

Rafael Macedo Chaves

**Mapeamento da Vegetação e Uso do
Solo da Bacia Hidrográfica do
Ribeirão Jequitibá**

VIII Curso de Especialização em
Geoprocessamento
2005



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartografia@igc.ufmg.br

RAFAEL MACEDO CHAVES

**MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO E USO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JEQUITIBÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Geoprocessamento, Curso de Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. LUCIANO VIEIRA DUTRA, Ph.D/Pós-Doc.

BELO HORIZONTE

2005

Chaves, Rafael M.

Mapeamento da Vegetação e Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá. Belo Horizonte – 2005. 38 pg.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia.

1. Geoprocessamento. 2. Uso do Solo. 3. Sensoriamento. 4. Áreas de Preservação Permanente.

I - Título

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, nosso criador e das coisas do mundo, responsável pelas oportunidades da vida, das quais devemos a graça do gozo e do aproveitamento.

Agradeço especial e carinhosamente à minha esposa Vanessa pela indicação do curso e apoio irrestrito durante todo o período de sua realização, inclusive tolerando minha ausência neste tempo com muito amor e certeza na vitória final de todos nós; a quem dedico este trabalho.

A toda à minha família: mãe, filhas, irmãos e demais membros com o apoio e incentivo, especialmente à memória do meu saudoso Pai, que como Esteio Moral da Família e vivendo o exemplo de amor e disciplina, mostrou-nos o caminho da honradez, perseverança e retidão de caráter.

A todos os colegas de curso que colaboraram no vencimento de mais uma etapa em nossas vidas.

Aos monitores Lidiane, Charles, Christian e Diego pelo apoio e paciência na monitoria e colaboração em todos os momentos do curso.

Aos professores do curso pela dedicação ao Ensino, verdadeira missão vocacional, em especial ao meu Orientador – Professor Luciano Vieira Dutra.

Aos colegas do IEF e IBAMA pelo apoio e incentivo, especialmente ao amigo Ben Hur, que desde o início dos planos me apoiou e sustentou a tese da importância da realização do curso, tanto no aspecto pessoal, como, principalmente, de interesse institucional pela grande aplicabilidade do Geoprocessamento na área ambiental.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	v
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO	8
1 – INTRODUÇÃO	9
1.1 – Localização da Área de Estudo	9
1.2 – Características Gerais da Bacia	10
1.3 – Problemas Ambientais na Bacia	12
1.4 – Justificativas	13
1.5 – Objetivo Geral	16
1.6 – Objetivos Específicos	16
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 – Vegetação e Uso do Solo	17
2.2 – Modelo Digital de Elevação	20
3 – METODOLOGIA	21
3.1 – Delimitação da Área de Estudo	22
3.2 – Composição das Bandas Espectrais	22
3.3 – Georreferenciamento	22
3.4 – Realce de Contraste	22
3.5 – Segmentação	23
3.6 – Classes de Vegetação e de Uso e Ocupação do Solo	23
3.7 – Classificação	23
3.8 – Classificação do IEF x UFLA	24
3.9 – Mapas de Distâncias (<i>Buffer's</i>)	27
3.10 – Modelo Digital de Elevação	28
3.11 – Classes de Declividade	28
4 – RESULTADOS	29
4.1 – Uso e Ocupação do Solo	30
4.2 – Análise Comparativa: Monografia x UFLA	31
4.3 – Desconformidade de Usos em APP's	32
5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	35
6 – CONCLUSÕES	36
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE FIGURAS

- **Figura 1:** Mapa de Localização Espacial do Ribeirão Jequitibá, com a distribuição dos municípios formadores da Bacia do Rio das Velhas9
- **Figura 2:** Distribuição da Área da Bacia por Municípios11
- **Figura 3:** Vista geral de área ocupada com atividade de pecuária, observando-se a ocorrência de focos erosivos do tipo voçoroca, provocados pelo uso inadequado do solo 13
- **Figura 4:** Área marginal ao ribeirão Jequitibá, em Funilândia, observando-se a ausência total de vegetação ciliar às suas margens e processos de desbarrancamento 13
- **Figura 5:** Plantio de mudas de espécies nativas em projeto de revitalização da bacia implantado em parceria do IEF com a EMATER de Funilândia 14
- **Figura 6:** Vista de uma área de reservatório hídrico totalmente protegida, com a presença de mata ciliar preservada ao longo de suas margens 15
- **Figura 7:** Bacia de captação de águas pluviais escavada para armazenamento de água, recarga hídrica e conservação do solo na área da bacia 15
- **Figura 8:** Distribuição da Vegetação em Minas Gerais 18
- **Figura 9:** Distribuição da Flora Nativa por Tipologias e Reflorestamentos de MG 19
- **Figura 10:** Distribuição dos Biótopos na Bacia do Rio das Velhas 20
- **Figura 11:** Imagem Landsat-5 da área de estudo, após composição das bandas no Sistema RGB (b3B-b4G-b5R) e aplicação de Realce de Contraste Linear através do SPRING® 23
- **Figura 12:** distribuição quantitativa da vegetação e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá pelo convênio IEF x UFLA, 2005..... 25
- **Figura 13:** Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá – IEF x UFLA, 2005 26
- **Figura 14:** Arquivo *Raster* com Grade Regular, gerado a partir da rede hidrográfica do polígono envolvente, para geração de um Mapa de Distâncias dos cursos d’água 27
- **Figura 15:** Mapa de Distâncias (*Buffer*) gerado para delimitação de APP’s ao longo de cursos d’água (30 metros) e lagoas (50 metros) 27
- **Figura 16:** Modelo Digital do Terreno (MDT) do tipo “Grade Regular” gerado a partir dos dados das curvas de nível da base do Programa GEOMINAS 28
- **Figura 17:** Fatiamento das Classes de Declividade e Grade Regular em função dos parâmetros do Código Florestal Brasileiro (0-25°; 25-45°, > 45°) 29
- **Figura 18:** Classes de declividades representadas em amarelo para a Classe 1 e vermelho para a Classe 2, não aparecendo áreas com a Classe 3 na área de estudo 29
- **Figura 19:** Mapa Final de Classificação da Vegetação e Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá gerado pelo presente estudo através do classificador *Maxver* do SPRING® e apresentado pelo *lay out* do ARC GIS versão 9.0 (ARC MAP) 30
- **Figura 20:** distribuição quantitativa da vegetação e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá pelo convênio IEF x UFLA, 2005 31

- **Figura 21:** comparação visual da distribuição da vegetação nativa ao longo da área de estudo, através dos resultados do trabalho do IEF x UFLA e da presente monografia **31**
- **Figura 22:** distribuição percentual entre a vegetação nativa e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, segundo os estudos do IEF x UFLA, 2005 **32**
- **Figura 23:** distribuição percentual entre a vegetação nativa e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, segundo os estudos da monografia **32**
- **Figura 24:** resultado da análise da desconformidade de usos de APP's na área da bacia, utilizando-se parâmetros de 30m de largura em cursos d'água e 50m para as lagoas **33**
- **Figura 25:** Mapa da Desconformidade de Uso de Áreas de Preservação Permanente e de Vegetação e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá **34**

LISTA DE TABELAS

- **Tabela 1 -** Características Gerais da Bacia do Ribeirão Jequitibá **11**
- **Tabela 2:** Distribuição da População e IDH dos Municípios da Bacia **12**

RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar o mapeamento da vegetação e uso do solo na Bacia hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, na região de Sete Lagoas, com o uso de técnicas de reconhecimento de padrões das feições de cobertura do solo através do Geoprocessamento. O mapa final foi obtido por processamento digital de imagens obtidas do satélite LANDSAT-5 no Sistema de Informações Geográficas SPRING[®] e apresentado com *layout* através das técnicas do ARC GIS 9.0 (ArcMap). Este trabalho também tem como objetivo analisar a desconformidade de uso de áreas de preservação permanente ao longo da bacia, além de realizar uma comparação entre os resultados aqui atingidos e os apresentados no trabalho intitulado “Inventário Florestal de Minas Gerais” realizado pela UFLA em 2005, em que foram classificados os diferentes tipos de vegetação natural e reflorestamentos no Estado, através de convênio com o Instituto Estadual de Florestas – IEF, em atendimento às exigências da legislação ambiental vigente no Estado de Minas Gerais. O presente estudo tem como base metodológica as técnicas de Contraste de Imagem, Segmentação, aplicação dos classificadores de *Battacharya* e *Maxver*; além da Álgebra de Mapas pelo uso da linguagem de LEGAL do SPRING[®] para análise da desconformidade de uso do solo em áreas de preservação permanente ao longo da área de estudo.

1 – INTRODUÇÃO

A construção de infra-estruturas de geodados é um tema atual, cuja importância vem aumentando na política, economia e ciência. Geoinformações se baseiam em dados de observação da Terra (sensoriamento remoto, dados de satélite), dados ambientais, mapas topográficos e temáticos, bem como dados sobre condições físicas e químicas da Geosfera, Hidrosfera, Criosfera e Atmosfera. Cada vez mais os compromissos internacionais (Protocolo de Kioto, parâmetros de desenvolvimento sustentável da OECD) só se tornam possíveis por meio de contínuas atualizações de dados SIG, de dados de sensoriamento remoto. Isto é reconhecido, bem como cada vez mais programas internacionais baseiam-se, conseqüentemente, em dados de sensoriamento remoto e SIG, como p. ex. as iniciativas internacionais da GEO (*Group of Earth Observation*) o *Global Terrestrial Observation System (GTOS)* da FAO ou o *GOFC-GOLD (Global Observation for Forest and Land Cover Dynamics)*. Eles mostram que o sensoriamento remoto ultrapassou a sua “infância”, tornando-se uma ciência séria, com métodos próprios (BLASCHKE & KUX, 2005).

