



DANIEL MARTINS SAMPAIO

Análise Ambiental do Conflito das Áreas de Preservação Permanente e Uso do solo na bacia hidrográfica de Vargem das flores, utilizando ambientes de Geoprocessamento

XI Curso de especialização em Geoprocessamento - 2007



UFMG  
Instituto de Geociências  
Departamento de Cartografia  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha  
Belo Horizonte  
cartografia@igc.ufmg.br

DANIEL MARTINS SAMPAIO

ANÁLISE AMBIENTAL DO CONFLITO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DE VARGEM DAS FLORES, UTILIZANDO AMBIENTES DE GEOPROCESSAMENTO.

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

Orientador:

Prof: Marcos Antônio Timbó Elmiro

BELO HORIZONTE  
DEZEMBRO DE 2007

Sampaio, Daniel Martins

Análise Ambiental do Conflito das Áreas de Preservação Permanente e Uso do solo na bacia hidrográfica de Vargem das flores, utilizando ambientes de Geoprocessamento.

IV, 44 p:il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.

Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia, 2007.

Orientador: Marcos Antônio Timbó Elmiro

1- Geoprocessamento 2- Análise Ambiental 3-Áreas de Preservação Permanente 4- Uso do solo

## Agradecimentos

Primordialmente a Deus por mais uma vez me possibilitar essa vitória que humanamente se tornava impossível para muitos e também pela força e sabedoria para superar todas as dificuldades.

A minha mãe Simone que sempre demonstrou o verdadeiro significado de ser mãe ultrapassando os fatores biológicos através de seu amor por mim, meu pai que está sempre do meu lado me apoiando e minha irmã Daniele, e Juliana pelo sempre carinho recebido.

Ao Professor Marcos Antônio Timbó pela dedicação e atenção que foi bastante aproveitada por mim, além de ser uma pessoa fantástica.

Aos profissionais do laboratório de Geoprocessamento Charles, Vladimir, Grazielle, Diego por não pouparem em repassar seus grandes conhecimentos no universo do geoprocessamento.

Aos sócios e amigos da “TMGeo” José Jairo, Felipe Castelo, Bráulio Magalhães pelos conselhos e experiências que marcaram não só meu futuro no Geoprocessamento como também meu ciclo de amizades, e em principal o Sócio Flávio Freire pelos ensinamentos incansáveis em sua casa, me abrindo ainda mais as possibilidades do “mundo Geo”, além de ser uma grande pessoa que admiro.

A todos professores e amigos do curso que de alguma forma me ajudou nesse grande propósito que foi a realização desse curso.

A minha “Linda” Kesi Poliane de Oliveira pelo companheirismo e estar sempre torcendo pelo meu sucesso com amor e carinho, e também meus grandes sogros Manoel Messias e Ida Ramlow que me ajudaram bastante na decisão de seguir essa caminhada.



“O que rejeita a disciplina menospreza a sua alma, porém o que atende à repreensão adquire entendimento. O temor do Senhor é a instrução da sabedoria e a humildade procede à honra”.

Provérbios 13:32,33

## Sumário

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES.....	VII
LISTAS DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	IX
RESUMO.....	10
1- INTRODUÇÃO.....	11
2- OBJETIVO GERAL .....	14
2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E GEOTECNOLOGIAS .....	14
4- GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL .....	19
5- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
5.1- GEOLOGIA.....	25
5.2 - GEOMORFOLOGIA .....	26
5.3 - CLIMA.....	27
5.4 - VEGETAÇÃO .....	27
5.5 - SOLO.....	28
6- MATERIAIS E MÉTODOS .....	29
6.1 - ORGANIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DA BASE VETORIAL.....	31
6.2 - MAPA HIPSOMÉTRICO E DE DECLIVIDADES .....	32
6.3 - PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS .....	32
6.4 - CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DO USO DO SOLO .....	35
6.5 - DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE .....	37
6.6 - ÁREAS DE CONFLITOS DE USO DO SOLO.....	38
6.7 - CALCULOS DAS ÁREAS DE CONFLITO DO USO DO SOLO .....	40
7- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	40
7.1 COBERTURA DO USO DO SOLO.....	40
7.2 ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE.....	43
7.3 - CONFLITO NO USO DO SOLO .....	45
8 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES .....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	25
FIGURA 2 - FRAGMENTO FLORESTAL CARACTERÍSTICO DO CERRADÃO .....	28
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA METODOLÓGICO .....	30
FIGURA 4 - MAPA HIPSOMETRICO.....	33
FIGURA 5 - MAPA DE DECLIVIDADES .....	34
FIGURA 6 – ÁREA QUE REPRESENTA O CERRADO.....	36
FIGURA 7 – ÁREA QUE REPRESENTA O FRAGMENTO FLORESTAL .....	36
FIGURA 8 - MEDIDAS E MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DAS APPS .....	37
FIGURA 9 – CONSIDERAÇÕES DE CONFLITO ENTRE APPS E USO DO SOLO .....	39
FIGURA 10 - MAPA DA COBERTURA DE USO DO SOLO .....	42
FIGURA 11 - MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	44
FIGURA 12 - MAPA DO CONFLITO ENTRE APPS E USO DO SOLO.....	47

**LISTAS DE TABELAS**

TABELA 1 : CLASSES DE USO DO SOLO MAPEADAS .....	40
TABELA 2 : QUANTIDADE DAS APPS MAPEADAS .....	43
TABELA 3 : IDENTIFICAÇÃO EM VALORES DA OCORRÊNCIA DE CONFLITO DE USO DO SOLO NAS CATEGORIAS DE APPS DELIMITADAS .....	46
TABELA 4 : IDENTIFICAÇÃO EM VALORES DAS ÁREAS OCUPADAS PELAS CLASSES DE USO DO SOLO EM OBSERVÂNCIA À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	48

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ha – hectare

SIG – Sistema de informações geográficas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

APP – Áreas de Preservação Permanente

ETM+ – Enhanced Thematic Mapper plus

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

GEOMINAS – Programa Integrado de uso da Tecnologia de Geoprocessamento pelos órgãos do Estado de Minas Gerais

GPS – *Global Position System* (Sistema de Posicionamento Global)

## RESUMO

A necessidade de preservação dos recursos naturais é fundamental para a qualidade de vida da sociedade. Nesse intuito a legislação ambiental vem definir os parâmetros de conservação e ainda coloca a bacia hidrográfica como unidade primária para a aplicação de medidas eficazes no tratamento de impactos em diversos fatores. Este estudo teve como objetivo elaborar um mapa de conflitos das áreas de preservação com o uso do solo, tendo como referencia legal o Código florestal e a Resolução n. 303, do CONAMA. O projeto foi desenvolvido na bacia hidrográfica de Vargem das Flores, situado no município de Contagem estado de Minas Gerais. A expansão urbana nessa bacia está comprometendo a função primordial da represa de Vargem das Flores, que é o abastecimento de 15% da população da região Metropolitana de Belo Horizonte. Utilizando ambientes de geoprocessamento foi possível mapear 07 classes de uso do solo e delimitar as áreas de preservação permanente situadas nas encostas com declividade superior a 45 graus (6,76 ha), no terço superior dos morros (146,84 ha), no terço superior dos morros nas sub-bacias (345,91 ha) nas nascentes e suas áreas de contribuição (277,74 ha), nas margens dos cursos d água (1.853,9 ha) e a represa (416,0 ha) obtendo um total de 3.047,15 ha (24,66 %) da área total da bacia. A área de uso indevido frente a legislação correspondeu a 875 ha sendo as classes Mancha Urbana 640,49 ha e a classe Pastagem 163,02 ha as principais ocorrências nessas áreas. As áreas de preservação permanente protegidas por vegetação apresentou área de 2.172,15 há. Concluímos que a bacia se encontra em bom estado de preservação referente aos requisitos legais, porém o conflito das classes Mancha Urbana e Solo exposto com a APP cursos d água vem comprometendo a qualidade da água na represa, merecendo atenção especial.

## 1- INTRODUÇÃO

O crescimento dos centros urbanos é marcado por desajustes estruturais que definem diretamente a qualidade de vida da sociedade (Silva, 2004). A ausência de planejamento territorial pode ser vista de diversos modos, como por exemplo, através de utilização de áreas potencialmente interessantes para determinados empreendimentos (turismo, agricultura, pecuária, dentre outros) sendo invadidas pela expansão urbana desordenada provocando o inchaço das cidades, ou então áreas com sérios riscos ambientais (enchentes, deslizamentos, dentre outros) usadas como moradias.

Na Bacia hidrográfica de Vargem das Flores é observada uma ocupação urbana desordenada que está comprometendo o abastecimento de água da região metropolitana devido ao crescimento populacional ligado a degradação ambiental, como lançamentos de esgotos nos cursos d'água e utilização antrópica em áreas de preservação permanentes ligados a qualidade e quantidade da água na bacia.

Considerando a importância da manutenção da qualidade das águas, a legislação brasileira estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade primordial para a aplicação de medidas eficazes para o reparo de possíveis impactos ambientais relacionados a diversos fatores. Sendo um bem público e necessário a todos, a água necessita de instrumentos adequados de gestão aplicados na bacia hidrográfica espaço territorial fundamental para esse tratamento.

A preservação e conservação da vegetação nativa, sobretudo aquela situada ao longo dos cursos d'água, nascentes e espaços de topografia acidentada é apresentada por vários técnicos, pesquisadores e ambientalistas como fundamental para proteção dos recursos hídricos. Ciente da devida importância da manutenção natural dos ecossistemas, perante sua função ambiental, o Código Florestal brasileiro define áreas de preservação permanentes (APPs)

por serem ambientes voltados para preservação da paisagem, do fluxo gênico da fauna e flora e por atuar como amenizador dos processos erosivos (Brasil, 1965). As áreas de preservação ambiental são essenciais para a manutenção da diversidade biológica, e nos dias atuais, se observa a necessidade de novas formas de gestão desses espaços para se ter uma boa qualidade de vida.

Para suprir essa necessidade se justificam as pesquisas dessas áreas através do geoprocessamento. Ao determinar os diversos conflitos de uso do solo em Áreas de Proteção legal os órgãos públicos responsáveis pela integridade ambiental poderão se apoiar neste estudo estabelecendo as punições aos infratores, e também se utilizar das informações na construção dos planos diretores, conforme promulgado pelo governo federal.

A legislação ambiental brasileira é considerada ampla e devidamente estruturada sendo um exemplo para alguns países, porém existem alguns aspectos que a tornam fragilizada (Crestana, 1993). Dentre esses, podemos destacar a falta de tecnologia e materiais capazes de apurar com rigor as agressões ao meio ambiente, que pode estar ligado ao atraso na abordagem do planejamento territorial. Diante disso as metodologias possíveis de serem empregadas para viabilizar a redução das deficiências relativas ao cumprimento das leis ambientais podem ser viabilizadas através do geoprocessamento. Nesse processo as tomadas de decisões com informações manuseadas do território através do SIG, podem proporcionar as associações, sínteses, correlações entre as diferentes análises possibilitando sua realização por diferentes profissionais e instituições (Moura, 2003). Além disso, o geoprocessamento possui dois importantes fatores que contribuem para sua importância e crescimento no cenário científico, tecnológico e comercial. O primeiro aspecto pode ser visto pela sua capacidade de organização correta da informação de forma ágil, que possibilita as análises e planejamento sendo indispensável nas decisões. Outro fator, é que o ambiente de geoprocessamento dispõe de valiosas ferramentas para aplicações em atividades e processos trabalhados com recursos geograficamente distribuídos (Elmiro, 2005). Com uso das técnicas e ferramentas, essa tecnologia tem se



mostrado eficiente para a identificação das áreas onde estão ocorrendo incompatibilidade de uso em relação às normas ambientais (Moura, 2003).

