

Conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente em uma região do Alto Rio Grande (Minas Gerais)

Humberto Tadeu Furtado Vilela ¹, Anny Francielly Ataíde Gonçalves ², Luciano Cavalcante de Jesus França ^{3*}, Fausto Weimar Acerbi Júnior ⁴

¹Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Lavras, Brasil.

²Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Brasil.

³Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Brasil. (*Autor correspondente: lucianocjfranca@gmail.com)

⁴Professor Doutor em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 31/07/2020 – Revisado em: 06/09/2020 – Aceito em: 04/12/2020

RESUMO

Esse estudo teve como objetivo mapear as Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Luminárias, Minas Gerais e analisar a dinâmica dos conflitos no seu uso e ocupação nos últimos 14 anos, relacionado ao contexto dessa região localizada na bacia hidrográfica do Rio Grande, zona de grande valor em beleza cênica e interesses socioeconômicos no turismo ecológico. Com uso de técnicas de Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto, executou-se a averiguação para os anos 2003, 2010 e 2017. Utilizou-se de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 (TM e OLI) e RapidEye, processados nos softwares ArcGis 10.1 e eCognition Developer 9.0. A partir dos resultados obtidos, observou-se que as APP representam 21,72% da área total do município, e que as atividades como sistemas agropastoris, solos expostos, florestas plantadas e malha urbana, foram aquelas de maior participação no impacto da redução em cobertura vegetal natural nestas áreas. As zonas conflitantes entre o uso do solo e as APP, ocorreram em 21,26% da área em 2003, 16,56% em 2010 e 17,80% em 2017. Em todos períodos avaliados, as APP no entorno das nascentes foram as que apresentaram maiores conflitos com a legislação. A classe de florestas plantadas foi a que apresentou maior avanço sobre as APP. Estes resultados podem auxiliar na gestão das paisagens locais e ordenamento territorial regional.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Manejo de Paisagens, Ordenamento Territorial, Planejamento Ambiental, SIG.

Land use conflicts in Permanent Preservation Areas in a region of Alto Rio Grande, Minas Gerais (Brazil)

ABSTRACT

This study aimed to map (PPA) the Permanent Preservation Areas (PPA, acronym in Portuguese APP) in the municipality of Luminárias, Minas Gerais state and to analyze the dynamics in your use and occupation in the last 14 years, related to the context of this region located in the hydrographic basin of the Rio Grande, an area of great value in scenic beauty and socioeconomic interests in ecological tourism. Using Geographic Information Systems and Remote Sensing techniques, the investigation was carried out for the years 2003, 2010, and 2017. Images from the Landsat 5 and 8 (TM and OLI) and RapidEye satellites were processed using ArcGIS software. 10.1 and eCognition Developer 9.0. From the results obtained, it was observed that APPs represent 21.72% of the total area of the municipality and that activities such as agropastoral systems, exposed soils, planted forests, and urban fabric, were those with the greatest participation in the impact of natural vegetation cover in these areas. The conflicting zones between land use and PPAs occurred in 21.26% of the area in 2003, 16.56% in 2010, and 17.80% in 2017. In all evaluated periods, PPAs around the springs was the that presented greater conflicts with the legislation. The class of planted forests was the one that presented the greatest advance over PPAs. These results can assist in the management of local landscapes and regional territorial planning.

Keywords: Remote Sensing, Landscape Management, Territorial Planning, Environmental Planning, GIS

Vilela, H. T. F., Gonçalves, A. F. A., França, L. C. J., Acerbi Júnior, F. W (2021). Conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente em uma região do Alto Rio Grande (Minas Gerais). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*. v.9, n.1, p.65-81.



1. Introdução

O aumento das taxas de redução dos ecossistemas naturais relacionados às pressões antropogênicas, são uma realidade global nos últimos anos (Aldwaik; Pontius, 2012; Hasan, Sarmin e Miah, 2019; Nayak; Mandal, 2019) e, as áreas de uso e ocupação da superfície terrestre globalmente possuem distintas formas de uso, sendo 0,6% áreas de superfícies artificiais, 12,6% de uso agrícola, 13% com áreas de pastagens, 27,7% são áreas de coberturas arbóreas, 9,5% com áreas de coberturas arbustivas, 1,3% composta por vegetação herbácea, 0,1% são manguezais, 7,7 % de áreas composta por vegetação esparsa, 15,2% com solo exposto, 9,7% são áreas cobertas por neve e geleiras e 2,6% de águas interiores superficiais (FAO, 2015). Dessa forma, verifica-se o aumento na pressão antrópica em áreas com coberturas florestais localizadas principalmente em países em desenvolvimento (Lambin; Meyfroidt, 2011) e em economias em transição, como é o caso do Brasil.

No Brasil, historicamente, o seu processo de uso territorial foi baseado na retirada da cobertura florestal natural e substituição por atividades voltadas a agropecuária. Muitas vezes com níveis exploratórios que desconsideravam a importância ambiental e aspectos sustentáveis. Essas atividades, em partes, foram responsáveis pela ocorrência de vários problemas ambientais, associados a redução da qualidade dos solos, processos de erosões hídricas e assim, redução da quantidade e qualidade dos recursos hídricos (Coutinho et al., 2013). Com isso, foi necessário o desenvolvimento de estratégias relacionadas à políticas públicas ambientais no Brasil. Dentre elas, destaca-se o Código Florestal Brasileiro, criado na década de 1930 (Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934), tendo sua última revisão, no ano de 2012 por meio da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e, em seguida, alterado pela Lei de nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. O Código Florestal Brasileiro (CFB) tem como princípio a regulamentação da proteção da vegetação nativa em todo território brasileiro promovendo dessa forma a garantia de qualidade de vida para a população brasileira e atuação do país na economia nacional e internacional (BRASIL, 2012). Importantes categorias de proteção de áreas foram definidas, dentre elas, as Áreas de Preservação Permanente (APP), que exercem fundamental papel nos processos ecossistêmicos, garantindo estabilidade de solos, disponibilidade dos recursos hídricos, biodiversidade de fauna e flora e, o bem-estar social (BRASIL, 2012).

Embora algumas áreas com cobertura florestal natural, tais como as APPs, sejam protegidas e definidas com o respaldo legal do Código Florestal brasileiro vigente, na prática, seu uso antrópico é uma realidade nas paisagens brasileiras, configurando em áreas de conflito (Morandi et al., 2018). Dessa forma, devido à grande extensão das áreas territoriais do Brasil, algumas ferramentas relacionadas aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), têm sido utilizadas e exploradas no monitoramento do cumprimento da legislação florestal do país. Essas geotecnologias vêm ganhando destaque no que diz respeito ao planejamento das diferentes formas de uso da terra (Butt et al., 2015; Alves et al., 2020; Morandi et al., 2020), pois são ferramentas que permitem análises e tomadas de decisões no planejamento das formas de uso, cobertura e ordenamento territorial (Nardini et al., 2012).

Neste estudo, hipotetiza-se o aumento no processo de evolução espaço temporal dos conflitos de uso da terra em APPs localizadas na região de Luminárias, importante zona turística natural do sul de Minas Gerais (Carvalho et al., 2020), encontrada no contexto da bacia hidrográfica do Rio Grande, região hidrográfica que, historicamente tem sofrido transformações relacionadas aos impactos de atividades antropogênicas. Esta proposição é examinada por meio do mapeamento e análise da dinâmica do uso e ocupação do solo do município. O estudo pode contribuir com a literatura regional, frente a demanda por informações relacionadas aos conflitos ambientais e territoriais da referida região. Permitindo uma compreensão mais profunda da influência humana sobre áreas protegidas e, pode apoiar novos estudos sobre os impactos da perda e fragmentação ecossistêmica na biodiversidade da bacia do rio Grande.

