

## Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas /MG.

Eduarda Martiniano de Oliveira Silveira<sup>1</sup>  
Luis Marcelo Tavares de Carvalho<sup>1</sup>  
Antônio Marciano da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras/DCF - LEMAF  
Caixa Postal 37, CEP:37200-000 – Lavras – MG, Brasil;  
dudalavras@hotmail.com; passarinho@ufla.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras/DEG  
Caixa Postal 37, CEP:37200-000 – Lavras – MG, Brasil;  
marciano@ufla.br

**Abstract:** The objective of this work was to generate a land cover map (forest, pasture, forest regeneration, native field and bare soil), for the municipality of Bocaina de Minas/MG, using Landsat ETM+, based on techniques of remote sensing and geographic Informations System (GIS). The second objective was to delineate the “Permanent Preservation Areas “(along rivers, around springs, areas with inclination higher than 45° and altitude above 1800 meters) following the 1965 Federal Forest Law and subsequent Decrees. It was identified the conflituos of the land use for the municipality area, based on the maps of APPs and land use. A total of 129,33 Km<sup>2</sup> in APPs was found. From those, 53,77 % are correctly occupied (forest and native field) and 46,23 % are not correctly occupied (pasture, forest regenerating and bare soil). The results showed that the legislation has not been complianced and there is a necessity of recomposing these areas with inadequate use. The GIS tools are necessary and essential to realize this work.

**Keywords:** remote sensing, geographic information system, land use, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, uso do solo.

### 1.Objetivos

Este trabalho teve como objetivo:

a) gerar um mapa de uso atual do solo, com a delimitação das áreas cobertas com vegetação densa, regeneração natural, pastagem, solo exposto e campo nativo, com base em técnicas de Sensoriamento Remoto e imagens do satélite Landsat ETM+ do município de Bocaina de Minas, MG;

b) gerar um mapa contendo a delimitação das “Áreas de Preservação Permanente” (nascentes, margens de rios, declividade acima de 45° e altitude acima de 1.800 m), com base em dados do IBGE, do Código Florestal e posteriores documentos legais (Brasil, 1965; CONAMA, 1985 e 2002), identificando as áreas de uso conflitivo;

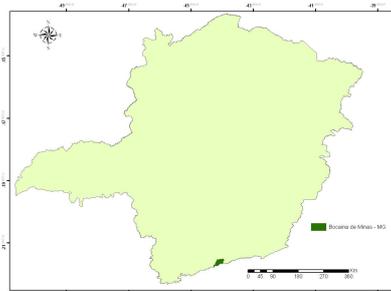
### 2. Metodologia

#### 2.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo selecionada foi o município de Bocaina de Minas, localizada na região sul do Estado de Minas Gerais integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Grande e da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, pertencendo as Unidades de Planejamento GD1 e PS1, respectivamente. O município se localiza entre as coordenadas geográficas 22°00'e

22°30' de latitude sul e 44° 45' e 44° 15' de longitude oeste, possuindo um área de 498,26 km<sup>2</sup> aproximadamente.

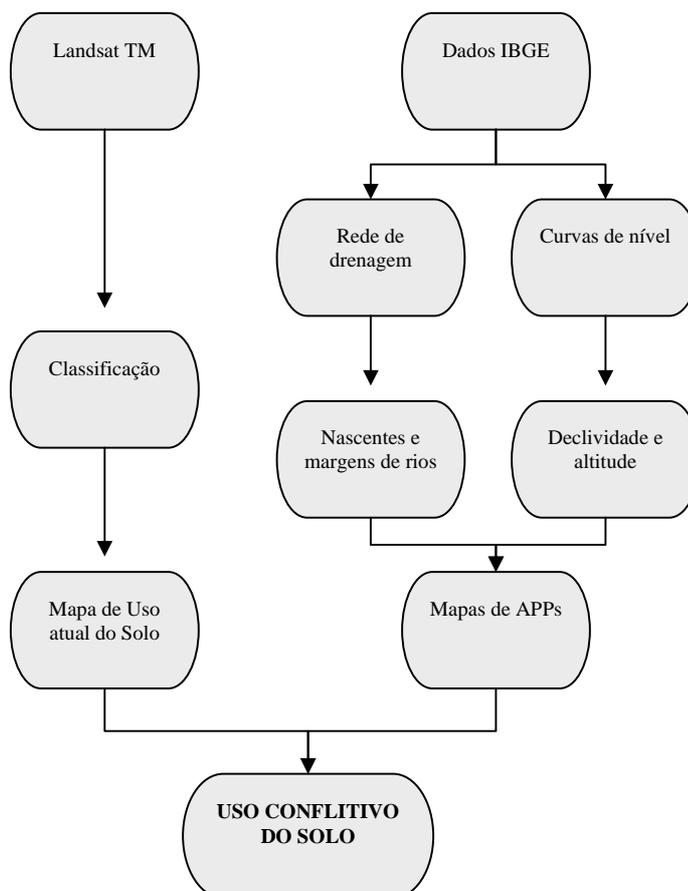
O clima do município é do tipo Cwb de Koppen, caracterizado como mesotérmico de verões brandos e suaves, e estiagem de inverno. A temperatura anual está em torno de 20°C. A precipitação média anual é de 1300 mm. A **Figura 01** apresenta a localização do município no estado de Minas Gerais.