Outra abordagem que é importante destacar trata-se do uso dessa tecnologia em análises de grandes dimensões territoriais, devido à complexidade do trabalho, os custos operacionais ficam bastante elevados principalmente em campo (Nascimento, 2005). Nesse sentido a identificação de áreas de preservação se torna um grande desafio do ponto de vista técnico e econômico, pois além de informações detalhadas do espaço em análise é necessário um corpo de profissionais especializados. Entretanto com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) torna-se possível, através de seus algoritmos incorporados, o processamento ágil e rápido dos dados necessários para a descrição de variáveis morfométricas do terreno (Oliveira, 2002), fundamentais para análise das intervenções humanas em bacias hidrográficas. Estes fatos revelam a grande importância do geoprocessamento na análise espacial, comum a este trabalho.

Segundo dados da Secretária Municipal de Meio Ambiente de Contagem, a Bacia hidrográfica de Vargem das flores é responsável pelo abastecimento de água de 15% da região metropolitana, principalmente nas regiões Norte e Venda Nova. A falta de uma fiscalização aliada a ocupação desordenada nesta bacia poderá comprometer o abastecimento de água caso não se tomem providências urgentes. Alguns estudos, como demonstrados pela Assembléia Legislativa de Contagem, indicam uma fadiga total do reservatório em 2060 devido à ocupação indiscriminada principalmente no entorno do reservatório vargem das flores.

Ciente dessa circunstância, o presente trabalho traz uma proposta para a gestão ambiental no município que é a aplicação de técnicas de geoprocessamento que favorecem a fiscalização ambiental na bacia hidrográfica de Vargem das Flores. Essa proposta envolve a identificação de áreas com ocorrência indevida do uso do solo em áreas de proteção legal.

## **2- OBJETIVO GERAL**

Analisar a situação ambiental de Infrações de uso do solo em áreas de proteção legal na Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores, tendo como referência legal o código florestal e a Resolução 303 do CONAMA, utilizando ambientes de geoprocessamento para servir como subsídio ao planejamento e à fiscalização pelos órgãos públicos responsáveis.

### **2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❑ Elaboração de análises ambientais para o suporte da determinação das áreas de proteção permanente.
- ❑ Elaboração de análises temáticas referentes ao mapeamento das áreas de proteção permanente
- ❑ Classificação e processamento digital da imagem LandSat ETM+ para obter a cobertura de uso do solo
- ❑ Utilizar a álgebra de mapas para produção do mapa final: Conflito entre APPs e Uso do solo.
- ❑ Extrair dos softwares de SIG os cálculos de áreas para análise dos resultados

## **3- LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E GEOTECNOLOGIAS**

A legislação ambiental brasileira representa um conjunto de normas jurídicas que se destinam a disciplinar a atividade humana, para torná-la compatível com a proteção do meio ambiente. Para atingir seus objetivos, a legislação criou os direitos e deveres para o cidadão, instrumentos de conservação do meio ambiente, normas de uso dos diversos ecossistemas, normas para disciplinar atividades relacionadas à ecologia e ainda diversos tipos de unidades de conservação.

Na atualidade a questão hídrica vem preocupando diversos administradores públicos pela dificuldade de abastecimento para a população. Nesse sentido os governos e também organizações não governamentais mobilizam-se para a criação de legislação e políticas específicas para a proteção ambiental juntamente com as diversidades que equilibram os arranjos naturais para manter a sustentabilidade dos ecossistemas, garantindo conseqüentemente os recursos hídricos.

A bacia hidrográfica envolve todos os aspectos naturais que permitem a alimentação da drenagem devido ao conjunto natural existente, como áreas de captação (cabeceiras), solos e a vegetação que são os agentes principais para a manutenção hídrica. Sendo assim a preservação ambiental das bacias permite o desenvolver do necessário ciclo hidrológico fundamental para o abastecimento perante as populações. A pressão antrópica vista na implementação crescente das atividades econômicas e o adensamento populacional desordenado vem ocasionando crescentes problemas sobre os recursos hídricos (Elmiro, 2005). Pensando em uma urgente resolução os organismos públicos e entidades civis, vem se organizando para a criação de uma legislação e política específica para garantir um equilíbrio necessário no meio ambiente.

A legislação Federal através do Código Florestal Brasileiro, determina áreas denominadas de preservação permanente (APPs), cuja função ambiental “é a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteção do solo, para assegurar o bem estar das populações humanas”. Portanto todo esse processo está intimamente ligado à manutenção do equilíbrio ecológico favorecendo o desenvolver natural dos ciclos hídricos, e conseqüentemente a qualidade de vida. Elmiro (2005) destaca a importância das APPs diante a questão hídrica:

*“Algumas APPs relacionam-se diretamente à melhoria da qualidade e quantidade de água, quer dizer, à conservação dos recursos hídricos brasileiros. As áreas*

*de recarga dos mananciais, onde a maior quantidade de águas pluviais tem possibilidade de se infiltrar no terreno, em taxas que variam com as condições de sua cobertura; as áreas nas quais o gradiente de declividade é muito grande, atuando como fator de risco à erodibilidade, fator este magnificado pela ausência de cobertura vegetal em boas condições de recobrimento; as áreas onde a vegetação atua como proteção ao desmoronamento de margens e ao assoreamento de nascentes, cursos ou reservatórios de água...”*

Certamente a qualidade da água está diretamente relacionada ao objetivo do código florestal brasileiro, uma vez, que as áreas de preservação garantem a manutenção e proteção ambiental necessária para o desenvolvimento hidrológico. O fator erodibilidade, por exemplo, provocado pela ausência da vegetação consiste na terceira etapa do processo erosivo, onde a precipitação supera a capacidade de infiltração do solo. Devido às forças trativas do escoamento, esse processo produz uma erosão superficial em camadas chegando em alguns casos a produzir contribuições sólidas consideráveis Tucci (1995, pág. 246). Esses sólidos comprometem a qualidade da água, além de acarretar sérios danos ao equilíbrio ecológico.

Grandes avanços são observados na legislação brasileira, principalmente devido, a grande conscientização ecológica advinda da ECO-1992. Entretanto alguns autores salientam as fragilidades ainda existentes para a aplicação eficaz da legislação ambiental no Brasil. Segundo Ribeiro (2005):

*“Os últimos 40 anos foram testemunhas da evolução de uma consciência ecológica no Brasil, marcada por grandes avanços em nossa legislação ambiental. Infelizmente, muitas dessas conquistas ainda não saíram do papel. Isso decorre basicamente de dois fatores: primeiro, a inexistência da demarcação oficial das áreas*

*de preservação permanente, para vetar, em seu nascedouro, o licenciamento ambiental indevido; segundo, a constatação da deficiência estrutural do Estado, inviabilizando promover-se efetiva fiscalização ambiental em um país de dimensões continentais. Por essas e outras razões, até a bem pouco tempo esse capítulo do Código Florestal não despertava maiores preocupações naqueles que vêm usando a terra em desacordo com a legislação vigente”.*

Nascimento (2005, pág. 208) concorda com os avanços na legislação no país e demonstra uma abordagem mais completa que caracteriza a fragilidade legislativa, bem como, propõe o uso do Geoprocessamento para possibilitar a fiscalização ambiental:

*“Apesar da legislação ambiental brasileira ser considerada bastante ampla, alguns fatores têm contribuído para torna-la pouco ágil. Dentre esses, destaca-se a deficiência em meios e materiais para apurar com rigor as agressões ao meio ambiente. Diante desse fato, as metodologias possíveis de serem implementadas, por meio do geoprocessamento, tornam-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa às deficiências relativas ao cumprimento das leis pertinentes. As condições oferecidas permitem integrar informação cartográfica e tabular, possibilitando por meio da análise ambiental estabelecer correlações espaciais, relações de causa e efeito e aspectos temporais que antes eram impraticáveis pelos meios tradicionais existentes, auxiliando de maneira decisiva a investigação da adequação do uso da terra em áreas de preservação permanente.*

A consideração sobre a legislação brasileira como avançada e também ampla são fatos semelhante entre os dois autores, bem como os fatores que explicam

a ausência da aplicabilidade das leis. Para uma abordagem eficaz as duas argumentações podem ser vistas em um caráter complementar. Por exemplo, Ribeiro (2005) evidencia a necessidade da demarcação das áreas de proteção como pré-requisito no licenciamento ambiental e destaca que o Estado é deficiente nessa abordagem ambiental principalmente se tratando de grandes extensões territoriais. Já Nascimento (2005) além de apresentar as precariedades da instituição do Estado pela falta de materiais, contribui ao identificar o geoprocessamento como metodologia alternativa para a questão da redução das falhas na fiscalização das APPs. Aproveitando o alerta evidenciado por Ribeiro (2005), Nascimento (2005, pág. 208) ressalta à importância do geoprocessamento principalmente em análises de grandes espaços territoriais, onde:

*“o uso dessa opção tecnológica adquire maior importância à medida que o problema a ser analisado apresenta-se em grandes dimensões, complexidade e com custos para operacionalização em campo bastante elevados. Nesse sentido, o monitoramento das áreas de preservação permanente tem sido um grande desafio sob aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de pessoal especializado e de informações detalhadas da unidade espacial em análise.*

Uma das revoluções em se tratando de geotecnologias, sem dúvida trata-se da construção do SIG (Sistema Geográfico de Informações). Essa ferramenta possibilita a integração tanto de dados gráficos como de dados alfanuméricos capazes de realizar análises qualitativas através de cruzamentos de mapas e através de algoritmos implementados em *softwares* específicos de SIG.

Observando a conceituação de Muzzarelli (segundo Moura, 2003) o SIG consiste em uma elaboração eletrônica que permite coleta, gestão, análise e ainda representação automática de dados georreferenciados. Considerando que os avanços tecnológicos não se encontram totalmente explorados outros autores discordam dessa conceituação, porém é certo que o SIG refere-se a

informações espacialmente localizadas que permite gestão e controle do território em análise. Sendo assim, utilizar essa tecnologia para o mapeamento de áreas de preservação torna possível uma gestão ambiental eficaz além de possibilitar o controle territorial necessário aos administradores públicos. Moura (2003) acredita que a rápida difusão do SIGs será evidenciada pelas necessidades de:

*“- um crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações;  
- uma maior necessidade de informações, asseguradas pelo desenvolvimento tecnológico com relação custo/benefício mais vantajosa.”*

Com as habilidades fornecidas pelo SIG a legislação ambiental brasileira ganha um grande aliado, para que seja realmente aplicada nas diversas escalas territoriais, onde a complexidade espacial passa a ser manipulada de forma segura para a extração de informações diretrizes a respeito da diversidade dos dados da paisagem. Cowen (Citado por Moura, 2003) apresenta em seu conceito de SIG um adicional, quando retrata o termo associado à capacidade de produzir *não apenas um inventário, mais também a análise e a manipulação de dados, onde é possível gerar informações e não somente recuperá-las de um banco de dados*. Essa abordagem será mais detalhada no próximo capítulo.