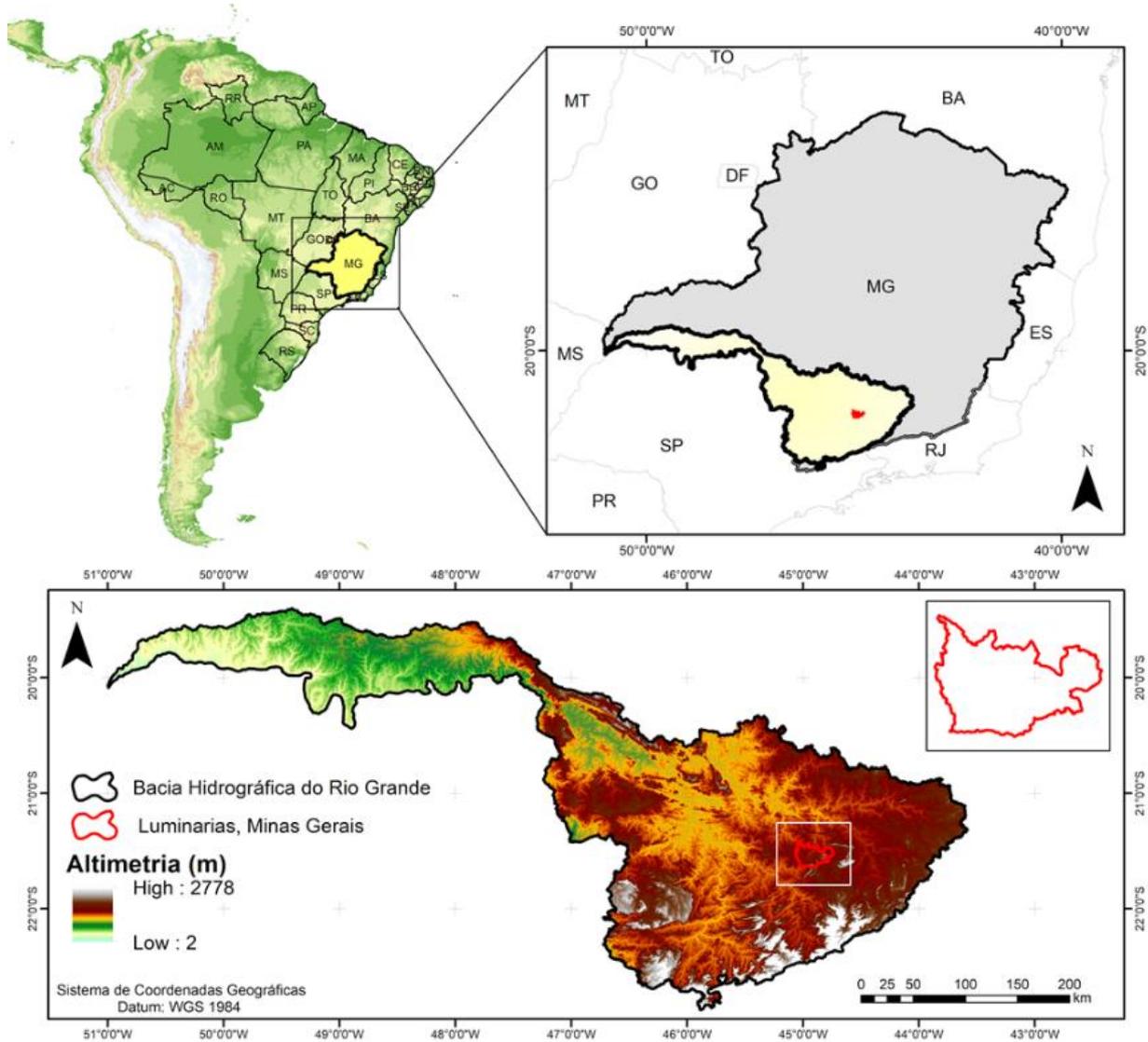
Portanto, esse estudo teve como objetivo mapear as Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Luminárias, Minas Gerais e analisar a dinâmica dos conflitos no seu uso e ocupação nos últimos 14 anos.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

A área avaliada corresponde ao município de Luminárias, localizado no sul do estado de Minas Gerais, nomeadamente na Mesorregião do Campo das Vertentes, bacia hidrográfica do Rio Grande. As coordenadas geográficas do município são 21°30'40" S e 44°54'12" W, com altitude de 957 metros em uma área municipal de aproximadamente 50.000 ha (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do município de Luminárias, no contexto do estado de Minas Gerais e sua configuração altimétrica.



Fonte: Os autores (2020)

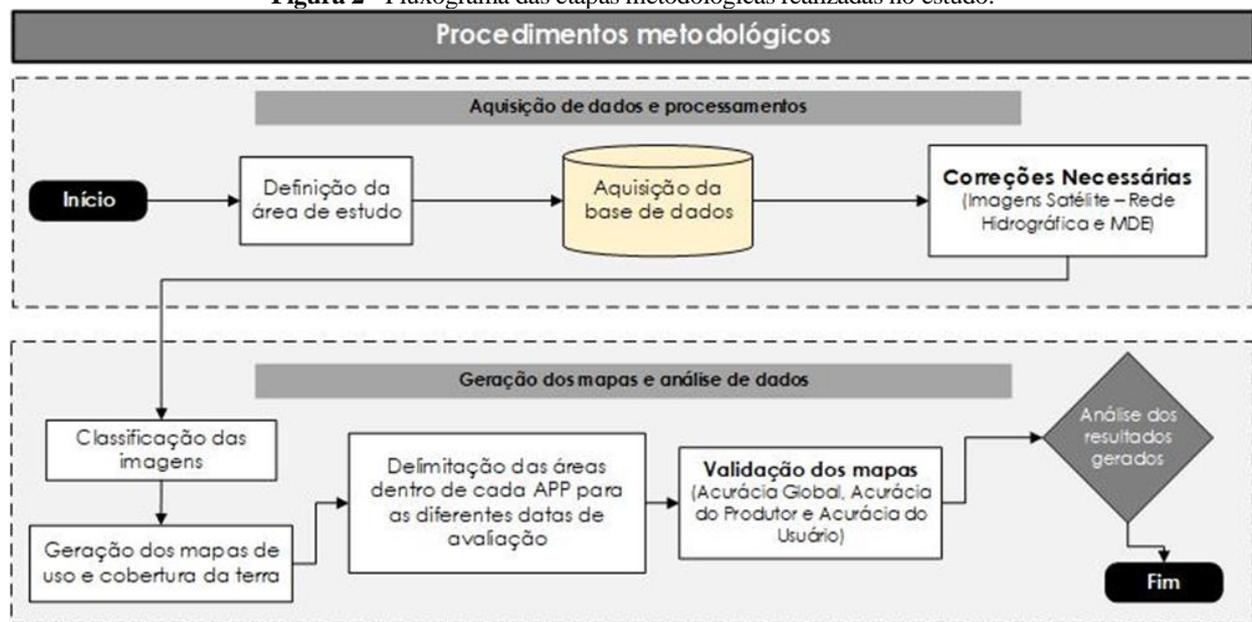
A vegetação predominante na região de Luminárias (MG), é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, banhada pelos rios do Cervo, Ingaí e Capivari. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa, subtropical com invernos secos e verões chuvosos, com precipitação anual de 1.594 mm, enquanto a temperatura média anual equivale a 17,8°C (Alvares et al., 2013).

O município é reconhecido pelos seus atributos da paisagem natural (hidrografia com complexo de cachoeiras; Estrada Real; cobertura vegetal natural, dentre outros), sendo importante zona turística da região do sul de Minas Gerais (Carvalho et al., 2007), estando entre municípios de Carrancas e São Thomé das Letras. As atividades antrópicas desenvolvidas na região são basicamente agricultura/pastoreio e a mineração de quartzito. Estas atividades, apesar de importantes para a região, representam alguma ameaça ao ambiente natural local, sejam nos aspectos socioeconômicos, culturais e, principalmente ambientais, devido ao importante acervo cárstico existente na região e que em muitas áreas já se encontram degradadas (Carvalho et al., 2007; Carvalho et al., 2020).

