

## Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental de uma unidade piloto da sub-bacia do córrego Contendas, Itabira – MG

Aline Copque Fialho do Bonfim<sup>1</sup>  
Ana Carolina Toledo Rocha<sup>1</sup>  
Andreiva Lauren Vital do Carmo<sup>1</sup>  
Anna Paula Sartori<sup>1</sup>  
Normanda Santos Nascimento<sup>1</sup>  
Patrícia Aparecida Coelho<sup>1</sup>  
Vanessa Menezes Torres<sup>1</sup>  
Victor Louzada Marreco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI  
Caixa Postal 96 - 13416-000 - Piracicaba - SP, Brasil  
[aline.copque, anacarolinatoledorocha, andreivalauren, annapsartori,  
normandabr]@gmail.com  
[coelho-pat, vantorress, vmarreco\_91]@hotmail.com

**Abstract.** The water resources management is essential to ensure the availability of water in adequate quality and quantity for future generations, being necessary to carry out the integrated management of these units, considering the need to reconcile the development of human activities and environmental preservation to ensure sustainable development. The environmental zoning, combined with geoprocessing techniques, emerges as an important tool to ensure proper management of water resources, making it possible to define the areas suitable for particular activity from the socioeconomic demands and biophysical characteristics of the river basin. Thus, this study aimed to elaborate an environmental zoning for a pilot unit of the sub-basin Contendas stream, which is a tributary of the Candidópolis basin, main urban and industrial water supply source in the municipality of Itabira – Minas Gerais (MG). The environmental zoning map was generated by using the following maps: soil use and occupation map, map of the Permanent Protection Areas located on the pilot unit, slope classes map and vulnerability map of the Economical-Ecological Zoning - MG. Three different zones were defined for the environmental zoning: economic use, recovery and conservation. The recovery zone corresponded to an area of 22.4 ha, areas of economic use equal to 12.4 ha and conservation areas equal to 30.9 ha.

**Palavras-chave:** Zoning, remote sensing, image processing, zoneamento, sensoriamento remoto, processamento de imagens.

### 1. Introdução

Os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas podem vir a comprometer o balanço hídrico de bacias hidrográficas, bem como a qualidade das águas e solo, afetando a sua disponibilidade para as futuras gerações. Assim, o manejo integrado de bacias hidrográficas demonstra-se fundamental para compatibilizar o desenvolvimento das atividades antrópicas e a preservação ambiental da área de drenagem das bacias hidrográficas a fim de minimizar os impactos negativos e possibilitar o manejo dessas unidades de forma sustentável. Estas práticas integram medidas de saneamento básico e saúde pública, de proteção de nascentes e áreas protegidas, de critérios para delimitação de reservas florestais/ecológicas, de recuperação de áreas degradadas, dentre outras, conforme explicam Souza e Fernandes (2000).

Emerge, assim, uma visão estratégica do território nacional que busca articular a política com metas de crescimento econômico e de combate à desigualdade social, aliada à conservação dos recursos naturais. Neste sentido, o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente e regulamentado pelo Decreto nº 4.297/2002, tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental.

Na esfera estadual, o ZEE deve propor diretrizes para a ocupação do território com base nos avanços pretendidos, a partir de cenários que conciliem objetivos conservacionistas e de desenvolvimento econômico e social, implicando no conhecimento de diversas informações dos complexos naturais, suas interações e contrastes (ANAURAMA FILHO *et al.*, 2015). Assim, para sua construção, deve ser utilizada uma metodologia precisa, criteriosa e objetiva, buscando-se identificar as diferentes potencialidades de utilização do território.

