

## USO CONFLITANTE DA TERRA NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO LONGO DOS RIOS DA BACIA RIO SANTO ANTÔNIO - MG UTILIZANDO SIG

*Amanda Lopes Maciel<sup>1</sup>\*; Giuliana Camargo Vieira<sup>2</sup>; Edson Mauricio Marques Ferrari<sup>3</sup>; Eliane Maria Vieira<sup>4</sup>*

**Resumo** - A presente pesquisa tem como objetivo o levantamento de informações e a análise da caracterização da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, pertencente a sub-bacia hidrográfica do rio Doce, localizada no município de Itabira, no estado de Minas Gerais. Para a coleta dos dados foi utilizado o modelo computacional de simulação hidrológica SWAT, que permitiu a caracterização fisiográfica da área de estudo. Esse estudo foi desenvolvido utilizando os equipamentos disponíveis no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento da Universidade Federal de Itajubá – *campus* Itabira. O banco de dados foi composto pelos cálculos dos parâmetros fisiográficos e mapas de declividade, uso do solo, áreas de preservação permanentes para a análise do uso conflitante. Quase 50% da área da bacia hidrográfica apresentam declividade entre 20 e 45%, caracterizado como forte ondulado pela Embrapa. A atividade agropastoril representou o uso predominante (52,80%), sendo responsável por 70,97% dos 5% de uso conflitante presente na bacia hidrográfica. A cobertura vegetal representa 40,30% da área, suprimindo o mínimo exigido pela legislação do Código Florestal Brasileiro vigente é de 20%.

**Palavras-chaves:** Bacia hidrográfica, SIG, uso conflitante da terra.

## CONFLITANTE USE OF LAND IN PERMANENT PRESERVATIVE AREAS THROUGHOUT THE RIVER SANTO ANTONIO BASIN - MG BY SIG

**Abstract** - The present research aims the survey of information and analysis of the characterization of Santo Antônio river basin, in the Sub-basin of the Doce River, located in the city of Itabira in Minas Gerais. For the collection of data was used the computational model of hydrological simulation SWAT, which allowed the physiographic characterization of the study area. This project was developed using the equipment available in the laboratory of Surveying and GIS at the Federal University of Itajubá – *campus* Itabira. The database was composed by calculations of physiographic parameters and gradient maps, land use, permanent preservation areas for the analysis of the conflicting use. Almost 50% of the area of the watershed presented slope between 20-45%, characterized as a strong wavy by Embrapa. Agricultural activity represented the predominant use (52,80%), being responsible for 70.97% of 5% use conflicts present in the catchment area. 40,30% cover represents the area, supplying the minimum required by the law of the Brazilian forest code in force is 20%.

**Keywords:** Basin, SIG, conflitante use of land.

<sup>1</sup> Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá - campus Itabira, amandamaciel.eng@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá - campus Itabira, giulia.nah13@gmail.com.

<sup>3</sup> Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá - campus Itabira, ferrari.ambiental@hotmail.com.

<sup>4</sup> Docente, Universidade Federal de Itajubá - campus Itabira, elianevieira@unifei.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Estabelecida como sendo uma das principais unidades de gerenciamento territorial, uma bacia hidrográfica caracteriza-se como unidade de estudo e gestão dos recursos hídricos. Em função do desenvolvimento da sociedade, a gestão dos recursos hídricos tornou-se uma das principais preocupações diante sua vulnerabilidade, uma vez que as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia (VANACKER et. al, 2005).

Devido aos problemas de manejo inadequado de bacias, a caracterização do meio físico da bacia hidrográfica permite levantar todas as áreas críticas do ponto de vista da manutenção da água, condição básica para um planejamento bem sucedido de conservação e produção de água. A existência de conflitos entre uso e ocupação e o descumprimento da legislação nessas áreas coloca em risco a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, devido à dinâmica fluvial e ao escoamento superficial da água (BOIN, 2005). Desse modo, o mapeamento das áreas de preservação permanentes (APPs) é importante para o planejamento territorial, a fiscalização e as ações de campo nos âmbitos local, regional ou nacional, facilitando as fiscalizações que visam ao cumprimento da legislação ambiental (HOTT et al., 2004; EUGENIO et al., 2011).

