

# IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO SAPUCAÍ NO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ (MG)

*Rafaela de Freitas Maltauro<sup>1</sup>; João Bosco Coura dos Reis<sup>2\*</sup>; Nívea Adriana Dias Pons<sup>3</sup>; Ana Paula Silva Figueiredo<sup>4</sup>*

**Resumo** – Devido a importância ambiental das sub-bacias hidrográficas do rio Sapucaí no Município de Itajubá (MG), sendo elas: sub-bacia do ribeirão José Pereira, do ribeirão Anhumas, do ribeirão Piranguçu e do ribeirão da Capetinga, torna-se essencial a caracterização do uso do solo e a identificação dos conflitos com as Áreas de Proteção Permanente (APP). Para tanto, utilizou-se os recursos tecnológicos de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A pesquisa abrangeu questões relacionadas, principalmente, ao mapeamento dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo, através das técnicas de processamento digital de imagens. As etapas do projeto incluíram a elaboração do banco de dados no SIG com as informações vetoriais e matriciais a respeito do meio físico, processamento digital da imagem (satélite ALOS), visita a campo, elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, sobreposição das informações de uso do solo com APP a fim de se gerar o mapa de conflitos e realizar análises dessas áreas e, ainda, fornecer subsídios para a tomada de decisões por parte dos órgãos competentes. O trabalho mostrou que grande parte das APP estudadas apresentam modificações de caráter antrópico que tem provocado a degradação ambiental em diversas áreas das sub-bacias hidrográficas.

**Palavras-chave** – Áreas de Preservação Permanente. Uso do solo. Sub-bacias do Rio Sapucaí.

## IDENTIFICATION OF CONFLICTS IN THE LAND USE AND OCCUPATION IN SUBWATERSHED OF THE SAPUCAÍ RIVER IN ITAJUBÁ (MG)

**Abstract** – Due to the environmental importance of the subwatershed of the Sapucaí River (subwatershed of the José Pereira Stream, Anhumas Stream, Piranguçu Stream and Capetinga Stream) in the city of Itajubá (MG), it becomes essential the characterization of land use and identification of conflicts with the Permanent Protection Areas (PPA). Therefore, we used the technological resources of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS). The research covered issues related mainly to the mapping of the different types of use and occupation, through the techniques of digital image processing. Phases of the Project included the development of the GIS database with information about vector and matrix of the physical environment, digital image processing (ALOS satellite), field visit, preparation of thematic maps of land use and occupation, overlapping information of land use with PPA in order to generate the map of conflicts and perform analysis of these areas and also provide information for decision making by the authorities. The study showed that many Permanent Protection Areas presented modification of anthropogenic character which has caused environmental degradation in many areas of subwatershed.

**Keywords** – Permanent Preservation Areas. Land use. Subwatershed of the Sapucaí River.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá – rafaela.maltauro@hotmail.com

<sup>2\*</sup>Universidade Federal de Itajubá – joaodosreis89@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Itajubá – npons@unifei.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Itajubá – apsfigueiredo@gmail.com

## **1. INTRODUÇÃO**

A natureza sofre constantemente modificações que dão o caráter dinâmico à paisagem, são modificações de origem natural. Entretanto, grandes alterações decorrentes das atividades antrópicas (poluição, desmatamento, uso e ocupação do solo de formas indevidas, entre outras) tem provocado intensa degradação ambiental.

A ocorrência das alterações pode ser atribuída, em parte, ao fato do não conhecimento do meio físico, no que se refere aos seus atributos (geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia, climatologia, entre outros), suas potencialidades e suas vulnerabilidades, o que muitas vezes resulta em um uso além da capacidade do solo e em formas indevidas de ocupação. Este fato tem levado à necessidade de desenvolvimento de estudos que busquem uma melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, o equilíbrio das relações dos meios físico, biológico e antrópico.

O geoprocessamento é uma ferramenta de grande utilidade para a análise dos atributos do meio físico. Através de suas técnicas é possível armazenar, sobrepor, relacionar e analisar dados espaciais e descritivos, e fazer cruzamento de informações do meio físico, o que possibilita uma maior quantidade de inferências, resultando em documentos cartográficos.

