

Filipe Todde Castro Pedra

ANÁLISE DA COBERTURA  
VEGETAL NAS ÁREAS DE APP DA  
BACIA DO RESERVATÓRIO VÁRZEA  
DAS FLORES - MG

XV Curso de Especialização em  
Geoprocessamento

2014



UFMG

Instituto de Geociências  
Departamento de Cartografia

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha  
Belo Horizonte  
cartografia@igc.ufmg.br

**FILIPPE TODDE CASTRO PEDRA**

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL NAS ÁREAS DE APP DA BACIA DO  
RESERVATÓRIO VÁRZEA DAS FLORES – MG**

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. Marcos Antônio Timbó Elmiro

**Belo Horizonte**

**2014**

ii

P371a  
2014

Pedra, Filipe Todde Castro.

Análise da cobertura vegetal nas áreas de APP da bacia do reservatório Várzea das Flores – MG [manuscrito] / Filipe Todde Castro Pedra. – 2014.

35 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Marcos Antônio Timbó Elmiro.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2014.

Bibliografia: f. 23-25.

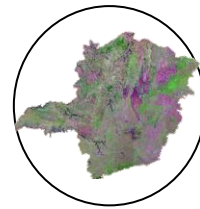
1. Áreas de conservação de recursos naturais. 2. Proteção ambiental. 3. Vegetação – Mapeamento – Minas Gerais. 4. Sistemas de informação geográfica. I. Elmiro, Marcos Antônio Timbó. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 528(815.1)



**Curso de Especialização em  
Geoprocessamento**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MINAS GERAIS**

Av. Antonio Carlos 6627,  
Belo Horizonte, MG, 31.270-901  
Tel: 55 31 3409-5416  
[www.csr.ufmg.br/geoprocessamento](http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento)



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL NAS ÁREAS DE APP DA BACIA DO  
RESERVATÓRIO VÁRZEA DAS FLORES – MG**

**Aluno: Filipe Todde Castro Pedra**

Monografia defendida em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento.

Aprovada em 11 de dezembro de 2014, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

---

Prof(a). Dr. Marcos Antônio Timbó Elmiro – Orientador  
UFMG

---

Prof(a). Dr. Plínio da Costa Temba  
UFMG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à geógrafa Déborah Coura pela colaboração no desenvolvimento do trabalho, ao orientador professor Marcos Antônio Timbó Elmiro, ao professor da banca Plínio da Costa Temba, a todos os demais professores que lecionaram no decorrer do curso, aos colegas da especialização e a todos que contribuíram para a realização da especialização e da monografia.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a adequabilidade da cobertura vegetal das áreas de APP da bacia hidrográfica do reservatório de Várzea das Flores com a legislação ambiental em vigor. Para isso, foi utilizada imagem de satélite obtida através da base *Imagery* presente na ferramenta ArcGis online, na versão ArcGis 10.1 do software. Para desenvolver a análise foi feita a delimitação das áreas de proteção permanente (APPs) e vetorização das áreas com cobertura vegetal e das áreas desmatadas/construídas, para dessa forma obter os percentuais de cada uma. Foram desenvolvidos mapas temáticos para demonstrar esse resultado e também caracterizar a área de estudo, contribuindo para a compreensão dos fenômenos que atuam na degradação de importantes áreas ambientais protegidas por lei.

Palavras Chave: Área de Preservação Permanente, Cobertura Vegetal, ArcGis Online

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELA .....	ix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	x
1 – INTRODUÇÃO .....	1
2 – OBJETIVOS .....	4
2.1 – Objetivo geral .....	4
2.2 – Objetivos específicos .....	4
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 - Geotecnologias.....	5
3.2 Áreas de preservação permanente .....	6
4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	9
4.1 – Geologia.....	11
4.2 – Geomorfologia.....	11
4.3 – Clima.....	12
4.4 – Vegetação.....	12
4.5 – Solo.....	12
5.1 – Organização da base cartográfica .....	14
5.2 – Definição das áreas de APP e produção dos mapas de adequação à legislação ambiental ...	14
5.3 – Produção de mapas temáticos para estudo da adequação nas áreas de APP.....	15
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico da População urbana e rural em 1970 e 2010.....	3
Figura 2 - Mapa de localização da bacia do reservatório Várzea das Flores.....	9
Figura 3 - Fluxograma dos Procedimentos metodológicos e analíticos. ....	13
Figura 4 - Mapa de declividade da bacia do reservatório Várzea das Flores. ....	16
Figura 5 - Mapa de modelo digital de elevação da bacia do reservatório Várzea das Flores.....	17
Figura 6 - Mapa de pedologia da bacia do reservatório Várzea das Flores.....	18
Figura 7 - Mapa de cobertura vegetal da bacia do reservatório Várzea das Flores. ....	19
Figura 8 - Mapa de hidrografia da bacia do reservatório Várzea das Flores.....	20
Figura 9 - Mapa de APP da bacia do reservatório Várzea das Flores. ....	21
Figura 10 - Mapa de adequação da cobertura vegetal em APP da bacia do reservatório Várzea das Flores.....	22

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Sistema de imagens de satélite do ArcGis Online..... 8

