

## Diagnóstico ambiental dos conflitos de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da microbacia do Ribeirão Anhumas, município de Itajubá (MG)

João Bosco Coura dos Reis<sup>1</sup>  
Amanda Braga Teixeira Presotto<sup>1</sup>  
Daniela Bobsin<sup>1</sup>  
Gustavo Magno Dos Reis Ferreira<sup>1</sup>  
Talita de Novais Mariosa<sup>1</sup>  
Nívea Adriana Dias Pons<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI  
Caixa Postal 50 CEP: 37500-903, Itajubá – MG, Brasil  
joaodosreis89@gmail.com  
presottoamanda@hotmail.com  
danielabobsin@gmail.com  
gustavo\_mrf@yahoo.com.br  
talitamariosa@yahoo.com.br  
niveadpons@gmail.com

**Abstract.** The data generation that helps a municipality planning correctly the land use and occupation, as well as provides studies and information for environmental management, has been facilitated by knowledge and applications of remote sensing techniques and advancement of geotechnologies. In order to guide urban growth and preserve the nature and its resources, the development of environmental diagnosis is fundamental. In this context, the objective of the article was to conduct a study presenting the physical characteristics of the watershed of Anhumas Stream, located in the municipality of Itajubá (MG), which is majority a rural area but has been under pressure due to urban growth and facing the appearance of gated communities, producing an environmental diagnosis and analyzing human alterations that are in agreement or not with the Brazilian's Forest Code. Map digital data were used, applying supervised classification method in ALOS satellite images and data analysis using the programming language LEGAL through the software SPRING. The work details the conflict areas of land use and integrated analysis of the normative state of Permanent Preservation Areas (PPA) as a function of slope, rivers and streams, according to the stipulations of the Forest Code. The result showed that the Watershed of Anhumas Stream presents 60.14% (4.15 km<sup>2</sup>) of PPA discordant with the Forestry Code, whereas 39.56% (2.73 km<sup>2</sup>) are preserved.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, SPRING, programming language LEGAL, sensoriamento remoto, processamento de imagens, SPRING, linguagem de programação LEGAL.

### 1. Introdução

Bacia hidrográfica é definida por Tucci (1997) como uma área que capta e orienta a água da chuva para um único ponto no exutório, sendo separada das outras bacias fronteiriças por divisores de água. A água da chuva, uma vez que atinge o solo, escoar para as partes mais baixas da bacia, tanto pela superfície quanto pela subsuperfície, convergindo e formando a rede de drenagem.

A microbacia do Ribeirão Anhumas está localizada na região sudoeste do município de Itajubá (MG), no domínio do bioma Mata Atlântica. Suas nascentes encontram-se no Bairro da Berta, percorrendo também os bairros Anhumas, Medicina, Avenida, Santo Antônio, Vila Poddis e São Judas Tadeu, onde adentra na área urbana. Sua área se estende na direção sudoeste-norte do município, apresentando relevo acidentado em uma área total de 25,08 km<sup>2</sup> e desaguando no Rio Sapucaí. Ela é cortada por uma das principais vias do município, a Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves, sendo também um eixo estruturador do município, definindo divisões de bairros. A microbacia é importante para o município por ser uma área de expansão urbana, destacando o surgimento, principalmente, de condomínios.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo que apresentasse as características físicas da microbacia do Ribeirão Anhumas, analisando as modificações antrópicas em desacordo ao Código Florestal, no que diz respeito às Áreas de Preservação Permanente (APPs) dos rios, nascentes e de declividade.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Material

Para a execução deste trabalho foi utilizada como base, a Carta Topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000, projeção *Universal Transverso de Mercator* (UTM), DATUM SIRGAS2000. As curvas de nível foram digitalizadas com equidistância de 20m. A rede hidrográfica foi extraída da carta topográfica do IBGE com escala 1:50.000. Imagem digital proveniente do satélite ALOS do ano 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. Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido no município de Itajubá, Estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil, cuja localização do município e da microbacia do Ribeirão Anhumas, escolhida como área de estudo para o trabalho, podem ser observadas na Figura 1.