#### **4- GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL**

A complexidade espacial tem se tornado um grande desafio para a gestão estatal, principalmente para a resolução de questões que engloba grandes diversidades existentes no território. No Brasil a organização espacial obtém outro agravante que dificulta aos administradores públicos que é a grande extensão territorial do país. Entretanto os avanços da informática vêm possibilitando novas tecnologias para subsidiar as análises territoriais

imprescindíveis para as intervenções espaciais, onde podemos destacar o Geoprocessamento.

O geoprocessamento, segundo a maioria dos autores da área engloba em seu conjunto o sensoriamento remoto, a cartografia digital, e os sistemas de informações geográficas (SIG).

Segundo Moura (2003) o geoprocessamento se resume no armazenamento e análises de dados, no qual deve ser compreendido no sentido amplo devido a ser um produto de um contexto científico que norteia o modo de compreensão da realidade. Esta análise complexa do geoprocessamento deve possibilitar que os dados se transformem em informações que dão suporte a tomada de decisões. Xavier (2004, pág.20) demonstra bem essa possibilidade, além de diferenciar o geoprocessamento dos conjuntos que o compõem:

*“O geoprocessamento tornou possível, em uma escala inimaginada, analisar a Geotopologia de um ambiente, ou seja, investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à decisão. Esta é a atividade precípua do Geoprocessamento, a qual permite distingui-lo de campos correlatos como o Sensoriamento Remoto, destinado, principalmente, a identificar e classificar entidades e eventos, registrados a distância por diversos detectores, e a Cartografia Digital, voltada, primordialmente, para a correta representação da realidade ambiental, segundo referenciais que permitam a identificação confiável do posicionamento de eventos e entidades, juntamente com medições de suas extensões e direções espaciais.”*

Os conceitos demonstrados por Moura (2003) e Xavier (2004) evidenciam bem a grande amplitude da análise ambiental realizada pelo geoprocessamento, bem como seus benefícios de aplicação nos espaços territoriais. Além disso,



fica claro que a capacidade de obter informações qualitativas, através de cruzamentos de variáveis para possibilitar direcionamento em decisões, expõe o geoprocessamento diferenciado dos mecanismos que o engloba como, o sensoriamento remoto e a cartografia digital.

A análise ambiental é objeto de estudo entre os diversos ramos científicos para a determinação e compreensão dos fenômenos associados à estrutura espacial. Por exemplo, Moura (2003, pág. 18) demonstra que alguns autores interpretam a geografia como sendo a busca em responder o onde, o porquê e o padrão da distribuição dos fenômenos no espaço:

*“ A geografia tenta descobrir leis que regem as distribuições espaciais, desbrucha-se sobre a estrutura espacial de um fenômeno na superfície da terra, e não sobre o fenômeno em si”*

Na pesquisa ambiental as variáveis do ambiente estão em constante mutação. Isso exige uma abordagem científica que permita generalizações a partir dos estudos realizados para se obter a compreensão da realidade através de sistemas ordenados conforme identificado por Moura (2003), e Xavier (2004). Para trabalhar esse processo altamente complexo da realidade é necessário criar modelos de representação da realidade que sirvam para prognósticos sustentáveis diante das problemáticas do espaço. Atualmente a ciência está diante do desafio de trabalhar com sistemas complexos existindo variáveis que interagem e estão em constantes mudanças. Christofolletti (segundo Moura, 2003) *“a complexidade, em si mesma, possui suas próprias leis, que podem ser simples e coerentes.”* Para essa necessidade de combinar as leis obtendo uma coerência, o geoprocessamento é um grande aliado, por permitir o gerenciamento de grandes bancos de dados, bem como a aplicação de algoritmos na análise e integração. O contexto científico existente no espaço, norteia a construção desses algoritmos que traduzem as necessidades dos estudos vigentes. De acordo com Moura (2003):

*“O geoprocessamento representa hoje, um caminho a ser necessariamente percorrido pelos estudos em Geografia e em análises espaciais de qualquer natureza.”*

O geoprocessamento relaciona diretamente à modelagem. Os modelos são tentativas de representar de forma simplificada a realidade e são passos de enorme relevância para a busca de respostas sobre as correlações e comportamentos de variáveis do ambiente (Moura, 2003). Alguns autores destacam a necessidade de se construir lógicas adequadas juntamente com a formação dos modelos evitando simplificações pobres sobre o espaço. Conforme Moura, a lógica nebulosa ou *fuzzy* é um exemplo que *apresenta significativo caráter revelador*.

Modelos segundo Chorley e Hagget (aput Moura, 2003):

*“São a apresentação formal de uma teoria que use os instrumentos de lógica, da teoria estabelecida e da matemática. Modelos podem ser uma teoria, uma lei, uma hipótese, uma idéia estruturada, uma relação, uma função, uma equação, uma síntese de dados ou argumentos do mundo real. O sistema é estudado segundo determinado objetivo, e tudo o que não afeta esse objetivo é eliminado.”*

Elaborado pela construção em SIG o modelo pode servir principalmente para o subsídio na tomadas de decisões, como demonstra Christofolletti (1999):

*“Os modelos de suporte às decisões surgem baseados em sistemas de informações e servem como instrumento às tomadas de decisões pelos planejadores, empresários e políticos, podendo ser definidos como “um sistema interativo que proporciona ao usuário acesso fácil a modelos*

*decisórios e dados a fim de dar apoio a atividades de tomadas de decisões semi-estruturadas ou não estruturadas”.*

Na análise ambiental tal suporte advindo da modelagem espacial é indispensável para os administradores intervirem de forma mais confiável nos territórios. Além disso, outros ganhos econômicos podem ser contemplados perante a aplicação das tecnologias de geoprocessamento. Primeiro minimizando os trabalhos feitos em campo, onde a maior parte de trabalho pode ser feita em escritório, que evita gastos de hospedagem e deslocamentos de técnicos. E segundo pelo fato de direcionar de forma eficaz as decisões, evitando erros nas intervenções que possam causar prejuízos tanto em âmbito social como também ambiental. Contudo um dos principais benefícios da modelagem que damos destaque trata da possibilidade da construção de cenários da realidade espacial também conhecido como estudos de prospecção. Cristofolletti (1999, pág. 24) cita exemplos em que a representação espacial significa ganho nas análises ambientais:

*“Em decorrência dos avanços na área computacional, chega-se à representação visual dos modelos topográficos e à realidade virtual. Nenhuma abordagem garante um modelo fiel, mas cada uma contribui para maior consistência do que aquela que poderia ser esperada em um modelo enunciado apenas em linguagem verbal.”*

Chorley e Hagget (segundo Moura, 2003) chama atenção para o risco de interpretação ambígua nas amostragens dos modelos, porém exhibe o método de calibração como essencial para minimizar esses erros:

*“O risco da subjetividade pode ser reduzido com os processos de ajuste ou calibração, quando são avaliados os parâmetros envolvidos. Uma vez calibrado, o modelo deve passar por processo de*

*verificação, através de sua aplicação a uma situação conhecida, o que é chamado de “validação”. Só após a validação é que um modelo deve ser aplicado em situações em que não são conhecidas as saídas do sistema.”.*

Os cenários tornam uma abordagem interessante, pois possibilitam mudanças nos “inputs” que rodado novamente verifica o desenvolver do processo tendo como resultado alterações ou não nos parâmetros que conduzem à estabilidade do problema analisado. Para ilustrar, seria como se mudássemos uma variável ambiental demonstrando o que ocorreria no espaço se não for preservada determinada APP considerando a qualidade da água, ou seja, na troca de variáveis podemos realizar as simulações evitando erros e também percebendo os benefícios sem primeiro intervir nas áreas em estudo. Sendo assim, o planejamento pode ser executado da melhor forma considerando diversas perspectivas e metas sociais, econômicas e políticas.

## **5- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A Bacia Hidrográfica de Vargem das flores está localizada no município de Contagem – MG região metropolitana de Belo Horizonte (Figura-1). Ela consiste do sistema de exploração hídrica do Ribeirão Betim e seus afluentes através de represamento (Santos, 1999). A água retirada tem como objetivo o abastecimento e uso industrial.

A bacia deságua no Rio Paraopeba que por sua vez é afluente do rio São Francisco e posteriormente no oceano Atlântico.

## Mapa de Localização da Área de Estudo

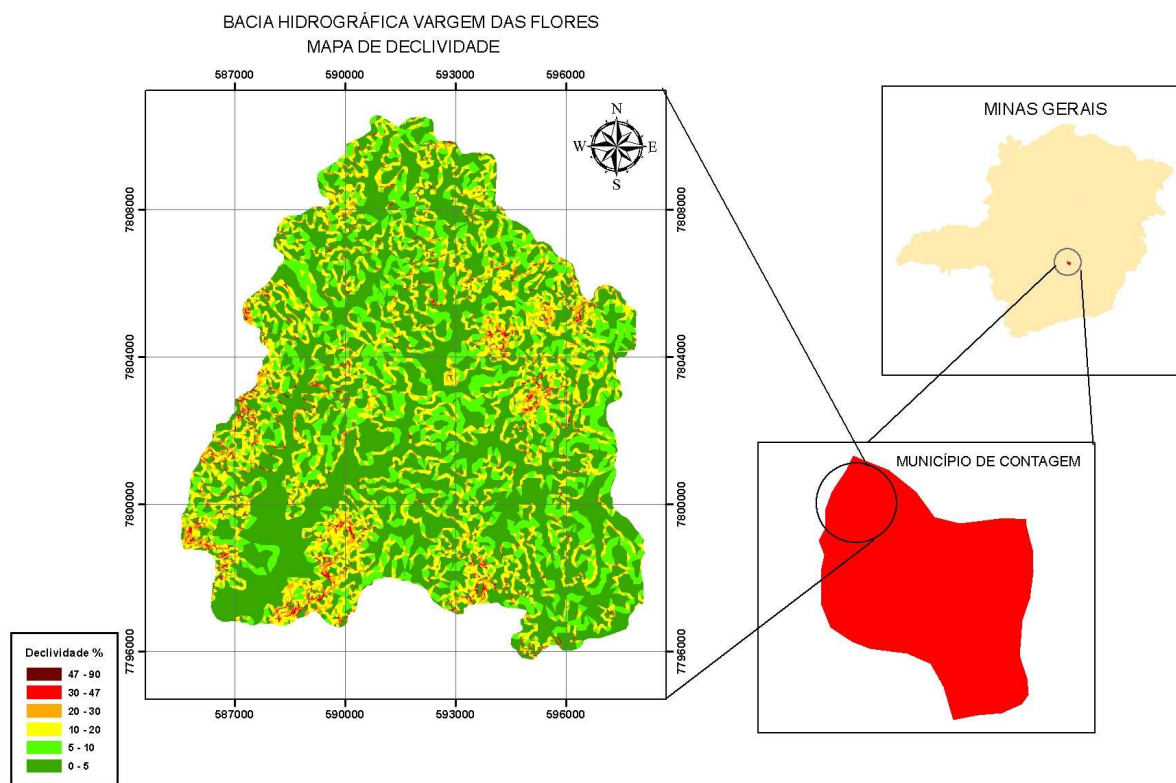


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores

### 5.1- GEOLOGIA

A Bacia de Vargem das flores segundo Almeida e Hasuí (apud Santos, 1999) está inserida no Crátom do São Francisco. A definição desta área cratônica, é a expressão de um “*extenso núcleo estabilizado no término do Ciclo Transamazônico, ao final do proterozóico inferior, margeado por regiões que sofreram regeneração durante o ciclo Brasileiro, do proterozóico superior*”. Estes limites se referem as faixas de dobramento de Araçuaí, Brasília, Riacho do Pontal, Sergipana e Rio Preto, sendo assim limites considerados convencionais, por desenvolver faixas tectônicas de transição.