**Figura 01.** Localização do município de Bocaina de Minas – MG

## 2.2. Fluxograma da metodologia

A **Figura 02** apresenta de forma sintética a metodologia que gerou o mapa de uso conflitivo do solo.



**Figura 02.** Fluxograma da metodologia para geração do mapa de uso conflitivo do solo.

### 2.3. Geração do mapa de Uso Atual do Solo

Foi utilizada a imagem ETM+ LANDSAT-7 registrada, com resolução espacial de 30 metros, órbita 218 ponto 75, adquirida em agosto de 2001. Foi realizada uma classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. A ocupação do município foi classificada segundo as classes temáticas: solo exposto, pastagem, regeneração natural, floresta densa e campo de altitude. Para a individualização destas classes foram utilizados elementos de interpretação visual e fotos da área de estudo. Com GPS foram coletados pontos em campo das classes de interesse, para treinamento do classificador.

Para a avaliação da acuracidade da classificação utilizou-se a matriz de erros e o coeficiente *Kappa*. O coeficiente Kappa é classificado qualitativamente por Landis & Koch (1977), de acordo com os valores observados a seguir:

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| - $K < 0$              | - Classificação Péssima;   |
| - $0 \leq K < 20$      | - Classificação Ruim;      |
| - $20 \leq K < 40$     | - Classificação Razoável;  |
| - $40 \leq K < 60$     | - Classificação Boa;       |
| - $60 \leq K < 80$     | - Classificação Muito Boa; |
| - $80 \leq K \leq 100$ | - Classificação Excelente. |

Para a realização da matriz, 300 pontos aleatórios foram lançados na área. Esses pontos foram interpretados e confrontados com a classificação.

Foi utilizada a imagem do satélite Landsat ETM+ do Município de Bocaina de Minas com as informações das faixas do espectro eletromagnético correspondentes ao vermelho, infravermelho próximo e infravermelho intermediário, ou seja, as bandas 3, 4 e 5 do sensor ETM+. (Figura 04)



**Figura 04.** Composição colorida 4R 5G 3B do sensor ETM+.

### 2.4. Geração do mapa de Áreas de Preservação Permanente

As áreas de preservação permanente foram delimitadas com base na Lei Federal N° 4.771 de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro e na Resolução CONAMA N°4 de 1985 e N°303 de 2002. Assim, foram mapeadas as margens de rios, com uma faixa de 30 metros, pois os cursos d'água possuem menos de 10 metros de largura; as nascentes, num raio de 60 metros de largura; os declives superiores a 45° e as altitudes superiores a 1800 metros.

Na geração do mapa de áreas de preservação permanente foram utilizados os dados do IBGE referentes à rede de drenagem e às curvas de nível digitalizadas.

Para as APPs de margens de rios foi criado um buffer de 30 metros para ambos os lados. Para as APPs de nascentes, primeiramente estas foram identificadas e então foi criando um buffer de 60 metros de raio a partir da nascente.