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

APP – Área de Preservação Permanente

COMAG - Companhia Mineira de Água e Esgotos

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

ha - Hectares

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICOLD - Comissão Internacional de Grandes Barragens

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

km – Quilômetros

m – Metros

NASA - National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos da América)

PLANASA - Plano Nacional de Saneamento

RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte

SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Águas e Esgotos

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

ZEIT - Zona Especial de Interesse Turístico

ZOR - Zona de Ocupação Restrita

WGS – World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

## 1 – INTRODUÇÃO

A questão ambiental está na pauta de discussões político-econômicas no cenário internacional, tendo em vista a degradação dos recursos naturais e as alterações climáticas que vem causando prejuízos para a humanidade e para os ecossistemas terrestres, principalmente após a primeira Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra no século XVIII, que desencadeou o processo de desenvolvimento tecnológico e a expansão desse modelo de industrialização em todos os continentes. A economia industrial baseou-se desde o início no crescimento sustentado pelo uso de recursos naturais para a produção de energia e matéria prima, explorando de forma predatória e despejando poluentes e resíduos, como pode ser visto em MUELLER (2004).

No Brasil esse quadro negativo, econômico e ambiental, vem acompanhando a tendência global, através das atividades industriais, agropecuárias, comerciais e pela falta de planejamento urbano. Esses setores da sociedade muitas vezes não estão adequados à Legislação Ambiental do país e/ou simplesmente não possuem projetos e planejamentos que prezem pela minimização dos impactos ambientais. Vale ressaltar que a própria Legislação Ambiental da Federação, dos Estados e dos Municípios possui diversos pontos polêmicos e muitas vezes não consegue garantir a proteção dos ecossistemas.

Desta forma, a análise e o monitoramento do uso do solo do território nacional através do Geoprocessamento é uma ferramenta imprescindível para o desenvolvimento de políticas públicas que garantam a preservação dos recursos naturais e possibilite o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável. Nesse sentido um dos elementos cruciais para a vida vem sofrendo grandes impactos, que é o caso dos recursos hídricos. A enorme carga de dejetos, o desmatamento das áreas de APP (Área de Proteção Permanente), a precariedade e/ou obsolescência dos sistemas de tratamento e abastecimento, o uso irracional e a demanda cada vez maior pela água configuram-se como desafios a serem superados.

Partindo desse pressuposto, torna-se extremamente relevante a análise do uso do solo e da adequação das áreas de APP do reservatório de Várzea das Flores, que se configura como um importante manancial de abastecimento, principalmente dos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Betim, municípios mais populosos e desenvolvidos economicamente da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

A RMBH foi instituída no ano de 1973 através da Lei Complementar Federal nº 14/73, que também concebeu outras sete regiões metropolitanas no Brasil, sendo elas as regiões metropolitanas de São Paulo, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Inicialmente, a RMBH era composta por 14 municípios: Belo Horizonte, Betim, Caeté, Contagem, Ibirité, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano. Em 1993, houve a inclusão dos municípios de Brumadinho, Esmeraldas, Igarapé, Matheus Leme, Juatuba e São José da Lapa. Ainda na década de noventa, no ano de 1997, mais seis municípios são incorporados: Florestal, Rio Manso, Confins, Mário Campos, São Joaquim de Bicas e Sarzedo. No ano 2000, os municípios de Baldim, Capim Branco, Jaboticatubas, Taquaraçu de Minas, Itaguara, Matozinhos e Nova União também são incorporados. O último município a ser agregado foi Itatiaiuçu, no ano de 2002.

A implementação da RMBH acompanhou o processo de crescente urbanização da população brasileira, sendo que foi justamente na década de 70 que a população urbana do Brasil passou a ser mais numerosa que a rural. Juntamente com esse processo de urbanização, o modelo econômico industrial também experimentava um notável crescimento, tendo em vista o tardio processo de industrialização do país.

Esse modelo de sociedade urbano-industrial foi desenvolvido no Brasil visivelmente sem um planejamento que levasse em conta todas as suas peculiaridades, uma vez que podemos observar os efeitos dessa política nos diversos problemas de natureza social, econômica e ambiental. De acordo com SANTOS (2008) a partir das décadas de 1940 e 1950, a lógica econômica e territorial da industrialização passa a prevalecer no cenário nacional, sendo esse um processo social complexo, que inclui a formação de um mercado nacional e da sua integração, como a expansão das diversas formas de consumo, que impulsiona as relações sociais e o próprio processo de urbanização. Essa nova base econômica nacional gera uma urbanização cada vez mais acelerada, com o crescimento demográfico principalmente das cidades médias, grandes e metrópoles.

O êxodo rural, que segundo ALENTEJANO (2000) foi impulsionado pela introdução do padrão produtivo da revolução verde, influenciando na concentração de terras, mecanização da produção agrícola, monopolização de insumos por empresas multinacionais, baixa remuneração do trabalho no campo, entre outros processos geradores

do êxodo, fez explodir o crescimento desordenado dos grandes centros urbanos receptores dessa massa de trabalhadores em busca de melhores condições de vida e de trabalho. Segundo CAMARANO e ABRAMOVAY (1998) a população rural do Brasil alcançou o seu maior número na década de 70, com mais de 40 milhões de habitantes, correspondendo a 44% do total nacional, sendo que desde essa época o meio rural vem sofrendo uma baixa demográfica relativa e absoluta, ao mesmo tempo em que ocorre aumento da população urbana. De acordo com dados do censo demográfico de 2010 do IBGE, a população rural e urbana passou pelas mudanças apresentadas na Figura 1.