2.2. Procedimentos metodológicos

A metodologia foi composta por cinco etapas: (i) Aquisição da base de dados; (ii) Delimitação das APP; (iii) Mapeamento do uso e ocupação do solo; (iv) Delimitação das áreas de cada classe de uso e ocupação do solo dentro das APP nas diferentes datas de avaliação; e (v) Tabulação de dados, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2. A base de dados necessária para o desenvolvimento deste trabalho foi composta pelas informações apresentadas no Quadro 1.

Figura 2 - Fluxograma das etapas metodológicas realizadas no estudo.



Fonte: Os autores (2020)

Quadro 1 - Base de dados utilizadas no estudo.

n	Base de Dados	Fonte
1	Imagem do sensor OLI do satélite Landsat 8 (datada em 05/09/2017)	USGS (United States Geological Survey) (https://earthexplorer.usgs.gov/)
2	Imagens do sensor TM do satélite Landsat 5 (datadas em 14/08/2003 e 01/08/2010)	USGS (United States Geological Survey) (https://earthexplorer.usgs.gov/)

3	Rede hidrográfica	IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas (http://www.igam.mg.gov.br/)
4	Imagem do satélite RapidEye para correção da rede hidrográfica do IGAM	Geo Catálogo MMA (http://geocatalogo.mma.gov.br/)
5	MDE – Modelo Digital de Elevação (ALOS PALSAR – 12,5m)	ASF-NASA (https://www.asf.alaska.edu/)

Fonte: Os autores (2020)

2.3. Modelo digital de elevação (MDE)

Para correção das imperfeições do MDE original, nomeadamente as depressões espúrias, caracterizadas como imperfeições devido aos erros de resolução ou arredondamento dos valores de elevação, utilizou-se o comando *Fill* disponível no ArcToolBox do ArcGIS (Peluzio et al., 2010). Essas depressões quando não corrigidas podem comprometer e interromper o escoamento da água, e ocasionar a formação de falhas nos processos de determinação das APP. A ferramenta *Fill* preenche as depressões espúrias no modelo digital de elevação, e é usada para remover picos, que são espúrias com elevação maiores que o esperado. Esses preenchimentos ou remoções são feitos partir de interpolações dos valores dos pixels vizinhos.

2.4. Delimitação das APP

A delimitação das APP foi realizada de acordo com a Resolução do CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 e do Código Florestal Brasileiro de 25 de maio de 2012, utilizando como base os fundamentos metodológicos propostos por Peluzio et al. (2010).

A primeira etapa, foi à obtenção da rede hidrográfica do município de Luminárias, disponível no site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Para aumentar a confiança e a credibilidade dos resultados foi realizada uma edição manual da rede hidrográfica utilizando imagens do satélite RapidEye de alta resolução espacial (5 m), a fim de obter uma rede hidrográfica corrigida e que melhor representasse as instâncias reais. Nesta fase de edição, foram corrigidos pequenos deslocamentos dos cursos d'água, além de outras inconsistências, como trechos incompletos ou sem ligações.

A segunda etapa, consistiu na delimitação das APP ao longo dos cursos d'água, utilizando o comando *buffer*, disponível no módulo *ArcToolbox*. Foi delimitado em cada margem uma área de 30 metros ao redor dos cursos d'água com menos de 10 metros de largura; de 50 metros em cursos d'água com largura entre 10 metros e 50 metros; e de 100 metros em cursos d'água com largura entre 50 metros e 200 metros, de acordo com as regras estabelecidas no novo CFB (BRASIL, 2012).

Para as APP do entorno das nascentes, considerou-se cada extremidade dos cursos d'água da hidrografia corrigida, como sendo pontos de nascentes, delimitando-os a partir do comando *Feature Vertices To Points*, disponível no módulo *ArcToolbox*. Em seguida, com o uso do comando *buffer* delimitou-se um raio de 50 metros no entorno de cada nascente, de acordo com as regras estabelecidas no CFB (BRASIL, 2012).

As APP correspondentes às encostas com declividades superiores a 45° ou 100%, foram delimitadas com o uso do MDE. Onde foi gerado um mapa matricial de declividade do terreno utilizando-se do comando *slope*, disponível no módulo *ArcToolbox*. Com a ferramenta *reclassify* foi feita a reclassificação do mapa de declividade, identificando assim as encostas com declividades >45° ou 100%. A ferramenta *raster to polygon* foi utilizada para transformar as APP obtidas em polígonos vetoriais.

Para facilitar o processo de identificação e extração das APP correspondentes aos topos de morros, realizou-se a inversão do MDE. Neste processo para extrair as APP foram utilizados combinadamente os comandos *Raster Calculator*, *Fill*, *Flow Direction*, *Sink*, *Reclassify* e *Watershed*. Posteriormente, foi realizada a extração da base dos morros, considerando que a altitude da rede hidrográfica equivale a altitude das bases dos morros. Para isso, foram

utilizados os comandos *Features Vertices to Points*, *Extraction Value to Points*, *Points to Raster* e *Watershed*. Com os valores da altitude do topo e da base dos morros foi possível obter as áreas que estão no terço superior desta amplitude de altitude, entre a base e o topo do morro. Para tal, foram utilizados os comandos *Raster Calculator*, *Float* e *Con*. Os procedimentos metodológicos dessa fase podem ser verificados detalhadamente em Peluzio et al. (2010).

2.5. Mapeamento do uso e ocupação do solo

Para a realização do mapeamento do uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens dos sensores OLI e TM, a bordo dos satélites Landsat 8 e 5, respectivamente. As imagens foram adquiridas já com as devidas correções radiométricas e geométricas junto à USGS (*United States Geological Survey*), referentes as datas de 14 de agosto de 2003, 01 de agosto de 2010 e 05 de setembro de 2017. As resoluções espaciais dos satélites Landsat 8 e 5 são de 30 metros, a resolução espectral e radiométrica do Landsat 8 são 11 bandas e 16 bits, respectivamente, e do Landsat 5, 7 bandas e 8 bits, respectivamente.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado utilizando a classificação orientada ao objeto (OBIA) no software eCognition Developer 9.0 (Trimble Geospatial, 2009). Essa classificação baseia-se no agrupamento de pixels a partir de uma segmentação da imagem (Fernandes; Nunes e Silva, 2012; Silva; Bacani, 2019). Portanto, o primeiro passo foi segmentar as imagens, utilizando o algoritmo de segmentação multi-resolução, que baseia em critérios de homogeneidade, descrito por Baatz e Schäpe (2000).

Testes de tentativas e erro de parâmetros foram aplicados para cada imagem até a obtenção dos parâmetros que atendessem ao objetivo do trabalho. O parâmetro de escala (hsc) controla a dimensão e o tamanho dos objetos segmentados, o que pode afetar diretamente a classificação. Uma boa determinação do parâmetro de escala é de suma importância para a obtenção dos resultados da segmentação automatizada (Arbiol; Zhang e Palá, 2007). Já o parâmetro de forma (wsp) consiste na combinação de dois parâmetros, a suavidade (que expressa o limite entre os objetos) e a compacidade (wcp) (que é a razão da área do objeto e o raio da circunferência abrangente) (Fernandes; Nunes e Silva, 2012).

Cada imagem utilizada no desenvolvimento deste estudo apresentou parâmetros diferentes que atendeu ao objetivo do trabalho. Foi aplicado o parâmetro de escala (hsc) 7 para imagem do dia 14 de agosto de 2003, 10 para a imagem do dia 01 de agosto de 2010 e 90 para a imagem de 05 de setembro de 2017. Os parâmetros de compacidade (wcp) e forma (wsp) foram 0,5 e 0,05 do dia 14 de agosto de 2003, 0,25 e 0,25 para a imagem do dia 01 de agosto de 2010 e 0,2 e 0,05 para a imagem de 05 de setembro de 2017.