Devido à complexidade das informações geradas, para construção de um ZEE, é necessário associar um conjunto expressivo de dados, que podem ser melhor manejados através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), capazes de representar as potencialidades, fragilidades e situações de risco ambiental. O geoprocessamento aparece nesse cenário como uma tecnologia que pode auxiliar na elaboração de estratégias de desenvolvimento por parte do setor público, conforme apresenta Crepani *et al.* (2001).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um zoneamento ambiental de uma unidade piloto da sub-bacia do córrego Contendas, Itabira - MG, a partir de mapas de uso e ocupação do solo, de Áreas de Proteção Permanente (APP's), classes de declividade e classes de vulnerabilidade do ZEE-MG.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica federal do rio Doce está localizada na região Sudeste, possui uma área de drenagem de cerca de 83.400 km<sup>2</sup>, onde 86% estão no centro-leste do estado de Minas Gerais e o restante na porção centro-norte do Espírito Santo (IGAM, 2010). Um dos afluentes do rio Doce é a bacia do ribeirão Candidópolis, principal manancial de abastecimento urbano e industrial do município de Itabira – MG, consistindo em um manancial fundamental para o desenvolvimento das atividades econômicas e sociais do município. As sub-bacias dos córregos Alto Candidópolis, Baixo Candidópolis, Barreiro, Contendas, Lavoura e Vista Alegre são os afluentes da bacia do ribeirão Candidópolis, sendo que a sub-bacia do Contendas corresponde a 21,14% de sua área de drenagem (ITABIRA, 2014). A unidade piloto (Figura 1), objeto de estudo dessa pesquisa, está localizada na extremidade sul da sub-bacia do córrego Contendas, ocupando 9,21% de sua área.

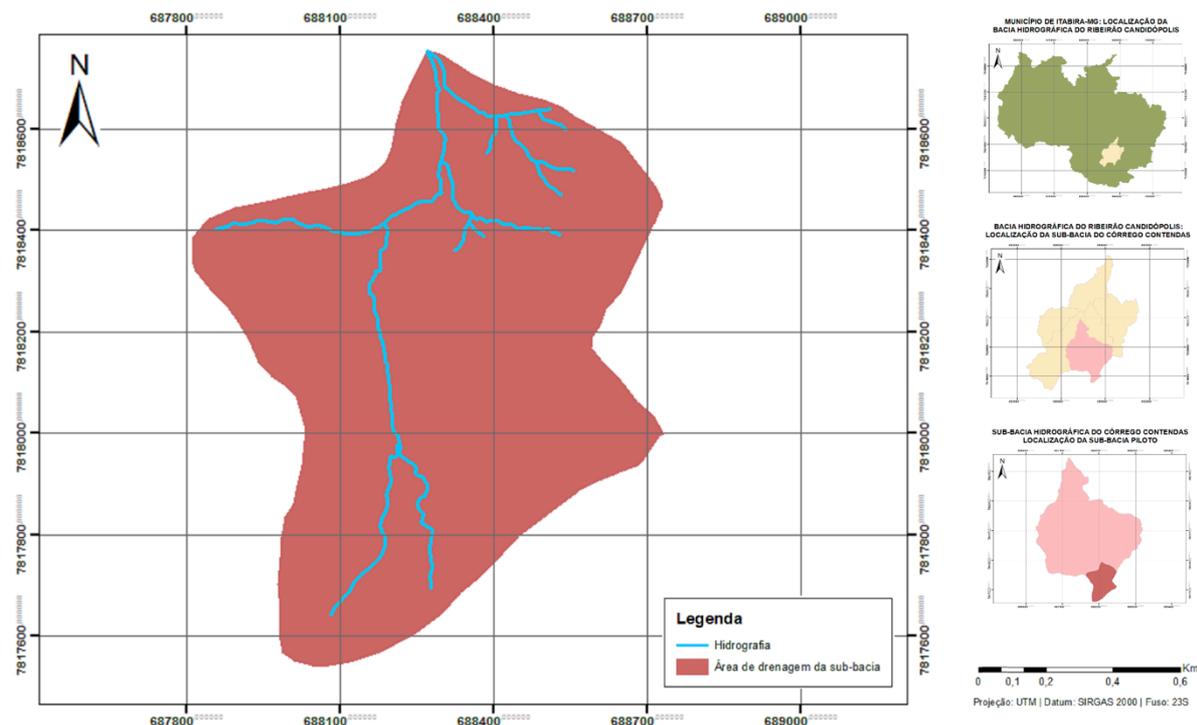


Figura 1. Localização da unidade piloto em relação a sub-bacia do córrego Contendas, a bacia do ribeirão Candidópolis e ao município de Itabira – Minas Gerais.