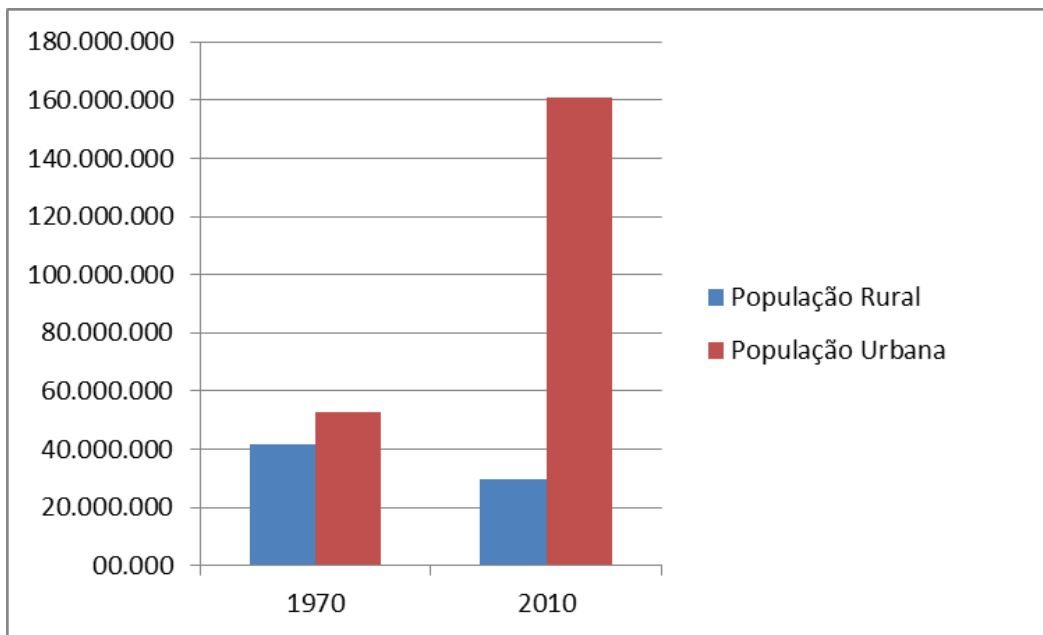


Figura 1 - Gráfico da População urbana e rural em 1970 e 2010.  
Fonte: IBGE, 2010

A falta de planejamento aliado ao vertiginoso crescimento do meio urbano e ao modelo político e econômico fez surgir uma série de problemas como o desemprego, pobreza, violência, falta de infraestrutura de diversos equipamentos urbanos, poluição e destruição dos recursos naturais, entre tantos outros relacionados a essa característica do crescimento urbano nas grandes cidades.

Dentre esses problemas citados, o presente trabalho tem como campo de estudo os problemas ambientais causados por este processo, mais especificamente a ação antrópica nas áreas de APP definidas por lei da represa Várzea das Flores.

## **2 – OBJETIVOS**

### ***2.1 – Objetivo geral***

Avaliar a adequação da cobertura vegetal nas áreas de APP da bacia hidrográfica da represa Várzea das Flores com a legislação ambiental em vigor através de ferramentas do Geoprocessamento, utilizando de recursos do software ArcGis.

### ***2.2 – Objetivos específicos***

- Analisar imagem de satélite da região onde está localizada a represa Várzea das Flores;
- Demonstrar o atual panorama das áreas de APP da bacia hidrográfica do reservatório através de mapas temáticos;
- Diagnosticar o nível da ação antrópica nas áreas de APP;
- Sugerir ações para a redução do impacto sobre essas áreas;
- Contribuir para o desenvolvimento de mais estudos acerca da área analisada;

### **3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### ***3.1 - Geotecnologias***

As ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicadas no Geoprocessamento podem ser usadas para diversas finalidades em várias áreas de estudo, facilitando a análise espacial e integrando a tecnologia com as necessidades públicas e privadas. Segundo BURROUGH (1986), um sistema de informações geográficas é um conjunto de ferramentas para capturar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real para aplicar em diversos estudos. Desta forma, por meio da tecnologia SIG, é possível aplicar suas ferramentas na análise ambiental dos territórios, garantindo uma melhor visualização através dos mapas temáticos, comprovado por ROSA (2007), onde é afirmado que os Sistemas de Informações Geográficas se constituem atualmente como ferramentas fundamentais nos estudos ambientais, subsidiando a tomada de decisões.

