

Mapeamento temporal do Uso e Cobertura do Solo das microbacias contribuintes com a represa de Ibirité-MG utilizando imagens de alta resolução

Daniel Santana Lanza¹
Daniel Lorentz Oliveira²
Mauro da Costa Val¹

¹ Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba - CIBAPAR
Av. Solimões, 218 - 13416-000 - Betim - MG, Brasil
daniel@aguasdoparaopeba.org.br
mcostaval@aguasdoparaopeba.org.br

² Coffey Information
Av. Afonso Pena – 1329 conj. 206 – Cruzeiro - Belo Horizonte - MG, Brasil
daniel_oliveira@coffey.com

Abstract. The aim of this paper is to map the Land Use Land Cover (LULC) of Ibirité reservoir watershed at two different time periods using high resolution images of the IKONOS sensor. A quantitative and comparative analysis was performed of the distribution types of LULC in 11 catchments between the years 2000 and 2008. The research also generates an analysis of occurrence of the vegetation on preservation areas associated with the streams. The mapping from high resolution imagery and supported by Geographic Information Systems (GIS) methods showed adequate results for the analysis of catchment scale. The scale of 10K is efficient to represent the local variations and detailed patterns of LULC. Vegetation is the most representative class, covering 33,85% of the total area. This class is still preserved due to the occurrence of protected areas located in the headwaters of the Serra Três Irmãos. The urban and the pasture classes are distributed in 24,6% and 24% of the area respectively. The most significant changes in patterns of LULC between 2000 and 2008 were an increase in urban (+2,69%) and pasture (+2,33%), and a decrease of forest vegetation (-2,52%). The maps and graphs generated for each catchment were used primarily for supporting actions of environmental education with the community around the Ibirité reservoir.

Palavras-chave: land use land cover, geographic information systems, watershed management, uso e cobertura do solo, sistemas de informação geográfica, gerenciamento de bacias hidrográficas.

1. Introdução

Este trabalho tem o objetivo principal de mapear o Uso e Cobertura do Solo (UCS) nas microbacias contribuintes da represa de Ibirité em duas épocas distintas utilizando imagens de alta resolução do sensor IKONOS. Foi realizada análise quantitativa e comparativa da distribuição dos tipos de UCS em cada microbacia entre os anos de 2000 e 2008. Foi também feita uma análise da ocorrência de vegetação nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) associadas aos cursos d'água.

As mudanças nos padrões de UCS servem como importantes indicadores de qualidade ambiental. A retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo alteram o comportamento do ciclo hidrológico, seja através da diminuição da infiltração ou da evapotranspiração. Este desequilíbrio no ciclo da água faz diminuir a disponibilidade hídrica na época de seca. No período úmido, eventos de chuva de maior intensidade podem ocasionar enchentes. Problemas como a erosão dos solos e a poluição das águas também podem ocorrer devido a mudanças no uso da terra.

Desde 1997, com a institucionalização da Política Pública das Águas, que a bacia hidrográfica estabeleceu-se como unidade territorial de planejamento e gestão. A difusão do termo microbacia, até pouco tempo de uso quase restrito da hidrologia e da geomorfologia, está se tornando de domínio público. Isso se justifica, sobretudo, pelo reconhecimento da importância

da água para o abastecimento público, recreação, e como agente do transporte de soluções do solo, dos poluentes ou dos vetores de doenças.

Este projeto foi realizado pelo Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (CIBAPAR), secretaria executiva do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba (CBH-Paraopeba), por meio de parcerias com a Petrobras e a empresa Coffey Information. Os resultados obtidos com utilização de técnicas de geoprocessamento demonstram que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e seus produtos podem ser utilizados para auxiliar no processo de mobilização e educação ambiental. Os mapas e dados gerados foram utilizados em ações junto a comunidade do entorno, promovendo condições de sustentabilidade no ambiente local.