## 2.2 Classes de Declividade

A determinação das classes de declividade presentes na unidade piloto foi realizada com auxílio do *software* ArcGis® 10.2, Extensão Spatial Analyst, com uso das ferramentas *Slope* e *Reclassify*. O mosaico de imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com 30 metros de resolução espacial foi utilizado como dado de base e a classificação da declividade em função das formas de relevo foi feita conforme as classes formuladas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2002): Declividade de 0-3% - Plano; de 3-8% - Suave Ondulado; de 8-20% - Ondulado; de 20-45% - Forte Ondulado; de 45-75% - Montanhoso; e > 75% - Escarpado.

## 2.3 Classes de Uso e Ocupação do Solo

As classes de uso e ocupação do solo foram determinadas manualmente a partir do *Software* ArcGis® 10.2, utilizando imagens de satélite do *software* Google Earth Pro®. As classes presentes na unidade piloto são: lago, pastagem degradada, pastagem, mineração, ocupação antrópica, solo exposto e vegetação nativa. Além disso, foram especificadas também as estradas rurais.

## 2.4 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente – APP's

As APP's foram delimitadas conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). As APP's existentes na sub-bacia piloto foram demarcadas por meio da ferramenta *Buffer* do *Analysis Tools* do *Arc Toolbox* do *software* ArcGis® 10.2. Para demarcar as APP's de nascentes criou-se um *buffer* de 50 m de distância. Já para delimitação da APP's ripária, delimitou um *buffer* de 30 m.

## 2.5 Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE

O diagnóstico acerca do ZEE consistiu na sobreposição da área limítrofe da área de estudo em relação ao ZEE do estado de Minas Gerais, elaborado por Scolforo et al. (2008b).

Verificou-se a localização da unidade piloto em relação às classes de vulnerabilidade natural, classes de potencialidade social, zonas ecológico-econômicas e as áreas prioritárias para recuperação definidas no ZEE-MG.

### 3. Resultados e Discussões

A distribuição espacial das classes de declive é representada na Figura 2. A unidade piloto apresenta predominância dos relevos forte ondulado, sendo esses presentes em 46,28% da área, seguido pela presença de características montanhosas, mais presente na região norte, com 21,3% e pelo relevo ondulado, 14,65%. As demais classes somam 17,76%. O predomínio das formas de forte ondulado a montanhoso denotam que grande parte da bacia apresenta elevada susceptibilidade à erosão, conseqüentemente, faz-se necessário a preservação/manutenção da cobertura vegetal, visto que essa diminui o impacto das gotas de chuva no solo.

O uso do solo está diretamente relacionado à degradação do ambiente pelas ações antrópicas, pois ele é à base das atividades humanas sobre a terra. As classes de uso e ocupação do solo encontram-se dispostas no mapa que pode ser visualizado na Figura 2.