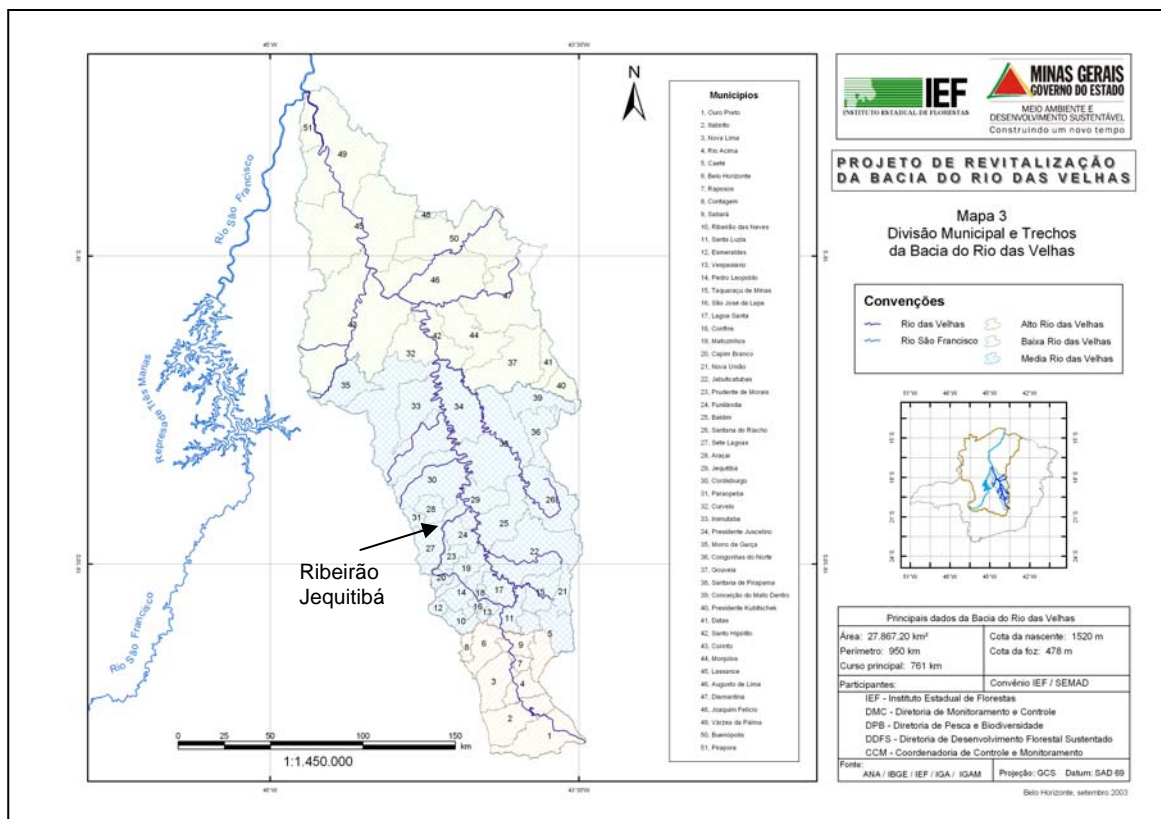
O Instituto Estadual de Florestas – IEF viabilizou recentemente, através de convênio com a Universidade Federal de Lavras – UFLA, a realização do inventário e mapeamento da cobertura florestal de Minas Gerais. Esta ação possibilitou a elaboração do mapa da vegetação nativa e dos reflorestamentos existentes no Estado, através do mosaico georreferenciado de imagens Landsat-5 obtidas no ano de 2003, permitindo a obtenção de diversos produtos como: monitoramento contínuo da cobertura florestal, identificação de áreas para criação de novas unidades de conservação, estimativas de área e volumetria para os remanescentes florestais nativos e plantados existentes no Estado, dentre outros.

O trabalho gerou informações que poderão ser utilizadas como instrumentos de política, planejamento e gestão ambiental do Estado, facultando também a utilização dos dados disponibilizados pelo SIG desenvolvido, para a pesquisa e desenvolvimento de projetos nas mais diversas aplicações do Geoprocessamento e das Ciências Florestais, por parte da comunidade acadêmica, científica e pela população em geral.

1.1 – Localização da Área de Estudo

A área de estudo escolhida para o desenvolvimento do tema desta monografia é constituída pela Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, um dos principais afluentes do Rio das Velhas e, por conseguinte, do Rio São Francisco. O Ribeirão Jequitibá tem uma extensão de aproximadamente 64 km, com origem nos limites dos municípios de Sete Lagoas e Capim Branco. Depois percorre o município de Prudente de Moraes e, em Funilândia, uma distância de 23 km, desaguando no Rio das Velhas no município de Jequitibá

após banhar estes cinco municípios da porção média da Bacia do Rio das Velhas, na região central de Minas Gerais. A localização espacial do Ribeirão Jequitibá em relação aos municípios da Bacia do Rio das Velhas é apresentada pela Figura 1, em trabalho realizado pela Coordenadoria de Monitoramento do IEF:



- **Figura 1:** Mapa de Localização Espacial do Ribeirão Jequitibá, com a distribuição dos municípios formadores da Bacia do Rio das Velhas. Fonte: IEF, 2003.

1.2 – Características Gerais da Bacia

O trecho alto do Ribeirão Jequitibá apresenta o maior contingente populacional da bacia, com uma expressiva atividade econômica, concentrada, principalmente, na região de Sete Lagoas, onde estão presentes os maiores focos de poluição hídrica de toda a bacia. Os principais agentes poluidores são os esgotos industriais e domésticos não tratados, lançados no leito dos córregos Melancias, do Matadouro e do Diogo, na área urbana do município de Sete Lagoas, principalmente através de efluentes orgânicos *in natura* produzidos por uma população estimada em cerca de 210.000 habitantes, correspondente a aproximadamente 85% da população total dos municípios da bacia.

Segundo o Projeto Águas de Minas (IGAM/FEAM, 2003) a qualidade das águas do Ribeirão Jequitibá enquadram-se na “Classe 2”, das proximidades da nascente até a sua foz, tendo um de seus principais afluentes da margem esquerda, o Ribeirão do Paiol, aparecendo na “Classe 1”; porém sem possibilidade

de melhorar significativamente a qualidade das águas do Jequitibá, depois de nele contribuir com as suas águas de melhor qualidade.

As coleções de águas estaduais obedecem à Deliberação Normativa COPAM Nº 10/86, classificadas, segundo seus usos preponderantes, em cinco classes, sendo as de ocorrência em nossa área de estudo assim definidas por aquela norma legal:

- **CLASSE 1:** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico (após tratamento simplificado); b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças a serem consumidas cruas, bem como de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que se destinam, igualmente, à ingestão crua, sem remoção de película; e) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

- **CLASSE 2:** Águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e) à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

As características gerais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, com dados físicos e geográficos, são apresentadas na Tabela 1, abaixo, para melhor compreensão dos aspectos gerais da área de estudo.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA DO RIBEIRÃO JEQUITIBÁ	
Área da bacia	621,06 km ²
Extensão do curso principal	64 km
Cota na nascente	920 m
Cota na foz	640 m
Perímetro da bacia	145 km
Largura média	18 km
Principais tributários	Córrego do Diogo Ribeirão do Paiol Córrego da Aguada Córrego Cambaúbas
Localização	44° 18' 54,06'' W 44° 01' 22,42'' W 19° 33' 37,19'' S 19° 13' 35,30'' S
Ocupação	05 municípios (Capim Branco*, Sete Lagoas, Prudente de Moraes, Funilândia e Jequitibá) parcialmente inseridos na bacia, sendo 01 localizado na RMBH*.
População Estimada (IBGE, 2005)	237.406 habitantes

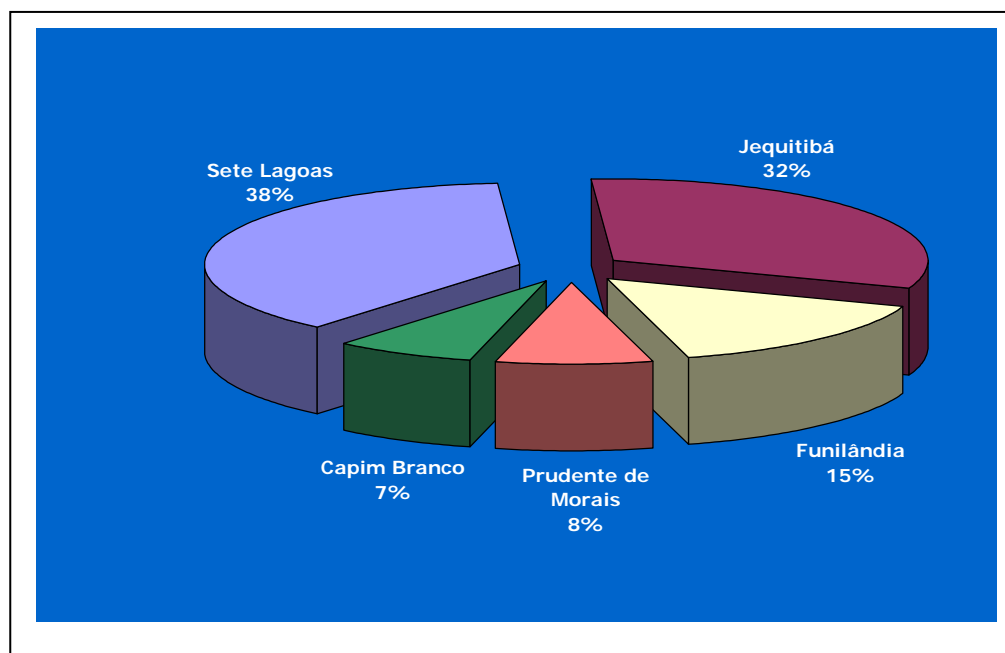
• **Tabela 1:** Características Gerais da Bacia do Ribeirão Jequitibá.

A população da bacia do Ribeirão Jequitibá está concentrada principalmente na área urbana do município de Sete Lagoas, correspondendo a 86,3% do total de habitantes da bacia, apresentando em média, um IDH – Índice de Desenvolvimento Humano abaixo da média do Estado, com valor de 0,650 contra 0,766 da média de MG (ALEMG, 2003); conforme descrito na Tabela 2 apresentada abaixo:

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL	TOTAL ANO 2000	ESTIM. 2005	IDH
CAPIM BRANCO	7.146	754	7.900	8.875	0,67
FUNILÂNDIA	1.592	1.689	3.281	3.698	0,70
JEQUITIBÁ	1.635	3.536	5.171	5.248	0,50
PRUDENTE DE MORAIS	7.864	368	8.232	9.117	0,63
SETE LAGOAS	180.785	4.086	184.871	210.468	0,77
TOTAL	199.022	10.433	209.455	237.406	0,65

- **Tabela 2:** Distribuição da População e IDH dos Municípios da Bacia. Fonte: IBGE, 2005.

A maior parte da Bacia do Ribeirão Jequitibá encontra-se no município de Sete Lagoas, seguido por Jequitibá, Funilândia, Prudente de Moraes e Capim Branco, conforme ilustra a Figura 2.



- **Figura 2:** Distribuição da Área da Bacia por Municípios.

1.3 – Problemas Ambientais na Bacia

A bacia do Ribeirão Jequitibá tem em seu histórico de ocupação uma intensa exploração de seus recursos naturais. Um problema ambiental significativo na bacia consiste na grande supressão da vegetação ocorrida em tempos pretéritos, quando de sua ocupação; tanto em topos de morros, quanto em encostas, vales dos rios e matas ciliares, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4. Extensas áreas de vegetação nativa deram lugar às monoculturas, tanto nas práticas agrícolas como na silvicultura, esta em pequenas porções ao longo da bacia. Outro fator de pressão sobre a vegetação a merecer destaque é a expansão da urbanização por meio da implantação de grandes condomínios, principalmente na Região Metropolitana, como é o caso de Capim Branco, bem como nos demais municípios, todos localizados próximos à Grande Belo Horizonte.



- **Figura 3:** Vista geral de área ocupada com atividade de pecuária, observando-se a ocorrência de focos erosivos do tipo voçoroca, provocados pelo uso inadequado do solo.



- **Figura 4:** área marginal ao ribeirão Jequitibá, em Funilândia, observando-se a ausência total de vegetação ciliar e processos de desbarrancamento de suas margens.

Muitas ações têm sido feitas no sentido da mobilização e organização na tentativa de controlar a ocupação desordenada do solo, bem como o desenvolvimento de projetos de revitalização na área da bacia, conforme ilustrado pela Figura 5. Exemplo de mobilização conjunta em prol da proteção ambiental e desenvolvimento econômico sustentável da bacia é a formação do Pró-Comitê da Bacia do

Ribeirão Jequitibá, numa ação conjunta da sociedade civil organizada e órgãos públicos presentes nos municípios. O Comitê agrega parceiros das mais diversas camadas da organização social, como ADESA (ONG), Associações de Comunidades Rurais, FEMM (Fundação Educacional Monsenhor Messias), FUNASA, Projeto Manuelzão (UFMG), Superintendências Regionais de Ensino, IEF, EMATER, EMBRAPA Milho e Sorgo, Prefeituras Municipais, CODEMA's, Representantes de Usuários, etc.