Existente dentro do grupo Crátom está à sub-associação denominada Terrenos Granito-Greenstone onde se insere a bacia de Vargem das Flores. Está é caracterizada por grandes extensões de rocha granito-gnaíssico-migmatítica,

onde se interagem uma infinidade de tipos litológicos, cujas gêneses referem-se a componentes vulcânicos, plutônicos e sedimentares Hasuí e Almeida (segundo Santos, 1999)

Dominante em toda a bacia é o Complexo Basal Indiferenciado, constituído pelo conjunto litológico de gnaisses, migmatitos e granitóides. Hasuí e Almeida destacam que esse complexo basal apresenta-se falhado, e encaixado nas fissuras ocorrem os diques do clã gabro-norito, constituídos por metabasaltos e metadiabásios.

## **5.2 - GEOMORFOLOGIA**

A Geomorfologia da bacia hidrográfica de Vargem das Flores está inserida no compartimento denominado de depressão São Franciscana. Segundo Moreira (aput Santos, 1999) essa depressão é um vale de afundamento, visível por escarpamentos de falhas no contato entre formações do proterozóico e camadas do siluriano, na borda oriental do Espinhaço.

A depressão São Franciscana também é conhecida como depressão de Belo Horizonte, tendo a atuação dos rios das Velhas e Paraopeba (Afluentes do São Francisco), para sua formação. Na fase úmida atual, esses rios agem sobre as superfícies de aplainamento características de climas secos existentes anteriormente.

As formas de relevo na Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores estão identificadas na evolução policíclica reunida em dois grandes grupos. O primeiro topograficamente abrange os terrenos do nível do reservatório à 840 metros, até terrenos de aproximadamente 900 metros e são constituídos por colinas côncavo-convexas suaves, vales amplos de fundo chato em que a drenagem chega a formar meandros (Santos, 1999) Ainda nessa porção observa-se mudanças significativas na direção dos rios, que reflete o padrão de estruturação do substrato gnáissico. No contato entre esse compartimento e o que se segue, as vertentes tornam-se íngremes e os vales encaixados, ora côncavos, ora em “V”.

O segundo grupo é constituído pelos importantes divisores de água (cotas altimétricas entre 900 e 1025 metros), apresentando-se alongados e plano-abaulados. Em alguns trechos ocorre uma interrupção provocada por “pontões” de grande declividade, que coincide com jazimento de granito-gnaiss (Santos, 1999).

### **5.3 - CLIMA**

Com médias anuais superiores a 18° C a bacia Hidrográfica de Vargem das Flores, conforme a classificação climática de Kopen, é caracterizada como Climática “AW”- tropical com chuvas no verão e inverno seco.

Adicionalmente, a região detêm abundante radiação solar incidente à superfície, com média anual em torno de 11 850 cal/cm<sup>2</sup>/mês. Essa abundancia está relacionada à nebulosidade pouco acentuada sobre a região, com médias da cobertura celeste 5/10 anuais, sendo que está se manifesta mais continuamente no verão (Santos, 1999). A temperatura média anual é de 22,5°C. Apenas as precipitações apresentam variações e desvios interanuais e intersazonais significativos, com grande concentração durante o verão. A umidade relativa do ar e a insolação são pouco variáveis ao longo do ano. Apenas no mês de janeiro, as variações das horas de insolação são maiores.

### **5.4 - VEGETAÇÃO**

A formação natural mais conservada é o cerrado. Parcelas isoladas de vegetação (Fragmentos Florestais) podem ser localizadas ao lado da estrada que liga o centro de contagem e o Bairro Nova Contagem, além de percebermos outros fragmentos distribuídos em toda bacia. No eixo de propriedades rurais segundo estudos da CEMIG (aput Santos, 1999) admitem que a vegetação mais conservada na bacia seja o cerrado. Com a classificação da imagem Landsat foram encontradas outras parcelas de florestas primárias obtidas no ponto de coordenadas UTM SAD 69 X= 589216 e Y = 7801895 conforme a Figura-2. O domínio das formações de florestas típicas

características de Cerradão e de matas de vales para este trabalho e denominada como fragmento florestal.



Figura 2 - Fragmento florestal característico do Cerradão encontrado na bacia hidrográfica de Vargem das Flores

### 5.5 - SOLO

As características principais dos solos na região estão relacionadas às alterações do granito gnaisse. Esses solos são de reconhecida erodibilidade, sendo que as observações de campo reforçam tal afirmação com a constatação de voçorocas e ravinamentos associados. Apresentam-se com coloração esbranquiçada em sua grande parte, com profundidades variáveis de um metro a grandes espessuras.

São encontrados também na região os solos hidromórficos, de coloração cinza, formados sob clima seco pretérito e que ocupam vales de fundo chato.



## 6- MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho consiste na aplicação de recursos do geoprocessamento para a constituição de um SIG, na organização de bases vetoriais georreferenciados da bacia hidrográfica de Vargem das Flores, no processamento digital de imagens para análise ambiental e na confecção de mapas temáticos que retratam os resultados obtidos.

Para analisar o conflito no uso do solo, foi escolhida a seguinte coleção de mapas temáticos:

- Declividades
- Hipsometria
- Cobertura do solo
- Áreas de Proteção Permanente (APPs)
- Conflito de uso do solo

A partir de procedimentos de álgebra de mapas, realizados com apoio do *software* ARCVIEW foram produzidas sínteses que resultaram nas análises de Conflito de APPs e Cobertura do solo

A Figura 3 apresenta um fluxograma das etapas de desenvolvimento para permitir melhor compreensão dos métodos aplicados neste trabalho.

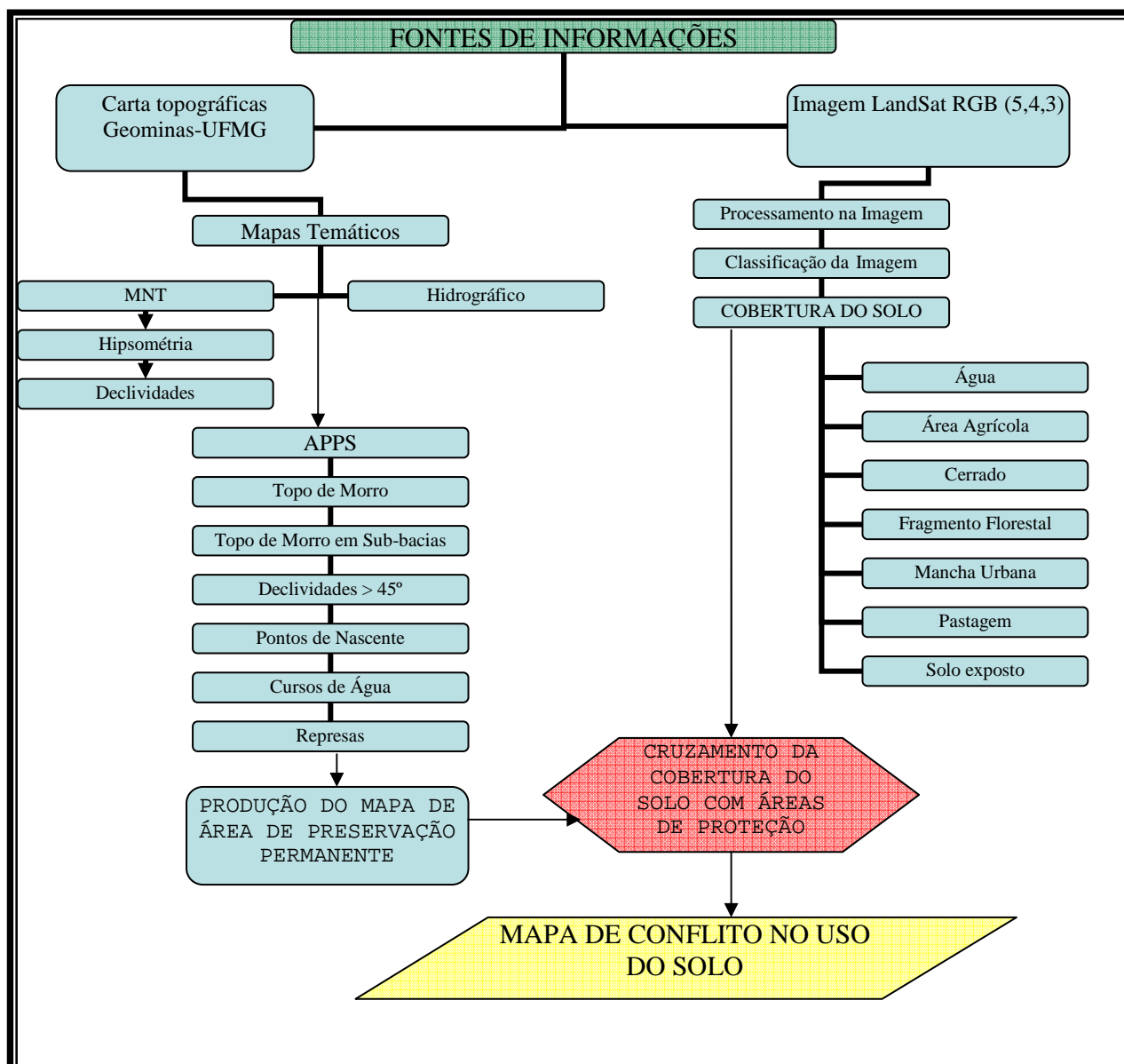


Figura 3 - Fluxograma metodológico de desenvolvimento do trabalho

Os tópicos abaixo descrevem com maior clareza cada um dos passos da metodologia de trabalho.

## 6.1 - ORGANIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DA BASE VETORIAL

Através de bases de dados disponibilizadas, foram produzidos todos os dados e informações que permitiram análises e interpretações necessárias para finalização deste estudo. Os dados e materiais iniciais foram obtidos de diferentes fontes e para melhor caracterização apresenta-se a seguir breve descrição deles:

- 1- Carta topográfica escala 1:50.000 do Mapeamento Sistemático Brasileiro produzidas pelo IBGE usadas na comparação da vetorização da represa de Vargem das Flores na base digital.
- 2- Imagem do satélite LANDSAT-ETM+ Geotiff, bandas pancromática, 3,4 e 5 cena de 2002, fornecidas pela o site universidade de Maryland.
- 3- Base vetorial de hidrografia completa georreferenciada, fornecido pelo GEOMINAS.
- 4- Base vetorial de curvas de nível e pontos cotados georreferenciados com atributos de altimetria, fornecido pelo GEOMINAS.

Os recursos e ferramentas de *software* do geoprocessamento foram efetivados no ambiente SPRING e ARCVIEW 9.2. As bases GEOMINAS anteriormente descritas foram fornecidas em formato MAPINFO e convertidas para o formato *Shapefile* para ser processada no *software* ARCVIEW.

A partir da base da UFMG foram armazenadas as informações relativas às curvas de nível e pontos cotados, para definir as representações topográficas. Essa representação foi realizada através do MNT (Modelo Numérico de Terreno) gerado pelo *software* ARCVIEW.

## 6.2 - MAPA HIPSOMÉTRICO E DE DECLIVIDADES

O Mapa Hipsométrico foi criado a partir das curvas de nível, disponibilizadas pelo GEOMINAS na escala de 1:50.000 e o Mapa de Declividade foi produzido a partir do mapa hipsométrico utilizando ferramentas *Surface Analysis* e *Slope* do *software* ARVIEW 9.2. Na Figura 4, está o exemplo de mapa hipsométrico da bacia hidrográfica de Vargem das flores e na Figura 5, o exemplo de mapa de declividades.