Após o processo de segmentação, as imagens foram classificadas em 6 classes de uso e ocupação do solo: (i) Sistema Agropastoril (integração entre pastagem e agricultura); (ii) Floresta Plantada; (iii) Floresta Nativa; (iv) Campo; (v) Sede Municipal (Área urbana) e; (vi) Áreas Descobertas (Afloramento Rochoso, Mineração e Solo exposto).

Para validação da classificação do uso e ocupação do solo em cada ano, foram extraídas amostras de verdade de campo utilizando o aplicativo Google Earth. Essas amostras conhecidas como amostras de acurácia, representam as classes reais de uso e ocupação do solo. De posse das amostras de acurácia foram calculadas a matriz de confusão e suas respectivas medidas de acurácia: Acurácia Global, Acurácia do Produtor e Acurácia do Usuário.

A acurácia global corresponde à classificação como um todo, considerando todas as classes classificadas. Acurácia do produtor (AP) corresponde à razão entre os pixels classificados corretamente de cada classe com o total de pixels da classe dos dados de referência. Geralmente se encontra na coluna e se relaciona com os erros de omissão das classes, representando a probabilidade de os pixels de uma classe ter sido corretamente classificados. Já a acurácia do usuário (AU) é a razão entre os pixels classificados corretamente de cada classe com o total de pixels da classe do mapa gerado. Geralmente se encontra na linha e se relaciona com os erros de inclusão em cada classe, indicando a probabilidade dos pixels classificados na classe, ser de fato aquela classe no campo (Almeida; Werneck e Resendes, 2014).

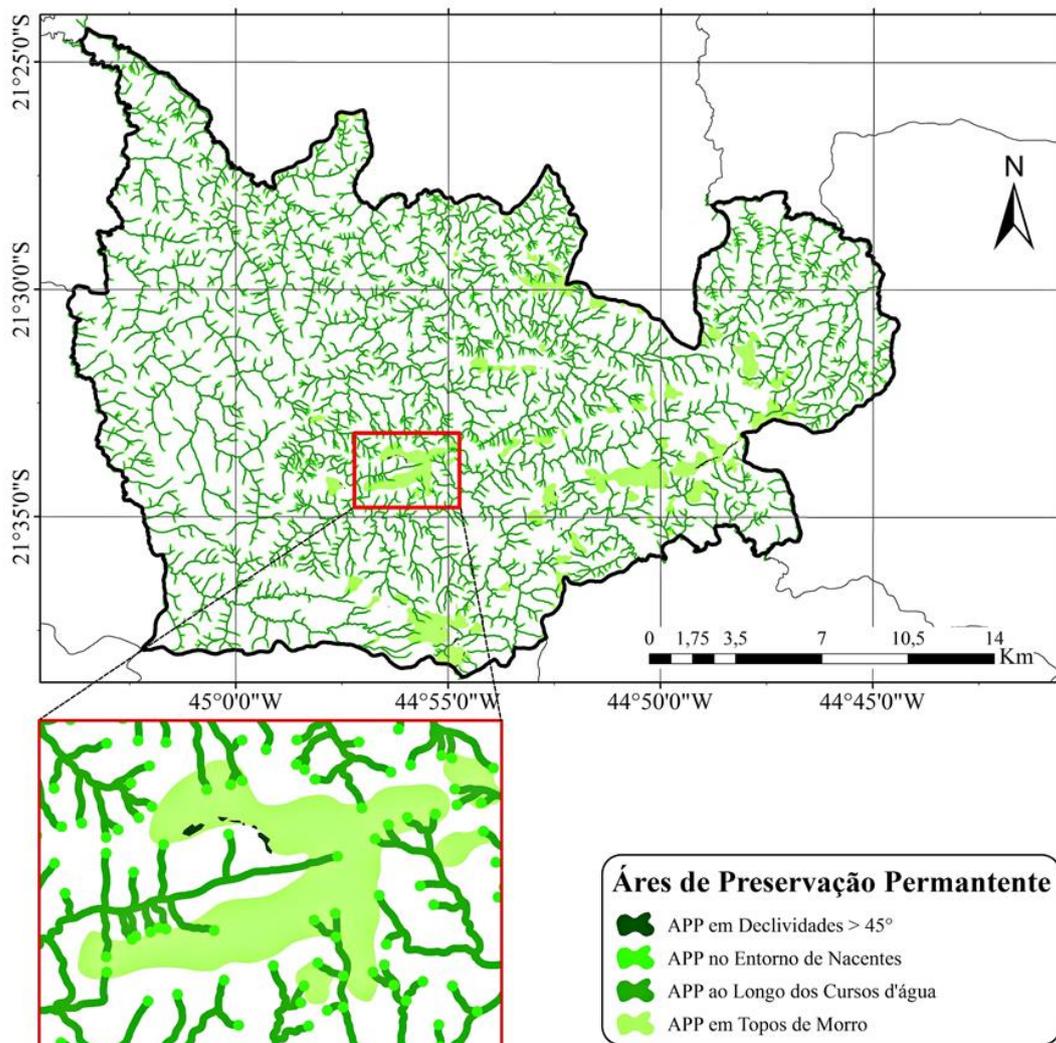
A análise dos conflitos do uso e ocupação do solo foi realizada para as três datas (2003, 2010 e 2017) sobrepondo os mapas de uso e ocupação do solo e os diferentes grupos de APP. Utilizou-se o comando *clip*, disponível no *ArcToolBox*, para calcular as áreas em conflito para cada classe de APP em cada ano de análise.

3. Resultados e Discussão

3.1. Áreas de preservação permanente

A distribuição espacial das categorias de APP analisadas no contexto do município de Luminárias (MG), é apresentada na Figura 3 e, na Tabela 1 são apresentadas as áreas calculadas referente as APP. O município apresenta uma área total de aproximadamente 50.000 ha. Destes, 10.864,7 ha foram classificados como APP de entorno das nascentes (2,92%), áreas de encosta (0,04%), ao longo dos cursos d'água (mata ciliar) (16,21%) e topo de morro (4,54%). Somadas, equivalem a 21,7% da área total do município.

Figura 3 - Distribuição espacial das categorias de APP no município de Luminárias (MG).



Fonte: Os autores (2020)

Tabela 1 - Porcentagem de áreas ocupadas pelas APP no município de Luminárias, MG.

APP	Descrição	Área (ha)	Área no município (%)
Nascentes	Raio de 50 m	1.460,13	2,92
Encostas	Acima de 45°	20,22	0,04
Cursos d'água	Largura de 30, 50 ou 100 m	8.109,72	16,22
Topos de morro	Terço Superior	2.274,58	4,55
Total (Σ)	Sem sobreposição	10.864,7	21,73

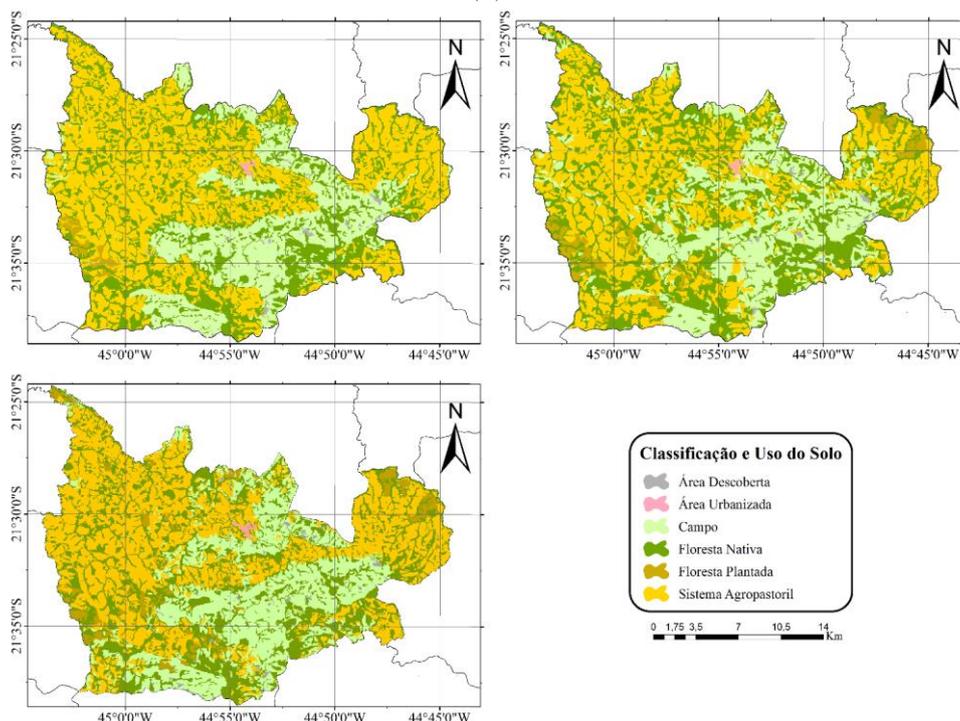
Fonte: Os autores (2020)