Tendo em vista a importância ambiental, torna-se fundamental o conhecimento com maiores detalhes das sub-bacias hidrográficas do rio Sapucaí na região do município de Itajubá (MG), que são: sub-bacia do Ribeirão José Pereira, Ribeirão Anhumas, Ribeirão Piranguçu e do Ribeirão da Capetinga. Sendo assim, esta pesquisa reúne as informações existentes a respeito do meio físico das sub-bacias hidrográficas em um banco de dados geográficos, no Sistema de Informações Geográficas (SIG). Utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto foi elaborado o mapa de uso e ocupação do solo destas sub-bacias. A partir da sobreposição do mesmo ao mapa de Áreas de Proteção Permanente (APP) são identificadas as áreas de conflito quanto ao uso adequado do solo, segundo o Código Florestal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Material**

Utilização de Cartas Topográficas (Delfim Moreira - Folha SF-23-Y-B-VI-1, Itajubá - Folha SF-23-Y-B-III-3, Santa Rita do Sapucaí - Folha SF-23-Y-B-II-4 e Campos do Jordão - Folha SF-23-Y-B-V-2-MI-2740-2) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000, projeção *Universal Transverso de Mercator* (UTM), DATUM SIRGAS2000, a partir da qual foram digitalizadas as curvas de nível com equidistância de 20m e a rede hidrográfica. Imagem digital proveniente do satélite ALOS de novembro de 2006. Os dados foram tratados no *software* SPRING versão 5.1.8 para Windows, disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através de seu site (<http://www.dpi.inpe.br/spring/>) (CÂMARA *et al.*, 1996).

### **2.2 Metodologia**

A metodologia utilizada no trabalho foi:

- a) Processamento de imagens para obtenção do mapa de uso e ocupação do solo;
- b) Processamento de dados cartográficos para obtenção do mapeamento de Áreas de Preservação Permanente, conforme o Código Florestal Lei N°12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012);

c) Cruzamento dos mapas de uso e ocupação do solo com os mapas de Área de Preservação Permanente (APP) para determinação de conflitos segundo o Código Florestal.

### **2.2.1 Processamento de imagens para obtenção do mapa de uso e ocupação do solo**

Nesta etapa foi utilizada a imagem do satélite ALOS de novembro de 2006, com 10 metros de resolução espacial, com composição colorida R(3)G(4)B(2) para fazer a classificação pelo método supervisionado, onde são selecionados, manualmente, os pixels que servirão de amostras para cada classe e, dessa forma, é feita classificação automática para os demais pixels. Foi possível identificar as seguintes classes através da imagem: área urbana, solo exposto, agricultura, água, vegetação aberta e vegetação fechada.

### **2.2.2 Processamento de dados cartográficos para obtenção do mapeamento de APP**

Foram utilizadas quatro cartas topográficas, nas quais estão inseridas as bacias hidrográficas dos principais afluentes do Rio Sapucaí no município de Itajubá, sendo estes: Ribeirão José Pereira, Ribeirão Anhumas, Ribeirão Piranguçu e Ribeirão da Capetinga. As cartas, citadas no Material, foram georreferenciadas e posteriormente montado o mosaico no SPRING, o que permitiu traçar o limite de cada bacia hidrográfica, a drenagem (rios e nascentes) e as curvas de nível, separados em planos de informações. No SIG foram traçadas as APP segundo o Código Florestal.

Com relação às margens dos rios, já que todos os afluentes possuíam até 10 metros de largura, foram gerados buffers com 30 metros de distância. Para o traçado das APPs de nascentes, houve a delimitação com raio de 50 metros com origem na nascente. Para o traçado das áreas de APP de margem de rio e nascente, utilizou-se a ferramenta Mapa de Distâncias do SPRING, sendo que, para o traçado da margem considerou-se o elemento linha, e para nascente considerou-se o elemento ponto.

Para a delimitação da APP de topo de morro foi necessário que se determinassem os pontos de sela, de acordo com a metodologia proposta por Cortizo (2007), e os picos dos morros. Com o auxílio de uma planilha do Excel, foram calculadas as alturas com relação ao ponto de sela e, em seguida, a distância horizontal entre o pico do morro e o ponto de sela. Dessa forma, então, foi calculada a inclinação do morro. Nos casos em que a declividade era maior do que 30% foram utilizados um terço da altura, contado do pico para a base, e foram traçadas as APP.

