dessas informações é possível constatar que em 43,2% da área da bacia os imóveis rurais ainda não possuem cadastro no CAR, sendo que 877 imóveis que já estão cadastrados não possuem a RL averbada na área pesquisada. No entanto, os dados disponibilizados no SICAR não permitem saber se essas propriedades possuem algum passivo pendente de regularização; ou se possuem a RL compensada em outro imóvel situado em outra bacia hidrográfica; ou se os seus proprietários simplesmente ainda não realizaram o cadastro no sistema.

Os resultados obtidos podem auxiliar os órgãos ambientais competentes na validação das informações declaradas no CAR, nas situações em que haja indícios de inconsistências nas declarações, priorizando esses casos nas vistorias de campo, como estabelece o artigo 7º, § 3º, do Decreto Federal nº 7.830/2012 (BRASIL, 2012b).

Contudo, para os casos em que o imóvel rural ou a RL não possui o percentual de cobertura vegetal nativa exigido, o proprietário pode aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) para se adequar a legislação ambiental, inclusive realizando a sua recomposição em sistemas agroflorestais, conforme o artigo 59 e § 3º do artigo 66, da Lei Federal 12.651/2012. Semelhantemente, a recomposição das APPs com passivos ambientais pode ser realizada com o uso de espécies exóticas nas propriedades ou posses rurais com até 4 módulos fiscais, devendo ser intercalado com espécies nativas de ocorrência regional e não exceder a 50% da área a ser recomposta, segundo o inciso IV, § 13, do artigo 61-A, dessa lei (BRASIL, 2012a; SFB e MMA, 2016).

Devido ao fato de que a vegetação nativa existente na bacia analisada encontra-se bastante fragmentada, com 3.087 maciços florestais isolados, é recomendável, portanto, que a homologação das RLs ainda não cadastradas ou que necessitam de recomposição levem em consideração a possibilidade de promover a conexão desses fragmentos florestais, de forma que viabilize a formação de corredores ecológicos, conforme estabelecem os artigos 14, inciso III, e 66, § 7º, da lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012a), favorecendo o fluxo gênico das espécies e potencializando o processo de sucessão ecológica na recuperação das áreas degradadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do estado da cobertura vegetal nas APPs e RLs situadas na bacia hidrográfica do rio Buranhém revelou que parte significativa dessas áreas, 74,7% e 41,8%, respectivamente, não se encontram devidamente cobertas por vegetação predominantemente nativa, caracterizando conflitos entre o uso da terra nessas áreas e às restrições impostas pela legislação vigente.

Esses percentuais de degradação das APPs e RLs revelam que apenas a existência da legislação, sem que haja ações conjuntas, direcionadas ao monitoramento ambiental e fiscalização das diversas instituições ambientais e jurídicas, não está sendo suficiente para proteger a vegetação nessas áreas. Assim, diante da certeza da impunidade, muitos proprietários rurais devem não hesitar em realizar desmatamentos ilegais ou o de não promover a recomposição florestal que deveria ter sido feita por proprietários anteriores.

Uma parcela significativa dos produtores rurais, provavelmente, deve considerar as restrições de uso nessas áreas como um grande ônus para o seu imóvel, uma vez que poderiam estar disponíveis para o uso econômico e aumentar a sua produção agrícola, não levando em consideração os benefícios, inclusive econômicos, que as florestas nessas áreas são capazes de gerar, como conservação do solo, manutenção dos mananciais, controle de pragas, dentre outros.

No entanto, é necessário que esses espaços sejam recuperados, não apenas para cumprir o que a lei exige, mas também pela importância dos serviços ecossistêmicos da vegetação nativa, que contribuem para a manutenção dos processos ecológicos e das diversas formas de vida, bem como a sustentabilidade das atividades econômicas.

Manter essas áreas desprovidas da sua cobertura vegetal nativa pode agravar os impactos ao ambiente, intensificando processos erosivos, reduzindo a disponibilidade hídrica, provocando desequilíbrio biológico e, por consequência, a extinção de espécies. Além disso, afetam negativamente a produtividade agrícola e o bem-estar das populações humanas residentes na bacia.

Os resultados obtidos neste estudo podem auxiliar os órgãos ambientais competentes, revelando indícios de descumprimento da legislação ambiental e de inconsistências de informações declaradas no CAR, otimizando e direcionando as ações fiscalizatórias para estes casos, de maneira que a vegetação nativa situada nas APPs e RLs sejam de fato protegidas ou recuperadas.