As APPs de declividade superior a 45° foram obtidas através da criação de um mapa de declividade a partir de uma grade regular. Esta foi fatiada gerando um mapa temático com as classes de interesse. As APPs de altitude superior a 1800 metros foram obtidas através da criação de um mapa de altitude gerado a partir das curvas de nível digitalizadas

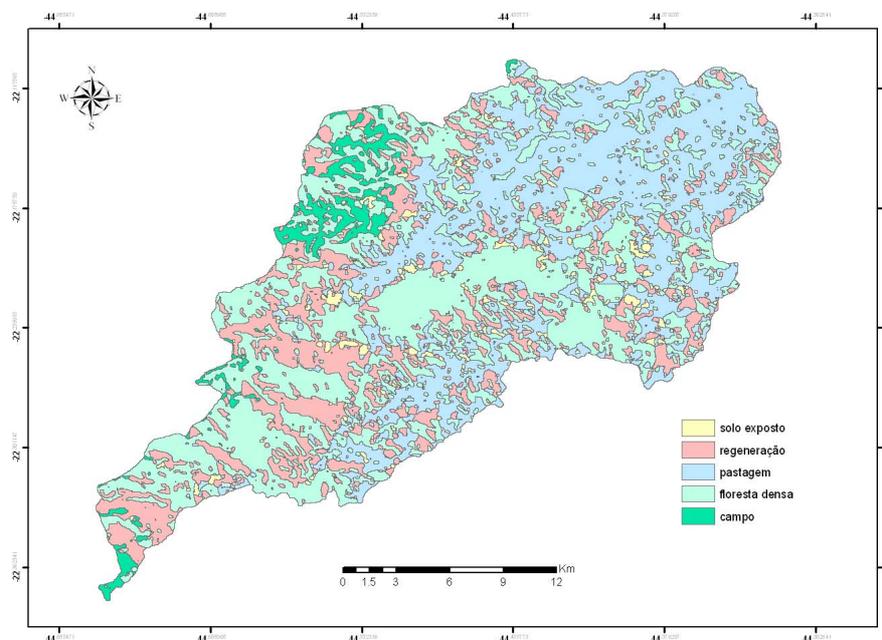
## 2.5. Verificação do uso conflitivo do solo

Para se quantificar as áreas de uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município, foram cruzados os mapas de uso atual do solo com o mapa de APP, utilizando uma operação booleana. As áreas ocupadas com floresta densa e campo de altitude foram consideradas uso adequado do solo. As áreas ocupadas com regeneração, solo exposto e pastagem foram consideradas uso conflitivo do solo. Dessa forma foi possível identificar a situação atual do uso do solo em relação às restrições de uso do solo previstas no Código Florestal.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Uso atual do solo

A **Figura 05** apresenta o mapa de uso atual do solo do município de Bocaina de Minas.



**Figura 05.** Mapa de uso atual do solo do município de Bocaina de Minas.

De acordo com o coeficiente *Kappa*, a classificação obteve uma precisão excelente de 0,958. A matriz de erro apontou uma acuracidade de 96.67 %.

A **Tabela 01** fornece a área de cada classe temática de uso atual do solo mapeada.

**Tabela 01.** Área das classes de uso atual do solo

| Classes temáticas | Área (Km <sup>2</sup> ) | % em relação à área total |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|
| pastagem          | 158.43                  | 31.80                     |
| campo             | 19.49                   | 3.91                      |
| floresta densa    | 203.59                  | 40.86                     |
| regeneração       | 101.53                  | 20.38                     |
| solo exposto      | 15.22                   | 3.06                      |
| Total             | 498.26                  | 100.00                    |

As áreas de floresta densa ocupam uma área de 203,59 Km<sup>2</sup>, as áreas de regeneração ocupam 20,38 % do município, totalizando 101,53 Km<sup>2</sup>. As áreas de campo ocupam uma área 19,49 Km<sup>2</sup> (3,91 %), e estão localizadas em altitudes elevadas. As áreas de solo exposto representam 3,06 % (15,22 Km<sup>2</sup>) do município.

Assim, 55,24 % da áreas do município (275,18 Km<sup>2</sup>), esta sendo ocupada de forma inadequada, decorrente de ação antrópica e da não realização de um manejo conservacionista.