Nesse cenário, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) torna-se uma das principais ferramentas de auxiliam nesses estudos, visto que por meio da utilização dessa ferramenta, a caracterização da bacia é feita de maneira mais rápida e eficaz, permitindo a redução de custos do estudo, seja ele financeiro ou cronológico. Nestes também podem empregar diversos modelos hidrológicos que fazem simulações e facilitam o entendimento e a coleta de informações básicas desta unidade territorial, contribuindo para um melhor planejamento da área. Além disso, o estudo das interações de parâmetros físicos permite a identificação de áreas sujeitas à degradação ambiental e a avaliação das estratégias de manejo antes que elas sejam adotadas (CÂMARA; DAVIS, 2002).

Dentro deste contexto, a presente pesquisa propôs a utilização de um SIG visando subsidiar estudos de planejamento e gestão da bacia rio Santo Antônio pertencente a sub-bacia hidrográfica do rio Doce, localizada no município de Itabira, no estado de Minas Gerais, por meio do levantamento de informações e a análise da caracterização da bacia.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a execução do estudo, foram utilizados os equipamentos disponíveis no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento da Universidade Federal de Itajubá – *campus* Itabira. O principal *software* utilizado foi o SIG ArcGis versão 10.2.2, e como complementação ao estudo, foi utilizado um GPS Garmim, também disponível neste laboratório.

Os levantamentos fisiográficos da área em estudo foram obtidos por meio da utilização da base altimétrica, empregando o modelo digital do terreno Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) do estado de Minas Gerais, obtido no site da USGS (United States Geological Survey), com 30m de resolução especial. O limite da bacia foi obtido por meio do modelo hidrossedimentológico SWAT, uma ferramenta instalada no ArcGIS, desenvolvido pelo Agricultural Research Service/United States Department of Agriculture (ARS/USDA) dos Estados Unidos.

A bacia hidrográfica do presente estudo é a Bacia do Rio Santo Antônio, que se encontra inserida no município de Itabira – MG, Brasil, esta é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio

Doce, como mostrado na Figura 1.