## 6.3 - PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Após o trabalho com os arquivos vetoriais, foi iniciado o processamento digital de imagens. A Imagem escolhida para processamento foi obtida pelo LandSat ETM+.

Foram necessários alguns procedimentos de realce na imagem, para distribuir uniformemente os tons de cinza em cada canal de cor, facilitando a visualização de maiores detalhes.

Posteriormente ao realce, realizou-se a fusão das bandas 3,4 e 5 que possuem 30 metros de resolução espacial, com a imagem pancromática (Banda 8) que possui 15 metros de resolução. Observa-se que esse procedimento só é possível na imagem LandSat ETM+ pois apenas essa versão de satélite LandSat possui a banda 8. É importante destacar, que esse procedimento de fusão foi apenas para obtermos uma melhor definição dos objetos mapeados na área da bacia para concretizar a classificação. A fusão consiste na conversão das imagens no formato RGB para o formato *Intensity, Hue and Saturation* (IHS) utilizando um algoritmo disponível no *software* Spring. A Banda pancromática substituiu o canal I, e logo após é escolhida a resolução do mesmo canal para converter de IHS para RGB.

# Hipsometria

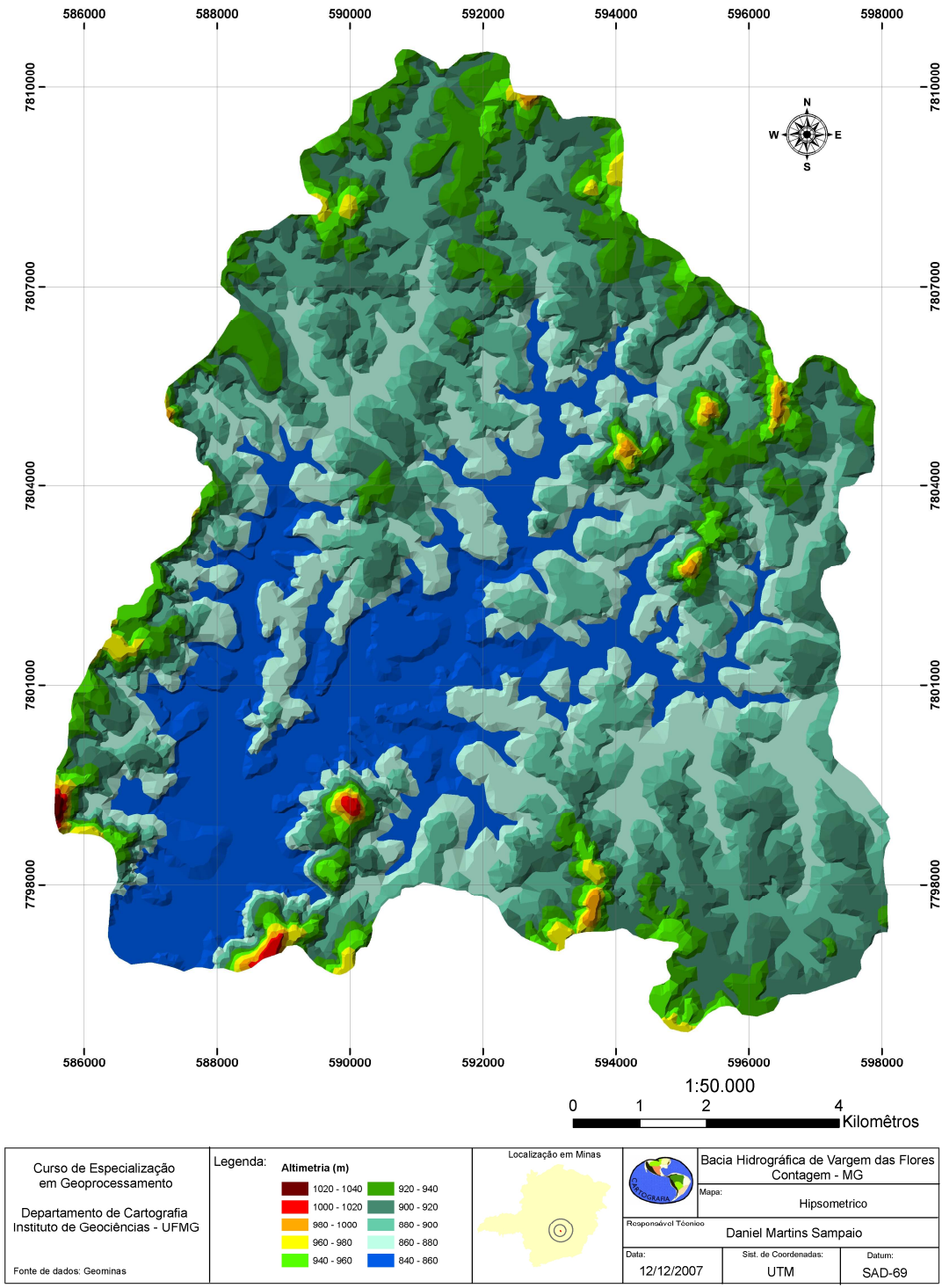
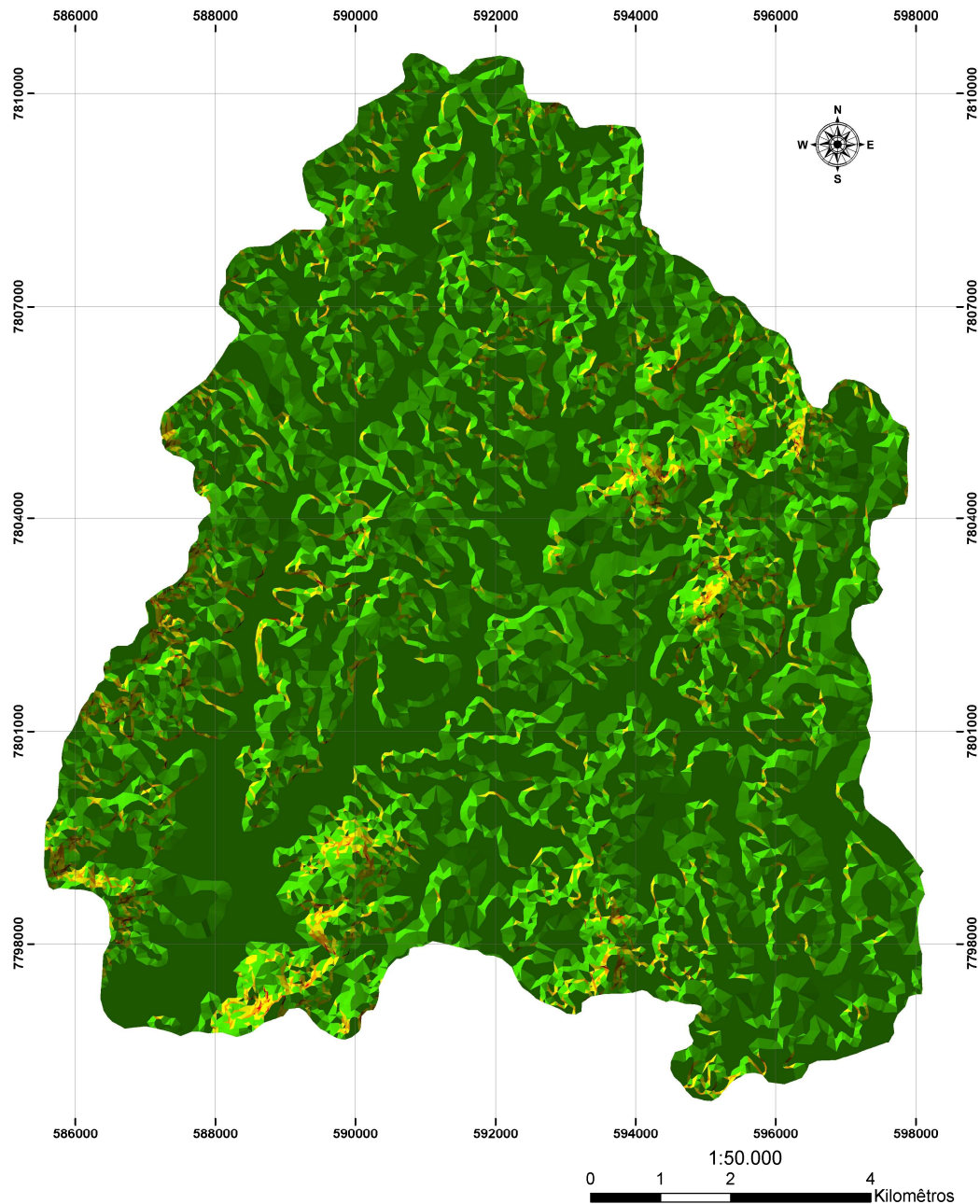


Figura 4 - Mapa Hipsométrico

# Mapa de Declividades



Curso de Especialização em Geoprocessamento  Departamento de Cartografia Instituto de Geociências - UFMG  Fonte de dados: Geominas	Legenda:  <b>Declividade em Graus</b> 0° - 5°      20° - 30° 5° - 10°    30° - 45° 10° - 20°   > 45°	Localização em Minas 	 Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores Contagem - MG		
			Mapa: Declividades  Responsável Técnico: Daniel Martins Sampaio		
			Data: 12/12/2007	Sist. de Coordenadas: UTM	Datum: SAD-69

Figura 5 - Mapa de declividades

#### 6.4 - CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DO USO DO SOLO

Segundo Novo (1992) em caso de processamento de composições coloridas normal devemos escolher os canais a serem utilizados e também selecionar uma combinação de cores desejada. Após alguns testes foi aplicada a configuração RGB (Canais *Red, Green e Blue*) nas bandas 5,4,3 respectivamente da imagem LANDSAT ETM+. Essas cores falsas apresentaram uma boa semelhança com as cores reais na bacia, fato este que determinou sua seleção.

Tendo a imagem já configurada, foi utilizado o *software* SPRING para realizar os testes de amostras espaciais onde obtivemos os valores de similaridade 8 e a área 20. Esses testes são essenciais para definirmos os polígonos de cada classe de interesse na área em estudo. As Bandas 3,4,5, já realçadas, nos canais B,G e R respectivamente, foram escolhidas para a segmentação.

Em seguida foi realizado o método de segmentação, no qual utilizamos os mesmos valores de similaridade e área descritos anteriormente. Feita a segmentação realizamos o treinamento das amostras e depois utilizamos o classificador *Bhattacharya* com o limiar de aceitação de 95,5% para produzir classes de interesse. As classes mapeadas foram Água, Área Agrícola, Cerrado, Fragmento Florestal, Mancha Urbana, Pastagem e Solo exposto.

Depois da classificação é gerado o mapa da cobertura do solo (Figura-10) através da opção mapeamento de classes geradas do *software* SPRING. As cores das classes podem ser escolhidas conforme o desejável na apresentação.

Para a verificação da qualidade dos resultados da classificação da imagem, foi realizada a coleta de pontos de controle através do GPS de navegação, com o objetivo de verificar a precisão do mapa de cobertura do solo. Conforme as Figuras 6 e 7 esse processo foi determinante para mapear as classes de fragmento florestal e cerrado, devido à dificuldade de diferenciar as duas classes na pré-classificação. A resolução da imagem não proporcionou



visualização satisfatória para determinar essas classes. Entretanto o trabalho de campo com auxílio da utilização do software Google Earth que dispõe de imagem Ikonos da região possibilitou a classificação necessária ao projeto.