A conservação e preservação das APP deste município é de significativa importância, uma vez que de acordo com a Lei 11.428 de 2006, a tipologia florestal que o município de Luminárias possui está inserida no Bioma de Mata Atlântica (Brasil, 2006a). Que é um bioma com histórico de redução drástica de sua extensão em todo o território brasileiro, restando apenas 12,4% de sua área original florestada (SOS Mata Atlântica, 2020).

3.2. Classes de uso e ocupação do solo

A Figura 4 apresenta os resultados da classificação supervisionada com as seis classes de uso e ocupação do solo no município de Luminárias identificadas nas imagens dos satélites Landsat 5 (2003 e 2010) e Landsat 8 (2017).

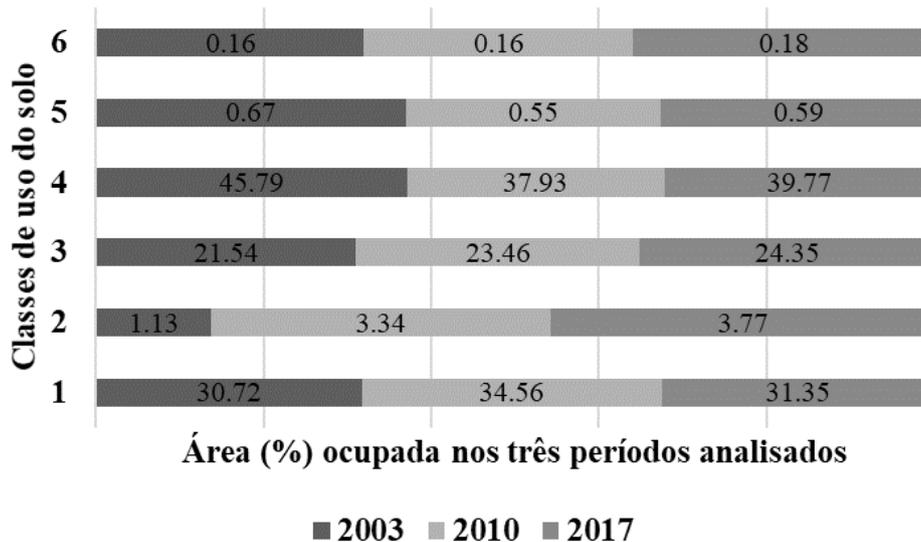
Figura 4 - Classes de uso e ocupação do solo no município de Luminárias (MG), para os anos de 2003 (A), 2010 (B) e 2017 (C).



Fonte: Os autores (2020)

A área em porcentagem de cada uma das classes de uso e ocupação do solo para os três períodos avaliados é apresentada na Figura 5. Na área mapeada, a classe Sistema Agropastoril (classe 4) é predominante, seguida pela classe Floresta Nativa (classe 1), Campo (classe 3), Floresta Plantada (classe 2), Áreas Descobertas (classe 5) e Sede Municipal (classe 6). Essa mesma sequência de classes é apresentada para os anos de 2003, 2010 e 2017. As áreas de mudança do uso e cobertura natural do solo (excludentes as classes de floresta nativa e campo) somam 47,75% da área total do município no ano de 2003, 41,98% em 2010 e 44,31% em 2017.

Figura 5 - Área das classes de uso e ocupação do solo no município de Luminárias (MG) nos anos de 2003, 2010 e 2017. * (1) Floresta nativa; (2) Floresta plantada; (3) Campo; (4) Áreas de sistema agropastoril; (5) Áreas descobertas; (6) Sede municipal.



Fonte: Os autores (2020)

Historicamente, o sistema agropastoril apresenta grande representatividade e importância no desenvolvimento de diferentes municípios no estado de Minas Gerais, considerado então como um tipo de uso e ocupação do solo que representa parte da identidade cultural territorial de vários municípios (Rodrigues; Almeida, 2018), como o que ocorre em Luminárias. Pereira (2007) reforça que a atividade agropastoril já existia em alguns municípios de Minas Gerais antes mesmo do descobrimento do ouro, e que posteriormente, foi substituída pela agricultura intensiva e outras atividades de alto impacto econômico.

Para o período entre 2003 e 2010 (Figura 7), houve uma redução nos processos de supressão da cobertura vegetal natural causada pela substituição por áreas com sistema agropastoril (redução de 3.928,01 ha) e áreas descobertas (redução de 60,97 ha). Em contra partida, as áreas de florestas nativas (aumento de 1.919,72 ha), campos (aumento de 959,51 ha), florestas plantadas (aumento de 1.105,84 ha) e da sede municipal (aumento de 3,95 ha) apresentaram crescimento, para o mesmo período. No período entre 2010 e 2017 a supressão da cobertura vegetal natural passou a ser crescente, com perdas de aproximadamente 1.606,08 ha.

De maneira geral, entre 2003 e 2017, o maior crescimento entre as classes de uso e ocupação do solo foi referente à classe de florestas plantadas, que passou de 562,70 ha para 1.881,38 ha (aumento de 234,35%). No mesmo período a classe que apresentou maior redução de área foi o sistema agropastoril que reduziu 3.007,64 ha (13,14%).

O aumento da classe de florestas plantadas na região de estudo advém do aquecimento do setor na última década. O relatório da Ibá (2019) relata que a área de florestas plantadas no Brasil alcançou 7,83 milhões de hectares, dentro dos quais o eucalipto ocupa 5,67 milhões de hectares. Os plantios de eucalipto encontram-se principalmente nos Estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%). Em específico para o Campo das Vertentes, Borges, Leite e Leite (2018) analisaram a área de plantio com eucalipto na região e citam que as áreas com maior monocultivo foram encontradas nos municípios de São João Del Rey, Carrancas e Luminárias.

A matriz de confusão apresentada (Tabela 2) foi composta por todas as classes de mapeamento do uso e ocupação do solo para cada um dos anos de análise. Com ela foi possível realizar a validação dos resultados da classificação dos mapas.

Tabela 2 - Matriz de confusão do mapeamento de uso e ocupação do solo para os três períodos de análises do município de Luminárias (MG). * (1) Floresta nativa; (2) Floresta plantada; (3) Campo; (4) Áreas de sistema agropastoril; (5) Áreas descobertas; (6) Sede municipal. (*eu*) Exatidão do usuário, (*ep*) Exatidão do produtor.