A área de estudo possui aproximadamente 91,1 Km² e está localizada dentro dos municípios de Ibitité, Betim e Sarzedo, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) (figura 1). A bacia faz parte da Unidade de Conservação APA Sul e as principais nascentes estão localizadas na Serra Três Irmãos. A região ainda se caracteriza pela produção agrícola, destacando-se pela produção de hortaliças. Grande parte da área de estudo já está urbanizada, sendo que o município de Ibitité teve altas taxas de crescimento nas últimas décadas. As microbacias contribuintes da represa de Ibitité são: Ibitité, Barreirinho, Rola-Moça, Fubá, Urubu, Taboão, Sumidouro, Camargos, Pintado, Jatobá e Palmares.

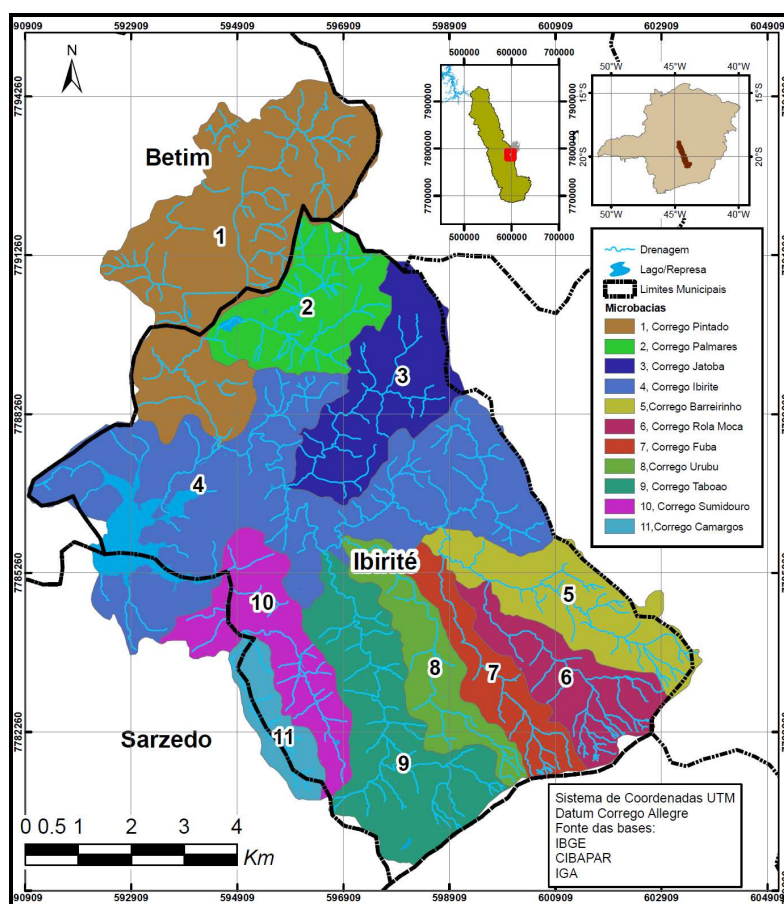


Figura 1: Localização geral da área de estudo

2. Metodologia de Trabalho

As imagens do sensor IKONOS foram adquiridas com as bandas multispectral (4m) e pancromática (1m) fusionadas para 1m de resolução espacial. Foi construído um mosaico com cenas de 2000/2001/2002 para efeito de comparação das mudanças no UCS com uma cena de

2008. As imagens de satélites foram registradas no sistema de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM), fuso 23 sul, e *datum* Córrego Alegre.

As microbacias foram delineadas com uso das Cartas Topográficas em escala de 1:50.000. Foram utilizadas as folhas de Contagem (SE-23-Z-C-V-4) e Brumadinho (SF-23-X-A-II-2).

Em seguida foi utilizado o software ArcGIS 9.2. para a interpretação visual e vetorização dos cursos de água e do UCS. A diferenciação dos objetos e a extração das informações foram realizadas por meio da utilização de métodos que se apoiam nas características espectrais e em alguns elementos básicos (tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização) da imagem (Jensen, 2009; Lillesand; Kiefer, 1996).