Ademais, sugere-se que, para a recomposição dessas áreas, deve ser levado em consideração a possibilidade de interligação de fragmentos florestais isolados e unidades de conservação, de forma que permita a formação de corredores ecológicos, favorecendo assim o fluxo gênico das espécies da fauna e da flora, beneficiando ao aumento da biodiversidade local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Unidade Técnica de 1º Nível da Bahia pertencente ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - PRPGI / IFBA por apoiar e dar suporte a esta pesquisa. Ao Fórum Florestal da Bahia e à Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB pela cessão dos dados espaciais do mapeamento do uso e cobertura do solo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços Ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão** 155. Campinas: Instituto de Economia da UNICAMP. 2009, 45p. Disponível em: http://abre.ai/servicos_ecossistemicos_bemestar_humano Acesso em: 16 abr. 2020.

ASF - Alaska Satellite Facility. **ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected high res 2015**. Includes material JAXA/METI. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/> Acesso em: 30 nov. 2018.

BAHIA (Estado). **Constituição do Estado da Bahia, 1989**. Disponível em: http://abre.ai/constituicao_do_estado_da_bahia Acesso em: 05 jun. 2019.

BANKS-LEITE, C.; PARDINI, R.; TAMBOSI, L. R.; PEARSE, W. D.; BUENO, A. A.; BRUSCAGIN, R. T.; CONDEZ, T. H.; DIXO, M.; IGARI, A. T.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of setasides in a biodiversity hotspot. **Science**. v. 345, n. 6200, p. 1041-1045, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1255768> Acesso em: 05 jun. 2019.

BING SATELLITE. **Bing Map**. Disponível em: https://satellites.pro/Bing_map Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%204.771%2C%20DE%2015%20DE%20SETEMBRO%20DE%201965.&text=Institui%20o%20novo%20C%C3%B3digo%20Florestal,Art Acesso em: 24 set. 2020.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: 22 de maio de 2019.

_____. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm Acesso em: 04 jun. 2019.

_____. **Resolução CONAMA N° 302 de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Diário Oficial da União, Brasília, 20 mar. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html> Acesso em: 20 abr. 2020.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: 04 jun. 2019.

_____. **Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012.** Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm Acesso em: 04 jun. 2019.

COSTA, D. S. C. Áreas de preservação permanente ou de conservação permanente? **Boletim Jurídico**, a. 4, nº 232, 2007. Disponível em: <https://www.boletimjuridico.com.br/artigos/direito-ambiental/1780/areas-preservacao-permanente-ou-conservacao-permanente> Acesso em: 15 abr. 2020.

FÓRUM FLORESTAL DA BAHIA. **Mapeamento do uso e cobertura do solo dos 23 municípios do Sul da Bahia.** Escala 1:25.000. Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB, 2018.

FRANÇA, L. C. J.; PIUZANA, D.; MORAIS, M. S.; MENEZES, E.; MORANDI, D. T. Mapeamento de áreas de preservação permanente (APP) por declividade em uma bacia hidrográfica. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, 2016. 5p. Disponível em: [https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/agronomia/mapeamento%20de%20%C3%A1reas%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente%20\(app\)%20por%20declividade%20em%20uma%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/agronomia/mapeamento%20de%20%C3%A1reas%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente%20(app)%20por%20declividade%20em%20uma%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica.pdf) Acesso em: 15 ago. 2020.

FRANÇA, L. C. J. et al. PIUZANA, D.; MORAIS, M. S.; MENEZES, E.; MORANDI, D. T. Delimitação automática e quantificação das Áreas de Preservação Permanente de encosta para o município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil. **Revista Espinhaço**. v.7, n. 2, p. 60-71, 2018. Disponível em: <http://oaji.net/articles/2019/2253-1550703403.pdf> Acesso em: 28 mar. 2020.

FURTADO, L. F. A.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Análise de Imagem Baseada em Objeto para Classificação das Fisionomias da Vegetação em Imagens de Alta Resolução. **Geociências**, v. 32, n.3, pp.441-451, 2013. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7291/6735> Acesso em: 24 ago. 2020.

GASS, S. L. B.; VERDUM, R.; CORBONNOIS, J.; LAURENT, R. Áreas de preservação permanente (APPs) no Brasil e na França: um comparativo. **Revue Franco-Brésilienne de Géographe**, n. 27, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.10829> Acesso em: 14 nov. 2019.