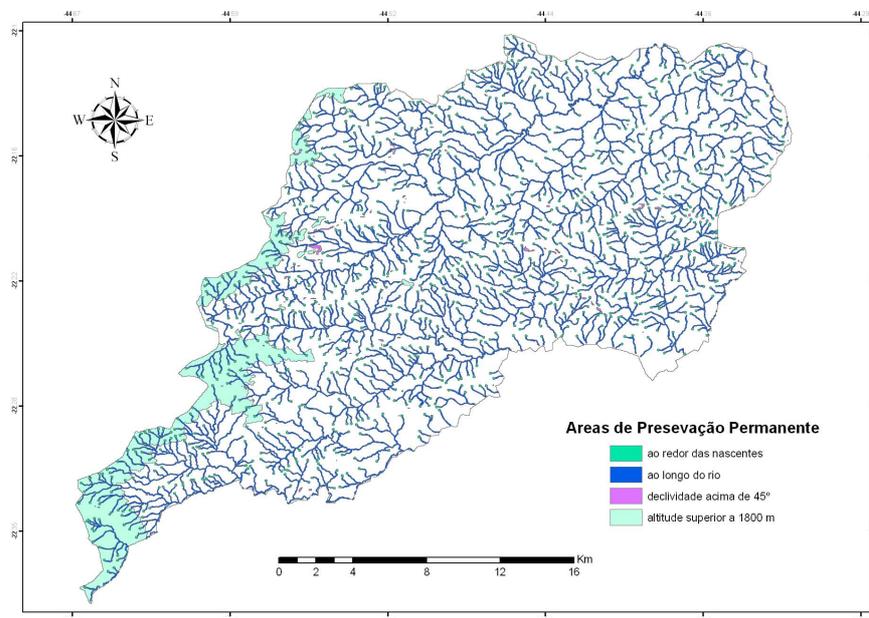
Abaixo, a matriz de erro (**Tabela 02**) gerada para a verificação da acuracidade da classificação.

**Tabela 02.** Matriz de Erros da classificação.

| Classes        | solo      |           | floresta  |             |           | Total |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------|
|                | exposto   | pastagem  | densa     | regeneração | campo     |       |
| solo exposto   | <b>43</b> | 0         | 0         | 0           | 0         | 43    |
| pastagem       | <b>1</b>  | <b>71</b> | 0         | 0           | <b>3</b>  | 75    |
| floresta densa | 0         | 0         | <b>48</b> | 0           | 0         | 48    |
| regeneração    | 0         | 0         | 6         | <b>67</b>   | 0         | 73    |
| campo          | 0         | 0         | 0         | 0           | <b>61</b> | 61    |
| Total          | 44        | 71        | 54        | 67          | 64        | 300   |

### 3.2 Áreas de Preservação Permanente

A **Figura 06** apresenta as áreas de preservação permanente do município.



**Figura 06.** Áreas de Preservação Permanente.

A **Tabela 03** apresenta a área de preservação permanente existente no município.

**Tabela 03.** Área de Preservação Permanente do município.

| APP                        | Área (Km <sup>2</sup> ) | % das APPs |
|----------------------------|-------------------------|------------|
| margem de rio              | 76.30                   | 59.00      |
| ao redor das nascentes     | 12.36                   | 9.56       |
| declividade superior a 45° | 1.09                    | 0.84       |
| Altitude acima de 1800 m   | 39.58                   | 30.60      |
| Total                      | 129.33                  | 100.00     |

De acordo com a **Tabela 03**, 25,95 % da área do município é de preservação permanente, totalizando 129,33 Km<sup>2</sup>. As áreas de margem de rio (30 metros) correspondem a 76,3 Km<sup>2</sup> (59 % das APPs e 15,31 % da área total). As áreas ao redor das nascentes (60 metros) correspondem a 2,48 % da área total e 9,56 % das áreas de preservação permanente, possuindo uma área de 12,36 Km<sup>2</sup>. As áreas com declividade superior a 45° ocupam uma área de 1,09 Km<sup>2</sup>, representando 0,22 % do município. As áreas com altitude acima de 1800 metros representam 30,6 % das APPs e 7,95 % da área total do município.

Neste trabalho, foram consideradas apenas as áreas previstas em leis federais, não sendo consideradas as normas e procedimentos restritos do estado ou do município.

### 3.3 Verificação do uso conflitivo do solo

Na **Tabela 04**, são apresentadas as áreas referentes ao cruzamento do uso atual do solo com as áreas de preservação permanente.