As classes de UCS foram pré-definidas por meio de uma chave de classificação. Um sistema de classificação de UCS deve ser o mais universal possível. Para a definição das classes foram consideradas as características particulares da área de estudo e foi feita uma adaptação dos sistemas de classificação propostos por Anderson et al. (1976) e pelo IBGE (2006). Dessa forma, foram definidas 12 classes (tabela 1):

Tabela 1: Chave de Classificação de Uso e Cobertura do solo adaptada de Anderson (1976) e IBGE (2006).

Nível I	Nível II
1. Áreas Construídas	1.1. Urbana
	1.3. Industrial
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1. Agricultura
	2.3. Pastagem
	2.4. Reflorestamento
3. Vegetação Natural	3.1. Vegetação Arbórea
	3.4. Vegetação Campestre
4. Desnudo	4.1. Solo Exposto
	4.2. Mineração
	4.3. Lote Vago
5. Água	5.1. Cursos d'Água
	5.2. Represas/Lagos

As APP's foram delimitadas através da geração de um *buffer* de 30 metros a partir do vetor da drenagem. A Legislação Florestal Federal (Código Florestal) por meio do 2º e 3º artigo da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965 (com as alterações introduzidas pela Lei 7.803, de 18 de julho de 1989) dispõe sobre a proteção da vegetação em áreas de preservação permanente. Nas condições específicas da área de estudo as APP's encontram-se em uma faixa marginal de 30 metros dos cursos de água.

Em uma outra etapa metodológica foram realizados trabalhos de campo para a coleta de dados em sítios de amostragem de UCS. Foi utilizado o Sistema de Posicionamento Global (GPS) para a aquisição dos pontos de interesse.

Após a interpretação visual da imagem e vetorização das classes de UCS foi feita a correção dos erros topológicos, como por exemplo a sobreposição de polígonos e buracos (*gaps*). Para isto foram utilizadas as regras da ferramenta *Topology*. Esta verificação é realizada para evitar erros no cálculo de área das classes de UCS. A distribuição das classes de UCS foi quantificada e comparada para cada microbacia através da geração de mapas, gráficos e tabelas.

3. Resultados e discussões

As microbacias contribuintes para a represa de Ibirité apresentam um padrão diversificado de UCS no ano de 2008. A vegetação arbórea e campestre são as classes mais representativas, e somam 33,85% do total da cobertura do solo. Estas classes ainda estão preservadas principalmente devido à ocorrência de áreas protegidas nas encostas mais próximas ao divisor

de águas da Serra Três Irmãos. As classes área urbana e campo antrópico/pasto estão distribuídas em 24,64 e 24% da área total.

As alterações mais expressivas entre 2000 e 2008 foram o aumento da área urbana e do campo antrópico/pasto, e a diminuição da vegetação arbórea. Houve um aumento de (+2,69%) e (+2,33%) das duas primeiras classes enquanto uma diminuição de (-2,52%) da última (tabela 2). Todas as outras classes tiveram uma variação abaixo de 1%, exceto o solo exposto, que teve uma diminuição de (-1,12%). A classe solo exposto aparece meio a outras classes, como por exemplo, em uma pastagem degradada, áreas de agricultura ou mineração. Nas áreas de agricultura o solo exposto possui forte influência da temporalidade. Pode ocorrer rotação de culturas e plantio em várias épocas, principalmente quando há irrigação. Mas geralmente as áreas de agricultura que apresentam solo exposto são durante a entressafra no final do período seco.

Tabela 2: Distribuição das classes de Uso e Cobertura do Solo e a variação entre 2000/2001/2002 e 2008

Análise Geral do Uso do Solo das Microbacias Contribuintes da Represa de Ibitité					
Classes de Uso do Solo	Cena 2000/2001/2002		Cena 2008		Variação (%)
	Área (m ²)	(%)	Área (m ²)	(%)	
Agricultura	4029143	4,42	3269904,9	3,59	-0,83
Área Urbana	20004670,9	21,95	22459078,1	24,64	2,69
Área Industrial	4903314,7	5,38	5604341,1	6,15	0,77
Lote Vago	658373,1	0,72	54535,8	0,06	-0,66
Campo Antropico/Pasto	19750410,3	21,67	21873778,8	24,00	2,33
Reflorestamento	4055670,5	4,45	3462120	3,80	-0,65
Solo Exposto	2522497,7	2,77	1505611,5	1,65	-1,12
Vegetação Campestre	8122197,6	8,91	8238223,5	9,04	0,13
Vegetação Arbórea	24914644,6	27,34	22615289,6	24,81	-2,52
Corpo d'água	2182569,3	2,39	2060608,4	2,26	-0,13
Total	91143491,7	100,00	91143491,7	100,00	