Figura 6 – Área que representa o cerrado próximo à represa de Vargem das Flores. Coordenadas X= 589690 e Y =7799901  
UTM – SAD 69



Figura 7 – Área que representa o Fragmento florestal característico de Cerradão encontrado na bacia hidrográfica de Vargem das Flores  
Coordenadas X=589792 e Y =7805094

UTM – SAD 69



## 6.5 - DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE

Para o levantamento das Áreas de Proteção Permanente (APPs) foi utilizado o Código Florestal (Lei 4.771 de 1965) e a resolução nº. 303 do CONAMA. Segundo o Código florestal as APPs são determinadas pela faixa de influência em torno de cada elemento (*buffer*) protegido legalmente. A Figura 8 mostra um esquema a descrição das APPs e o procedimento adotado para seu mapeamento:

Descrição das categorias de APPs	Procedimento
Encostas com declividade superior a 45°	Extrair do mapa de declividade
Terço superior dos morros	Mapear o último terço de diferença entre o ponto mais baixo e ponto mais alto da encosta (MNT)
Terço superior dos morros nas sub-bacias	Mapear o último terço de diferença entre o ponto mais baixo e ponto mais alto da encosta na sub-bacia (MNT)
Nascentes e suas áreas de contribuição	Buffers de 50 metros
Margens dos Cursos d`água	Buffers de 30 metros
Represas	Buffers de 100 metros

Figura 8 - Medidas e métodos para determinação das Áreas de preservação permanente conforme a legislação ambiental

A Análise da Figura 8 demonstra como o mapa de Área de Proteção Permanente foi elaborado com apoio do software ACVIEW 9.2, utilizando os procedimentos de *buffers* e também do Modelo Numérico de Terreno. A declividade superior a 45° (APP-1) foi extraída do mapa de declividades utilizando o comando *Select by Attributes*. As nascentes e suas áreas de contribuição (APP-4), as margens dos cursos d`água (APP-5), a represa (APP-6) foram realizadas com a ferramenta *Proximity/Buffer*.

O Terço superior dos morros (APP-2) foram extraídos do mapa Hipsométrico usando a função *3D Analyst / Reclassify*, no qual, foi reclassificado o último terço de diferença altimétrica entre ponto mais baixo e ponto mais alto da encosta, calculado pela altimetria fornecida na base GEOMINAS. O valor máximo de altimetria é subtraído do último terço da diferença da encosta. O Terço superior de morros em sub-bacias (APP-3) também foi extraído do mapa hipsométrico, e usado o mesmo método de cálculos da APP-2. Porém a diferença mínima e máxima de altimetria abordada foi nas sub-bacias. Para aplicar essa etapa, realizamos o mapeamento das sub-bacias e depois usamos a função *Spatial Analyst Tools / Zonal Statistics as Table*, que possibilitou perceber que as medidas de altitude mínimas e máximas eram diferentes nas demais sub-bacias obtendo, portanto terços superiores de topos de morros distintos da APP-2.

## **6.6 - ÁREAS DE CONFLITOS DE USO DO SOLO**

Os mapas de Áreas de Proteção Permanente e o mapa da cobertura do solo obtidos na imagem LandSat foram sobrepostos por ferramenta disponível no módulo de Análise *Arc Toolbox* do *software* ARCIW 9.2. Em seguida as ocorrências de conflito de acordo com as classes de uso foram identificadas através de combinações que revelam os graus conflitantes e sem conflito, conforme esquema da figura 9:

Tipo de Conflito	Combinações dos cálculos		
Conflitante	APPs	&	Cobertura
	APP-1 Declividades superior a 45° APP-2 Terço superior de morros APP-3 Terço superior de morros sub-bacias APP-4 Nascentes APP-5 Cursos d`água APP-6 Represa		Área Agrícola Mancha Urbana Pastagem Solo Exposto
Sem Conflitos	APPs	&	Cobertura
	APP-1 Declividades superior a 45° APP-2 Terço superior de morros APP-3 Terço superior de morros sub-bacias APP-4 Nascentes APP-5 Cursos d`água APP-6 Represa		Cerrado Fragmento Florestal
Conflitos com Atenção Especial	APPs	&	Cobertura
	APP-5 Cursos d`água APP-6 Represa		Mancha Urbana Solo Exposto
Conflitos de uso do solo			

Figura 9 – Considerações de conflito entre APPs e cobertura do solo

Para realizar o cruzamento das informações entre as ocupações territoriais com as áreas preservadas por lei, os arquivos vetoriais foram transformados para *raster*, onde foi utilizada a função *Map Algebra* para realizar os cruzamentos.

## 6.7 - CALCULOS DAS ÁREAS DE CONFLITO DO USO DO SOLO

Os cálculos de área das áreas de proteção permanente e da cobertura do solo foram realizados através das funções *Field Calculator / To Calculate area* do software ACVIEW 9.2. Logo depois foram montadas as tabelas para extrair os resultados para validação do grau dos conflitos existentes na bacia hidrográfica de Vargem das Flores.

## 7- RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 COBERTURA DO USO DO SOLO

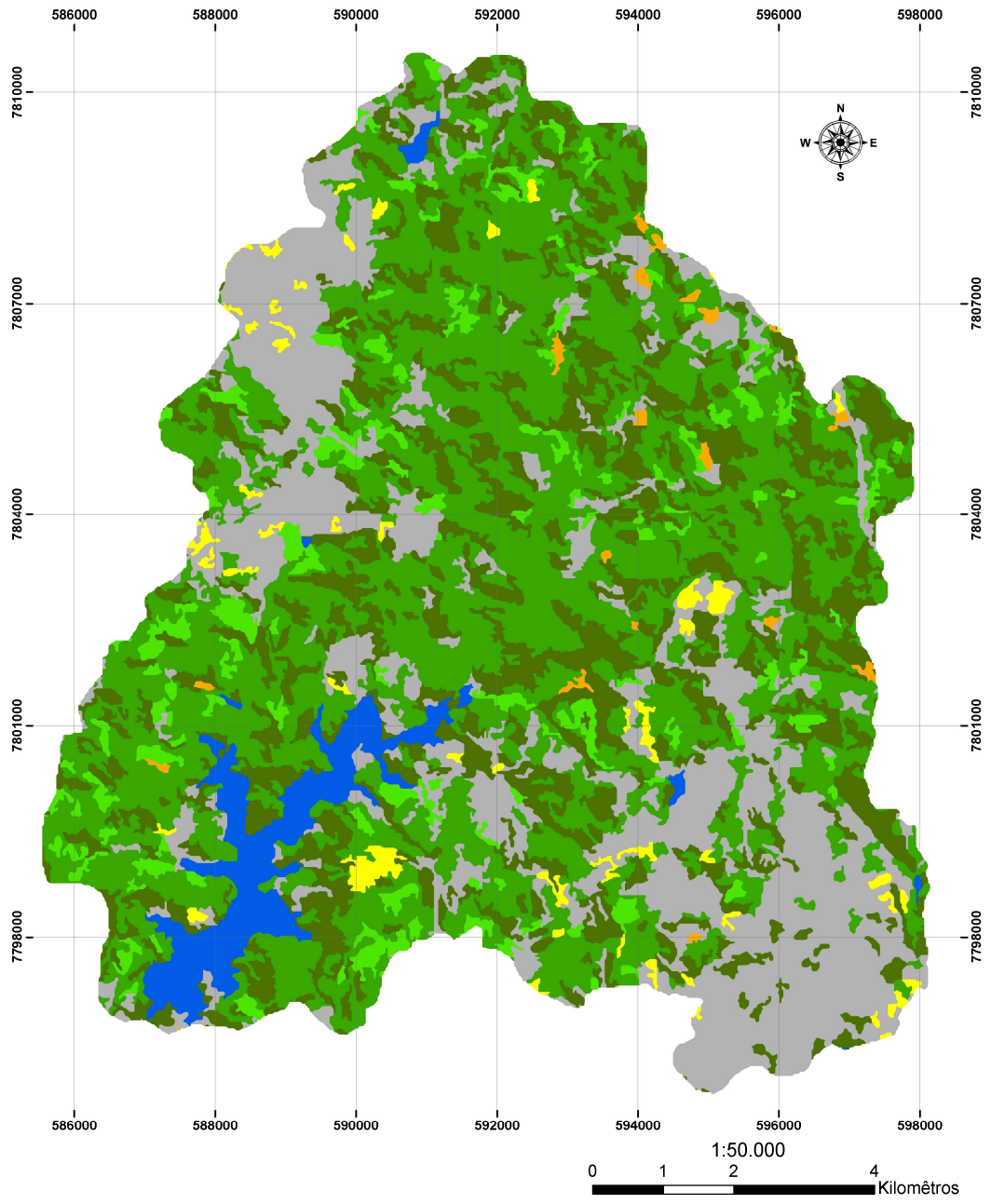
Em relação às classes mapeadas (Figura-10), a tabela 1 demonstra que o Cerrado e a Mancha Urbana foram às classes com maior ocorrência, com 5.183,09 e 2875,49 ha respectivamente. Em porcentagens o cerrado representa 41,95, já a Mancha Urbana 23,28 do total da área mapeada. Por outro lado a Área Agrícola (61,45 há) e a Água foram às classes que apresentaram menores contribuições na composição da paisagem.

Tabela 1 : Classes de uso do solo mapeadas na imagem de satélite Landsat ETM+ de 2002 na Bacia hidrográfica Vargem das Flores

N	Classe de uso e ocupação	Área	
		(ha)	(%)
	Água	495,71	4,01
	Área Agrícola	61,45	0,49
	Cerrado	5183,09	41,95
	Fragmento Florestal	2838,81	22,97
	Mancha Urbana	2875,49	23,28
	Pastagem	696,29	5,64
	Solo Exposto	204,96	1,66
	Total	12355,8	100

Considerando que as atividades antrópicas sujeitam os processos críticos referentes a impactos no meio ambiente e também são responsáveis pela transformação da paisagem natural constatou-se que as classes Área Agrícola (0,49%), Mancha Urbana (23,28%), Pastagem (5,64%) e Solo exposto (1,66%) corresponderam a 31,07 % do total da área. A participação dessas classes na composição da paisagem revela processos de antropização em áreas determinadas da bacia comprometendo principalmente os recursos hídricos. Entretanto, a participação das classes pertencentes ao sistema natural, Água (4,01%), cerrado (41,95%) e Fragmento Florestal (22,97 %) correspondeu a 68,93 % do total da área. A expressiva participação dessas classes na bacia hidrográfica de Vargem das Flores demonstra que esse sistema ambiental encontra-se em bom estado de preservação, porém, é importante salientar que mesmo com uma intensificação menor da ação antrópica na bacia é preciso ficarmos atentos, pois os setores de conflito estão intimamente ligados à qualidade da água na represa de Vargem das Flores. Este assunto será abordado mais adiante.