- **Figura 5:** plantio de mudas de espécies nativas em projeto de revitalização da bacia implantado em parceria do IEF com a EMATER de Funilândia.

1.4 – Justificativas

A Política Nacional de Recursos Hídricos, regida pela Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, estabelece em seu art. 1º – inciso V:

“A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.”

A escolha de uma bacia hidrográfica como unidade de trabalho para estudos de diagnósticos e planejamentos ambientais prospectivos também é justificada por SOUZA e FERNANDES (2000, p. 15), quando afirmam:

“As abordagens de planejamento e gestão, que utilizam a bacia hidrográfica como unidade básica de trabalho, são mais adequadas para a compatibilização da produção com a preservação ambiental: por serem unidades geográficas naturais (seus limites geográficos – os divisores de água – foram estabelecidos naturalmente), as bacias hidrográficas possuem características biológicas, geofísicas e sociais integradas”.

Dessa forma, espera-se que o presente trabalho possa subsidiar estudos e projetos de proteção e desenvolvimento ambiental na sua área de abrangência, permitindo a melhoria das condições de vida das populações da região através do conhecimento e planejamento adequado do espaço geográfico; a exemplo do Projeto de Revitalização do Ribeirão Jequitibá realizado em 2002 / 2003 em parceria do IEF com a EMATER e Comunidades Rurais, possibilitando o cercamento e reconstituição de áreas de florestas de proteção, além da construção de pequenas bacias ou caixas de captação de águas pluviais, as chamadas “barraginhas” como ilustrado nas Figuras 6 e 7 abaixo.



- **Figura 6:** vista de uma área de reservatório hídrico totalmente protegida, com a presença de mata ciliar preservada ao longo de suas margens.

Por respeito à vida dos que necessitam do rio para sua sobrevivência e fazem dele o seu transporte; à de todos nós que habitamos o planeta e temos o direito de usufruir de águas limpas, saudáveis e em quantidade suficiente para o consumo. Quem respeita a vida dá valor ao rio, sua nascente e seus afluentes e se mobiliza para mantê-los vivos.



- **Figura 7:** bacia de captação de águas pluviais escavada para armazenamento de água, recarga hídrica e conservação do solo na área da bacia.

“Mobilizar-se por nossos rios é também a melhor maneira de manifestar nosso respeito pelas gerações futuras, que dependem de nossas ações atuais para ter garantido o seu direito a uma vida com mais qualidade, saúde e água pura. Só assim, estaremos efetivamente agindo em favor do planeta e da vida baseada na sustentabilidade. Uma ação que depende de nossas convicções pessoais e de nossos compromissos com essas convicções, mas que se expressa através de atitudes concretas em nosso cotidiano, apoiadas na responsabilidade solidária e na postura cidadã que devemos adotar em cada momento de nossas vidas” (BARBOSA & REIS, 2003).

1.5 – Objetivo Geral

O trabalho proposto tem como objetivo geral o mapeamento da cobertura vegetal total e do uso do solo na área de estudo, de forma a permitir um planejamento de uso e ocupação do solo daquela microbacia hidrográfica. A partir do seu diagnóstico de uso, possibilitar o planejamento racional da ocupação do espaço e a realização de ações de desenvolvimento econômico e proteção ambiental daquela micro-região do Estado de Minas Gerais.

1.6 – Objetivos Específicos

- Produção de mapas temáticos da micro-bacia a partir da classificação de imagens Landsat-5 através do SPRING[®], destacando a cobertura vegetal e uso do solo. Utilizando-se a Base Geominas, destacar a declividade e hipsometria; além da desconformidade de usos de áreas de preservação permanente (APP's) a partir do estudo da hidrografia e relevo, também através da base de dados gerada pelo Projeto Geominas.
- Análise comparativa quantitativa entre os resultados obtidos pelo “Inventário Florestal de Minas Gerais” (UFLA, 2005) e o diagnóstico de uso e ocupação do solo gerado pelo presente trabalho, de forma a se avaliar a eficiência e correlação entre os métodos adotados nos respectivos trabalhos.
- Elaboração de um Mapa de Análise de Desconformidade de Usos das Áreas de Preservação Permanente, segundo os parâmetros legais do Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), de forma a permitir o planejamento de ocupação da área de interesse obedecendo aos critérios técnicos, ambientais e legais de uso do solo daquela microbacia hidrográfica;
- Estabelecimento de um banco de dados de informações geográficas para subsidiar programas de revitalização da bacia por parte dos agentes gestores dessa unidade geográfica, além do fomento, controle e fiscalização florestal por parte do IEF, órgão gestor da política florestal do Estado de Minas Gerais.

2 – GEOPROCESSAMENTO, USO DO SOLO E MODELOS DE ELEVAÇÃO

Os autores XAVIER & ZAIDAN, 2004 descrevem a evolução dos processos tecnológicos e científicos como uma mudança de paradigma entre a ciência geográfica tradicionalista e a moderna tecnologia científica do Geoprocessamento, com a seguinte visão:

“A Geografia, ciência das mais tradicionais e, em algumas ocasiões, tradicionalista, sempre se ocupou da representação e da análise de características ambientais, conjugando e apresentando seus resultados sob a forma de textos, vários tipos de Atlas, mapas específicos, diagramas e outras imagens, fotográficas e outras de diversas origens. Esta produção de informação geográfica sempre procurou utilizar os mais modernos recursos tecnológicos disponíveis. Pode ser até imaginado que, em alguma ocasião, geógrafos tenham julgado necessário assumir a posição de vestais do conhecimento geográfico “puro”, isto é, não contaminado pelo processo tecnológico, normalmente associado a interesses econômicos. Tais posturas programáticas, merecedoras de respeito pelo conteúdo ideológico, não podem elidir, entretanto, as condições de permeabilidade que necessariamente cercam qualquer campo científico. Neste sentido, a pesquisa geográfica hoje em curso, uma vez realizada com o apoio do Geoprocessamento, em particular na varredura absolutamente sistemática das condições ambientais, permite a incorporação de novas visões da realidade ambiental (e de si própria, inclusive), visões estas ampliadas pelo uso de técnicas atuais de registro e tabulação de ocorrências de eventos e entidades ambientais.”

Nesse sentido, o uso de materiais e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em projetos e estudos ambientais são justificados por FLORENZANO, 2002:

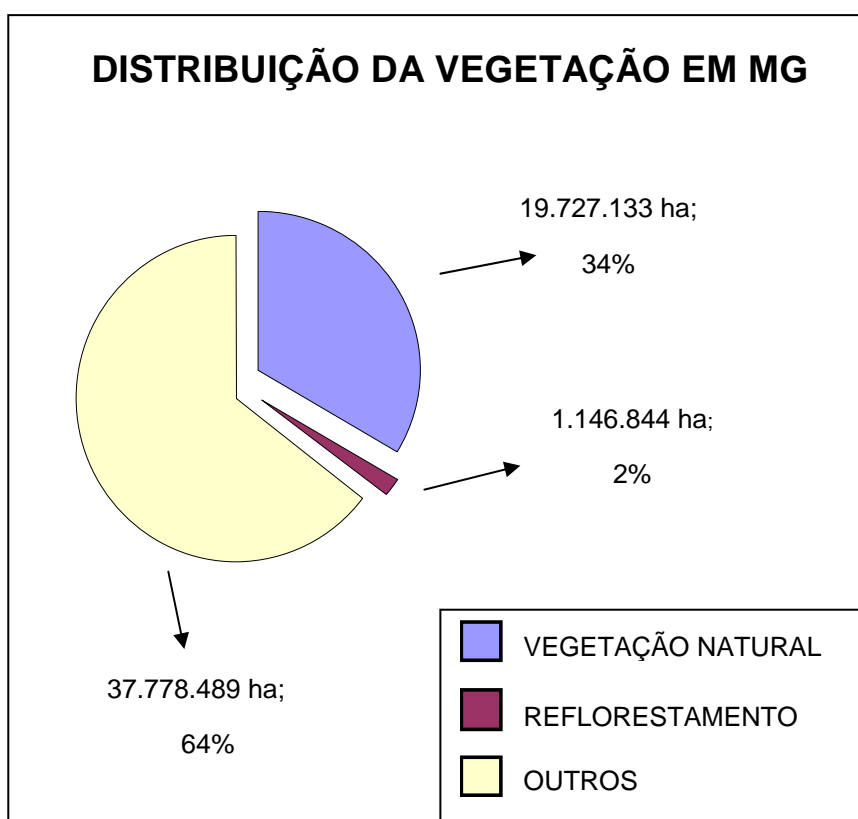
“As imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Elas mostram os ambientes e a sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem através do uso e ocupação do espaço.”

2.1 – Vegetação e Uso do Solo

A Nova Lei Florestal de Minas Gerais, de nº 14.309, de 19.06.2002, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado, objetivando o monitoramento contínuo da sua cobertura vegetal, estabelece em seu artigo 6º:

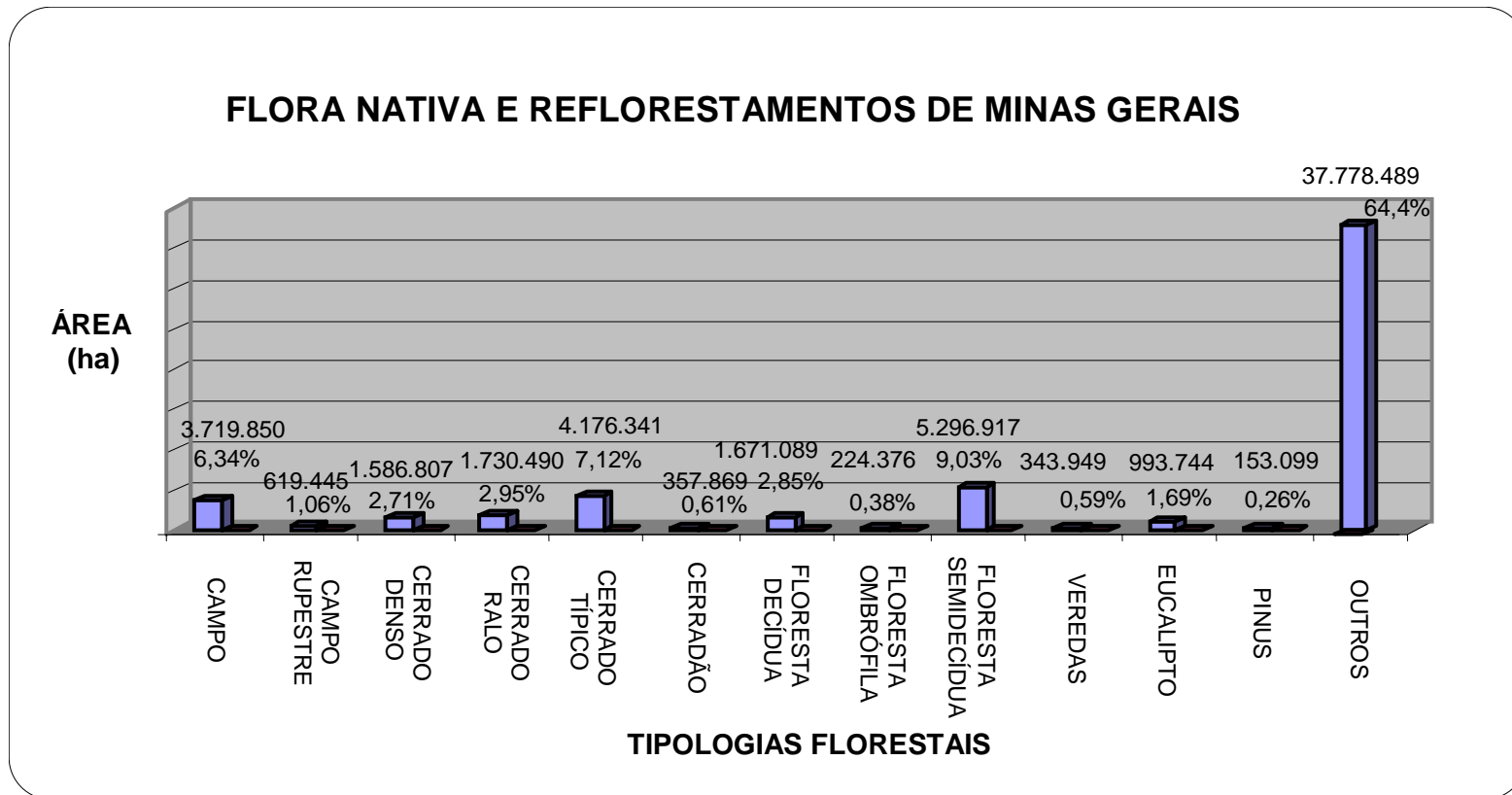
“O Poder Público promoverá o monitoramento dos ecossistemas terrestres e aquáticos, implantando e mantendo a infra-estrutura adequada, com vistas à adoção das medidas necessárias à sua proteção.”