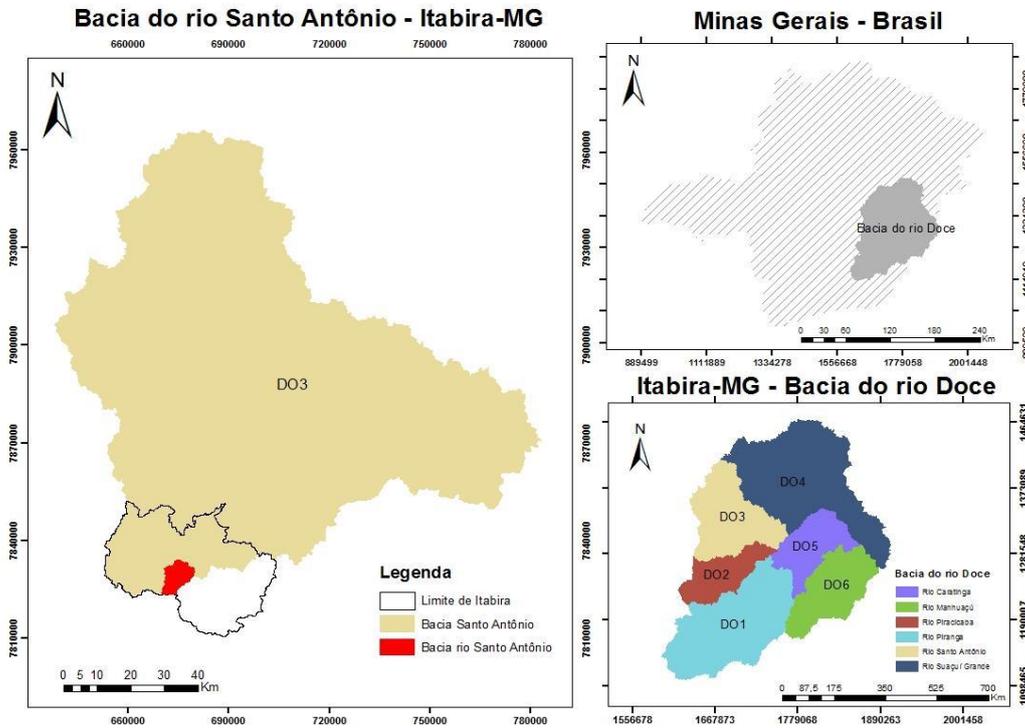


Figura 1- Mapa de localização da Bacia do rio Santo Antônio, Itabira-MG

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após o término das simulações no SWAT, foram analisados a declividade, uso e ocupação da bacia e o uso da terra nas áreas de preservação permanente na bacia rio Santo Antônio.

O mapa de declividade foi gerado a partir dos dados altimétricos da base SRTM e, para a definição das classes, foram empregados intervalos variáveis definidas em seis classes. As classes de declividade foram estabelecidas seguindo a classificação da Embrapa (2006).

Para a delimitação do uso e cobertura do solo, foi utilizada a imagem georreferenciada do Google Earth de setembro de 2016, empregando a composição colorida RGB. Foi empregada a digitalização em tela e a classificação foi baseada na análise visual da imagem tendo por base o padrão, cor, textura, arranjo, das feições na imagem. Por meio dos levantamentos de campo, permitiu-se assim verificar as diferentes de classes de uso da terra: Outros Usos, Vegetação em Regeneração, Fragmentos Vegetais e Solo Exposto.

As áreas de preservação permanente foram mapeadas baseadas nos critérios estabelecidos pela legislação, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651 de 2012, o qual dispõe sobre parâmetros, definições e limites destas áreas, considerando: Faixa marginal do leito dos rios (buffer de 30 m) e; Ao redor de nascentes (buffer de 50 m).

Baseado no mapa de uso e ocupação do solo e no mapa das APPs da bacia foi gerado os mapas de conflitos de uso do solo nas APPs.

Foram consideradas sob uso inadequado (conflitante) todas as áreas de APP que estão sendo usadas por Outros Usos e Solo Exposto (contemplando área edificada, área agricultada e pastagens, e solo exposto). As áreas ocupadas com vegetação em regeneração e fragmentação florestal foram consideradas áreas com uso adequado do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do rio Santo Antônio apresenta uma área de 68,247 Km<sup>2</sup>, representando 5,44% da área do município de Itabira, com perímetro de 53, 638 Km. Sua declividade média é de 3%, com altitudes variando de 617 a 1182 metros, conforme pode ser visto pela Figura 2.