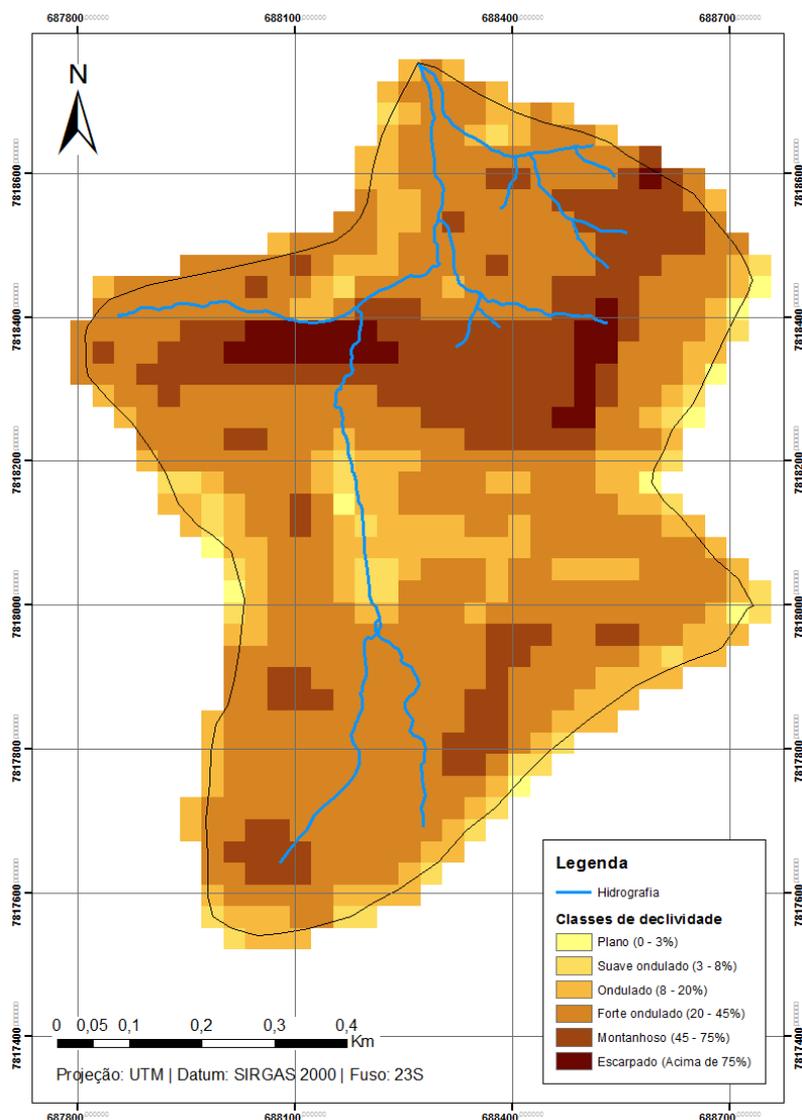


Figura 2. Mapa das classes de declividade presentes na unidade piloto.

Nota-se que a maior parte do uso da unidade piloto (Figura 3) é vegetação nativa, seguida de pastagem degradada e pastagem com, respectivamente, 37,7%, 25,1% e 23,6%. A área ocupada por mineração corresponde a 11% desta área. Observa-se, então, uma predominância da supressão vegetal, exceto pela área ocupada pelo lago, totalizando 62% da área total da sub-bacia.

O mapa de delimitação de APP's pode ser observado na Figura 4. As APP's situadas na unidade de planejamento representam uma área total de 20,1 ha, correspondendo a aproximadamente 30,6% do total da área da unidade piloto.