Em atendimento a esta legislação ambiental, foi desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, através de convênio firmado com o Instituto Estadual de Florestas – IEF, o trabalho denominado “Inventário Florestal de Minas Gerais” (UFLA, 2005), mapeando diferentes classes de vegetação natural e reflorestamentos, resultando nas seguintes informações sobre a área de ocorrência em relação à área total do Estado, conforme demonstrado no gráfico da Figura 8:



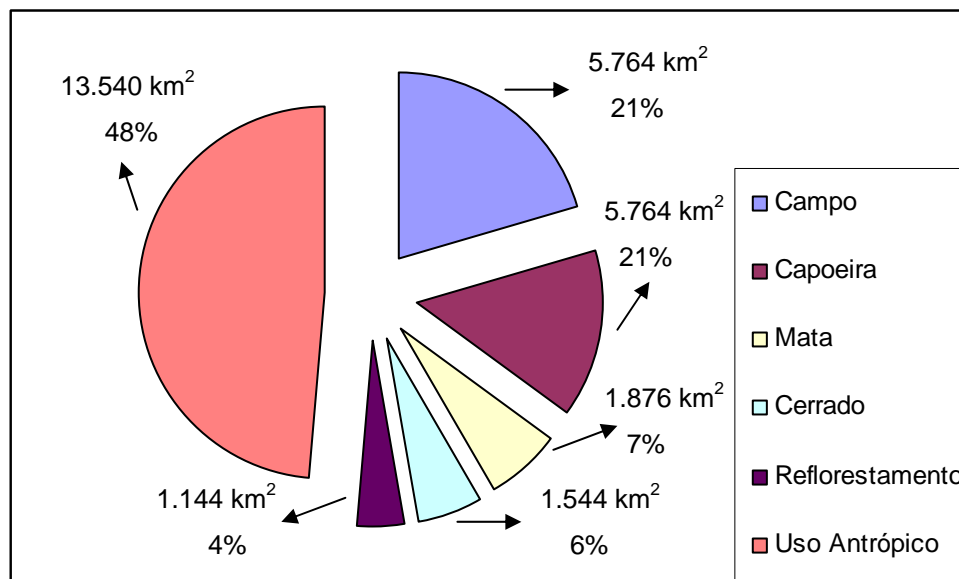
- **Figura 8:** Distribuição da Vegetação em Minas Gerais. Fonte: UFLA, 2005.

Observe que os resultados do trabalho executado pela UFLA apresentam um percentual significativo de vegetação natural no território mineiro, com 34% de áreas ainda conservadas com cobertura vegetal original, incluindo-se também formações florestais e campestres em diferentes estágios ecológicos sucessionais. As áreas com “Vegetação Natural” (34%) são compostas pelas tipologias florestais descritas no gráfico da Figura 9, a seguir; enquanto os “Reflorestamentos” (2%) compreendem os plantios com as espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* e a classificação denominada de “Outros” (64%) abrange as áreas com uso antrópico, corpos d’água, solo exposto e outras áreas não classificadas.



- **Figura 9:** Distribuição da Flora Nativa por Tipologias e Reflorestamentos de Minas Gerais. Fonte: UFLA, 2005

Em trabalho elaborado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), intitulado “Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas”, organizado por CAMARGOS, 2005, é apresentada em seu conteúdo a forma de uso e ocupação do solo daquela bacia, onde está inserida, em sua porção média, a Sub-Bacia do Ribeirão Jequitibá, com os seguintes valores absolutos das áreas com as diversas formas de ocupação e seus percentuais de ocorrência em relação à área total da Bacia do Rio das Velhas, conforme apresenta a Figura 10:



- **Figura 10:** Distribuição dos Biótopos na Bacia do Rio das Velhas, adaptado de CAMARGOS, 2005.

2.2 – Modelo Digital de Elevação

O Modelo Digital de Elevação (MDE) é a representação digital da altitude da superfície da Terra, obtido a partir de um conjunto de coordenadas tridimensionais (x,y,z) de pontos distribuídos no terreno, sendo uma das ferramentas de análise mais importantes de Geoprocessamento, conforme descreve BURROUGH & MCDONNELL, 1998.

Segundo TIMBÓ (2005), o Modelo Digital de Elevação constitui uma poderosa ferramenta para a informação geográfica, permitindo a modelagem, análise e exibição de fenômenos relacionados aos aspectos físicos do terreno ou superfícies similares, sendo a forma mais utilizada para representação das características físicas de uma superfície em SIG. O mesmo autor, em Notas de Aula da Disciplina “Modelagem de Dados Espaciais” do Curso de Geoprocessamento / 2005 (UFMG), salienta os principais usos e aplicações de MDE:

- Armazenamento da altimetria para mapas topográficos digitais;
- Solução de problemas de volumes e análises de corte / aterro em projetos de Engenharia Civil;
- Geração automática de curvas de níveis;
- Análise de visibilidade e comunicação;
- Planejamento de reservatórios, estudos de redes de drenagem, delineamento de bacias hidrográficas;
- Representação tridimensional de paisagens para orientação de mísseis militares, treinamento de pilotos, planejamento de paisagens arquitetônicas e simulação de fenômenos;
- Mapas de declividade, mapas de aspecto, mapas de relevo sombreado, perfis e seções, perspectivas tridimensionais, estudos geomorfológicos, estimativa de erosão e escoamento;
- Fundo tridimensional para informações temáticas como tipos de solos, vegetação e uso do solo;
- Substituindo-se a altitude por outro atributo de variação contínua, os MDE podem representar superfícies pluviométricas, águas subterrâneas, custo, população, temperatura, etc;
- Orto-Retificação de imagens de Sensoriamento Remoto e fotografias aéreas.

Dessa forma, a elaboração de um MDE para a área da bacia hidrográfica selecionada, busca gerar elementos para análise e aplicação de técnicas visando ao manejo dos recursos naturais de forma adequada e sustentável, adotando esta técnica para geração de um modelo diagnóstico de uso e ocupação do solo relacionado aos critérios legais da exploração florestal, em função das classes de declividade do terreno, estabelecidas pelos parâmetros do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal Nº 4.771/65).

3 – METODOLOGIA

O presente estudo tem como base metodológica de classificação, a utilização das técnicas de Contraste de Imagem, Segmentação, aplicação dos classificadores de *Battacharya* e *Maxver*, além da Álgebra de Mapas do SPRING® para análise da desconformidade de uso do solo em áreas de

preservação permanente ao longo da área de estudo. Elabora também uma análise comparativa do “Inventário Florestal de Minas Gerais” com os resultados do presente trabalho.

As técnicas metodológicas aplicadas são listadas e descritas a seguir:

- Delimitação da área de estudo;
- Aquisição de imagens de satélite;
- Composição das bandas espectrais;
- Georreferenciamento da imagem composta;
- Aplicação de realce de contraste;
- Aplicação da técnica de “Segmentação”, através do SIG SPRING[®];
- Definição das classes de vegetação e uso do solo;
- Classificação da imagem utilizando-se os classificadores de *Maxver* e *Battacharya*;
- Classificação da área de estudo através de informações do trabalho do IEF x UFLA;
- Elaboração de Mapas de Distâncias (*Buffer's*) pelo SIG SPRING[®];
- Elaboração de Modelo Digital de Elevação pelo SIG SPRING[®];
- Definição de classes de declividades do terreno pelos parâmetros do Código Florestal.

A metodologia adotada no presente trabalho é descrita a seguir, detalhando-se todo o processo utilizado para a Classificação da Vegetação e Uso do Solo na área de estudo, bem como a Análise da Desconformidade de Usos em Áreas de Preservação Permanente utilizando-se os parâmetros do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal Nº 4.771/65).

3.1 – Delimitação da Área de Estudo

Para a delimitação da área da bacia hidrográfica, utilizaram-se elementos cartográficos da base do Projeto Geominas, como hidrografia (rede de drenagem), altimetria (curvas de nível) e limites municipais; delineando-se os limites através de ferramentas do *software* MapInfo Professional versão 7.8 SCP;

3.2 – Composição das Bandas Espectrais

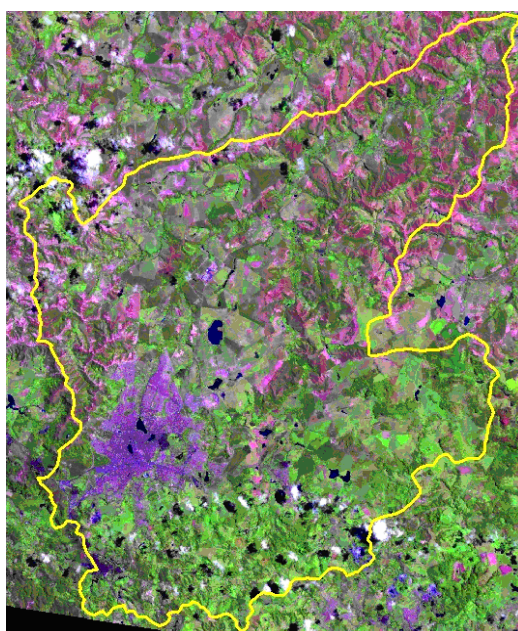
As imagens Landsat-5 de órbita-ponto 218 / 073, obtidas em 09.03.2004, foram adquiridas junto à Divisão de Processamento de Imagens do INPE, em São José dos Campos / SP. O primeiro passo para o trabalho de processamento digital das imagens Landsat-5 adquiridas no INPE foi o de composição das bandas espectrais no Sistema RGB, utilizando-se o arranjo b3B–b4G–b5R. Após este procedimento, foi realizado o processamento digital das imagens com aplicação de Contraste Linear para obtenção de um maior realce de cores.

3.3 – Georreferenciamento

Para o georreferenciamento da imagem Landsat-5 adquirida no INPE utilizou-se o SIG SPRING[®] versão 4.1, com base em imagens já georreferenciadas do acervo do IGC / UFMG.

3.4 – Realce de Contraste

Após os processos de Composição de Bandas Espectrais no Sistema RGB e Georreferenciamento da imagem já composta, foi feita a manipulação do contraste, consistindo numa transferência radiométrica em cada pixel, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre objetos presentes na imagem. A manipulação do contraste pela opção mínimo/máximo, através do SPRING[®], utilizou uma curva linear que permitiu a escolha dos valores iniciais e finais que determinaram a inclinação da reta no histograma final, representado pela imagem ilustrada abaixo:



- **Figura 11:** imagem Landsat-5 da área de estudo, após composição das bandas no Sistema RGB (b3B-b4G-b5R) e aplicação de Realce de Contraste através do SPRING[®].