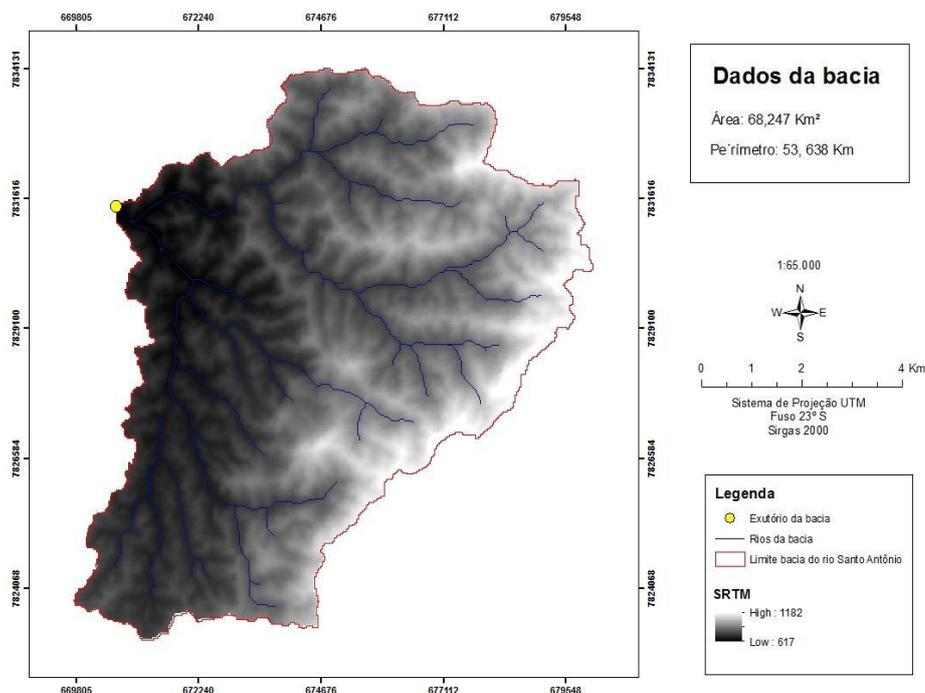


Figura 2 - STRM da bacia, mostrando a cota de altitude mais alta e baixa, bem como o exutório da bacia  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Analisando a hierarquia dos corpos d'água da bacia, é possível determinar que a área de estudo possui um padrão de drenagem classificado como dentrítico, na qual, estes possuem a configuração semelhante à de uma árvore, possuindo ramificações variadas. Além disso, de acordo com hierarquização fluvial utilizada por Horton modificada por Strahler (TUCCI, 2004) a área de estudo configura ser uma bacia de quarta ordem.

Quanto a declividade da bacia do rio Rio Santo Antônio (Figura 3), pode-se afirmar que o relevo se caracteriza como sendo forte ondulado de acordo com a classificação da Embrapa (2006), visto que 46,36% da área da bacia está enquadrado nessa categoria, conforme pode ser observado na Tabela 1. Picos de enchentes, infiltração e susceptibilidade para erosão estão diretamente relacionados com a declividade, pois quanto maior a declividade, mais rápido ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. (VILLELA; MATTOS, 1975, *apud*, TEODORO et al. 2007).

Tabela 1. Distribuição percentual das classes de declive da bacia

Classificação	Classes de Declividade		
	Declividade	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual
Plano	< 3%	2, 208	3,26%
Suave ondulado	3 a 8%	5, 416	7,96%
Ondulado	8 a 20%	27,285	39,98%
Forte ondulado	20 a 45%	31,636	46,36%
Montanhoso	45 a 75%	1,257	1,84%
Escarpado	> 75%	0,445	0,60%
	<b>Total</b>	<b>68,247</b>	<b>100%</b>