(I) Ano referência 2003								
Classe*	1	2	3	4	5	6	Total coluna	Acurácia Global
1	71	2	3	7	0	0	83	89,39% (236/264)
2	1	19	0	0	0	0	20	
3	1	0	51	4	3	0	59	
4	3	1	2	74	0	0	80	
5	0	0	1	0	18	0	19	
6	0	0	0	0	0	3	3	
Total	76	22	57	85	21	3	264	-
<i>e_u</i>	85,54	95	86,44	92,5	94,74	100	-	-
<i>e_p</i>	93,42	86,36	89,47	87,06	85,71	100	-	-
(II) Ano referência 2010								
Classe*	1	2	3	4	5	6	Total coluna	Acurácia Global
1	81	3	2	5	0	0	91	90,73% (274/302)
2	1	28	0	2	0	0	31	
3	1	0	41	2	3	0	47	
4	2	1	5	94	1	0	103	
5	0	0	0	0	26	0	26	
6	0	0	0	0	0	4	4	
Total	85	32	48	103	30	4	302	-
<i>e_u</i>	89,01	90,32	87,23	91,26	100	100	-	-
<i>e_p</i>	95,29	87,5	85,42	91,26	86,67	100	-	-
(III) Ano referência 2017								
Classe*	1	2	3	4	5	6	Total coluna	Acurácia Global
1	49	3	0	3	0	0	55	90,91% (220/242)
2	2	31	0	1	0	0	34	

3	2	0	47	5	1	0	55	
4	1	0	3	70	0	0	74	
5	0	0	1	0	19	0	20	
6	0	0	0	0	0	4	4	
Total	54	34	51	79	20	4	242	-
e_u	89,09	91,18	85,45	94,59	95	100	-	-
e_p	90,74	91,18	92,16	88,61	95	100	-	-

Fonte: Os autores (2020)

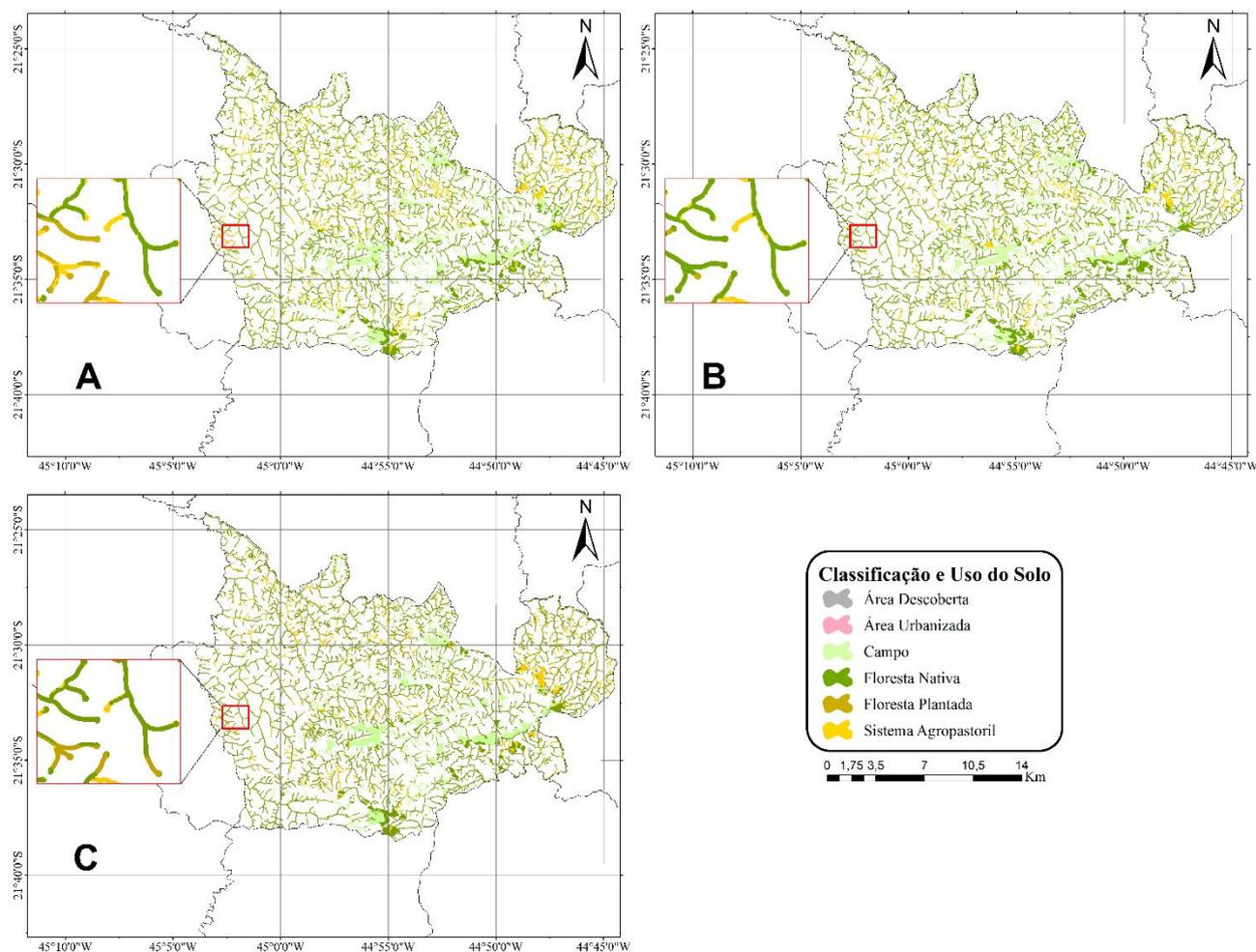
Todas as classes analisadas apresentaram resultados satisfatórios, no entanto, destaca-se que as classes 1 (Floresta nativa), 3 (Campo) e 4 (Áreas de sistema agropastoril) foram as que apresentaram menores valores de acertos em relação as demais, seguindo comportamento semelhante para os três períodos de análise. Para o ano de 2003, a confusão entre a classe 1 (**eu** 85,54% e **ep** 93,42%) foi maior com a classe 3 e 4. Para a classe 3 (**eu** 86,44% e **ep** 89,47 %), as maiores confusões ocorreram com as classes 4 e 5, e para a classe 4 (**eu** 92,5% e **ep** 87,06%), a confusão foi maior com as classes 1 e 3. Para o ano de 2010, a confusão entre a classe 1 (**eu** 89,01% e **ep** 95,29%) foi maior com a classe 2 e 4, e as confusões das classes 3 (**eu** 87,23% e **ep** 85,42%) e 4 (**eu** 91,26% e **ep** 91,26%) seguiram o mesmo padrão do ano 2003. Em relação aos resultados do ano de 2017, a confusão da classe 1 (**eu** 89,09% e **ep** 90,74%) seguiu o mesmo padrão de ocorrência do ano de 2010. Para a classe 3 (**eu** 85,45% e **ep** 92,16%), houve maior confusão entre as classes 1 e 4, e por fim, o padrão de confusão para a classe 4 (**eu** 94,59% e **ep** 88,61%) seguiu semelhante aos dos anos de 2003 e 2010.

A acurácia global expressa à validação da classificação como um todo, ou seja, considerando todas as classes. Dessa forma, os resultados da matriz de confusão mostraram altos valores de acertos para as acurácias globais. Para as classificações das datas de 2003, 2010 e 2017 os valores foram de 89,39%, 90,73% e 90,91%, respectivamente. Utilizamos como referência nominal o valor de 85% que serve como limiar da qualidade dos resultados encontrados ao interpretar a ligação dos dados dos mapas e dos dados de referência (Anderson et al., 1976).

3.3. Conflitos do uso e ocupação do solo nas APP

Os mapas de conflitos de uso da terra nas APP para os anos avaliados, são apresentados na Figura 6, e as áreas de ocupação de cada tipo de APP (com eventuais sobreposições de diferentes tipos de APP em uma mesma área) e o valor total geral por cada classe de uso e ocupação do solo são apresentados na Tabela 3.

Figura 6 - Uso e ocupação do solo nas APP do município de Luminárias (MG), nos anos de (A) 2003, (B) 2010 e (C) 2017.



Fonte: Os autores (2020)

Tabela 3 - Área (ha) do uso e ocupação do solo para cada categoria de APP do município de Luminárias, MG referente aos anos de 2003, 2007 e 2010. *(1) Floresta nativa; (2) Floresta plantada; (3) Campo; (4) Áreas de sistema agropastoril; (5) Áreas descobertas; (6) Sede municipal.