### **2.2.3 Cruzamento dos mapas de uso e ocupação do solo com os mapas de APP para determinação de conflito**

Com a elaboração da carta de uso do solo e o mapa de APP, os planos de informação foram cruzados para que fossem determinadas as áreas de conflitos, quanto ao uso do solo e APP, e a abrangência dessas áreas. Com a ferramenta “Medida de Classes”, determinou-se, então, em Km<sup>2</sup>, as áreas dos diferentes tipos de uso do solo que se encontravam nas APP, áreas que, segundo o Código Florestal, desempenham importante papel, tanto no aspecto físico quanto ecológico, sendo essencial para preservação das funções naturais do meio.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1 Áreas de conflito na sub-bacia do ribeirão José Pereira**

As APPs na sub-bacia do Ribeirão José Pereira são mostradas na Figura 1, onde nota-se algumas áreas nas quais existem, tanto áreas de conflito, como áreas urbanas consolidadas. Analisando-se a carta da Figura 1 e, tendo sido feito o cálculo das diferentes classes de uso e

ocupação do solo nas APPs de margem de rio, chegou-se a Tabela 1, onde estão dispostos os valores das áreas em Km<sup>2</sup> e em porcentagem.

Tabela 1: Áreas de Conflito nas APPs de margem de rio – Ribeirão José Pereira.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Área Urbana	0,19	3,94
Água	0,02	0,41
Vegetação Fechada	2,75	57,05
Vegetação Aberta	1,70	35,27
Agricultura	-	-
Solo Exposto	0,16	3,33
Área total da APP	4,82	

Foi feito, então, o mesmo processo anterior de análise com as APPs de nascente referente ao Ribeirão José Pereira. Foi elaborada a Tabela 2, onde estão dispostos os valores de abrangência do uso do solo dentro desta APP.

Tabela 2: Áreas de conflito nas APPs de nascente – Ribeirão José Pereira.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Fechada	0,18	33,85
Vegetação Aberta	0,34	66,15
Área total da APP	0,52	

### 3.2 Áreas de conflito na sub-bacia do ribeirão Anhumas

Para a sub-bacia do Ribeirão Anhumas foi realizado o mesmo processo anterior. Assim, pode-se ver na Figura 1 a delimitação das APPs e a classificação do uso do solo. Desta forma, foi elaborada a Tabela 3, onde estão dispostas as áreas referentes à classificação do uso do solo na área de APP de margem de rio.

Tabela 3: Áreas de Conflito nas APPs de margem de rio – Ribeirão Anhumas.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Área Urbana	0,23	9,09
Água	0,01	0,40
Vegetação Fechada	1,04	41,11
Vegetação Aberta	1,13	44,66
Agricultura	-	-
Solo Exposto	0,12	4,74
Área total da APP	2,53	

Com a classificação de uso e ocupação do solo e a delimitação de APP de nascente, foram extraídas as informações sobre o uso do solo sobre essas APPs (Tabela 4), mostrando os valores de área de cada classe.

Tabela 4: Áreas de conflito nas APPs de nascente – Ribeirão Anhumas.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Fechada	0,10	6,22
Vegetação Aberta	1,44	93,26
Área Urbana	0,01	0,52

### 3.3 Áreas de conflito na sub-bacia do ribeirão da Capetinga

Na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Capetinga foi feito o mesmo procedimento anterior. Classificou-se o uso do solo e traçou-se as suas APPs (Figura 1). Com a análise, foi gerada a Tabela 5, onde estão dispostas as área referentes ao uso do solo na APP de margem de rio.

Tabela 5: Áreas de conflito nas APPs de margem de rio – Ribeirão Capetinga.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Área Urbana	0,02	6,06
Água	0,02	6,06
Vegetação Fechada	0,02	6,06
Vegetação Aberta	0,25	75,76
Agricultura	-	-
Solo Exposto	0,02	6,06
Área total da APP	0,33	

Sobrepondo-se a carta de uso do solo ao mapa de APP de nascente, pode-se calcular as áreas que cada classe representa, chegando, assim, a Tabela 6, onde estão dispostos os valores obtidos.