Uma dessas formas de análise ambiental refere-se ao uso e ocupação do solo de áreas urbanas, rurais e de proteção. De acordo com ZÜNDT (2006) a caracterização do uso e ocupação do solo pode ser compreendida como a forma pela qual o espaço urbano e rural são ocupados e utilizados pelo homem. A classificação dos elementos presentes em uma determinada área e a evolução dos mesmos pela ação antrópica ou natural pode ser utilizada com o objetivo de monitorar a adequabilidade dessas áreas com a Legislação Ambiental vigente. Assim, é possível utilizar esse sistema para as APPs. A importância de se estabelecer essas áreas é prioritariamente para a preservação dos recursos hídricos e suas áreas de recarga. Elas incluem uma faixa de terras ao longo das margens dos rios, nascentes, lagos e reservatórios de águas, as áreas muito íngremes, topos de morro e altitudes elevadas. São áreas de preservação exclusiva, não podendo ser utilizadas para atividades agropecuárias, extração florestal, exploração mineral, ocupação humana ou uso recreativo. No caso de áreas no entorno de mananciais, as APPs teoricamente visam proteger a qualidade da água por meio da proteção e manutenção da fauna, diminuição da erosão e do assoreamento causadas pelo desmatamento, redução da emissão de esgoto residencial gerado por ocupações irregulares.

### 3.2 Áreas de preservação permanente

As áreas de preservação permanente (APP) são definidas, de acordo com a Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013 do Novo Código Florestal de Minas Gerais, como:

“Das Áreas de Preservação Permanente:

Art. 8º Considera-se APP a área, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

Essas áreas consideradas como APP, são delimitadas de acordo com as seguintes normas:

Art. 9º Para os efeitos desta Lei, em zonas rurais ou urbanas, são APPs:

I - as faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros, medidas a partir da borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 m (trinta metros), para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;
- b) 50 m (cinquenta metros), para os cursos d'água de 10 m (dez metros) a 50 m (cinquenta metros) de largura;
- c) 100 m (cem metros), para os cursos d'água de 50m (cinquenta metros) a 200 m (duzentos metros) de largura;
- d) 200 m (duzentos metros), para os cursos d'água de 200 m (duzentos metros) a 600 m (seiscentos metros) de largura;
- e) 500 m (quinhentos metros), para os cursos d'água de mais de 600 m (seiscentos metros);

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa de proteção, com largura mínima de:

- a) 30 m (trinta metros), em zonas urbanas;
- b) 50 m (cinquenta metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja inferior a 20 ha (vinte hectares) de superfície;
- c) 100 m (cem metros), em zonas rurais cujo corpo d'água seja superior a 20 ha (vinte hectares) de superfície;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa de proteção definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de 50 m (cinquenta metros);

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento), na linha de maior declive;

VI - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa não inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais;

VII - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 m (cem metros) e inclinação média maior que 25º (vinte e cinco graus), as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

VIII - as áreas em altitude superior a 1.800m (mil e oitocentos metros);

IX - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 m (cinquenta metros), a partir do término da área de solo hidromórfico.”

(MINAS GERAIS, 2014).

A aplicação da lei ambiental em áreas de APP ocorre no sentido de instituir legalmente uma proteção constitucional dos elementos naturais que se encontram na delimitação dessas áreas. Porém existem muitas discussões sobre a aplicação da lei, uma vez que houve mudanças nos limites de áreas de APPs no Novo Código Florestal de Minas Gerais, reduzindo sua abrangência e possivelmente comprometendo os ecossistemas.

Além disso, segundo NEWMANN et.al. (2002) a legislação ambiental brasileira está baseada em normas e regulamentações que padronizam a sua aplicabilidade nos diferentes ambientes, deixando de lado a heterogeneidade ambiental do território nacional, uma vez que todo problema ambiental possui relações com as características ecológicas do lugar onde ocorre. Complementarmente, de acordo com LITTLE et.al. (2003) a meta comum de se estabelecer um meio ambiente sadio para todos deve ser norteada por debates e ações que compreendam a diversidade de atores políticos, sejam eles instituições governamentais, movimentos sociais, setores produtivos, sindicatos, ambientalistas, pesquisadores ou populações atingidas por determinada atividade que cause impactos ambientais. Também é necessário compreender que cada setor socioeconômico causa determinadas consequências ambientais, buscando uma integração de ações pautada nas particularidades de cada setor.

Além dessa discussão sobre a eficácia da aplicação e fiscalização da legislação ambiental, é necessário salientar sobre a importância de se estabelecer leis que tem como objetivo reduzir e/ou evitar impactos nocivos aos ecossistemas. Nesse sentido, o Brasil fortaleceu sua legislação ambiental a partir da promulgação da constituição federal em 1988, que trazia em seu conteúdo um capítulo específico relacionado ao meio ambiente, que pela primeira vez na história constitucional brasileira focalizava dentro do tema toda a abrangência das questões ambientais, uma vez que as constituições anteriores não abordavam especificamente o tema, fazendo referências isoladas por meio de leis que possuíam algum teor ambiental. Outro fator que proporcionou maior suporte à legislação ambiental brasileira foi a atuação da Organização das Nações Unidas em prol da questão ambiental, iniciada na Conferência de Estocolmo em 1972, que vinte anos mais tarde seria sediada no Rio de Janeiro no ECO 92. Essa iniciativa inserida na constituição de 88 passou por mudanças gradativas que culminaram no novo código florestal brasileiro (lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012).