3.5 - Segmentação

A aplicação da técnica de “Segmentação” da imagem obedece ao método de “Crescimento de Regiões”, utilizando os parâmetros de “Similaridade = 15” e “Área = 30” do SIG SPRING[®].

3.6 – Classes de Vegetação e de Uso e Ocupação do Solo

A definição das diversas classes de vegetação e uso do solo para a área de estudo obedeceu à seguinte classificação: Água, Urbano, Agrícola, Cerrado, Campo Cerrado, Floresta Decídua e Floresta de Galeria.

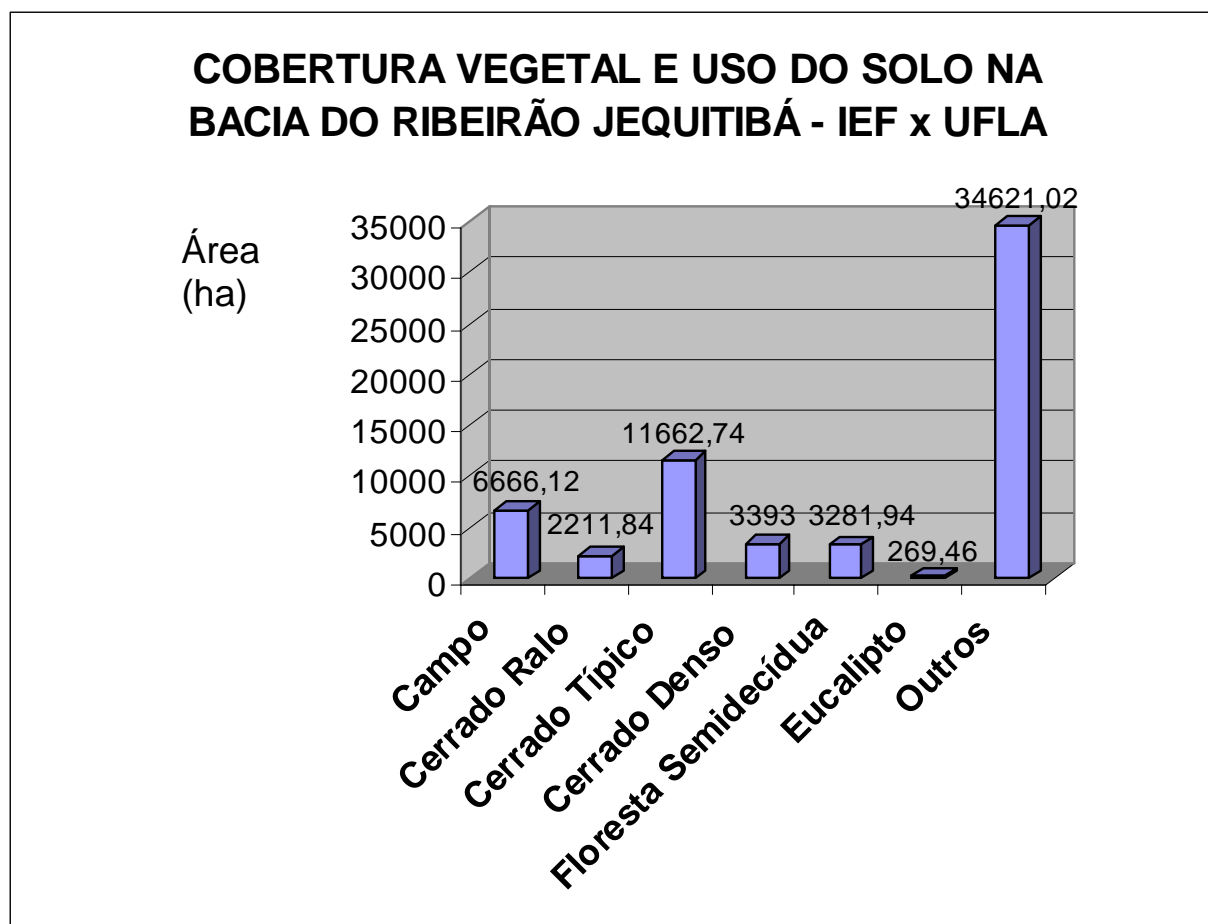
As classes de vegetação adotadas obedeceram ao padrão definido pelas normas técnicas do IBGE, 1992; valendo-se sistematicamente do bom conhecimento do autor pela área de estudo, onde, por um período aproximado de seis anos, trabalhou intensamente nas atividades de fiscalização e controle da exploração florestal na região, como Analista de Florestas e Biodiversidade do Instituto Estadual de Florestas – IEF.

3.7 – Classificação

A classificação consistiu em associar cada *pixel* da imagem a uma determinada “classe” de informações temáticas que descrevem um objeto real, como água (lagoas), tipos diferentes de vegetação, áreas urbanas, etc. Após a definição das distintas classes de vegetação e uso do solo, foram apontadas as áreas da imagem que as representam, chamadas de áreas de treinamento. Essas áreas então, foram usadas como um padrão de comparação para decidir a qual classe pertencem todos os *pixels* ou regiões da imagem. Foi utilizado um classificador por regiões, que reconhece áreas homogêneas da imagem, baseados nas propriedades espectrais e espaciais. Os classificadores utilizados no SPRING[®] para comparar as regiões da imagem com as diferentes classes escolhidas foram o de *Battacharya* e *Maxver*. O conhecimento prévio da região de estudo favoreceu para que o processo de classificação não-supervisionada (*Maxver*) fosse o mais adequado, uma vez que representou melhor as feições identificadas no campo, distinguindo de uma maneira mais fiel as diferentes classes utilizadas na classificação final. A classificação de *Battacharya* produziu informações que tenderam a agrupar diferentes feições de cobertura do solo em áreas únicas, sendo por isso descartada. Finalmente, o mapeamento para classes transformou a imagem classificada num mapa temático, apresentado na Figura 19, mais adiante.

3.8 – Classificação do IEF x UFLA

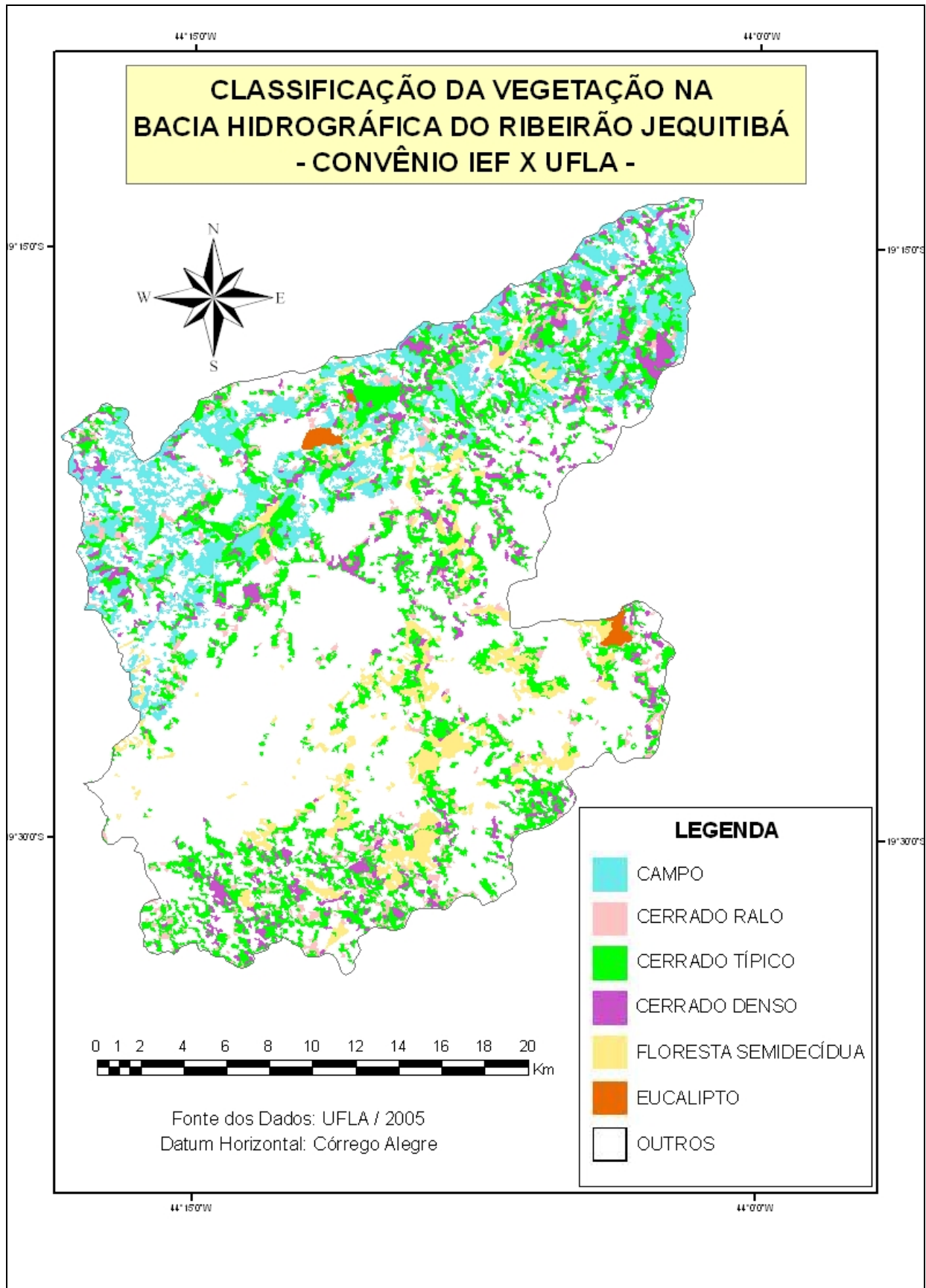
A classificação da vegetação realizada pelo Convênio IEF x UFLA apresentou os seguintes resultados para a área de estudo, representados pelo gráfico e mapa temático apresentados a seguir:



- **Figura 12:** distribuição quantitativa da vegetação e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá pelo convênio IEF x UFLA, 2005.

A base de informações da classificação da vegetação do IEF x UFLA foi disponibilizada pela Coordenadoria de Monitoramento do IEF em arquivos digitais em ArcReader, sendo por nós utilizada para a definição da classificação da cobertura vegetal para a área de estudo através do SIG SPRING®.

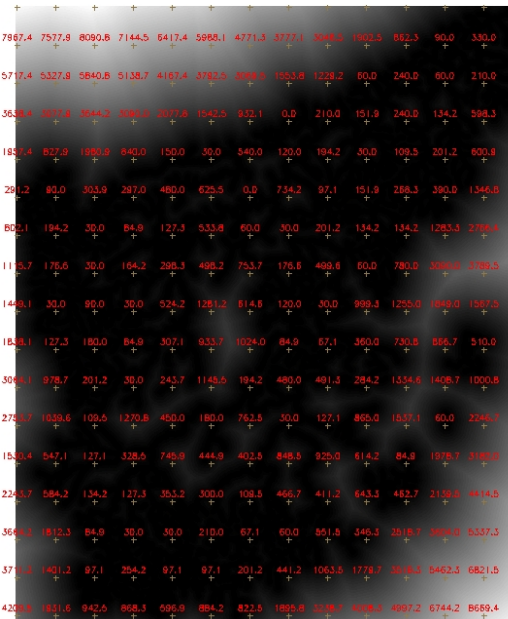
A Figura 12 apresenta as diferentes tipologias florestais existentes na área de estudo, através da classificação adotada pelo IEF x UFLA, tendo na classificação denominada de “outros” os diferentes usos do solo através da ação antrópica, como áreas urbanas, agricultura, estradas; dentre outras áreas como corpos d’água, solo exposto, etc.