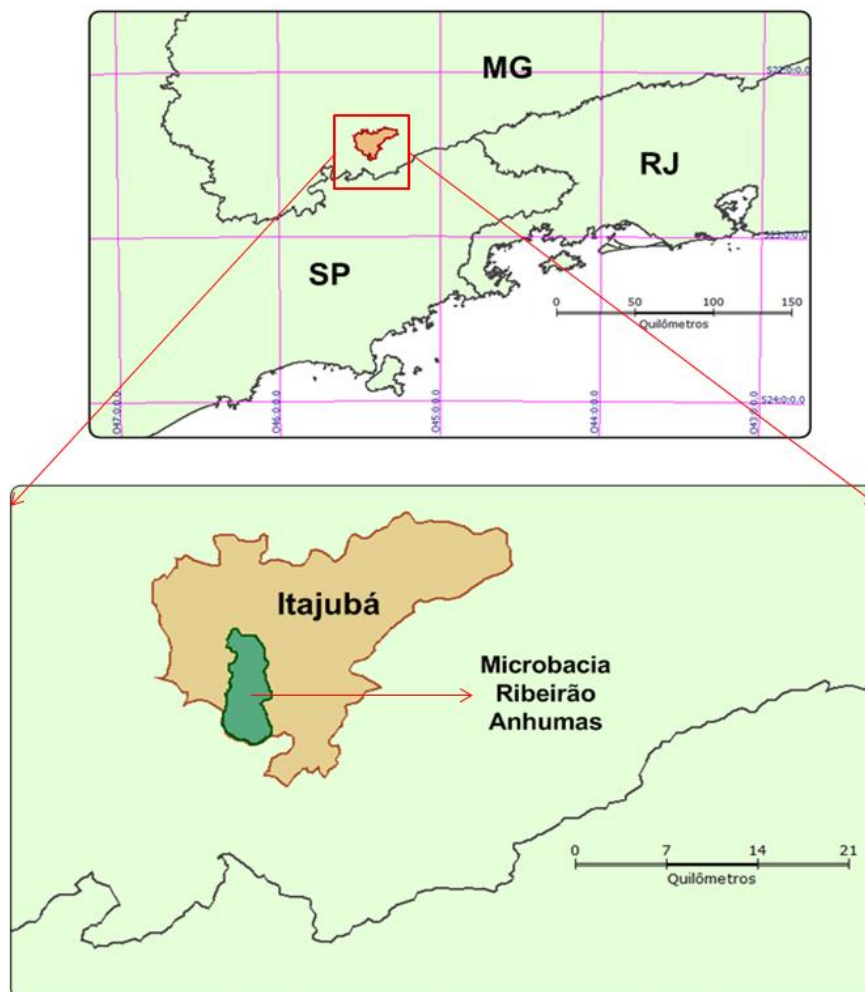


Figura 1. Localização da área de estudo.

## 2.3 Metodologia

Conforme metodologia utilizada por Paula *et al.* (2011), foi preciso definir um *software* para execução do trabalho. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) escolhido foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), desenvolvido e disponibilizado pelo Departamento de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O presente trabalho foi realizado nas seguintes etapas:

- 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) Integração dos dados do mapa de uso e ocupação do solo e do mapeamento de Áreas de Proteção Ambiental para a identificação de áreas de conflito do Código Florestal.

### 2.3.1 Processamento da Imagem

Para elaborar o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Anhumas foram utilizadas as imagens do satélite ALOS do ano de 2006, com 10 metros de resolução espacial, com a seguinte composição colorida: R(3) G(4) B(2). Com o objetivo de obter o mapa de uso e ocupação do solo, as imagens foram inseridas no banco de dados elaborado no SPRING e depois classificada pelo modo supervisionado, onde as regiões são agregadas por semelhança de pixel, colhendo amostras que definissem as classes temáticas que puderam ser reconhecidas na imagem em razão de alguns princípios como: cor, tonalidade, textura, forma, agrupamento, tamanho e sombra. As classes foram as seguintes: área urbana, solo exposto, pastagem e mata nativa.

### 2.3.2 Processamento de Dados Cartográficos

Através das atividades desenvolvidas no processamento dos dados cartográficos foi possível identificar as Áreas de Preservação Permanente (APP) definida pelo Código Florestal em função da declividade e das faixas marginais dos cursos d'água natural, do entorno dos lagos, das lagoas e das nascentes. A posterior integração dos dados cartográficos possibilitou a confecção do mapa de áreas protegidas pela Legislação Federal.

Em relação à rede hidrográfica, foi elaborado um plano de informação (PI) referente à rede de drenagem da microbacia e um segundo plano de informação referente às nascentes. Gerou-se o mapa das áreas de preservação permanente ao longo das margens dos rios, a partir do mapa de distâncias, identificando a classe “APP\_Drenagem”, situadas a 30 metros do rio. O mapa de APP ao redor das nascentes foi gerado por meio do mapa de distâncias, considerando um raio de 50 metros das nascentes, identificando-o como classe “APP\_Nascentes”.