Mesmo com o desenvolvimento de uma legislação que se compromete a atender às questões ambientais, o Brasil ainda se encontra distante de combater efetivamente tais problemas, sobretudo em relação às limitações jurídicas, institucionais e políticas. Segundo LITTLE et.al. (2003) o ritmo de contaminação e destruição ambiental no território brasileiro ocorre de maneira acelerada nas últimas décadas, e as ações voltadas para a proteção ambiental não conseguem acompanhar o ritmo do desenvolvimento econômico ambientalmente degradante, que segue a lógica da globalização do capitalismo e as demandas do mercado. Desta forma, é necessário salientar que a degradação dos ecossistemas vem causando graves consequências socioambientais.

Para fazer essa análise ambiental da delimitação da APP do reservatório da Várzea das Flores serão utilizadas imagens de satélite da ferramenta ArcGis Online do software ArcGis. Essa ferramenta disponibiliza um banco de dados contendo bases como imagens de satélite, topografia, arruamento, entre outros, além de mapas temáticos diversos disponibilizados para uso e edição. Essa plataforma está baseada no sistema de nuvem, e seus usuários podem criar, compartilhar e utilizar dados disponíveis na ferramenta. As imagens de satélite e imagens aéreas utilizadas através da base Imagery fazem parte de um mosaico de imagens, que fornece as melhores imagens e resoluções da área visualizada na base. O quadro da Tabela 1 demonstra respectivamente quais são os satélites utilizados, a resolução das imagens e as regiões do globo de abrangência:

Satélite	Resolução da Imagem	Área de abrangência
TerraColor	15 metros em pequenas e médias escalas (591 m até 72 km)	Escala global
SPOT	2,5 metros (72 km a 288 km)	Escala global
LANDSAT	15 metros	Antártida
DigitalGlobe	0,3 metros	Estados Unidos e partes da Europa Ocidental
DigitalGlobe	0,5 metros	América do Sul, Europa Oriental, Índia, Japão, Oriente Médio, Norte da África, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia
Geoeye IKONOS, GetMapping, AeroGrid, IGN Espanha, IGP Portugal	1 metro	Demais regiões do globo

Tabela 1 - Sistema de imagens de satélite do ArcGis Online.  
Fonte: ESRI, 2014.

#### 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O reservatório Várzea das Flores está localizado em uma área de divisa entre os municípios de Contagem e Betim, nas coordenadas latitude  $-19,92^\circ$  e longitude  $-44,16^\circ$  localizados respectivamente a 15 km e 30 Km de Belo Horizonte, onde 87% da área do reservatório está localizada no município de Contagem e 13 % localizada no município de Betim (Figura 2), abastece principalmente os dois municípios em que está inserida, contribuindo também para o abastecimento de Belo Horizonte, correspondendo a 15% da demanda de água na RMBH, chegando a atender cerca de 700 mil habitantes (COPASA, 2011). O abastecimento atende o uso residencial, comercial e industrial.