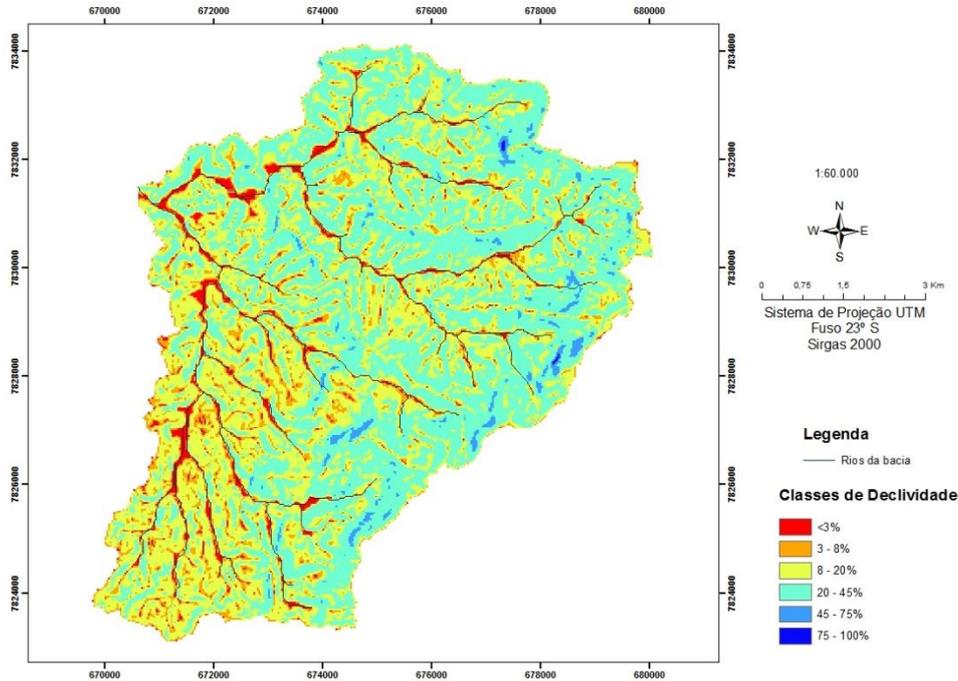


Figura 3 - Mapa de declividade da bacia do Rio Santo Antônio, Itabira-MG  
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Utilizando técnicas de SIG, foram delimitadas e quantificadas as APPs por declividade na bacia rio Santo Antônio. Na Figura 4, ilustra-se a distribuição espacial de todas as APPs, obtidas pela fusão das diferentes categorias consideradas no presente estudo.

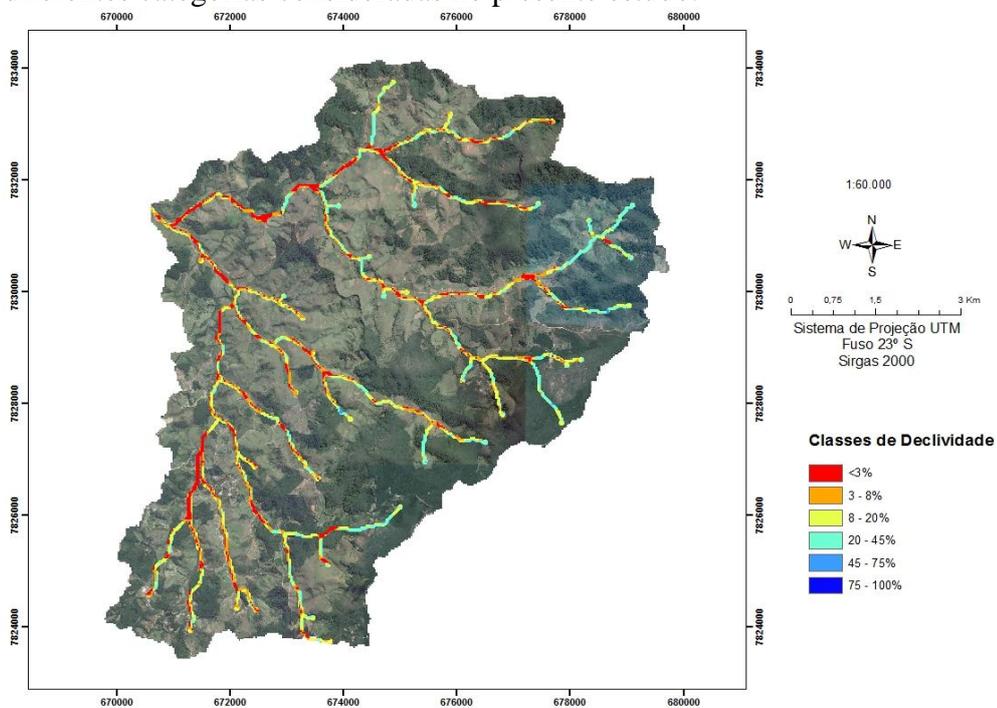


Figura 4 - Mapa de APPs por declividade da bacia do Rio Santo Antônio, Itabira-MG  
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Segundo os critérios estabelecidos no Código Florestal vigente, a área total de APP é mensurada em 4,293 Km<sup>2</sup>, representando 6,29% da área total da bacia.

As APPs de curso d'água garantem que a margem do leito dos rios assim como suas respectivas nascentes se mantêm em equilíbrio, tendo assim uma importância vital no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água (MOREIRA et. al., 2015).

A bacia hidrográfica do rio Santo Antônio possui um território que, devido sua formação geológica é bastante elevado. Por esse motivo, verifica-se a necessidade de proteção dessas áreas uma vez que elas constituem instrumentos de relevante interesse ambiental para o desenvolvimento sustentável da bacia.