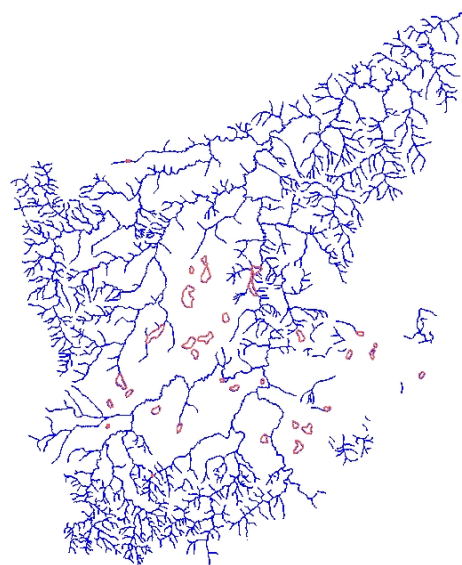
- **Figura 13:** Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá – IEF x UFLA, 2005.

3.9 – Mapas de Distâncias (*Buffer's*)

Para a geração de mapas de distâncias (*buffer's*) para a rede hidrográfica, com o objetivo de se delimitar as áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, apresentados pelas figuras 14 e 15, foi necessário gerar um arquivo do tipo *raster* para a hidrografia, a partir da Base Geominas, já que o sistema de geração de mapas de distâncias do SPRING[®] não permitiu a operação a partir dos arquivos vetoriais, ocasionando “erro de alocação de memória”, uma vez que a rede de drenagem é muito intensa nessa área, com mais de 3.000 linhas de drenagem.



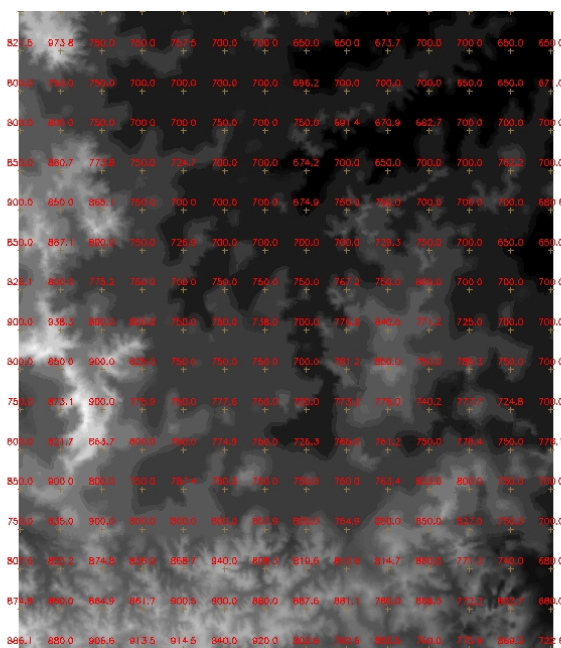
- **Figura 14:** arquivo *raster* com Grade Regular, gerado a partir da rede hidrográfica do polígono envolvente, para geração de um Mapa de Distâncias dos cursos d'água.



- **Figura 15:** Mapa de Distâncias (*Buffer*) gerado para delimitação de APP's ao longo de cursos d'água (30 metros) e lagoas (50 metros).

3.10 – Modelo Digital de Elevação

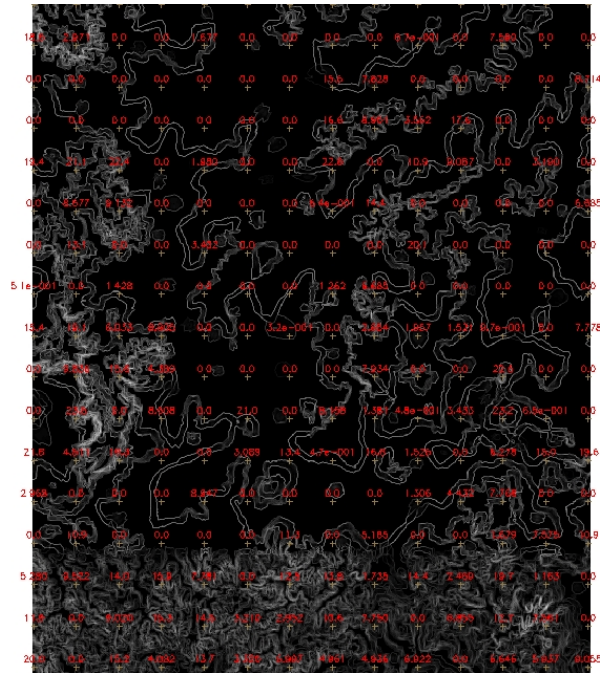
O processamento dos dados de declividade no SPRING[®] a partir das curvas de nível com equidistância de respectivamente, 20 e 40 metros para as escalas 1:50.000 e 1:100.000, permitiu a geração de um Modelo Digital do Terreno do tipo Grade Regular, representado na Figura 16. Este modelo permite a análise das informações altimétricas do relevo de forma a subsidiar ações de diagnóstico e planejamento de uso da área da bacia em função da distribuição das cotas do terreno ao longo da área de estudo.



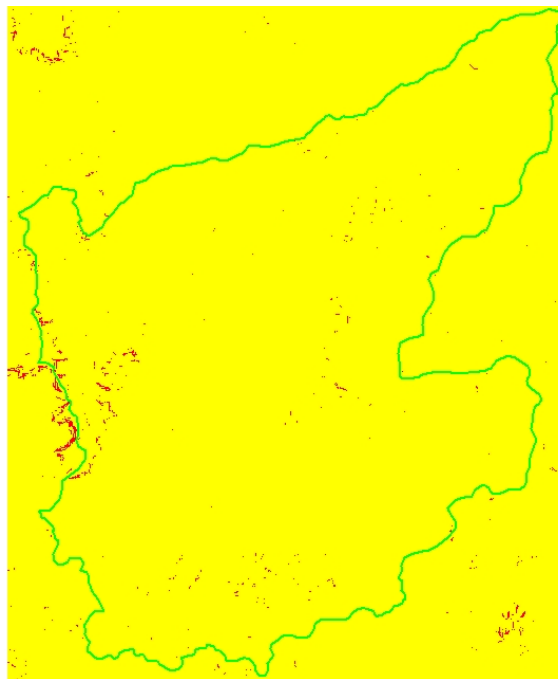
- **Figura 16:** Modelo Digital do Terreno (MDT) do tipo “Grade Regular” gerado a partir dos dados das curvas de nível da base do Projeto GEOMINAS.

3.11 – Classes de Declividade

Após a geração do MDT, foi executado o “Fatiamento” das informações do relevo para a classificação das áreas em função das declividades do terreno, utilizando-se as classes de uso do solo determinadas pelo Código Florestal Brasileiro, ou seja, “Classe 1” para declividades até 25°, onde é permitido o uso alternativo do solo com “corte raso com destoca”, Classe 2 para declividades entre 25° e 45°, onde só é permitido o “corte seletivo” da vegetação natural (art. 10º) e Classe 3 para áreas acima de 45° de inclinação, onde é vetada a exploração da vegetação natural; sendo estas consideradas como “Áreas de Preservação Permanente”, conforme estabelece o artigo 2º do referido instrumento legal.



- **Figura 17:** Fatiamento das Classes de Declividade e Grade Regular em função dos parâmetros do Código Florestal Brasileiro (0-25°, 25-45°, > 45°).

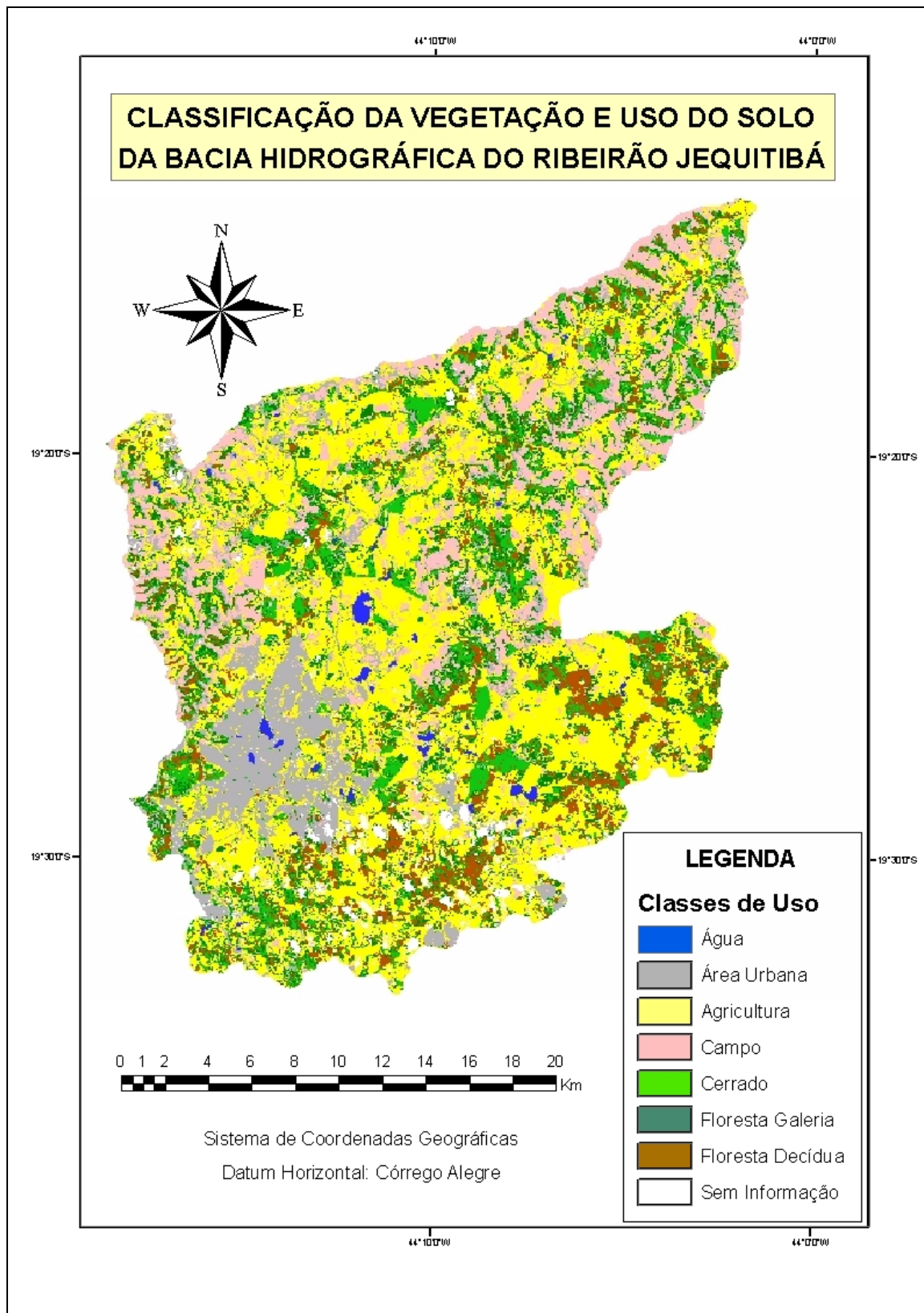


- **Figura 18:** Classes de declividades representadas em amarelo para a Classe 1 e vermelho para a Classe 2, não aparecendo áreas com a Classe 3 na área de estudo.