Tabela 6: Áreas de conflito nas APPs de Nascente – Ribeirão Capetinga.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Fechada	0,016	40,00
Vegetação Aberta	0,024	60,00

### 3.4 Áreas de conflito na sub-bacia do ribeirão Piranguçu

Foi feita a mesma análise para a sub-bacia do ribeirão Piranguçu. A Figura 1 apresenta a classificação de uso e ocupação do solo e as APPs. A Tabela 7 apresenta os valores de cada área de uso e ocupação do solo sobre a APP de margem de rio.

Tabela 7: Áreas de conflito nas APP de margem de rio – Ribeirão Piranguçu.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Área Urbana	0,11	0,99
Água	0,03	0,27
Vegetação Fechada	5,16	46,65
Vegetação Aberta	5,26	47,56
Agricultura	0,06	0,54
Solo Exposto	0,44	3,98
Área total da APP	11,06	

Analisando as APPs de nascente, calculou-se a área relativa a cada uso do solo sobre a área de proteção, obtendo a Tabela 8, onde são apresentados os valores obtidos.

Tabela 8: Áreas de Conflito nas APPs de nascente – Ribeirão Piranguçu.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Fechada	0,39	41,88
Vegetação Aberta	0,50	53,85
Área Urbana	0,02	1,71
Solo Exposto	0,02	2,56

### 3.5 Áreas de Preservação Permanente de topo de morro

A Figura 1 destaca as APPs de topo de morro. Na sub-bacia do ribeirão José Pereira pode ser vista a presença de apenas duas áreas de preservação, sendo que estas se encontram bem em cima da linha de divisão da bacia, local de maior declividade. Analisando a sub-bacia ribeirão Anhumas, pode-se notar a presença de três APP de topo de morro. Referente à sub-bacia do ribeirão Piranguçu, foram identificadas quatro áreas de preservação de topo de morro. Na sub-bacia do ribeirão Capetinga não há nenhuma APP de topo de morro.

A Tabela 9 contém a soma de todas as sub-bacias, onde são mostradas as áreas do uso do solo incidentes sobre as Áreas de Preservação Permanente de topo de morro.

Tabela 1: Ocupação sobre as Áreas de Preservação referentes aos topos de morro.

<b>Classe de uso do solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Vegetação Aberta	0,07	19,35
Vegetação Fechada	0,30	80,65