(I) Ano referência 2003						
APP/ Classe	Topo de Morro	Curso d'água	Encostas >45°	Nascentes	Soma das APP	Total sem Sobreposição
1	794,86	5.351,11	8,86	623,21	6.778,04	6.266,87
2	0	52,99	0	12,37	65,36	58,68
3	1.267,71	938,81	9,45	279,37	2.495,34	2.287,78
4	186,26	1.731,65	1,89	533,14	2.452,94	2.188,12
5	25,74	33,05	0	3,20	61,99	59,85
6	0	2,09	0	2,23	4,32	3,33
∑ APP	2.274,57	8.109,7	20,2	1.453,52	11.857,99	10.864,63

(II) Ano referência 2010						
1	830,82	5.647,59	10,93	687,23	7.176,57	6.635,63
2	0,35	120,19	0	36,62	157,16	137,78
3	1.233,21	1098	9,28	327,61	2.668,10	2.430,31
4	178,64	1.224,16	0,01	397,15	1799,96	1.606,99
5	31,54	17,68	0,000032	3,74	52,96	50,93
6	0	2,08	0	1,17	3,25	3,01
∑ APP	2.274,56	8.109,7	20,22	1.453,52	11.858	10.864,65
(III) Ano referência 2017						
1	729,53	5.694,71	9,43	639,64	7.073,31	6.551,59
2	14,45	174,26	0	54,75	243,46	214,92
3	1.280,69	1.001,54	10,47	322,53	2615,23	2.379,32
4	231,92	1.225,52	0,31	431,53	1.889,28	1.683,95
5	17,97	11,43	0	3,85	33,25	31,69
6	0	2,23	0	1,22	3,45	3,16
∑ APP	2.274,56	8.109,69	20,21	1.453,52	11.857,98	11.857,98

Fonte: Os autores (2020)

O uso e ocupação do solo em áreas de APP para os três períodos analisados, conforme a Tabela 3, evidencia o desmatamento das áreas naturais da Floresta Estacional Semidecidual Montana pertencente ao bioma Mata Atlântica. Inseridos em seu lugar os monocultivos florestais e o aumento do sistema agropastoril, que vai em controvérsia com a lei ambiental, pois, esses locais deveriam ser destinados a preservação da vegetação natural. Resultado semelhante foi encontrado por Coutinho et al. (2013) que observaram o aumento da fronteira agropecuária ao analisar o uso e ocupação do solo em áreas de APP localizados na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, em área de Mata Atlântica.

De acordo com a legislação florestal, para o ano de 2003, 78,74% da área destinada as APP estavam de acordo com a lei, enquanto, os outros 21,26% dessa área deveriam ser recuperadas. Em 2010, foi observado um aumento das áreas destinadas as APP, que passaram a representar 83,44% (16,56% da área deveriam ser recuperadas). No entanto, em 2018 houve um decréscimo das áreas de APP, que passaram a representar 82,20% do total da área (consequentemente, 17,80% deveriam ser recuperadas).

Em específico para as categorias de APP consideradas nesse estudo, no ano de 2003 todas as APP apresentaram mais que 61% de suas áreas preservadas. A APP de topo de morro foi a que apresentou a maior área (90,68%) preservada. Enquanto a APP no entorno das nascentes a que apresentou a menor percentagem de preservação (62,1%), necessitando assim de recuperar um total de 37,9% da área.

É fundamental que haja uma gestão sustentável com os objetivos de proteção e restauração de ecossistemas relacionados aos recursos hídricos, em especial atenção para as APP no entorno das nascentes e olhos d'água (Souza et al., 2019; Almeida et al., 2020). Já que esses ambientes, que constituem áreas protegidas, são de grande importância em processos de manutenção da qualidade, disponibilidade e desempenho de diferentes funções ecossistêmicas das águas afloradas.

Quando comparado a 2003, houve um aumento médio das áreas de APP para o ano de 2010. Todas as categorias de APP aqui consideradas, apresentaram mais de 69% de suas áreas preservadas. As áreas de encostas com declividade maior que 45° foram as que apresentaram maior área preservada, equivalente a 99,95%. Mas, para as áreas no entorno das nascentes ainda se demonstra como necessário a recuperação de aproximadamente 30,18%.

Entre 2010 e 2017, as áreas destinadas a serem preservadas foram reduzidas para todas as categorias de APP, no qual, passaram a apresentar mais de 66% de suas áreas preservadas. Entre as categorias de APP, àquelas

localizadas nas áreas de encostas com declividade maior que 45° continuaram a ter a maior área preservada (98,47%), já as APP no entorno das nascentes passaram a precisar recuperar 33,8% de suas áreas.

Sobre as classes de uso e ocupação do solo nas áreas de APP, entre 2003 e 2010, foram observados que a categoria das florestas plantadas apresentou um aumento na área de 134,89%, possivelmente foi, em parte, responsável pela supressão da vegetação nativa local. Seguidas pelas áreas descobertas na classe de APP de topo de morro que houve aumento de 22,53%. Já que outras classes de usos e ocupação do solo como as áreas de práticas agropastoris e de solos expostos reduziram 26,56% e 14,90%, respectivamente. A análise entre os anos de 2010 e 2017 mostram que a categoria florestas plantadas aumentaram mais uma vez, agora em 55,99% dentro das áreas de APP, e 4,79% de área de vegetação nativa foram substituídas por práticas agropastoris. Um ganho positivo foi observado na diminuição de 37,78% das áreas de solos expostos.

Parte das dificuldades existentes sobre a real preservação das APP deve-se ao fato de a legislação ambiental utilizar os mesmos critérios para todo o País, quando se sabe que os ecossistemas brasileiros são muito diferentes, variando de região para região, inclusive com diferenças expressivas no relevo. Além disso, a legislação não faz nenhuma distinção das APP em relação à área urbana e ao meio rural, que, também, constituem realidades e usos diferentes. Por isso, tais áreas devem ser tratadas de forma distinta, sob pena de continuar-se a perceber processos de degradação ambiental em detrimento de uma Lei que não se aplica concretamente, pois diverge dos fatos e da realidade nacional (Silva, 2006; Coutinho et al., 2013; França et al., 2018).

A partir dos resultados gerados neste estudo, constatou-se que as áreas de APP do município de Luminárias que deveriam estar sendo exclusivamente destinadas para a preservação e manutenção da cobertura florestal nativa, têm sido substituídas ao longo dos anos por outras atividades antrópicas de cunho produtivo. Vale ressaltar, que o município não apresenta nenhuma área protegida com *status* de unidade de conservação legalmente instituída (Carvalho et al., 2020), sendo isso uma questão de potencial prioridade para as entidades públicas locais. Segundo a resolução nº 369 Conama (Brasil, 2006b), as APP são áreas que devido as suas características singulares apresentam como regra geral a intocabilidade e é vedado nessas áreas o uso econômico de forma direta, pois, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, sendo para tal, instrumento de relevante interesse ambiental. Dessa forma, a implementação de áreas de florestas plantadas e atividades agropastoris nesse ambiente, podem ocasionar um comprometimento na sustentabilidade no uso dos solos e da água no município estudado, visto a necessidade de disponibilidade que estas atividades requerem destes recursos. Logo, torna-se fundamental o adequado planejamento florestal e agrícola para os processos de intervenção nesta região, para resguardar o valor e potencial paisagístico e ecoturístico do município analisado.

4. Considerações Finais

O uso de técnicas de sensoriamento remoto e do sistema de informações geográficas auxiliaram de maneira positiva no desenvolvimento do mapeamento da ocupação e uso da terra, elucidando as quatro classes de APP aqui consideradas. Além disso, auxiliaram a delimitar os diferentes padrões e tipos de uso do solo, em três datas diferentes, para o município de Luminárias. Dessa forma, os resultados encontrados poderão ser utilizados para o desenvolvimento de planos ambientais e aplicação da legislação vigente, assim como para o monitoramento das áreas protegidas e a recuperação desses locais. Além de servir como forma de auxílio para as ações fiscalizatórias, tais como as observações verificadas nos conflitos de uso em APP.