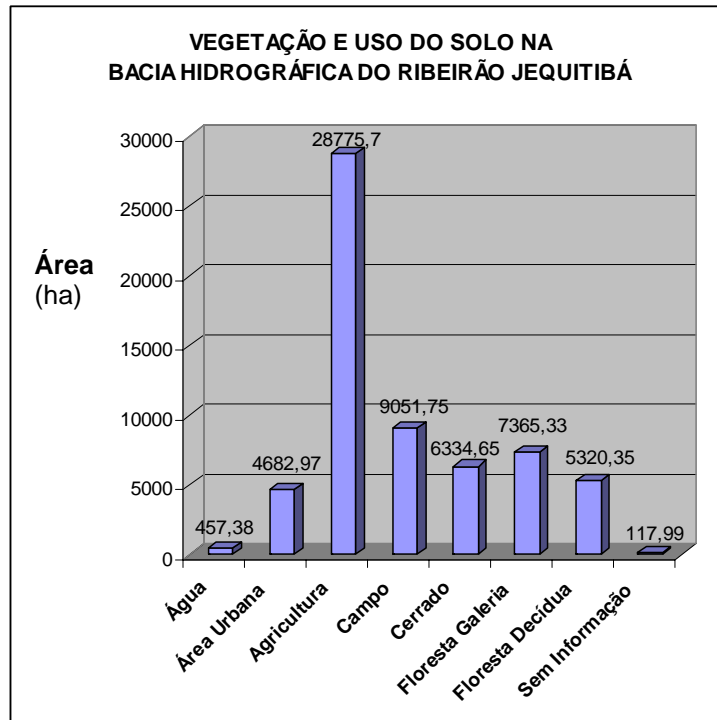
4 – RESULTADOS

Os resultados do trabalho são apresentados a seguir pelas figuras 19 a 25, através de planilhas e mapas temáticos de vegetação e uso do solos e de desconformidade de usos em APP's, representativos para as diversas finalidades do planejamento do trabalho.

4.1 – Uso e Ocupação do Solo



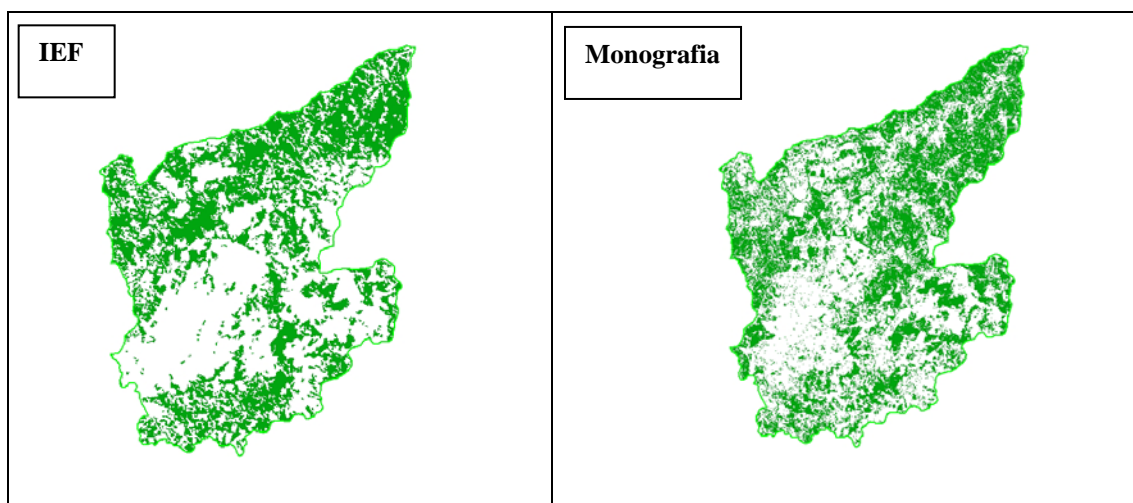
- **Figura 19:** Mapa Final de Classificação da Vegetação e Uso do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá gerado pelo presente estudo através do classificador *Maxver* do SPRING® e apresentado pelo *layout* do ARC GIS versão 9.0 (ArcMap).



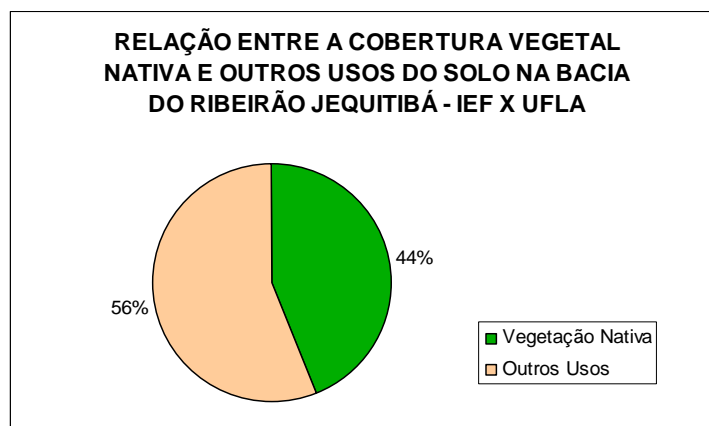
- **Figura 20:** distribuição quantitativa da vegetação e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá pelo convênio IEF x UFLA, 2005.

4.2 – Análise Comparativa: Monografia x UFLA

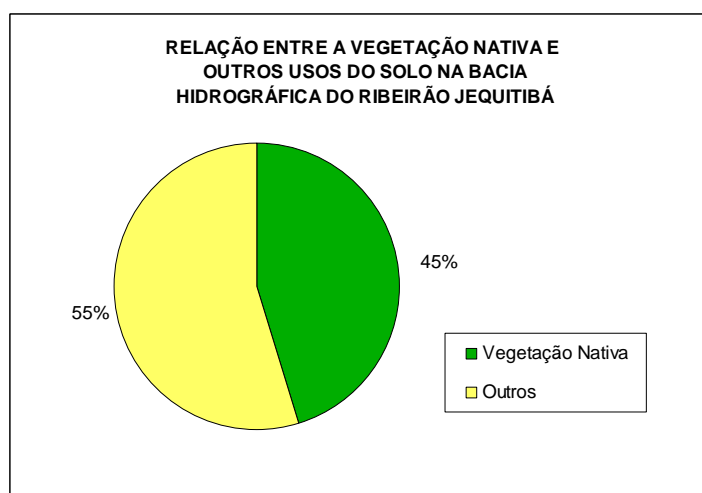
Comparação quali-quantitativa dos entre os resultados obtidos pelos trabalhos da UFLA, 2005 e pela monografia aqui apresentada, de forma a permitir uma avaliação criteriosa dos resultados alcançados em cada um deles.



- **Figura 21:** comparação visual da distribuição da vegetação nativa ao longo da área de estudo, através dos resultados do trabalho do IEF x UFLA e da presente monografia.



- **Figura 22:** distribuição percentual entre a vegetação nativa e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, segundo os estudos do IEF x UFLA, 2005.

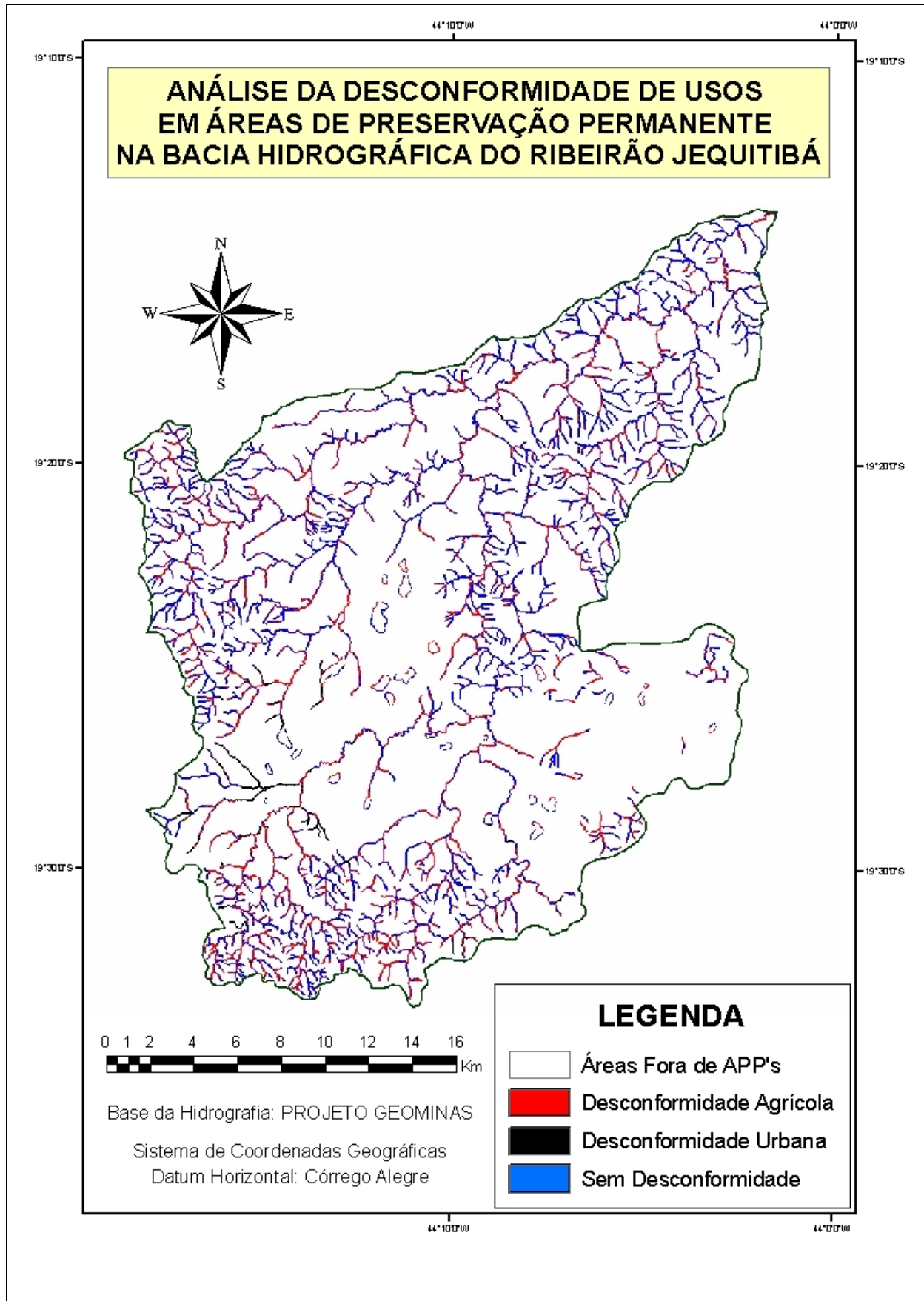


- **Figura 23:** distribuição percentual entre a vegetação nativa e outros usos do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá, segundo os estudos da monografia.