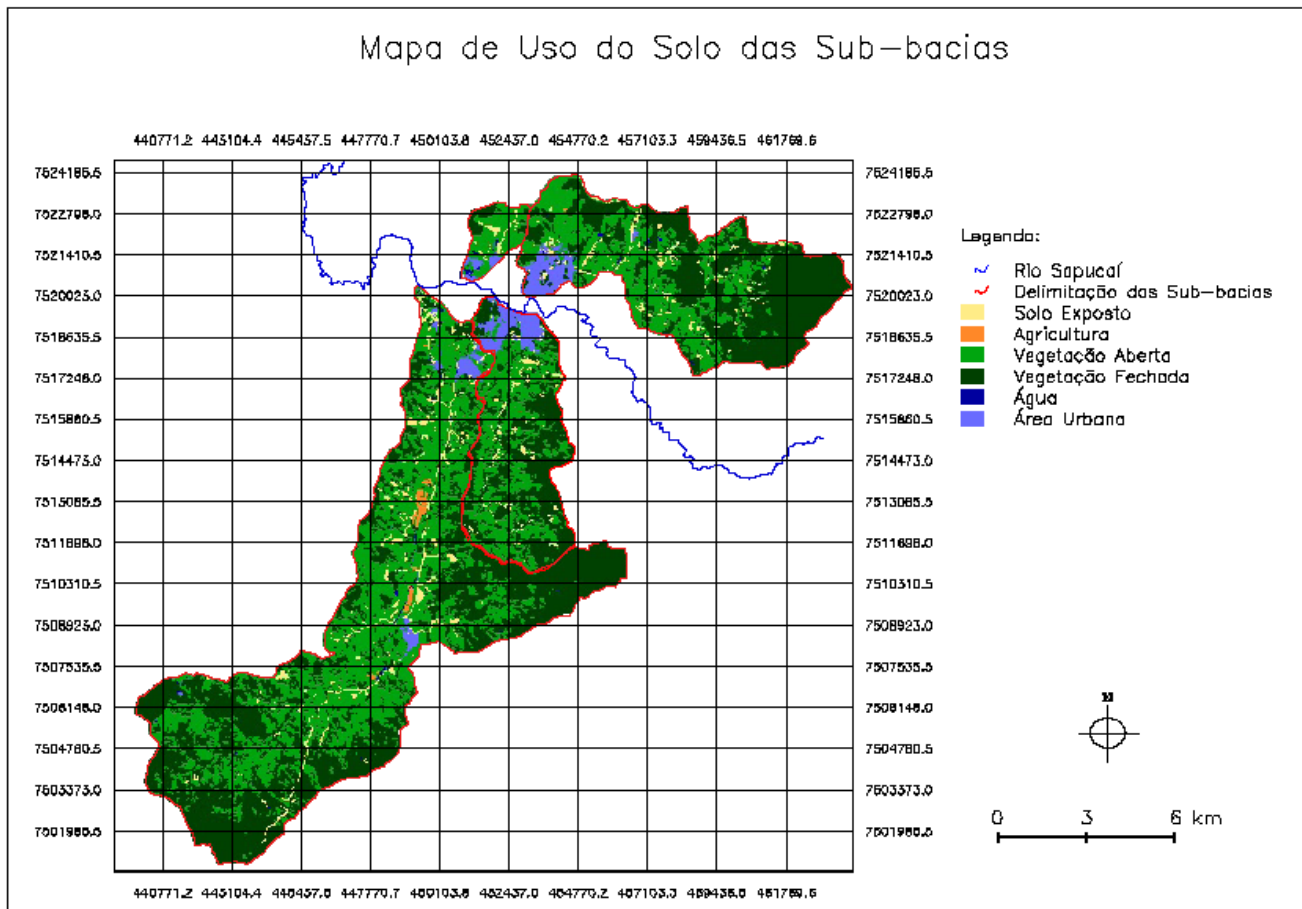


Figura 1: Mapa de uso do solo das Sub-bacias do Rio Sapucaí.

#### 4. CONCLUSÃO

O trabalho mostrou que grande parte das Áreas de Preservação Permanente estudadas apresentam modificações de caráter antrópico, o que, conseqüentemente, tem provocado a degradação ambiental em diversas áreas das sub-bacias hidrográficas. O uso do solo para agricultura, as áreas de pastagem, a remoção da mata original, a exposição do solo e as ocupações urbanas estão presentes na grande maioria das áreas delimitadas como APP, fazendo com que haja grande alteração da qualidade e quantidade da água nos ribeirões, já que a preservação da mata nativa é essencial para manter as nascentes preservadas como produtoras de água, o que não vem ocorrendo.

Uma vez que áreas de preservação devam ser ocupadas por vegetação fechada, preservando assim, suas características e promovendo a manutenção da qualidade dos afluentes, devem-se buscar soluções para remediar e recuperar as áreas degradadas existentes. Neste aspecto, as técnicas de geoprocessamento se mostraram eficientes, sendo uma importante ferramenta para produção e análise de dados, ajudando a identificar espacialmente as áreas de conflito, servindo assim, como subsídio para nortear as ações dos órgãos competentes.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Minas Gerais (FAPEMIG).

## 6. REFERÊNCIAS

BRASIL. (2012) Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 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. In: BRASIL. Presidência da República. *Presidência da República Federativa do Brasil: legislação*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83)>. Acesso em: maio 2013. Publicada no D.O.U. de 25 maio 2012 - Edição extra.

Camara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. (1996) *SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling*". Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CORTIZO, S. (2007) *Topo de morro na Resolução CONAMA nº 303*. Disponível em: <[http://www.fetaesc.org.br/comissoes/meioambiente/to\\_po\\_de\\_morro.pdf](http://www.fetaesc.org.br/comissoes/meioambiente/to_po_de_morro.pdf)>. Acesso em: maio 2013.