Para a APP em função da declividade foi necessário gerar uma grade triangular, a partir da interpolação das curvas de nível e, posteriormente, a grade foi transformada em uma imagem que identificava o Modelo Numérico do Terreno (MNT). Dessa forma, foi extraída uma carta de declividade com as classes 0-25°, 25-45° e acima de 45°, onde, segundo a Legislação Federal, são Áreas de Preservação Permanente.

### 2.3.3 Integração das Áreas de Preservação Permanente e Mapeamento de Transgressões

Com base no Código Florestal foi gerado um mapa para análise do estado normativo do uso e ocupação do solo para a microbacia do Ribeirão Anhumas, contendo, em cada mapa, as áreas preservadas e as áreas em desacordo com o Código Florestal. Foram consideradas áreas preservadas quando as APPs apresentavam a classe mata nativa do mapa de uso e ocupação do solo, e áreas em desacordo com o Código quando as APPs cruzavam com às classes de área urbana, solo exposto ou pastagem.

Os diagnósticos de cada um dos mapas das Áreas de Preservação Permanente em função da drenagem, nascentes e declividade, foram gerados utilizando um algoritmo escrito em linguagem de programação LEGAL do SPRING (CAMARA, 1996) (Quadro 1).

Com os resultados de cada mapa foi feito o mosaico para confecção de um mapa diagnóstico de todas as APPs para a microbacia do Ribeirão Anhumas, contendo as áreas preservadas e as áreas em desacordo com o Código Florestal (Figura 2).

Quadro 1: Exemplo de programação LEGAL: diagnóstico das APPs em função das nascentes

```
{
// APP Margem de rios
Tematico cobertura("CAT_Tematico");
Tematico app("Drenagem");
Tematico diagnostico ("CAT_Tematico");
cobertura = Recuperar(Nome="Classificacao_Anhumas");
app = Recuperar(Nome="APP_Nascentes");
diagnostico = Novo(Nome="APP_diagnostico_Nascentes",ResX=10,ResY=10,Escala=2000);
diagnostico = Atribua(CategoriaFim="CAT_Tematico")
{
"EM DESACORDO CÓDIGO FLORESTAL":(app.Classe=="Nascentes" && cobertura.Classe=="Area_Urbana"),
"EM DESACORDO CÓDIGO FLORESTAL":(app.Classe=="Nascentes" &&
cobertura.Classe=="Solo_Exposto"),
"EM DESACORDO CÓDIGO FLORESTAL":(app.Classe=="Nascentes" && cobertura.Classe=="Pastagem"),
"PRESERVADAS":(app.Classe=="Nascentes" && cobertura.Classe=="Mata_Nativa")
};
}
```

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1 Mapa de uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo foi dividido nas seguintes classes temáticas:

- Área urbana: representa a área com construções, edificações contínuas com funções sociais.
- Solo exposto: áreas com ausência de vegetação, ou por degradação ou em razão do solo ter sido recentemente arado para agricultura.
- Pastagem: composto por gramíneas, servindo como fonte de alimento para o gado, e algumas árvores espacialmente distribuídas.
- Mata nativa: áreas com a presença de vegetação nativa em estado preservado.

Conforme apresentado na Tabela 1, a área urbana representa 4,47% (1,09 km<sup>2</sup>) da área total da microbacia estudada. O solo exposto compreende 3,90% (0,95 km<sup>2</sup>), sendo tanto áreas degradadas, quanto áreas utilizadas para agricultura, estando o solo, na data da imagem do satélite ALOS em 2006, recentemente trabalhado. A classe mata nativa, correspondente a resquício ainda preservado da Mata Atlântica, representando 31,19% (7,60 km<sup>2</sup>) e as pastagens que são áreas que foram desmatadas no passado e que hoje servem de fonte de alimento para o gado, predominam na microbacia, ocupando 60,44% (14,73 km<sup>2</sup>) da área.

Tabela 1: Cálculo das áreas e da porcentagem de uso e ocupação do solo em relação à área total da Microbacia Anhumas.