Quanto ao uso e ocupação do solo da bacia, o uso da terra predominante é Outros Usos, correspondendo a 52,80% da área em estudo. Essa classe constitui-se principalmente por áreas de agriculturas, área edificada e pastagens, e encontra-se distribuída por toda bacia. As outras classes delimitadas foram Fragmentação Vegetal, que corresponde 27,56 Km<sup>2</sup> (40,30 % da área total da bacia). Próximos a grandes fragmentações vegetais, encontram-se vegetação em regeneração, que ocupa uma área de 4,60 Km<sup>2</sup> (6,73 % da área total da bacia) e o solo exposto corresponde a 0,12 Km<sup>2</sup> (0,17 % da área total da bacia), como pode ser vista pela Figura 5.

A expressiva participação da classe Outros Usos na composição da paisagem demonstra processos de antropização a que a área tem sido submetida. Outras bacias hidrográficas vizinhas também apresentam uso predominante de pastagens, como é o caso das bacias hidrográficas Voçoroca, Olaria e Antena, estudadas por Serra (1993). A degradação de pastagens tem grandes consequências, podendo ocasionar impactos significativos no solo, nos recursos hídricos, na fauna e flora de diversos ecossistemas, uma vez que os efeitos da erosão em pastagens podem afetar mananciais de abastecimento de água (ALBERNZS; LIMA, 2007).

Em relação ao valor da mata nativa, este valor da percentagem de mata nativa (40,30%) encontra-se acima do valor encontrado por Vaeza e outros autores (2009), no estudo realizado na bacia do Arroio dos Pereiras, Irati-PR (22,56%). Estudiosos afirmam que a floresta nativa, entre os ecossistemas vegetais, atua no ciclo hidrológico de maneira mais significativa, pois proporciona melhores condições de infiltração da água da chuva, sendo importante no ciclo hidrológico da bacia (OLIVEIRA JR e DIAS, 2005). Já as áreas de solo exposto correspondem a menor porcentagem da área total da bacia, não mostrando interesse relevante.

Da área total da bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, 5% apresentaram algum tipo de uso conflitante, ou seja, está sendo ocupada por outras atividades não respeitando os limites exigidos pelo Código Florestal Lei 12651/2012 (Figura 6). Dentre os principais usos conflitantes destacaram-se Outros Usos (70,97%) e solo exposto (3,26%). Para Soares (2008) e Ribeiro e outros autores (2005) ressaltaram o uso indevido dessas nas APP. Nesse contexto, a utilização de APPs com atividades agropecuárias na bacia, conforme apresentado na Figura 4, pode ser um fator de comprometimento do uso sustentável da água e do solo, principalmente ao se considerar a dependência da agropecuária pela disponibilidade quantitativa e qualitativa destes recursos.