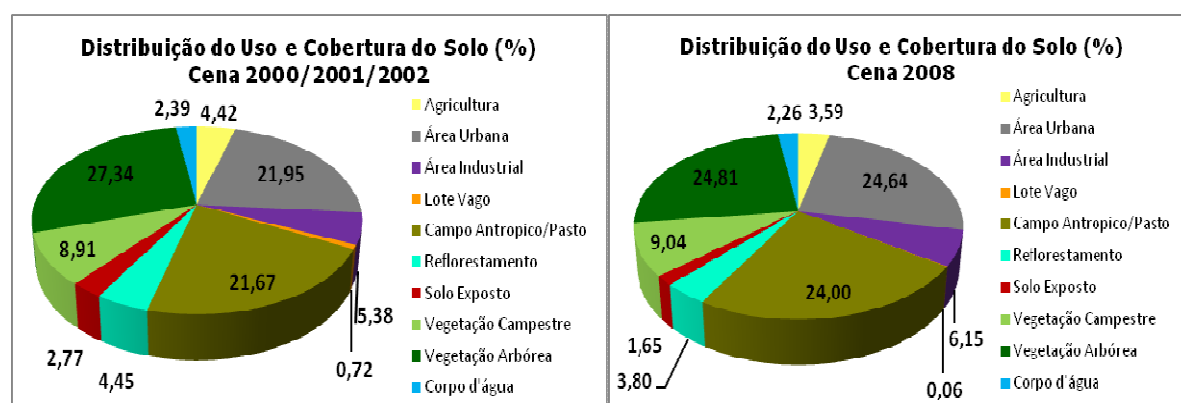


Figura 2: Gráfico da distribuição das classes de Uso e Cobertura do Solo nas duas épocas (2000/2001/2002 e 2008)

As microbacias mais urbanizadas são: Jatobá, Palmares, Ibitité, Urubu e Barreirinho. A classe área urbana na microbacia do córrego Jatobá representa 72% de sua área total em 2008, sendo a microbacia mais urbanizada. A microbacia do córrego Palmares foi a que apresentou o maior índice de crescimento urbano (+10,3%). O crescimento da área urbana nas áreas contribuintes com a represa de Ibitité se constitui um grave problema ambiental e sanitário. Como praticamente não há tratamento de esgoto na área de estudo os efluentes produzidos deságuam diretamente nos córregos e na represa de Ibitité. A microbacia do córrego Pintado

se caracteriza pela presença de indústrias. Um total de 30,48% da área total desta microbacia é ocupada por indústrias de grande porte.

Na microbacia do córrego Palmares houve a maior variação da vegetação arbórea. Esta apresentou uma diminuição de 7,1%. Os resultados demonstram que houve a substituição da vegetação pela área urbana nesta microbacia. Outras microbacias que apresentaram os índices mais elevados de diminuição da vegetação arbórea foram: Jatobá (-4,65%) e Sumidouro (-5,41%). Na microbacia do córrego Sumidouro a diminuição da vegetação foi acompanhada do aumento das áreas de pastagem (+5,27%). Esta foi a microbacia que apresentou o maior crescimento desta classe. A retirada da vegetação aumenta a suscetibilidade à erosão porque faz diminuir as taxas de infiltração favorecendo o escoamento superficial. A falta de proteção em conjunto com o relevo movimentado em grande parte da bacia fazem essas áreas se tornarem frágeis frente à ação dos agentes erosivos.