Classes	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Área Urbana	1,09	4,47
Solo Exposto	0,95	3,90
Mata Nativa	7,60	31,19
Pastagem	14,73	60,44

### 3.2 Mapa de declividade

Com base na Carta de Declividade, observa-se que a classe 0 – 25% de declividade compreende 44,77% (9,97 km<sup>2</sup>) da área da microbacia, as quais, em razão da declividade, são indicadas para a ocupação. A classe 25 – 35% representa 34,13% (7,60 km<sup>2</sup>) da microbacia. Acima de 45%, onde se define Área de Preservação Permanente, representa 21,10% (4,70 km<sup>2</sup>) da Microbacia do Ribeirão Anhumas, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Cálculo das áreas e da porcentagem de declividade em relação à área total da Microbacia Anhumas.

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
<b>0 - 25%</b>	9,97	44,77
<b>25 - 45%</b>	7,60	34,13
<b>&gt; 45%</b>	4,70	21,10

A área de Preservação Permanente em função da declividade representou 18,62% (4,70 km<sup>2</sup>) da Microbacia do Ribeirão Anhumas. Com base no diagnóstico, foi observado que dessas áreas, 56,08% (2,72 km<sup>2</sup>) estão em desacordo ao Código Florestal, enquanto 43,91% (2,13 km<sup>2</sup>) foram consideradas área preservada (Tabela 3).

Tabela 3: Cálculo das áreas e porcentagem do diagnóstico de APPs em relação à área total de APP em função da declividade.

APPs em declividade	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
<b>Em desacordo</b>	2,72	56,08
<b>Preservadas</b>	2,13	43,92
<b>Total</b>	4,85	100

### 3.3 Mapa de Drenagem

A análise da drenagem mostrou que as Áreas de Preservação Permanente em função das margens dos rios representaram 8,70% (2,18 km<sup>2</sup>) do total da microbacia. O resultado do diagnóstico indicou que 69,27% (1,51 km<sup>2</sup>) estão em desacordo com o Código Florestal, ao passo que 30,73% (0,67 km<sup>2</sup>) encontram-se preservadas, com a presença de mata nativa nas suas margens (Tabela4).

Tabela 4: Cálculo das áreas e porcentagem do diagnóstico de APPs em relação à área total de APP em função da drenagem.

APPs em drenagem	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
<b>Em desacordo</b>	1,51	69,27
<b>Preservadas</b>	0,67	30,73
<b>Total</b>	2,18	100

O diagnóstico da APP em função das nascentes mostrou que ela representa 0,83% (0,21 km<sup>2</sup>) do total da microbacia, sendo que 52,38% (0,11 km<sup>2</sup>) encontram-se em desacordo ao Código Florestal e 47,62% (0,10 km<sup>2</sup>) da área estão preservadas (Tabela5).

Tabela 5: Cálculo das áreas e porcentagem do diagnóstico de APPs em relação à área total de APP em função das nascentes.

<b>APPs em nascentes</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Em desacordo</b>	0,11	52,38
<b>Preservadas</b>	0,10	47,62
<b>Total</b>	0,21	100

### 3.4 Diagnóstico da Microbacia do Ribeirão Anhumas

A análise integrada do estado normativo das APPs em função da declividade, rios e nascentes, mostrou que a Microbacia do Ribeirão Anhumas apresenta 60,32% (4,15 km<sup>2</sup>) de área em desacordo com o Código Florestal, ou seja, nessas áreas são encontradas pastagem, solo exposto ou área urbana do município de Itajubá (MG), enquanto 39,68% (2,73 km<sup>2</sup>) são áreas preservadas, com a presença de mata nativa (Tabela 6).

Tabela 6: Cálculo das áreas e porcentagem do diagnóstico de APPs em relação à área total de APP considerando declividade, drenagem e nascente.

<b>APPs no geral</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Em desacordo</b>	4,15	60,32
<b>Preservadas</b>	2,73	39,68
<b>Total</b>	6,88	100

A Figura 2, Mapa do Diagnóstico da Microbacia do Ribeirão Anhumas, apresenta a espacialização dos resultados da análise integrada do estado normativo das APPs.