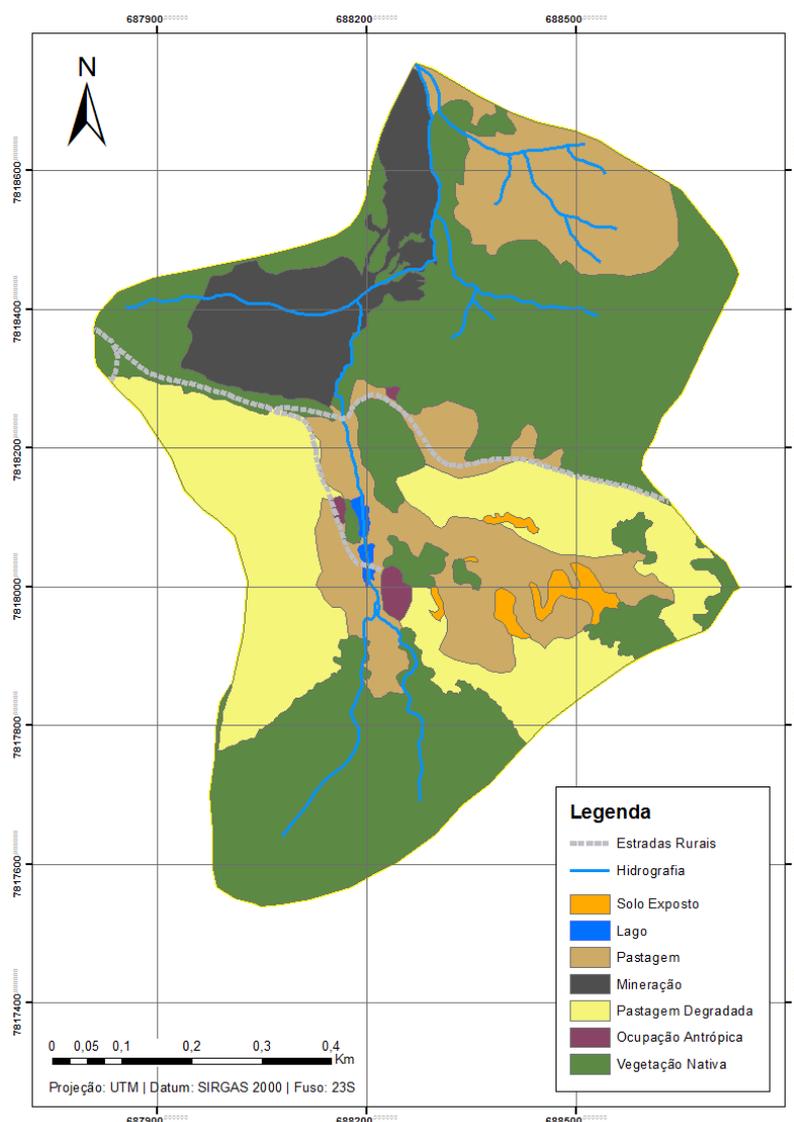


Figura 3. Mapa das classes de uso e ocupação do solo da unidade piloto.

Confrontando-se o atual uso e ocupação do solo na unidade piloto com as APP's delimitadas, apenas 51% de suas APP's (10,2 ha) são ocupadas por vegetação nativa. O segundo maior uso identificado foi a pastagem, com um percentual de 31,2%, cerca de 6,2 ha. Já a atividade de exploração mineral, caracteriza-se como o terceiro maior uso das APP's, ocupando o equivalente a 3,0 ha ou 15,2%. O restante do uso e ocupação do solo são porcentagens menores, sendo que tanto a área ocupada por lagos, como a pastagem degradada e ocupação antrópica representam 0,9% cada uma da área total das APP's.