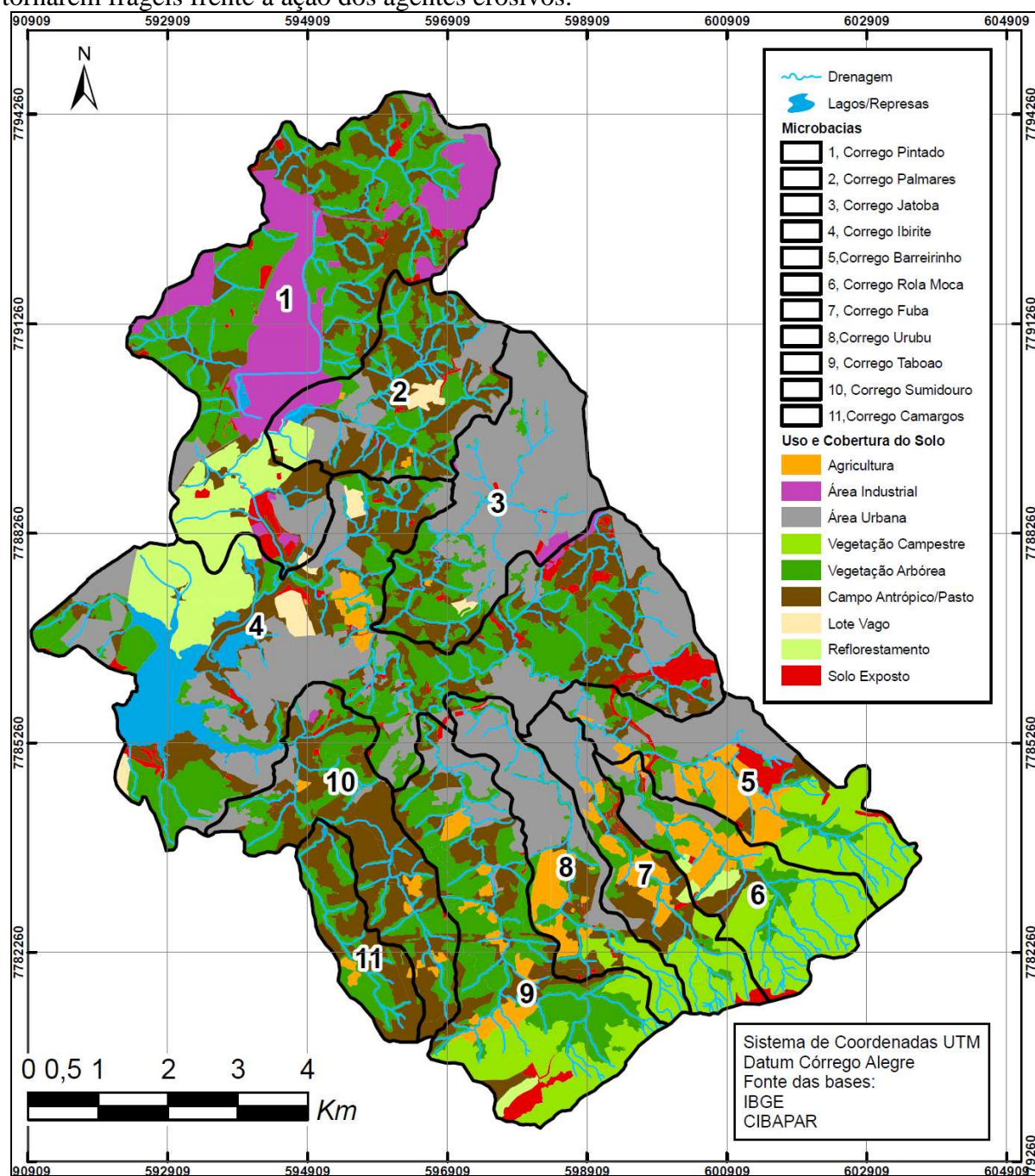


Figura 3: Mapa do Uso e Cobertura do Solo na bacia contribuinte da represa de Ibirité em 2000/2001/2002

A análise das APP's revela que menos da metade da área era coberta por vegetação no ano de 2000 (48,24%). Em 2008 essa cobertura representava (43,79%) (figura 5). As APP's associadas aos cursos de água em toda área de estudo apresentaram uma diminuição da vegetação de (-4,45%) (tabela 3). As microbacias que apresentaram as quedas mais altas em relação a média total são Sumidouro (-11,22%), Jatobá (-11,53%), Urubu (-8,15%) e Palmares (-7,94%).