# Cobertura do Solo



<p>Curso de Especialização em Geoprocessamento</p> <p>Departamento de Cartografia Instituto de Geociências - UFMG</p> <p>Fonte de dados: Geominas imagem Landsat ETM+ Composição RGB - 543</p>	<p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> Água</li> <li><span style="color: green;">■</span> Cerrado</li> <li><span style="color: darkgreen;">■</span> Fragmento Florestal</li> <li><span style="color: grey;">■</span> Mancha Urbana</li> <li><span style="color: lightgreen;">■</span> Pastagem</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> Solo Exposto</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Área Agrícola</li> </ul>	<p>Localização em Minas</p>	<p>Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores Contagem - MG</p>		
			<p>Mapa: Cobertura do solo</p> <p>Responsável Técnico: Daniel Martins Sampaio</p> <p>Data: 12/12/2007      Sist. de Coordenadas: UTM      Datum: SAD-69</p>		

Figura 10 - Mapa da Cobertura do Solo

## 7.2 ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE

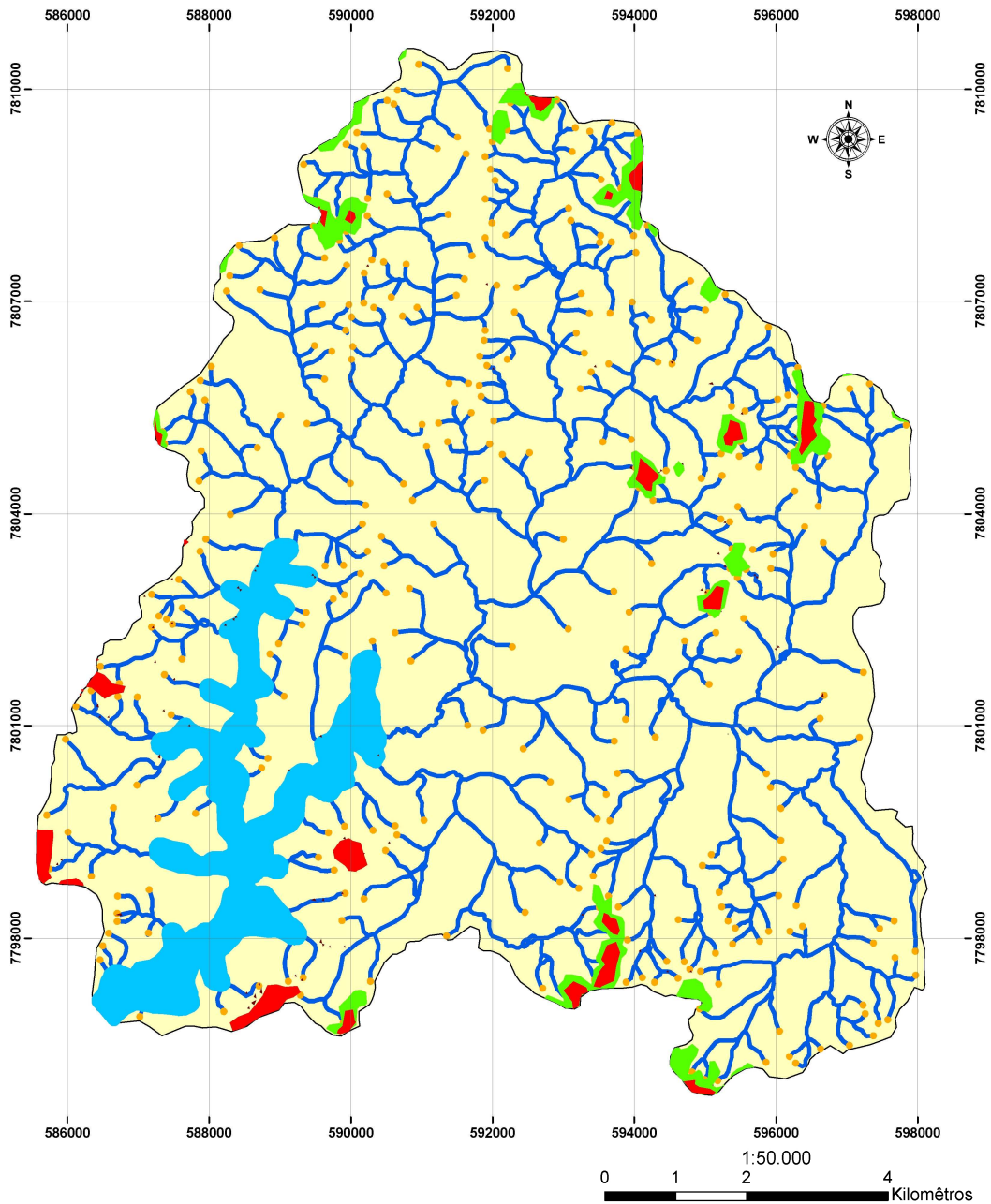
A metodologia de delimitação aplicada neste trabalho possibilitou identificar e quantificar as categorias de APPs situadas em declividades superiores a 45° (APP1), no terço superior dos morros baseado em toda bacia (APP2), no terço superior dos morros em sub-bacias (APP3), nas nascentes e suas áreas de contribuição (APP4), nas margens dos cursos d'água (APP5) e a represa (APP6) conforme mapa de áreas de preservação (Figura -11).

Na análise da Tabela 2 podemos observar que a menor e a maior participação entre as categorias de APPs consistiu nas APP-1 e APP-5, com 6,76 há (0,22%) e 1.853,9 ha (60,84%) respectivamente. As APPs ocuparam um área de 3.047,15, de um total de 12.355,8 da área da bacia representando 24,66% de áreas legalmente protegidas. Ao verificar a maior APP mapeada (APP5) percebe-se que essa está diretamente ligada à qualidade das águas na represa de vargem das flores, que possui a segunda maior área de preservação (APP-6) em participação com 416 ha (13,65%). Conforme Elmiro (2005) podemos dizer que essas APPs possuem maior influência na qualidade da água na bacia por serem situadas as margens dos recursos hídricos e também por representarem as maiores áreas dentro da bacia atuando como protetora nos assoreamentos de nascentes e rios, cursos d'água e reservatórios de água.

Tabela 2: Quantidade das APPs mapeadas na bacia hidrográfica de Vargem das Flores:

Descrição das categorias de APPs	Categorias de APPs	Área	
		(ha)	(%)
Encostas com declividade superior a 45°	APP1	6,76	0,23
Terço superior dos morros	APP2	146,84	4,82
Terço superior dos morros nas sub-bacias	APP3	345,91	11,35
Nascentes e suas áreas de contribuição	APP4	277,74	9,11
Margens dos Cursos d'água	APP5	1853,9	60,84
Represas	APP6	416,0	13,65
<b>Total</b>		<b>3047,15</b>	<b>100</b>

# Áreas de Proteção Permanente - APP



<p>Curso de Especialização em Geoprocessamento</p> <p>Departamento de Cartografia Instituto de Geociências - UFMG</p> <p>Fonte de dados: Geominas</p>	<p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> APPs superior dos morros (APP-2)</li> <li><span style="color: green;">■</span> APPs superior dos morros nas sub-bacias (APP-3)</li> <li><span style="color: brown;">■</span> APPs declividade superior a 45° (APP-1)</li> <li><span style="color: orange;">■</span> APPs de nascentes (APP-4)</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> APP Represa (APP-6)</li> <li><span style="color: darkblue;">■</span> APPs cursos d'água (APP-5)</li> <li><span style="background-color: yellow;">■</span> Fundo</li> </ul>	<p>Localização em Minas</p>	<p>Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores Contagem - MG</p> <p>Mapa: Áreas de Proteção Permanente - APP</p> <p>Responsável Técnico: Daniel Martins Sampaio</p>		
			<p>Data: 12/12/2007</p>	<p>Sist. de Coordenadas: UTM</p>	<p>Datum: SAD-69</p>

Figura 11 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente



### 7.3 - CONFLITO NO USO DO SOLO

As classes identificadas na cobertura do solo foram divididas em dois sistemas. O primeiro é o antrópico que representa as classes Área agrícola, Mancha Urbana, Pastagem e Solo Exposto. O Segundo sistema é o natural com as classes Fragmento Florestal, Cerrado e Água. As classes mapeadas estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas, porém apenas as pertencentes ao sistema antrópico caracterizam o conflito de uso do solo, pois são resultados da ação humana na transformação da paisagem. Do total de 3.047,15 ha referentes às APPs, 875 ha (28,71%) estão afetados por uso indevido, 2172,15 ha (71,29%) são pertencentes as classes do sistema natural, portanto o uso devido.

Analisando a Tabela 3 percebe-se que as classes Pastagem e Mancha Urbana ocuparam a maior parte das APPs, com 163,02 ha (5,35%) e 640,49 ha (21,02%) respectivamente. A área de APP que foi mais afetada por essas duas classes é a APP-5, com 92,15 ha de infração feita pela pastagem e 394,41 ha de infração pela Mancha Urbana. Por outro lado observou-se que as classes caracterizadas como sistema natural ocorreram com valor considerável de 71,28% nas APPs, sendo o Fragmento Florestal 960,78 ha e cerrado 1211,37 ha os responsáveis. Em relação aos Fragmentos Florestais é importante lembrar que eles representam o Cerradão e também as matas de vales preservadas que existem na floresta nativa da bacia de Vargem das Flores.

Tabela 3 : Identificação em valores da ocorrência de conflito de uso do solo nas categorias de APPs delimitadas na bacia hidrográfica de Vargem das Flores.

Classes uso do solo		Categorias de APPs Área (ha)						Total Área	
		APP1	APP2	APP3	APP4	APP5	APP6	(ha)	(%)
Sistema Antrópico	Área agrícola			3,04	1,95	16,65	1,21	22,85	0,76
	Mancha Urbana	0,69	15,02	94,83	59,61	394,41	75,93	640,49	21,02
	Pastagem	0,67	7,71	13,48	9,97	92,15	39,04	163,02	5,35
	Solo exposto	0,13	12,76	14,61	5,71	15,43		48,64	1,59
Sistema Natural	Frag. Florestal	2,68	42,78	99,04	81,79	614,57	119,92	960,78	31,53
	Cerrado	2,59	68,57	120,91	118,71	720,69	179,9	1211,37	39,75
	Água								
Total		6,76	146,84	345,91	277,74	1853,9	416	3047,15	100

Ainda na Tabela 3 podemos verificar que a classe Área Agrícola é a que menos ocorreu nas APPs gerando o conflito em quatro das seis APPs mapeadas. Além disso, no Sistema Antrópico as classes Mancha Urbana e Pastagem geraram conflito em todas as APPs. Isso pode significar que elas representam as áreas onde existem os principais conflitos na bacia, considerando também o solo exposto, necessitando de uma atenção especial. A qualidade da água na represa pode ser dependente dos avanços antrópicos decorrentes em maior parte nessas duas classes devido sua extensão na bacia, porém é certo que os conflitos nas outras APPs também são considerados. Outro fator interessante na Tabela 3 identificado foi perceber que mesmo ocorrendo o conflito das classes antropicas nas APPs, todas elas tiveram a ocorrência do sistema natural em maior quantidade. Sendo assim, podemos entender que a configuração ambiental da bacia se encontra em um estado positivo de preservação. Entretanto tendo as classes Mancha Urbana e Pastagem em maior ocorrência nas margens dos cursos d'água (APP-5) significa um alerta diante da manutenção da qualidade da água na represa como podemos verificar na Figura -12.