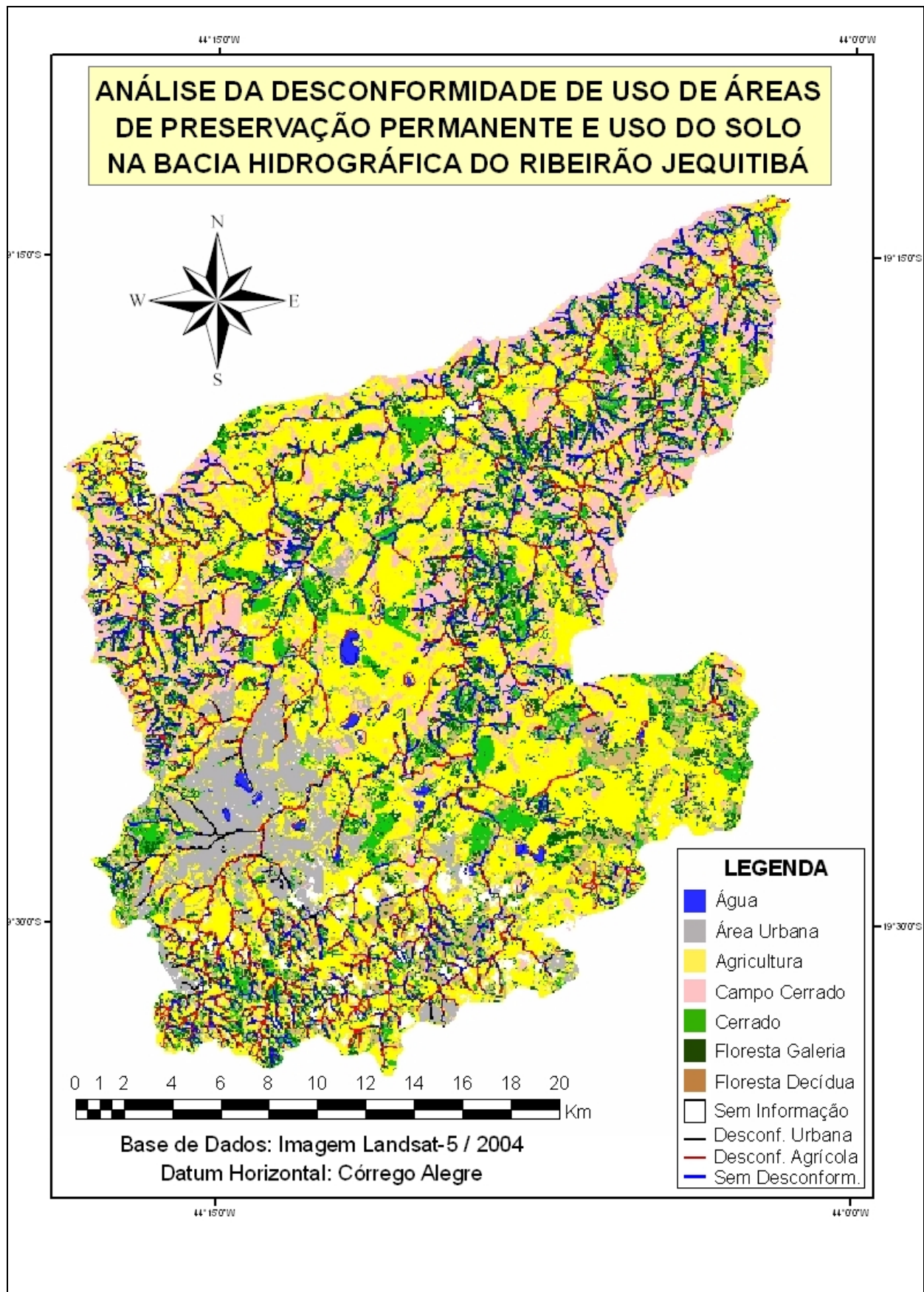
4.3 – Desconformidade de Usos em APP's

Após a geração do MDT e definição das classes de declividade, ficou constatado que não existem na área da bacia, superfícies com inclinações superiores a 45°, como demonstra a Figura 14. Dessa forma, foi possível gerar um arquivo digital de dados que representam um somatório das áreas de preservação permanente, tendo somente as áreas marginais aos cursos d'água, com 30m e ao redor das lagoas, com faixas de 50 metros de largura, como representantes de APP's na área da bacia.

Após a determinação das APP's na área de estudo, com a geração de arquivos *raster* para as classes de declividades do terreno e da proximidade dos cursos d'água, foi possível a produção de um arquivo único de desconformidade de uso do solo, com áreas sendo utilizadas de forma inadequada, função dos parâmetros legais relativos ao “Código Florestal Brasileiro” (Lei Federal N^o 4.771/65), que neste caso se aplicam apenas para as classes de hidrografia, conforme descrito.



- **Figura 24:** resultado da análise da desconformidade de usos de APP's na área da bacia, utilizando-se parâmetros de 30m de largura em cursos d'água e 50m para as lagoas.



- **Figura 25:** Mapa da Desconformidade de Uso de Áreas de Preservação Permanente e da Vegetação e Uso do Solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá.

5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

- Após os trabalhos de campo para conferência dos dados gerados nos dois sistemas de classificação pelo SPRING[®], definiu-se a imagem gerada pelo método de *Maxver* como o mais adequado do que o de *Battacharya* para a classificação da vegetação e uso do solo na área de estudo.
- Apesar das diferentes metodologias adotadas, existiu uma diferença muito pequena (1%) entre os dois trabalhos avaliados (IEF x UFLA e Monografia) em relação à quantidade total de vegetação nativa na área de estudo, demonstrando também de forma visual, que a proximidade da classificação obedeceu a um padrão lógico de distribuição das tipologias naturais ao longo da área da bacia, como demonstrado na Figura 20, apesar da não adoção de estimativas de erros, como por exemplo, o índice Kappa, utilizado para estimativas dessa natureza.
- As incursões de campo indicaram que a classificação mais adequada a ser utilizada por este trabalho era adotar a tipologia florestal de “Floresta Decidual” (Mata Seca) em substituição à “Floresta Estacional Semidecidual”. A primeira está presente sobre afloramentos calcáreos ao longo da região bacia, principalmente em áreas do município de Prudente de Moraes, Funilândia e Sete Lagoas, associada ao relevo “cárstico” com a presença de cavidades subterrâneas, dolinas e lagoas; enquanto a segunda é típica de áreas de domínio da “Mata Atlântica”, em regiões que não estão associadas a questões de aridez do solo em decorrência das condições de solo raso e pedregoso.
- A classe denominada de “Sem Informação” está associada a nuvens e sombras ocasionadas pela sua projeção na imagem Landsat-5 adquirida, porém demonstrando índices insignificantes de ausência de cobertura de imageamento da cena.
- A classe de “Eucalipto” existente no trabalho do IEF x UFLA mostrou-se pouco significativa do ponto de vista quantitativo (4,3%), motivo pelo qual se incorporou à classe de “Agricultura” no trabalho de monografia aqui apresentado.
- A classe de “Água” do trabalho de monografia é essencialmente formada por lagoas naturais, muito comuns na região de estudo, apresentando para esta categoria, um índice significativo de área, com 457,38 ha, suficientes o bastante para demonstrar a aptidão da região para o ecoturismo, lazer, aquicultura, proteção da biodiversidade associada a ambientes lacustres, dessedentação de animais, irrigação, regulação do regime hidrológico da região, dentre outros tantos usos desse bem valiosíssimo que é a água – fonte da vida.

6 – CONCLUSÕES

Por fim conclui-se que o trabalho foi de grande valia para subsidiar a análise do conhecimento dos recursos ambientais e aptidões econômicas da região, podendo-se dele extrair as seguintes informações:

- A metodologia utilizada neste trabalho para a classificação da vegetação e uso do solo, com técnicas de Realce de Contraste da Imagem, Segmentação e Classificação Não-Supervisionada, demonstrou grande eficiência na identificação das diferentes classes adotadas, resultando em produtos com grande similaridade com os apresentados pelo trabalho do IEF x UFLA.
- Apesar da área total da bacia estudada ainda deter grande percentual de classes de vegetação nativa, apresentando 45% de cobertura natural do solo, a flora nativa está bastante degradada ao longo das “Áreas de Preservação Permanente”. As áreas localizadas próximas aos cursos d’água e ao redor das lagoas naturais estão bastante alteradas, o que pode certamente comprometer a estabilidade dos solos e a qualidade das águas e ecossistemas associados a estes ambientes, numa demonstração clara do uso inadequado dos recursos ambientais da bacia.
- As áreas urbanas da bacia, representadas principalmente pela grande mancha urbana da cidade de Sete Lagoas, compreendem uma área bastante extensa e significativa da bacia, com 4.682,97 ha, correspondente a 7,54% da área total, onde existem problemas graves de ocupação desordenada do solo em APP’s, de forma a comprometer a qualidade dos recursos hídricos daquela bacia hidrográfica.
- As áreas consideradas como “APP’s” apresentaram área total de 8.057,70 ha, dos quais, 36,86%, ou seja, 2.970,27 ha encontra-se em desconformidade de uso, sendo 2.704,95 ha com atividades agrícolas e 265,32 ha se apresentando com desconformidade urbana, com uso em conflito com a legislação ambiental vigente.
- Existe a necessidade de se fomentar programas efetivos para a implantação e proteção de matas ciliares e outras florestas de proteção na área de estudo, para reversão do quadro de deterioração dos recursos naturais e uso desordenado do solo ali existente, com a participação das instâncias governamentais, sociedade civil organizada e usuários da bacia, numa ação conjunta e duradoura de reabilitação dos ambientes antropicamente alterados ao longo da sua área.
- Recomenda-se o cálculo do erro de classificação em uma etapa posterior para completar o estudo, visto que a metodologia adotada, tanto para a classificação gerada, quanto para a análise comparativa com o trabalho do IEF x UFLA, não objetivou uma abordagem neste sentido.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEMGO – ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Diferenças Sócio-econômicas das Regiões de Minas Gerais, 2003 (www.almg.gov.br).
- BARBOSA, MARILENE M. F. & REIS, ROGÉRIO M.. Projeto de Revitalização do Ribeirão Jequitibá. EMATER / MG. Funilândia, 2003.
- BLASCHKE, THOMAS & KUX, HERMANN. Sensoriamento Remoto e SIG Avançados – novos sistemas sensores : métodos inovadores. São Paulo, 2005.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford, Oxford University Press, 1998.
- CAMARGOS, LUIZA DE MARILLAC MOREIRA. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004 / Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.). - Belo Horizonte : Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.
- FLORENZANO, TERESA GALLOTTI. Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. São Paulo, 2002.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro, 1992.
- IBGE. Censo Demográfico de 2000 (www.ibge.gov.br).
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas; FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. Projeto Águas de Minas. Belo Horizonte, 2003.
- LEI FEDERAL Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO.
- LEI FEDERAL Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - CÓDIGO DAS ÁGUAS, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1 da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- LEI ESTADUAL Nº 14.309, de 19.06.2002 – Lei Florestal do Estado de Minas Gerais, que dispõe sobre as Políticas Florestal e de Proteção à Biodiversidade no Estado.
- SOUZA, E.R.; FERNANDES, M.R. Sub-bacias Hidrográficas: Unidades Básicas para o Planejamento e a Gestão Sustentáveis das Atividades Rurais; Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.15-20, nov./dez.2000.

- TIMBÓ, MARCOS A. Modelos Digitais de Elevação. Notas de Aula da disciplina “Modelagem de Dados Espaciais”, do Curso de Especialização em Geoprocessamento / 2005. UFMG.
- UFLA – Universidade Federal de Lavras. Inventário Florestal de Minas Gerais. Lavras, 2005 (www.ufla.br).
- XAVIER DA SILVA, JORGE & ZAIDAN, RICARDO TAVARES. Geoprocessamento & Análise Ambiental: aplicações. Rio de Janeiro, 2004.