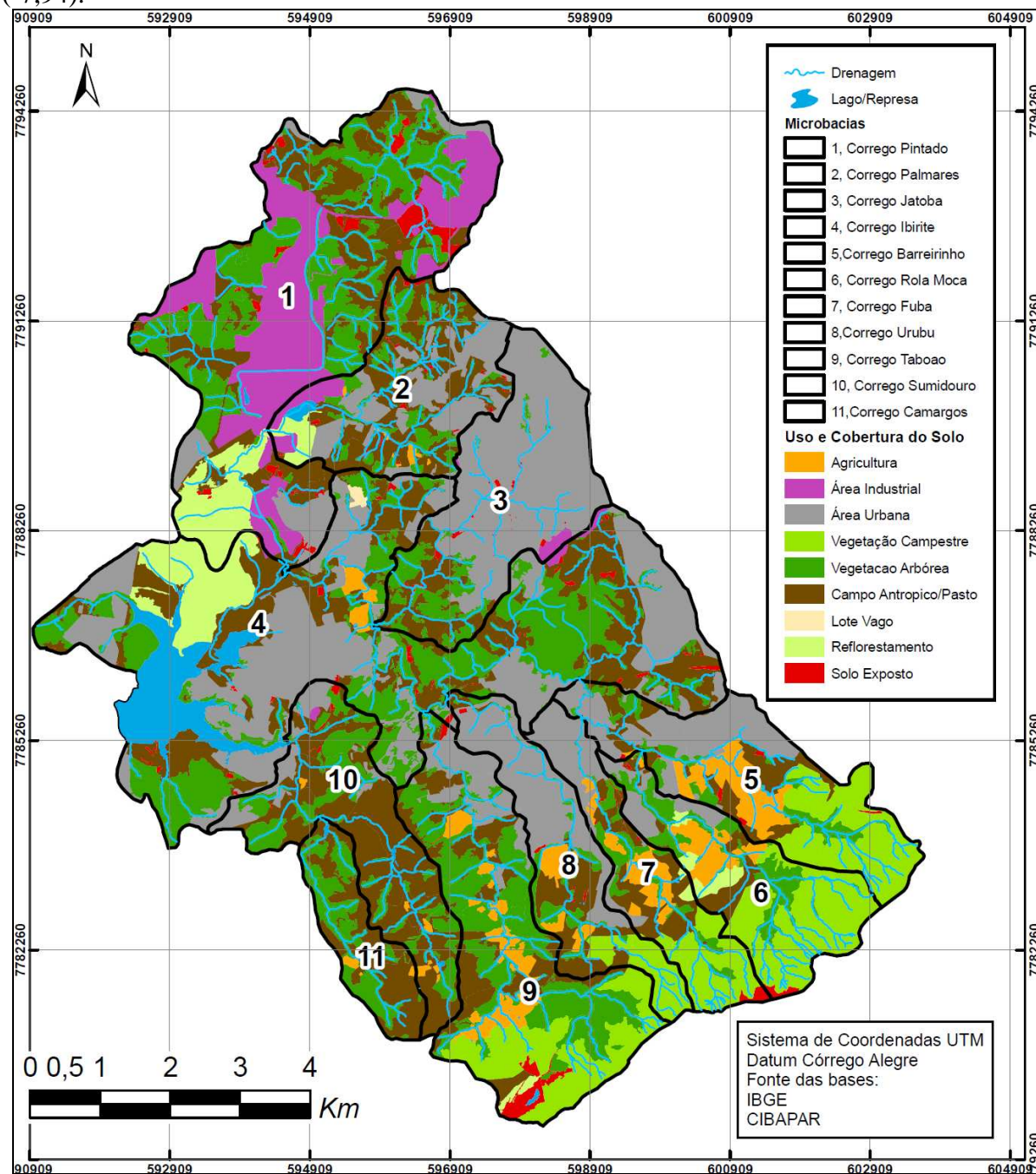


Figura 4: Mapa do Uso e Cobertura do Solo na bacia contribuinte da represa de Ibirité em 2008.