**Tabela 04.** Uso atual do solo *versus* Área de Preservação Permanente

| APP/Usos atuais<br>(Km <sup>2</sup> )   | pastagem     | campo       | floresta<br>densa | regeneração  | solo<br>exposto | total         |
|---|--------------|-------------|-------------------|--------------|-----------------|---------------|
| margem de rio<br>ao redor das<br>nascentes<br>declividade<br>superior a 45<br>altitude acima de<br>1800 m | 23.17        | 2.17        | 34.59             | 14.39        | 1.98            | 76.30         |
|   | 2.81         | 0.57        | 5.66              | 2.96         | 0.36            | 12.36         |
|   | 0.23         | 0.04        | 0.56              | 0.22         | 0.02            | 1.09          |
|   | 0.32         | 5.49        | 20.45             | 12.79        | 0.53            | 39.58         |
| <b>total</b>  | <b>26.54</b> | <b>8.27</b> | <b>61.27</b>      | <b>30.36</b> | <b>2.89</b>     | <b>129.33</b> |

A cobertura florestal confere proteção ao solo contra o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo a velocidade de escoamento superficial e favorecendo a infiltração de água no solo através de caminhos preferenciais formados por seu sistema radicular. As áreas de floresta densa, situadas nas áreas de preservação permanente ocupam uma área de 61,27 Km<sup>2</sup>, sendo 47,37 % das áreas de preservação permanente.

As áreas de regeneração não conferem total proteção ao solo, por não possuírem uma cobertura florestal densa. Estas áreas ocupam 30,36 Km<sup>2</sup> do total das áreas de preservação permanente, apresentando uma maior área ao longo das margens dos rios.

As pastagens, geralmente degradadas, ocupam 23,17 Km<sup>2</sup> da área de preservação permanente ao longo dos cursos d'água e chegam a cobrir 26,54 Km<sup>2</sup> das áreas de preservação permanente. Este uso é inadequado, pois devido à pressão de pastejo a que são submetidos, os solos apresentam sulcos de erosão e compactação excessiva. E também pastagens não se regeneram, reduzindo a capacidade de infiltração e aumentando o escoamento superficial.

As áreas de campo nativo estão situadas nas altitudes mais elevadas, e possuem uma área de 8,27 Km<sup>2</sup> (6,4 % das APPs).

As áreas ocupadas com solo exposto representam 2,89 Km<sup>2</sup> das áreas de preservação permanente, sendo predominante ao longo dos rios.

As áreas em conflito ocupam 59,79 Km<sup>2</sup> (53,77 % das APPs e 12 % da área total do município). Sendo 26,54 Km<sup>2</sup> ocupados com pastagem, 30,36 Km<sup>2</sup> ocupados com regeneração e 2,98 Km<sup>2</sup> ocupados com solo exposto.

As áreas protegidas ocupam 69,54 Km<sup>2</sup> (53,77 % das APPs e 13,95 % da área total do município). Sendo 61,27 Km<sup>2</sup> ocupados com floresta densa e 8,27 Km<sup>2</sup> ocupados com campo nativo.

### 4. Considerações Finais

O município apresenta 129,33 Km<sup>2</sup> de áreas de preservação permanente, correspondente a 25,95 % da área total do município. Verificou-se que 53,77 % das áreas

de preservação permanente estão com uso inadequado, enquanto 46,23 % destas áreas estão sob proteção.

De acordo com estes dados fica claro o não cumprimento da legislação e a necessidade de recomposição destas áreas com uso inadequado.

Ferramentas de sistemas de informações geográficas são necessárias e essenciais para a verificação do uso conflitivo do solo das áreas de preservação permanente quando a unidade de estudo é o município.

## **5. Referências Bibliográficas**

BRASIL. Lei Federal N o 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o Novo Código Florestal Brasileiro.**

CONAMA, Resolução N° 4 de 18 DE SETEMBRO DE 1985. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE tendo em vista o que estabelece a Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela lei 6.535, de 15 de junho de 1978, e pelo que determina a Resolução CONAMA 008/84 **estabelece critérios para as Áreas de Preservação Permanente.**

CONAMA, Resolução N° 303 de 20 de março de 2002. **Dispões sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.**

CONAMA, Resolução N° 302 de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.**

LANDIS, J. R.; KOCH, C. H. **The measurement of observer agreement for categorical data.** Biometrics, Washington, v. 33, n. 3, p. 159-174, 1977.