Para o período em análise, foi observado que as classes de uso e ocupação do solo que apresentaram maior conflito quando comparado com as áreas de APP foram os sistemas agropastoris, seguido de florestas plantadas e áreas com solo exposto. Onde as áreas com florestas plantadas apresentaram a maior taxa de crescimento. Já entre as categorias de APP, as áreas situadas no entorno das nascentes apresentaram maior conflito com a legislação vigente e as classes de uso e ocupação do solo.

As APP encontradas nas encostas com declividade superior a 45° e em topos de morros são as áreas com maior preservação no município de Luminárias. Entre 2003 e 2010, o conflito entre as APP e as classes de uso e

ocupação do solo foram reduzidos para todas as categorias de APP. Mas, entre 2010 e 2017 essas áreas de conflito aumentaram, destacando-se áreas de APP localizadas no topo de morro.

As APP, de maneira geral, representam importante parcela da área total do município de Luminárias. Apesar disso, foi observado a apropriação de diferentes atividades antrópicas sobre essas áreas para o período em análise. Salienta-se, portanto, que algumas atividades ali desenvolvidas podem estar relacionadas às práticas de sobrevivência para o desenvolvimento humano, mas, é necessário que sejam realizadas em locais apropriados e de forma planejada, tendo em vista os possíveis impactos negativos a biodiversidade que podem ser ocasionados para a região.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Os autores também agradecem ao Departamento de Ciências Florestais e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil.

6. Referências

- Aldwaik, S. Z., & Pontius, R. G. (2012). Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. **Landscape and Urban Planning**, 106 (1), 103-114.
- Almeida, A. S. de, Werneck, G. L., & Resendes, A. P. da C. (2014). Classificação orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto em estudos epidemiológicos sobre leishmaniose visceral em área urbana. **Cadernos de Saúde Pública**, 30(8), 1639- 1653.
- Almeida, F. C., Silveira, E. M. O., Acerbi Júnior, F. W., França, L. C. J., Bueno, I. T., & Terra, B. J. O. (2020). Análise multicritério na definição de áreas prioritárias para recuperação florestal na bacia do Rio Doce, em Minas Gerais. **Revista Nativa**, 8(1), 81-90.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6), 711-728.
- Alves, W. S., Martins, A. P., & Scopel, I. (2020). Análise da evolução temporal do uso e cobertura da terra na bacia do Ribeirão da Laje, no Sudoeste de Goiás, de 1987 a 2017. **Revista Caminhos de Geografia**, 21(74), 1-20.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (1976). **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data**. United States: Geological Survey Professional Paper.
- Arbiol, R., Zhang, Y., & Palá, V. (2007). Advanced Classification Techniques: a review. **Revista Catalana de Geografia**, 12(31), 292-296.
- Baatz, M., & Schäpe, A. (2000). **Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation**. Disponível em: http://www.ecognition.com/sites/default/files/405_baatz_fp_12.pdf. Acesso em: 07/06/2019.
- Borges, M. G., Leite, M. E., & Leite, M. R. (2018). Mapeamento do eucalipto no estado de Minas Gerais utilizando o Sensor Modis. **Espaço Aberto**, 8(1), 53-70.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 25 maio. Disponível em: <http://www.botuvera.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/Lei-12651-2012-C%C3%B3digo-Florestal.pdf>. Acesso em: 06/06/2018.

_____. **Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. (a).** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 22 dez. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 23/05/2020.

_____. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 17 out. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm. Acesso em: 01/10/2019.

_____. **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. (b).** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 22 dez. Disponível em: http://www.mp.go.gov.br/portaWeb/hp/9/docs/conama_res_cons_2006_369_supressao_de_vegetacao_em_app.p df. Acesso em: 29/05/2020.

Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2015). Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, 18(2), 251-259.

Carvalho, V. C., Silva, M. A. C., & Oliveira, D. V. (2007). Potencialidades espeleoturísticas da área carstica do Município de Luminárias. **Caderno Virtual de Turismo**, 7(2), 23-34.

Carvalho, V. C., Silveira-JR, W. J., Souza, C. R., Fernandes, T. M. S., & Fontes, M. A. L. (2020). A percepção autóctone sobre os ambientes naturais com potencial ecoturísticos em Luminárias (MG): dinâmica e consequências. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, 13(1), 49-68.

Coutinho, L. M., Zanetti, S. S., Cecílio, R. A., Garcia, G. D. O., & Xavier, A. C. (2013). Usos da terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia do rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**, 20(4), 425-434.

FAO - Food and Agriculture Organization (2015). **Status of the world's soil resources: main report**. Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>. Acesso em: 29/10/2019.

Fernandes, R.R., Nunes, G.N., & Silva, T.S.F. (2012). Classificação orientada a objetos na caracterização da cobertura da terra no Araguaia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(9), 1251-1260.

França, L. C. J., Piuzana, D., Morais, M. S., Menezes, E., & Morandi, D. T. (2018). Delimitação automática e quantificação das Áreas de Preservação Permanentes de encosta para o município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil. **Revista Espinhaço**, 7(2), 60-71.

Hasan, S. S., Sarmin, N. S., & Miah, M. G. (2020). Assessment of scenario-based land use changes in the Chittagong Hill Tracts of Bangladesh. **Environmental Development**, 34(1), 100463.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores (2019). **Relatório 2019 = Report 2019**. Brasília. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 24/06/2020.

Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **Proceedings of The National Academy of Sciences**, 108(9), 3465-3472.

Morandi, D. T., França, L. C. J., Menezes, E. S., Machado, E. L. M., Silva, M. D., & Mucida, D. P. (2020). Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, 115(1), 106440.

Morandi, D. T., Menezes, E. S., França, L. C. J., Mucida, D.P., Silveira, L. P., & Silva, M. D. (2018). Diagnóstico da antropização em Área de Preservação Permanente (APP) em segmento do Rio Jequitinhonha (MG). **Biofix Scientific Journal**, 3(2), 252-259.

- Nardini, R. C., Campos, S., Gomes, L. N., Moreira, K. F., & Piza, M. W. de T. (2012). Analysis of land use and occupancy in permanent preservation areas according to the hydrography of Ribeirão Água Fria - Bofete, SP - Brazil. **Engenharia Agrícola**, 32(5), 944-950.
- Nayak, S., & Mandal, M. (2019). Impact of land use and land cover changes on temperature trends over India. **Land Use Policy**, 89(1), 104238-104248.
- Peluzio, T. M. O., Santos, A. R. dos., Fiedler, N. C., Coelho, A.L. N., Eugenio, F. C., Louzada, F. L. R. O., Saito, N. S., Ferrari, J. L., & Quarto Junior, P. (2010). **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS9.3** (1ª ed.). Alegre: Caufes.
- Pereira, L. M. (2007). **Em nome da região a serviço do capital: o regionalismo político norte-mineiro**. Tese de Doutorado em História Econômica, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Rodrigues, G. A., & Almeida, M. das G. de. (2018). O Registro, a fiscalização e a terra: a ocupação do território e a influência da administração portuguesa na gênese de Contagem em seus primórdios (1700-1720). **Igualitária: Revista do Curso de História da Estácio BH**, 2(12), 1-24.
- Silva, V. G. (2006). **Legislação ambiental comentada** (3a ed.). Belo Horizonte: Fórum.
- Silva, L.F., & Bacani, V. M. (2019). Utilização de técnicas de classificação orientada a objeto no mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no pantanal de Aquidauana. **Bol. Geogr.**, 37(1), 214-233.
- Sos Mata Atlântica 2020. **Conheça a Mata Atlântica**. Brasil. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>. Acesso em: 23/06/2020.
- Souza, K. I. S. d, Chaffe, P. L. B., Pinto, C. R. S. de C., & Nogueira, T. M. P. (2019). Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. **Águas Subterrâneas**, 33(1), 76-86.
- Trimble Geospatial (2009). **Definiens eCognition developer** (Version 8). Munich: Trimble GeoSpatial.