No ano de 2008 três microbacias apresentaram menos da metade das APP's cobertas por vegetação, sendo: Jatobá (20,19%), Palmares (41,75%), Sumidouro (43,44) e Ibirité (46,66%). As demais apresentam os seguintes valores de cobertura vegetal: Pintado (51,84%), Urubu (55,4%), Barreirinho (61,86%), Fubá (70,91%), Taboão (72,44%), Camargos (83,25%), Rola-Moça (83,6%). Assim como na análise feita para o UCS em toda a área, a vegetação preservada em APP's ocorre principalmente na Serra Três Irmãos (figura 6).

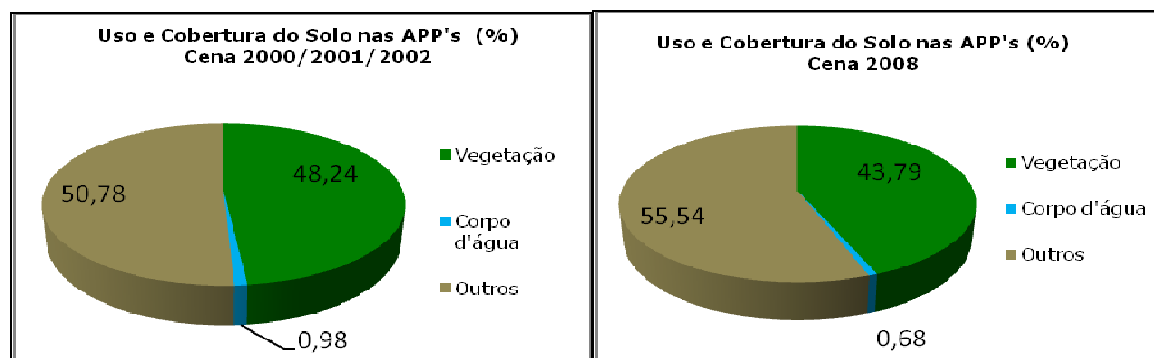


Figura 5: Gráfico do percentual da cobertura da vegetação nas APP's nas duas épocas (2000/2001/2002 e 2008)

Tabela 3: Distribuição da cobertura vegetal em APP's e a variação entre 2000/2001/2002 e 2008

Análise da Vegetação em APP's na bacia contribuinte com a Represa de Ibitiré					
Área App	Cena 2000/2001/2002		Cena 2008		Variação (%)
	Area (m ²)	(%)	Area (m ²)	(%)	
Vegetação	7248705,3	48,24	6300171	43,79	-4,45
Corpo d'água	146666,9	0,98	97224,8	0,68	-0,30
Outros	7631206,5	50,78	7990842,6	55,54	4,75
Área Total	15026578,7	100,00	14388238,4	100,00	