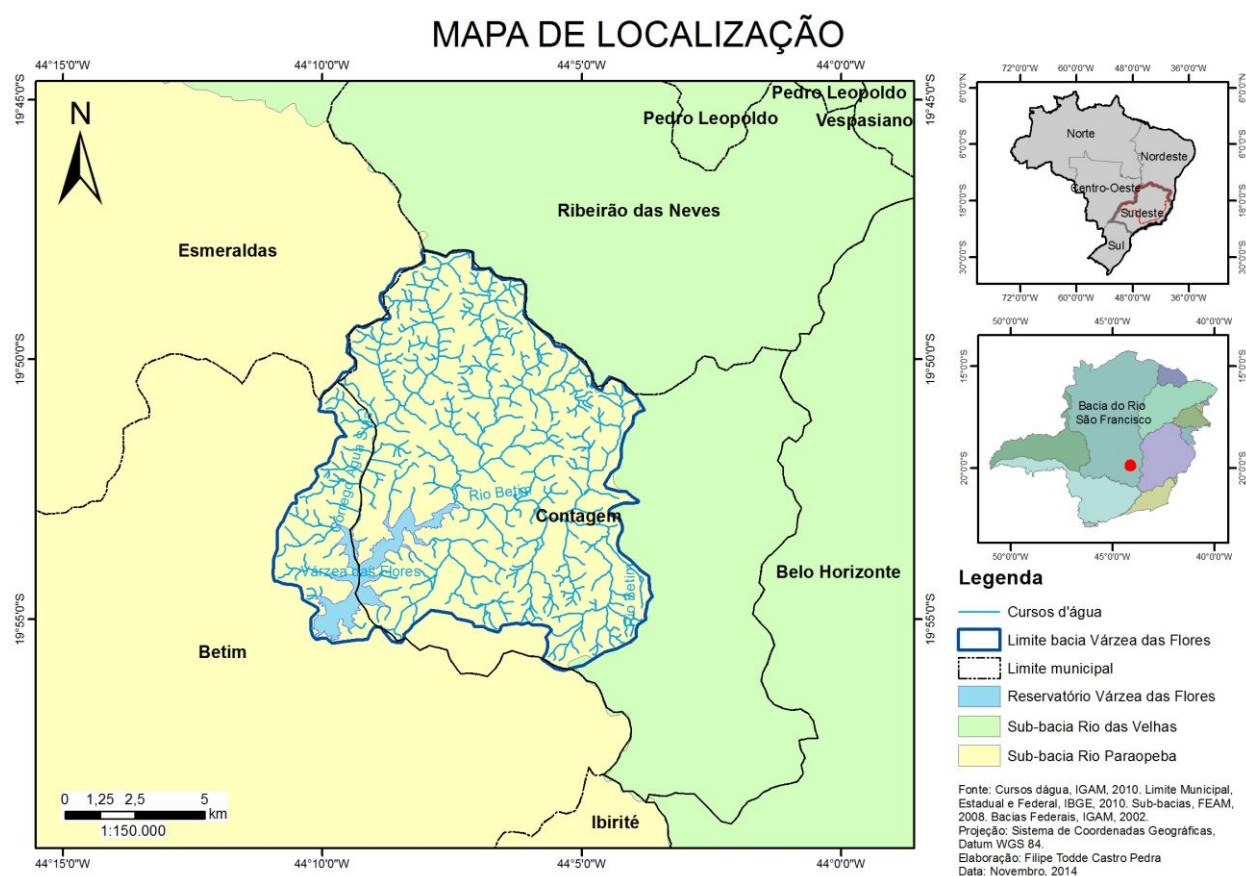


Figura 2 - Mapa de localização da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O complexo Várzea das Flores represa as águas dos córregos Água Suja, Morro Redondo, Olaria, Bela Vista e ribeirão Betim no município de Contagem e córrego da Laje e Batatal no município de Betim, fazendo parte de uma sub-bacia hidrográfica do rio Paraopeba, que por sua vez pertence à bacia do rio São Francisco. As maiores sub-bacias são a do ribeirão Betim, com 33,2 km<sup>2</sup>, do córrego do Morro Redondo, com 29 km<sup>2</sup>, do

córrego Água Suja, com 26,9 km<sup>2</sup> e do córrego Bela Vista, com 10,2 km<sup>2</sup>, onde essas quatro bacias correspondem a mais de 80% da carga hídrica do reservatório. (CONTAGEM, 2009).

O reservatório foi inaugurado em 1974, através de uma parceria firmada entre os municípios de Betim e Contagem por meio do extinto Serviço Autônomo Municipal de Águas e Esgotos - SAMAE. Ainda na década de 1970 foi implementado o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA – que tinha como objetivo financiar e implantar infraestrutura de saneamento no país. Para aderirem ao programa, os municípios deveriam conceder a execução, operação e exploração dos serviços de água e esgotamento sanitário às companhias estaduais, no caso de Minas Gerais a COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). É necessário salientar que caso não aderissem ao programa federal, os municípios dificilmente obteriam financiamento federal para tais obras. Dessa forma, o sistema Várzea das Flores passou a ser administrado pela COPASA a partir dessa medida. (CONTAGEM, 2009)

A barragem de 26 m de altura e 380 m de comprimento foi construída no leito do rio Betim, dentro do limite municipal de Betim, formando um lago de aproximadamente 5,2 km<sup>2</sup>, com profundidade média de 8,4 m e profundidade máxima registrada de 22,8 m. O perímetro do reservatório é de 54 km, e que de acordo com a Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD), Várzea das Flores está na categoria de “grandes barragens”. A concentração de água armazenada representa 44.000.000 m<sup>3</sup>. A distribuição é realizada após a água ser levada a uma ETA – Estação de Tratamento de Água da COPASA – para garantir a sua qualidade. (CONTAGEM, 2009).

A represa foi criada no ano de 1972 por decreto estadual ficando sob responsabilidade da Companhia Mineira de Água e Esgotos COMAG, que mais tarde passaria a ser a Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA, com o objetivo de abastecer os municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem, que tinham um déficit a cobrir nessa área. A área sob controle da COPASA armazena cerca de 44.000.000 m<sup>3</sup>, sendo considerada na categoria de “grandes barragens” segundo a ICOLD. Com o desenvolvimento urbano e industrial dos municípios onde está localizada, as ações antrópicas acentuam cada vez mais a degradação da qualidade da água e do ambiente no entorno. (CONTAGEM, 2009).

De acordo a Lei Complementar nº 082 de 11 de janeiro de 2010, referente ao parcelamento, uso e ocupação do solo de Contagem, as áreas do entorno da Várzea das Flores são classificadas como ZEIT (Zona Especial de Interesse Turístico), com algumas áreas consideradas como ZOR (Zona de Ocupação Restrita), ambas na zona urbana. Já em Betim, a área do entorno é considerada como Zona Residencial Mista em Área de Interesse Ambiental, também na zona urbana do município. Sendo assim, a área de APP do reservatório está dentro dos critérios estabelecidos pela Lei estadual.

A bacia hidrográfica do reservatório é constituída em sua maior parte por córregos que nascem nos limites municipais de contagem (87%), seguindo pelo rio Betim em direção ao município de mesmo nome após a barragem.

#### ***4.1 – Geologia***

A área da bacia de Várzea das Flores está inserida no complexo do Crátom do São Francisco, que é margeado pelas faixas de dobramento de Araçuaí, Brasília, Riacho do Pontal, Sergipana e Rio Preto, de acordo com SANTOS, 1999.

No Crátom do São Francisco, a bacia está inserida no grupo dos Terrenos Granito-Greenstone, caracterizado por áreas de rocha granito-gnáissico-migmática, onde os diversos tipos litológicos existentes possuem origem de componentes vulcânicos, plutônicos e sedimentares.