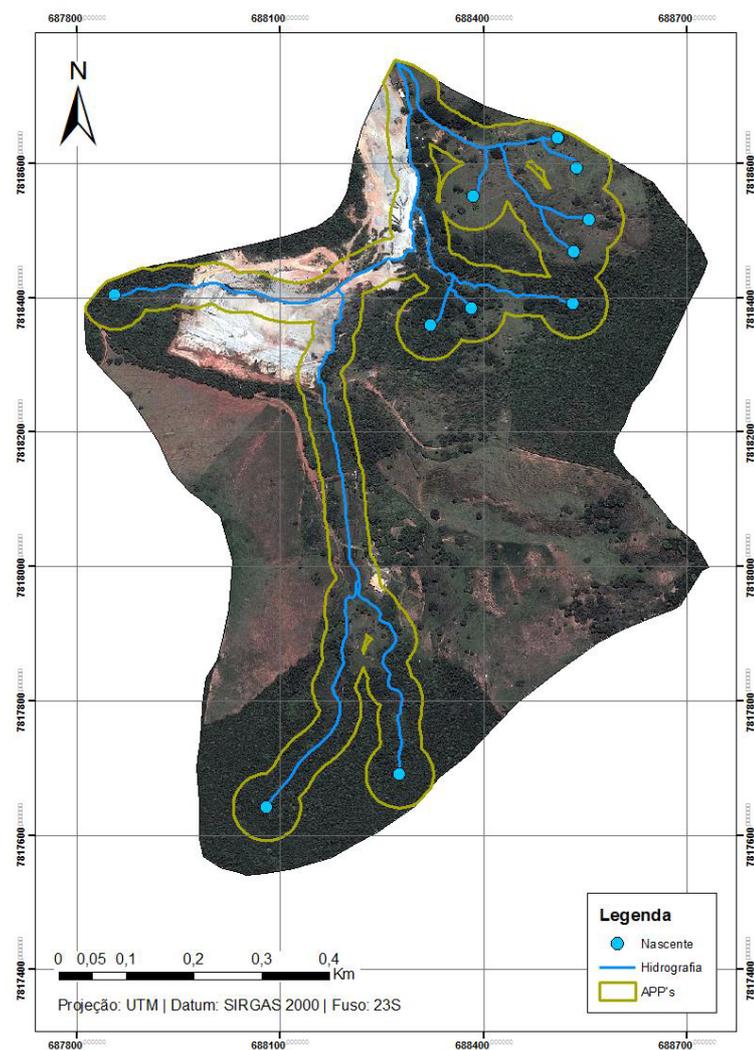


Figura 4. Mapa de delimitação das APP's em relação a área total da unidade piloto.

A partir dos mapas e informações apresentadas, foi possível realizar o zoneamento ambiental da unidade piloto, por meio da elaboração de um mapa (Figura 5), visando a adequação ambiental. Foram delimitadas as zonas de uso econômico, de recuperação e de conservação. Para as zonas de conservação, foram consideradas as áreas de prioridade alta e muito alta para conservação estabelecidas no ZEE-MG. Além disso, todas as áreas de florestas da sub-bacia piloto foram consideradas como zonas de conservação no zoneamento ambiental elaborado. Considerou-se como zonas de recuperação, as áreas degradadas dentro de APP's e as áreas de pastagem degradadas. Já para a delimitação das zonas de uso econômico, foram consideradas as áreas de mineração, pastagem e ocupação antrópica. As zonas de recuperação totalizaram uma área correspondente a 22,4 ha, as zonas de uso econômico correspondem a 12,4 ha de área e as zonas de conservação totalizaram 30,9 ha.