GUIMARÃES, F. S.; GUIMARÃES, L. S. Utilização de cinco bases cartográficas distintas para a determinação de áreas de preservação permanente no município de Rio Acima, MG: divergências entre os resultados. **Caderno de Geografia**. v. 26, n. 1, p. 136-154, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26 nesp1p136> Acesso em: 06 nov. 2019.

GUIMARÃES, F.S.; MOREIRA, A.A.M. As áreas de preservação permanente de topo de morro e a Lei Federal nº 12.651/2012: Um estudo de caso na região da Zona da Mata – MG. **Caminhos de Geografia**. v.19, n.67, p. 175 - 187. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196712> Acesso em: 02 jul. 2020.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M; MIRANDA, E. D. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais [...]**. Goiânia, 2005. p. 3061-3068. Disponível em: <http://martem.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.13.47.22/doc/3061.pdf> Acesso em: 28 mar. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Aplicação da Lei da Mata Atlântica.** 2008. Disponível em: http://abre.ai/mapa_lei_da_mata_atlantica Acesso em: 22 abr. 2020.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira:** sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. 271p. Disponível em: http://abre.ai/ibge_manual_tecnico_vegetacao_brasileira Acesso em: 22 abr. 2020.

_____. **Bases cartográficas 2016**. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais> Acesso em: 14 fev. 2019.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Dados vetoriais das Unidades de Conservação Federais**. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/geoprocessamento/DCOL/dados_vetoriais/uc_fed_janeiro_2019_site.zip Acesso em: 14 maio 2019.

LUPPI, A. S. L.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FEITOSA, L. S. Utilização de Geotecnologia para o Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no Município de João Neiva, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.0027> Acesso em: 28 mar. 2020.

MACÊDO, R. J. A.; SURYA, L. Comparação entre modelos digitais de elevação dos sensores SRTM e Alos Palsar para análise digital de terreno. **Revista Contexto Geográfico**. v. 3, n. 6, p. 47-55, 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/srtm-alos-palsar> Acesso em: 09 set. 2019.

MARTINS, T.I.S.; RODRIGUES, S.C. Ocupação e uso da terra na bacia do médio-baixo curso do rio Araguari/MG. **Revista Boletim de Geografia**. v. 30, n.1, p. 55-68, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v30i1.14826> Acesso em: 10 jun. 2020.

NEXTGIS. **QuickMapServices 0.19.10.1**. Disponível em: https://plugins.qgis.org/plugins/quick_map_services/version/0.19.10.1/ Acesso em 28 set. 2020.

OLIVEIRA, C. O. **Precisão de modelos digitais de terreno, mapeamento automático de APPs em topos de morros e a eficácia do novo código florestal**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015, 152f. Disponível em: http://abre.ai/mdt_app_topo_morro_codigo_florestal Acesso em: 20 abr. 2020.

OLIVEIRA, G. P. ; TAVARES, B. A. C.; ARAUJO, F. C. M. D. O uso de imagens SENTINEL-2 e do software livre QGIS no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de São Bento, Paraíba, Nordeste do Brasil. In: XVII SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. I CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA. **Anais [...]**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017. p. 4871-4883. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2197/2032> Acesso em: 24 abr. 2020.

PIRES-LUIZ, C.H., STEINKE, V.A. O código florestal pode contribuir para a diminuição da degradação ambiental? **Caminhos de Geografia**. v. 20, n. 72, p. 230–241, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG207244221> Acesso em: 30 jun. 2020.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Anos: 2006 e 2018. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR Acesso em: 10 jan.e 2020.

QGIS Development Team. **QGIS User Guide**, Release 3.4.8-Madeira LTR. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html Acesso em: 13 jun. 2019.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288/51024> Acesso em: 10 jun. 2020.

SANTOS, A. P. **Apropriação da natureza e produção do espaço no município de Belmonte – Bahia**. 143f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: http://abre.ai/ufba_natureza_belmonte Acesso em: 04 jun. 2019.

SANTOS, D.I.P.; ARAÚJO, E.O.; PAGANI, P.C.P.; PAGANI, C.H.P.; ARAÚJO, M.E.B.; NEGRÃO, M.P. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo do núcleo inicial do projeto integrado de colonização Paulo de Assis Ribeiro no município de Colorado do Oeste – RO. **Caderno de Geografia**. v.25, n.43, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2015v25n43p34> Acesso em: 20 jul. 2020.

SCHAFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S.; MEDEIROS, J. D. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco**. O que uma coisa tem a ver com a

outra? Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011, 99 p. Disponível em: http://abre.ai/mma_app_uc_area_de_risco Acesso em: 31 mar. 2020.

SETTE, P. G. C. **Análise de textura de imagem de alta resolução para a classificação dos estágios sucessionais de Mata Atlântica do Sul da Bahia**. Dissertação (Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009, 73f. Disponível em: http://www.csr.ufmg.br/modelagem/dissertacoes/priscila_sette.pdf Acesso em: 09 jun. 2019.

SFB – Serviço Florestal Brasileiro; MMA – Ministério do Meio Ambiente. CAR – Cadastro Ambiental Rural: Módulo de Cadastro - **Manual do Usuário**. Volume 2. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <http://car.gov.br/public/Manual.pdf> Acesso em: 28 abr. 2020.

SICAR- Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. **Base de downloads dos imóveis cadastrados no CAR**. Disponível em: <http://car.gov.br/publico/municipios/downloads> Acesso em: 24 abr. 2020.

SILVA, G. M. F. **Influência do uso e ocupação do solo na disponibilidade hídrica do Rio Buranhém**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais. Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB e Instituto Federal da Bahia – IFBA, Porto Seguro, 2019, 86f. Disponível em: <https://sig.ufsb.edu.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=344824&key=a670a50adae3a27a08f8d6df12a91990> Acesso em: 10 jun. 2020.

SILVA, J. L. G. **Identificação das áreas aptas a aplicação de biofertilizantes suíno com utilização de SIG**. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3299/5/Jefferson_Silva2017.pdf Acesso em: 06 nov. 2019.

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. **Anais [...]**. Luján, 2016, 12p. Disponível em: http://abre.ai/app_topo_de_morro_qgis Acesso em: 28 mar. 2020.

SIRGAS2000. **Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas**. SIRGAS2000. Disponível em: <http://www.sirgas.org/pt/sirgas-realizations/sirgas2000/> Acesso em: 14 nov. 2019.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI, J. M.; GRIPP JUNIOR, J. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu - MG. **Revista Árvore**. v. 35, n. 3, p. 555-563, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000300018> Acesso em: 02 jul. 2020.

TURIBIO, A. F.; SOUZA, F. F. B.; ALUVEI, R. A.; SOUSA, B. O.; SOUZA, A. F. S.; SANTOS, M. C. O.; SANTOS, M. L. S. Mapeamento das vias rurais do município de Jacareí – SP. In: VI CIMATECH - CONGRESS OF INDUSTRIAL MANAGEMENT AND AERONAUTICAL TECHNOLOGY. **Anais [...]**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.195.13-24> Acesso em: 24 abr. 2020.

USGS. U.S. Geological Survey. **Sentinel 2**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: 02 de maio de 2019.

VARJABEDIAN, R.; MECCHI, A. As APPs de Topo de Morro e a Lei 12.651/12. In: 14º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. **Anais [...]**. Rio de Janeiro. p.9, 2013. Disponível em: <https://iepec.com/wp-content/uploads/2015/03/sensoriamento-cap-4-arq-2.pdf> Acesso em: 28 mar. 2020.

VIEIRA, E. G.; GONÇALVES, D. O.; BOEING, J. B. Áreas de preservação permanente: peculiaridades do tema no Brasil, Estados Unidos, Portugal e Espanha. **Lex Humana**. v. 6, n. 1, p. 44-69, 2014. Disponível em: http://abre.ai/apps_brasil_eua_portugal_espanha Acesso em: 28 mar. 2020.

VIEIRA, I. Mapeamento da área de preservação permanente na margem norte do rio Itajaí-Açu em área urbana consolidada. **Metodologias e Aprendizado**. v. 1, p. 26-29, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21166/metapre.v1i0.641> Acesso em: 24 abr. 2020.

VIGNESHWARAN, S.; KUMAR, S. V. Extraction of built-up area using high resolution Sentinel-2a and Google Satellite imagery. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Volume XLII-4/W9, 2018. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-4-W9/165/2018/> Acesso em: 22 mar. 2020.

WARREN, D. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

Recebido em: 29/08/2020

Aceito para publicação em: 17/11/2020