#### ***4.2 – Geomorfologia***

De acordo com MOREIRA (apud SANTOS, 1999) a bacia hidrográfica do reservatório de Várzea das Flores está inserida na depressão São Franciscana, também conhecida como depressão de Belo Horizonte, que é um vale de afundamento, com escarpamentos de falhas no contato entre as formações do proterozóico e camadas do siluriano, na borda oeste do Espinhaço, onde a atuação do rio das Velhas e do Paraopeba são fundamentais para a sua formação.

As formas de relevo são divididas em dois grandes grupos, de acordo com SANTOS (1999). O primeiro grupo abrange terrenos da cota de base do reservatório de 840 metros até a altitude de 900 metros e é formado por colinas côncavo-convexas suaves, vales de grande amplitude com fundo achatado.

O segundo grupo é formado pelos divisores de água, entre as cotas de 900 e 1025 metros, apresentando formas alongadas e plano-abaulados, SANTOS (1999).

#### ***4.3 – Clima***

Como parte fundamental para a manutenção do ciclo hidrológico, no que se refere ao clima será dado foco na precipitação. O clima predominante é o tropical, com características de verão chuvoso e inverno seco. De acordo com SANTOS (1999) as precipitações possuem variações e desvios interanuais e intersazonais, com maior concentração no período do verão, seguindo a lógica do clima predominante.

#### ***4.4 – Vegetação***

A região do reservatório está inserida no domínio do Cerrado, que abrange toda a bacia do São Francisco. A vegetação do cerrado é caracterizada por gramíneas, arbustos e árvores com troncos tortuosos KLEIN (2000), apresentando na área de estudo características de cerrado típico e floresta semidecidual. A ação antrópica favoreceu a supressão da vegetação original em grande parte, inclusive dentro das áreas definidas como APP.

#### ***4.5 – Solo***

As principais características dos solos, de acordo com SAMPAIO (2007), estão ligadas com as alterações dos granitos gnaisse, apresentando tendências de erosão, evidenciado em voçorocas e ravinas que podem ser visualizadas. Também são encontrados solos hidromórficos. De acordo com a base cartográfica do GEOMINAS de 2007, os tipos de solo encontrados predominantemente na área da bacia hidrográfica de Várzea das Flores são o LATOSSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO VERMELHO AMARELO.

## 5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As etapas da metodologia de desenvolvimento do trabalho são apresentadas na Figura 3.