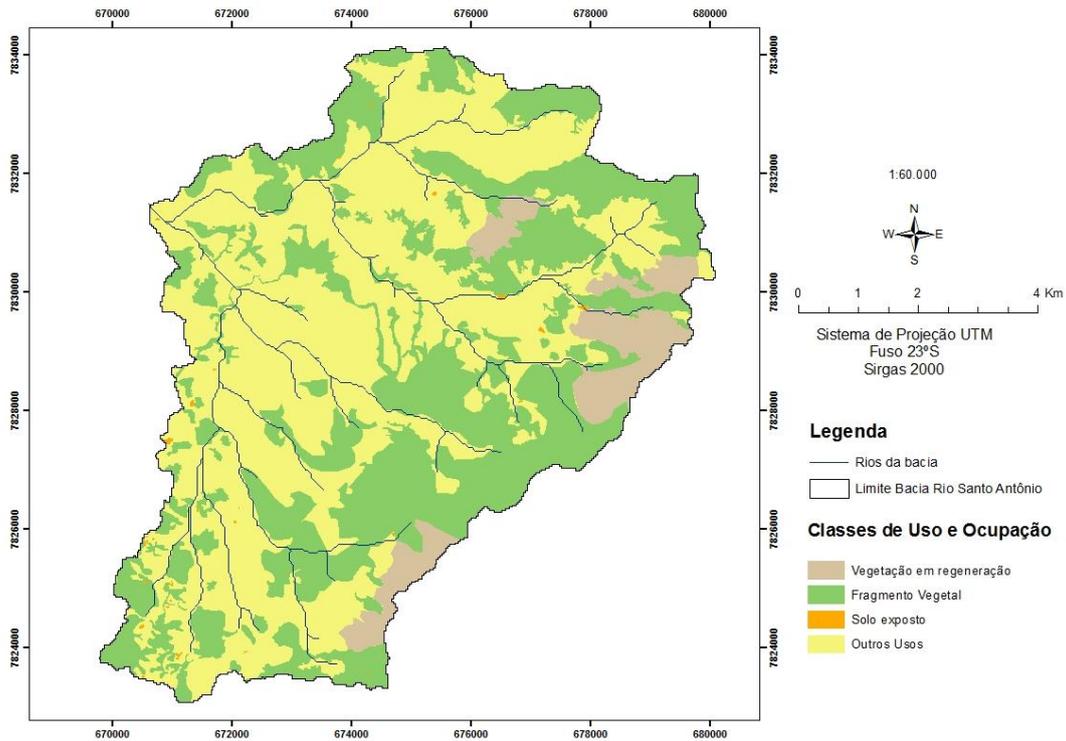


Figura 5 - Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Santo Antônio, Itabira-MG  
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

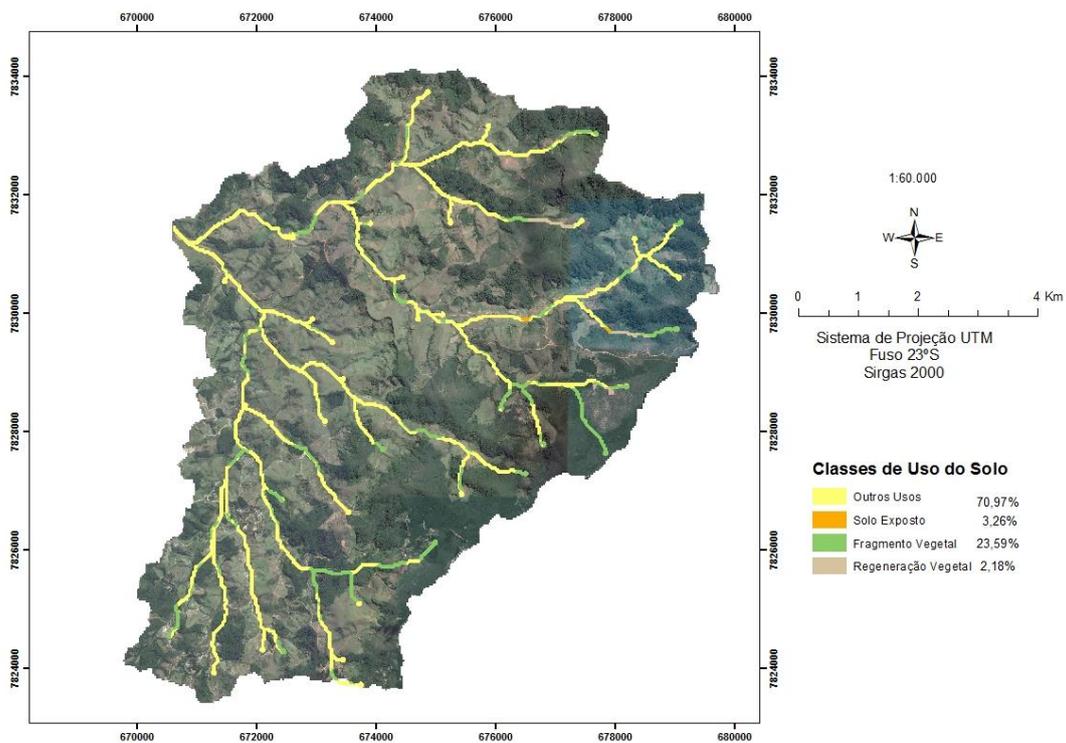


Figura 6 - Mapa de APP com a classificação dos usos do solo na Bacia do Rio Santo Antônio, Itabira-MG  
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

## CONCLUSÕES

A utilização de SIG e imagens de satélite mostraram-se como importantes ferramentas em função da facilidade e rapidez na obtenção e elaboração de mapas temáticos, subsidiando a análise das áreas conflitivas dentro de APPs. Os dados obtidos auxiliarão nos futuros planejamentos de recuperação e ordenamento da área, visto que possibilitaram a verificação de que parte da área da microbacia não vem sendo ambientalmente preservada.