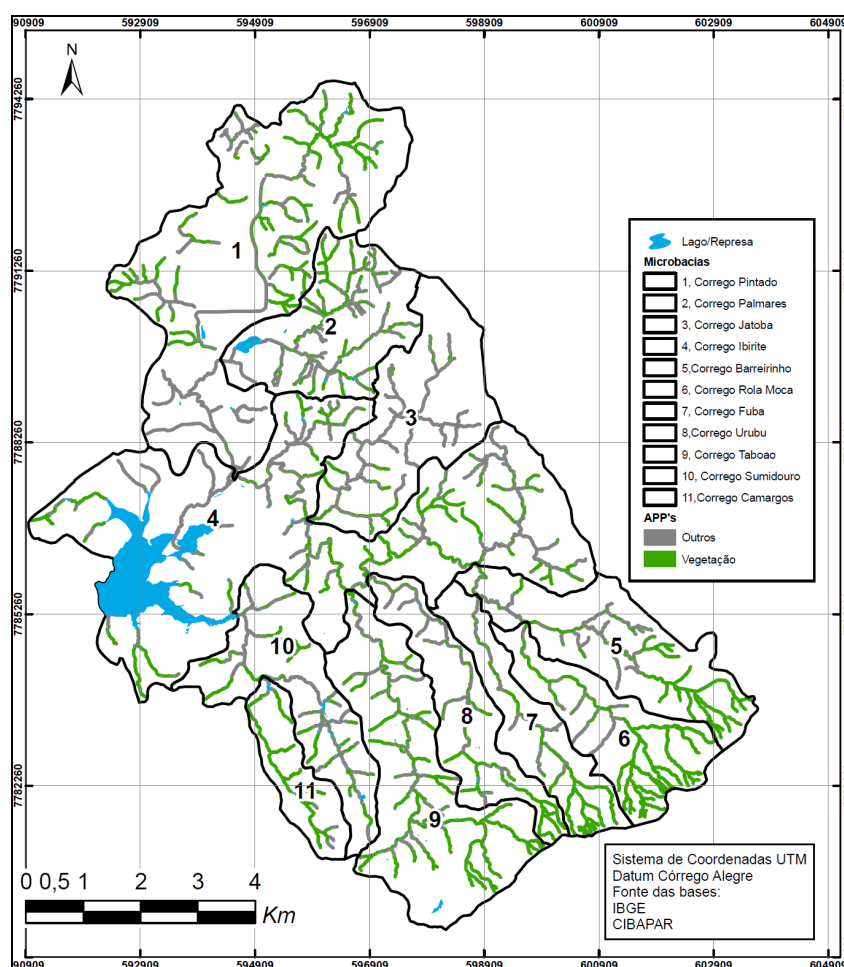


Figura 6: Distribuição da vegetação em APP's no ano de 2008.

4. Conclusões

O mapeamento do UCS com imagens de alta resolução e apoiado em métodos e técnicas de geoprocessamento apresentou resultados adequados para a análise em escala de microbacia. Na escala de 1:10.000 foi possível representar as variações detalhadas dos padrões de UCS. As mudanças ocorridas entre 2000/2001/2002 e 2008 foram comparadas e analisadas para cada uma das 11 microbacias. Foi feita também uma análise da ocorrência de vegetação dentro das APP's associadas aos cursos de água.

Os resultados indicam que houve um crescimento da área urbana. É evidente que grande parte das ocupações no município de Ibitité é feita de forma desordenada, sem a infraestrutura básica adequada, como por exemplo, redes coletoras e sistema de tratamento de esgoto. Isto agrava o problema da poluição do reservatório de Ibitité, que atualmente tem a qualidade da água comprometida com excesso de nutrientes, matéria orgânica e outros poluentes. Nas demais áreas o uso é predominantemente agrícola. Nas microbacias ao sul da área de estudo há o avanço da agricultura e pastagem, esta última principalmente na microbacia do córrego Sumidouro. As áreas mais preservadas estão localizadas na Serra dos Três Irmãos. Menos da metade das APP's é coberta por vegetação nativa. A vegetação ribeirinha funciona como zona tampão, protegendo as margens dos cursos de água. A retirada da vegetação pode provocar aceleração do processo erosivo. Uma das conseqüências do carreamento de sedimentos na drenagem é a intensificação do assoreamento da represa de Ibitité.

Os mapas e gráficos gerados para cada microbacia foram utilizados principalmente para subsidiar ações de mobilização e educação ambiental com a comunidade do entorno da represa de Ibitité.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CIBAPAR e ao Projeto Lagoa da Gente pelo apoio durante a elaboração do estudo, e a Petrobras – Refinaria Gabriel Passos - pelo financiamento do projeto.

Referências Bibliográficas

Anderson, J.R.; Hardy, E.E.; Roach, J.T.; Witmer, R.E. **A Land Use and Land Cover Classification for use with Remote Sensing Data**. Washington: United States Department of the Interior, 1976. 41p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.