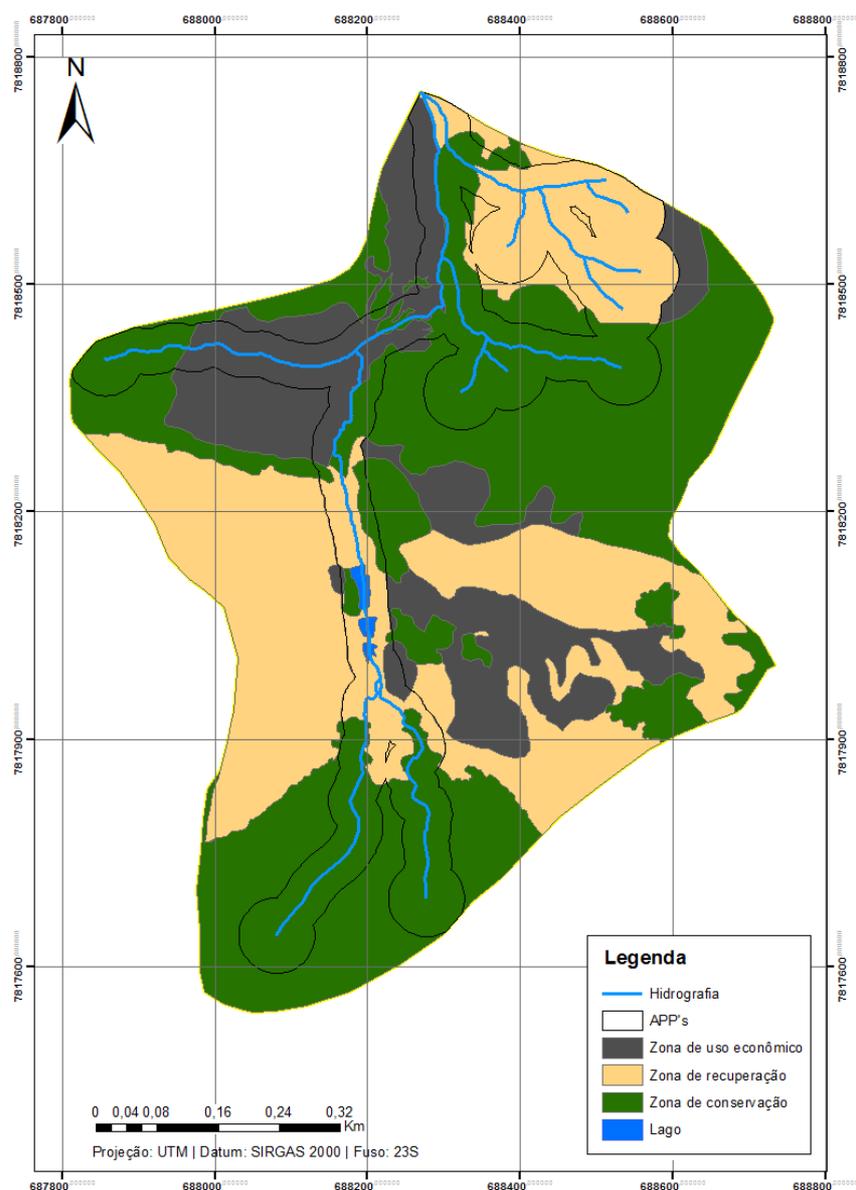


Figura 5. Zoneamento ambiental da unidade piloto visando adequação ambiental.

#### 4. Conclusões

As ferramentas de SIG possibilitaram a elaboração do zoneamento ambiental de uma unidade piloto da sub-bacia do córrego Contendas, integrando aspectos relacionados ao relevo, uso e ocupação do solo, vegetação e zonas ecológicas e econômicas da unidade de planejamento. A adoção dessa sub-bacia piloto como unidade de planejamento teve o intuito de possibilitar a realização de um diagnóstico situacional, bem como auxiliar a execução de um plano de adequação ambiental considerando as especificidades do local.

Com os mapas gerados no estudo, espera-se que possa ser implantado um plano de adequação para ser utilizado como modelo e direcionamento para a elaboração de um plano de manejo considerando a bacia do ribeirão Candidópolis como unidade de planejamento. Esse plano possibilitará a definição de ações voltadas para melhoria da qualidade da água e garantia de seus usos múltiplos; diminuição dos impactos ambientais sobre o solo e as águas; proteção e preservação de nascentes e das áreas que margeiam os mananciais hídricos;

recuperação de áreas degradadas, dentre outras ações, auxiliando a gestão ambiental e territorial municipal.

### Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI pela utilização do laboratório de Geoprocessamento, pelos equipamentos e pela oportunidade da pesquisa.

### Referências

BRASIL. Congresso Nacional. **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. 2012.

CREPANI, E. *et al.*. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, SP, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: **Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região Sudeste do Estado do Paraná (áreas 4, 5 e 6)**. Rio de Janeiro – RJ, 2002. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63300/1/BPD-13-2002-Parana-Sudeste-areas-4-5-6.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2015.

ANARUMA FILHO, F. *et al.*. **Importância do SIG no Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal**. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). João Pessoa, PB, 2015. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1679.pdf>>. Acesso em 12 mai. 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce. Consórcio Ecoplan-Lume, v. 1, 2010.

ITABIRA. **Plano Diretor Participativo do Município de Itabira**. Itabira: Prefeitura Municipal de Itabira, Fundação Israel Pinheiro, 2014c. Disponível em: <[http://www.itabira.mg.gov.br/portal/wp-content/uploads/2014/10/PDM\\_ITA\\_leitura-tecnica\\_R00.compressed.pdf](http://www.itabira.mg.gov.br/portal/wp-content/uploads/2014/10/PDM_ITA_leitura-tecnica_R00.compressed.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2016.

SCOLFORO, J. R. S. *et al.*. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais: Componentes Geofísico e Biótico**. 22a ed. Lavras: Editora UFLA, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG)**. 2008b. Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em: 12 mai. 2016.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: Unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. **Revista Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20, 2000. Disponível em: <[http://www.deg.ufla.br/setores/engenharia\\_agua\\_solo/disciplinas/eng\\_170/Bacias%20-%20Artigo%20Informe%20Agropecuario.pdf](http://www.deg.ufla.br/setores/engenharia_agua_solo/disciplinas/eng_170/Bacias%20-%20Artigo%20Informe%20Agropecuario.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.