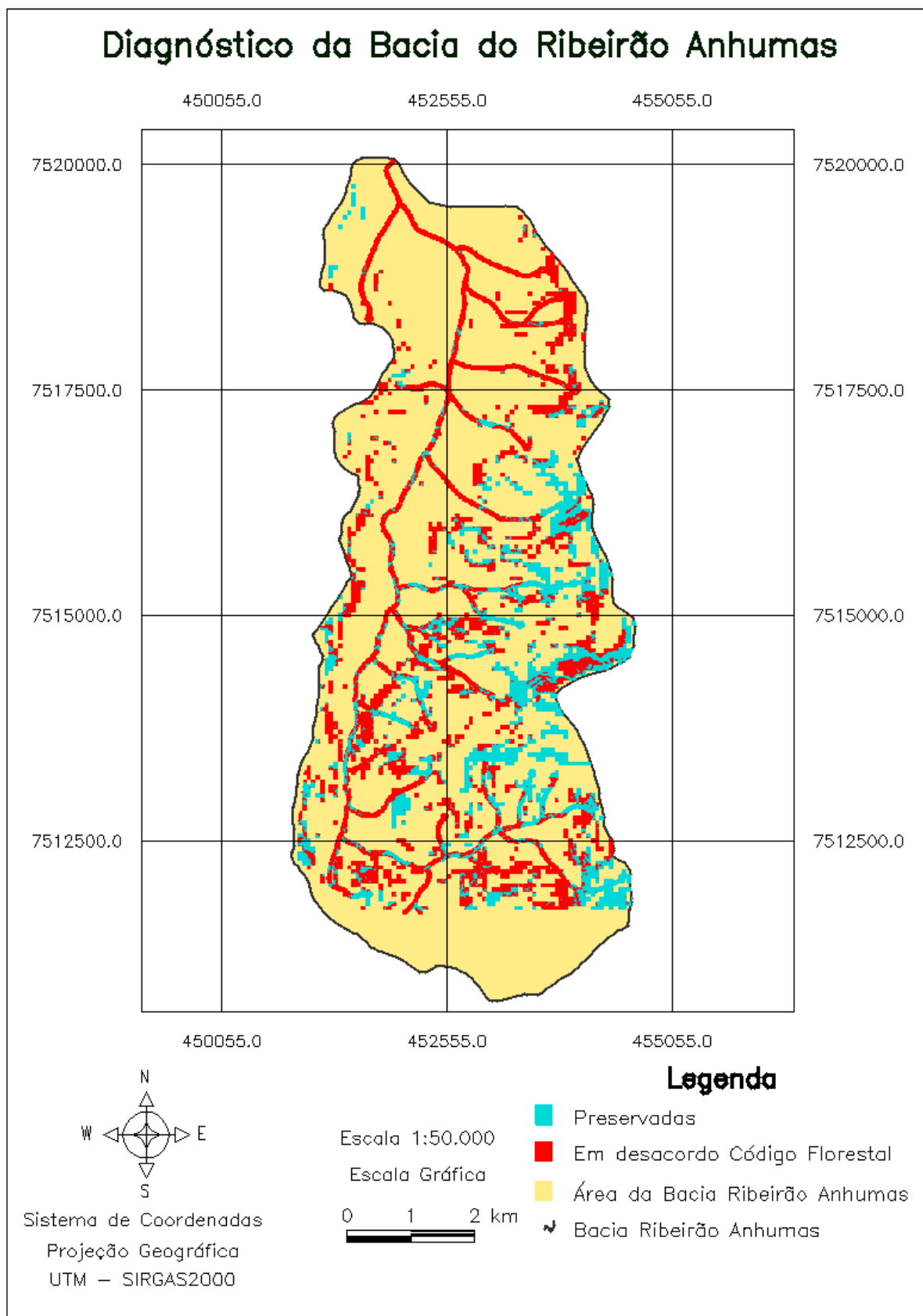


Figura 2: Mapa do Diagnóstico da Microbacia do Ribeirão Anhumas.

#### 4. Conclusão

O trabalho demonstrou que a utilização do sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento são importantes ferramentas para se trabalhar na área ambiental, servindo como mais uma forma de auxiliar a fiscalização do cumprimento da lei, no caso, do Código Florestal. Contudo, é importante conciliar o dado gerado pelas pesquisas em laboratório com os dados coletados em um trabalho de campo, para ter uma maior confiabilidade dos resultados, através da comparação e correção.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro e ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) pelo desenvolvimento e disponibilização gratuita do Software SPRING.

#### 6. Referências Bibliográficas

BRASIL. 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: nov. 2012. Publicada no D.O.U. de 25 maio 2012 - Edição extra.

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

PAULA, M. B.; SANTOS, T. B.; FARIA, D. P. Diagnóstico ambiental de áreas de preservação permanente na microbacia do Ribeirão Putim. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. 2011. Curitiba, PR. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. INPE, 2011. p. 1373-1380.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH / Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).