## Conflito entre APPs e Uso do Solo

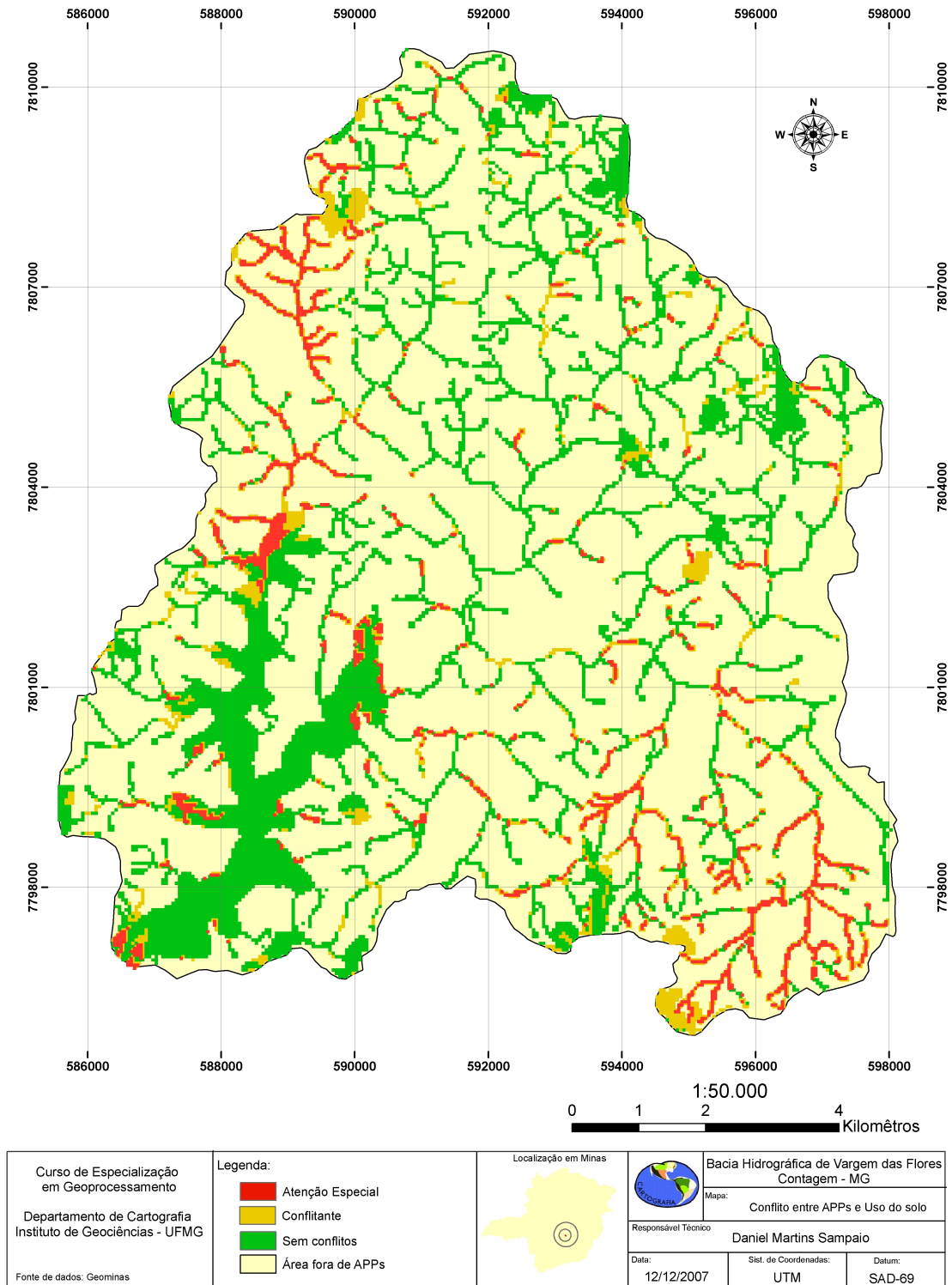


Figura 12 - Mapa Conflito entre APPs e Uso do Solo

O Conflito de uso na bacia hidrográfica de Vargem das Flores encontra-se em estado não tão significativo, com 28,71% das atividades antrópicas sendo desenvolvidas nas áreas de proteção permanente. Observando a Tabela 4, nota-se que o uso indevido no sistema Antrópico perfaz um total de 875 ha (22,80%). Do total de 2.875,49 ha da maior classe antropica mapeada (Mancha Urbana), 640,49 ha (22,28%) ocorreram em APPs e 2235 ha (77,72%) ocupou as áreas legais.

Tabela 4 : Identificação em valores das áreas ocupadas pelas classes de uso do solo em observância à legislação ambiental na bacia hidrográfica de Vargem das Flores

Classes da Cobertura do solo	Sistema Antrópico		Ocorrência				
			Uso devido		Uso indevido		Total
			(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)
	AG	Área agrícola	38,60	62,82	22,85	37,18	61,45
PG	Pastagem	533,27	76,59	163,02	23,41	696,29	
SE	Solo exposto	156,32	76,27	48,64	23,73	204,96	
MU	Mancha Urbana	2235	77,72	640,49	22,28	2875,49	
Total		2963,19	77,20	875	22,80	3838,19	
	Sistema Natural		Ocorrência				
			Outras Áreas		Categorias de APPs		Total
			(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)
	CE	Cerrado	3971,72	76,63	1211,37	23,37	5183,09
	FR	Fragmento Florestal	1878,03	66,15	960,78	33,85	2838,81
AG	Água						
Total		5849,75	72,92	2172,15	27,08	8021,9	

Já as classes do sistema natural ocuparam 2.172,15 ha das categorias de APPs. Deste total a maior parte está coberta pela classe cerrado, com 1211,37 ha seguida da classe fragmento florestal com 960,78 ha.

## 8 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

As principais conclusões extraídas dos resultados e discussões do trabalho podem ser resumidas nos seguintes tópicos:

Tendo como finalidade elaborar o mapa de áreas de conflito de APPs no uso do solo da bacia hidrográfica de Vargem das Flores e identificar a ocorrência de conflito na bacia com base na Resolução n. 303 do CONAMA e no Código Florestal Brasileiro utilizando as técnicas de geoprocessamento, o trabalho contribuiu para a discussão entorno da questão da legislação ambiental e sua aplicabilidade.

A adoção do SIG permitiu o tratamento e cruzamentos dos dados necessários para a determinação tanto das áreas de preservação permanente como também para mapear os conflitos existentes entre as APPs e o uso do solo na área de estudo.

A utilização da imagem LandSat ETM+ permitiu a elaboração do mapeamento de 07 classes, contando com validações de campo e demarcações de pontos com GPS. Portanto recomenda-se precaução na utilização das medidas em hectares extraídas da imagem LANDSAT por *softwares* de SIG, devido à resolução da imagem e eventuais problemas de registro.

No mapeamento das áreas de proteção de topos de morros foi necessário um grande esforço interpretativo, porém quando aplicamos uma metodologia de análise específica do espaço geográfico na bacia os resultados foram positivos. Ao determinar a APP-2 (topo de morro) partimos da diferença altimétrica mínima e máxima dos morros considerando toda bacia, conforme determinado em lei, no qual, o mapeamento foi insatisfatório. Entretanto, observando a demanda de um resultado mais atrativo, foi sugerido a mesma abordagem em espaço geográfico determinado a sub-bacia hidrográfica. Sendo assim observamos que a área mapeada de topos de morro aumentou (formando a APP-3) devido à diferença altimétrica nas sub-bacias ter sido menor; resultado este que recomendamos para a delimitação da APP topo de morro conforme determinado na legislação. Consideramos ainda que seja necessário rever o texto da lei para não gerar tanta ambigüidade de interpretação entre os

profissionais. Talvez especificar um espaço geográfico de análise possa ser interessante para essa abordagem.

A área total da bacia hidrográfica de Vargem das Flores correspondeu a 12.355,8 ha, dos quais 31,07% são cobertos pelo sistema antrópico e 68,98% pelo sistema natural. Sendo assim através dos resultados obtidos grande parte da bacia é dotada de boa preservação ambiental.

As categorias de áreas de preservação permanentes situadas nas margens dos cursos d'água, encostas com declividades superiores a 45 graus, nascentes e áreas de contribuição, terço superior de morro, terço superior de morro das sub-bacias ocuparam 3047,15 ha (24,66%) da área total da bacia. Dentre esses a que deteve maior ocorrência foi às APPs nas margens dos cursos d'água, com 1853,9 ha (60,84%). Devido sua extensão e participação na manutenção hídrica, essa APP na bacia de Vargem das Flores se destaca das demais para manter o controle da qualidade da água na represa. A urbanização na bacia é um fator agravante devido à sua expansão estar em conflito direto com os cursos d'água. Sendo assim, mesmo sendo o sistema antrópico uma ocorrência menor na bacia, sua intervenção nas APPs precisa ser cuidada. No mapa de conflitos de Apps e Uso do solo, a área com atenção especial, revela grande impacto ambiental entre as classes Mancha Urbana, Solo exposto com as APPs nas margens dos cursos d'água. Assoreamentos e lançamentos de esgoto estão comprometendo rapidamente a qualidade da água na represa nesses espaços que necessitam de uma intervenção rápida para minimizar os impactos na represa.

O mapeamento de origem para a elaboração da digitalização da hidrografia fornecida pelo Geominas é datado de meados de 1965. Observa-se que encontramos problemas na delimitação da represa conjugada com a classificação da cobertura do solo extraída da imagem LANDSAT de 2002. Na base Geominas à represa tem uma área maior expressada na porção noroeste, diferentemente do que foi encontrado na classificação. Analisamos a carta topográfica original e percebermos o mesmo fato, ou seja, a área da represa era combatível com a base Geominas. Porém em consulta ao software Google Earth e também o trabalho de campo verificamos que a lagoa correspondia à classificação de uso do solo, por este fato sugere-se considerar a base alguns

problemas de digitalização. Portanto quanto a APP-6 especialmente na porção noroeste da bacia recomendamos cautela para utilização dessa demarcação de APP. Por fim concluímos que o geoprocessamento é uma importante ferramenta para análise e determinação das áreas de preservação permanente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Guilherme Agostinho Pletikoszits de - *Geoprocessamento no diagnóstico municipal de Ouro Preto como subsídio para construção de Plano Diretor*, Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia, 2006.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.

CHRISTOFOLETTI, Antônio – *Modelagem de sistemas ambientais*; 1ª edição – São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

ELMIRO, Marcos Antônio Timbó, Charles Rezende Freitas, Luciano Vieira Dutra, Gilmar Rosa. *Análise da Redução do Índice de Qualidade da Água (IQA) Utilizando Ambientes de Geoprocessamento* – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; 2005

MOURA, Ana Clara Mourão, 2003 – *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano* – 2ª. ed. – Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2005

NASCIMENTO, Melchior Carlos D. Vicente Paulo Soares. *Uso do Geoprocessamento na Identificação de Conflito de uso da Terra em áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo.*; *Ciência Florestal*, ano/vol. 15, número 002 – Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, Brasil. Pp. 207-220 – 2005

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. São Paulo, Editora Edgard Blücher LTDA, 1992.

RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares, Vicente Paulo Soares, Ângelo Marcos Santos Oliveira e José Marinaldo Gleriani. *o desafio da delimitação de áreas de preservação permanente*; *Sociedade de Investigações Florestais-Viçosa-MG*, v.29, n.2, p.203-212, 2005.



SANTOS, Eduardo Prates. Vargem das Flores: Diagnóstico ambiental e proposições para recuperação das áreas degradadas – 1999.

SILVA, Jorge Xavier; Ricardo Tavares Zaidan (Organizadores) – Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

TUCCI, Carlos E. M; Rubens La Laina Porto, Mário T. de Barros; Drenagem Urbana – Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade UFRGS, 1995.

Referências de Internet:

University of Maryland - GLCF: Earth Science Data Interface. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080.jsp>>. Acesso em: 08/07/2007