Os resultados mostram que as áreas de preservação permanente (459 ha) estão sendo usadas indevidamente (341 ha) por atividades agripastoris (70, 97%) e solo exposto (3,26%). Portanto, faz-se necessária a adoção de medidas reguladoras das atuais formas de uso e ocupação da terra, pois a falta de preservação dessas áreas pode surtir efeitos negativos sobre os recursos naturais.

## AGRADECIMENTOS

À UNIFEI, pelo apoio institucional dado para a realização da pesquisa e à Fapemig, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ALBERNAZ, W. M.; LIMA, J. M. Caracterização da cobertura vegetal de pastagens em duas sub-bacias hidrográficas da região de Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 2, p. 290-297, mar./abr. 2007.
- BOIN, M. N. **Áreas de Preservação Permanente: Uma visão prática**. In: Centro de Apoio Operacional de Urbanismo e Meio Ambiente. (org.). *Manual Prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente*. 1 ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe Sobre A Proteção da Vegetação Nativa; Altera As Leis nos 6.938, de 31 de Agosto de 1981, 9.393, de 19 de Dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de Dezembro de 2006; Revoga As Leis nos 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e 7.754, de 14 de Abril de 1989, e A Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de Agosto de 2001; e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 08 mar. 2017.
- CÂMARA, G; DAVIS, C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2017.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2006. 286 p.
- EUGENIO, F.C.; SANTOS, A.R.; LOUZADA, F. L.R.O, PIMENTEL, L. B.; MOULIN, J.V.. **Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia**. *Cerne* 2011; 17(4): 563-571.
- HOTT, M.C.; GUIMARÃES, M., MIRANDA, E. E.. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites; 2004.
- MOREIRA, T. R.; SANTOS A.R.; DALFI, R.L.; CAMPOS, R.F.; SANTOS, G.M.A.D.A.; EUGENIO, F.C.. **Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no município de Muqui, ES**. *Floresta e Ambiente* 2015; 22(2): 141-152. Disponível: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.019012>>. Acesso: 02 jun. 2017.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. de; DIAS, H. C. T.; Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 1, Janeiro/Fevereiro 2005.
- RIBEIRO, C.F.A.; ALMEIDA, O.T.; RIBERIO, S.C.A.; TONELLO, K.; LIMA, K. Expansão de pecuária de bovinos e desafios de sustentabilidade da atividade na Amazônia Legal. In: III WORKSHOP BRASIL-JAPÃO EM ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Anais...* Campinas – SP, Universidade Estadual Paulista, 2005.
- SERRA, E. L. **Avaliação da degradação ambiental de três microbacias hidrográficas no município de Lavras, MG**. 1993. 153 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- SOARES, F.V.P. O uso racional das matas ciliares como forma de conservação dos recursos hídricos e desenvolvimento econômico e social das comunidades tradicionais: Município de Autazes – AM. In: LXXXVIII SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Anais...* Rio Claro: SIMPGEO, 2008, p.161-178.
- TEODORO, V. L. I; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfológica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Araraquara. *Revista Uniara*. Centro Universitário de Araraquara, nº 20, 2007.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.
- VAEZA, R.F.; COSTA FILHO, P.C.O.; MAIA, A.G.; DISPERATI, A.A. Diagnóstico de uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Revista Floresta e Ambiente*. Seropédica. 2009. /no prelo.
- VANACKER, V.; MOLINA, A.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DERCON, G.; DECKERS, S. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. *Geomorphology*, v. 72, n. 1-4, p. 340-353, 2005.