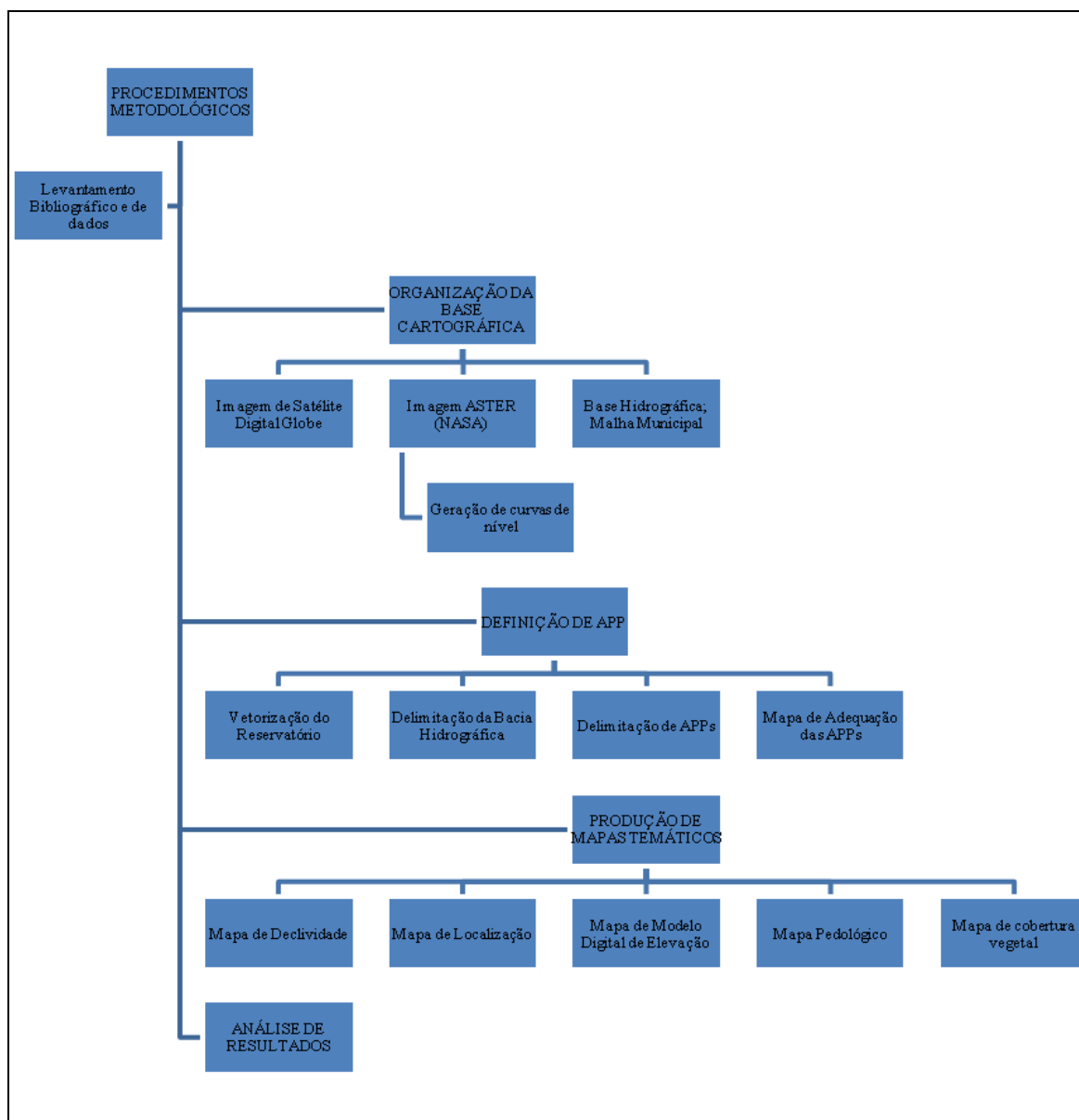


Figura 3 - Fluxograma dos Procedimentos metodológicos e analíticos.

Como bases para a pesquisa e produção dos mapas foram utilizados os seguintes recursos cartográficos descritos nos tópicos a seguir:

- organização da base cartográfica.

- definição das áreas de APP e produção dos mapas de adequação à legislação ambiental.
- produção de mapas temáticos para estudo da adequação nas áreas de APP.

### ***5.1 – Organização da base cartográfica***

Para a organização da base cartográfica, foi utilizada imagem do satélite DigitalGlobe de 18/05/2012 com resolução de 0,5m cuja a projeção é o Sistema de Coordenadas Geográficas, datum WGS 84 (Geographic Coordinate System: GCS\_WGS\_1984). Esta imagem está disponível na ferramenta ArcGis Online. A base *Imagery* do ArcGis online, disponibiliza o mosaico de imagens de satélite com a composição RGB já definida, não sendo necessário o seu tratamento.

Para compor a base de dados, foram geradas curvas de nível a partir de imagens ASTER (NASA, 2014) com equidistância de 20 metros.

Para a base hidrográfica foi utilizada a hidrografia do estado de Minas Gerais disponibilizada pelo IGAM (2010).

Quanto à malha municipal, os dados foram obtidos através da base de municípios do IBGE (2010).

### ***5.2 – Definição das áreas de APP e produção dos mapas de adequação à legislação ambiental***

Nesta etapa o primeiro passo foi a vetorização do reservatório de Várzea das Flores diretamente na imagem de satélite obtida pelo ArcGis online. Em seguida foram utilizadas as bases de hidrografia e curvas de nível para a delimitação da área da bacia hidrográfica que abastece o reservatório.

Para definição das áreas de APP, foram utilizados os parâmetros contidos no novo código florestal de Minas Gerais, que define APP de nascentes um raio de 50 m, de rios com até 10 m de largura em 30 m para cada margem, reservatórios artificiais em 15 m em áreas urbanas. Dessa forma foi realizado um buffer nas áreas definidas na pesquisa para geração das APPs. Para delimitação de APP em topo de morro os parâmetros são possuir declividade maior que 25° e em morros maiores que 100 m, foram definidas as APPs a partir da cota equivalente a 2/3 da altura do morro em relação à base.

Para produção do mapa de adequação das APPs em relação à cobertura vegetal, foi realizada a vetorização a partir de análise visual da imagem de satélite e o cálculo das áreas preservadas e das áreas antropizadas.

### ***5.3 – Produção de mapas temáticos para estudo da adequação nas áreas de APP***

O modelo digital de elevação e o mapa de declividade foram produzidos a partir das curvas de nível geradas pela imagem ASTER. Foi realizado um buffer de 2 km a partir do limite da bacia para evitar efeitos distorcidos de borda. Após a geração do buffer, foi realizado o corte da área externa do limite da bacia.

O mapa pedológico foi elaborado com base nos dados disponibilizados pelo GEOMINAS, 2005. A base de pedologia foi inserida e seu sistema de coordenadas foi transformado para se adequar ao utilizado na pesquisa. Em seguida a área externa da bacia foi cortada.

O mapa de vegetação foi elaborado com base nos dados do Inventário Florestal de Minas Gerais, 2003 disponibilizado pelo IEF. O sistema de coordenadas foi transformado e a área externa da bacia foi suprimida.

O mapa de hidrografia foi elaborado com base nos dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, 2010. A hidrografia foi inserida e seu sistema de coordenadas foi transformado, sendo realizado um corte na área da bacia para definir os cursos d'água que contribuem para o abastecimento do reservatório.

## 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após serem realizados os procedimentos da metodologia através dos dados adquiridos e trabalhados no software ArcGis, foram obtidos resultados que serão discutidos a seguir.

O mapa de declividade (Figura 4) apresenta variações de 0° a 32°, onde as maiores declividades estão localizadas na porção leste do reservatório e nas porções sudoeste, nordeste e sul da área da bacia hidrográfica. A área da bacia não possui declividades superiores a 45°, portanto não foram delimitadas áreas de APP relacionadas à declividade, pois não se enquadram no teor da legislação ambiental vigente.

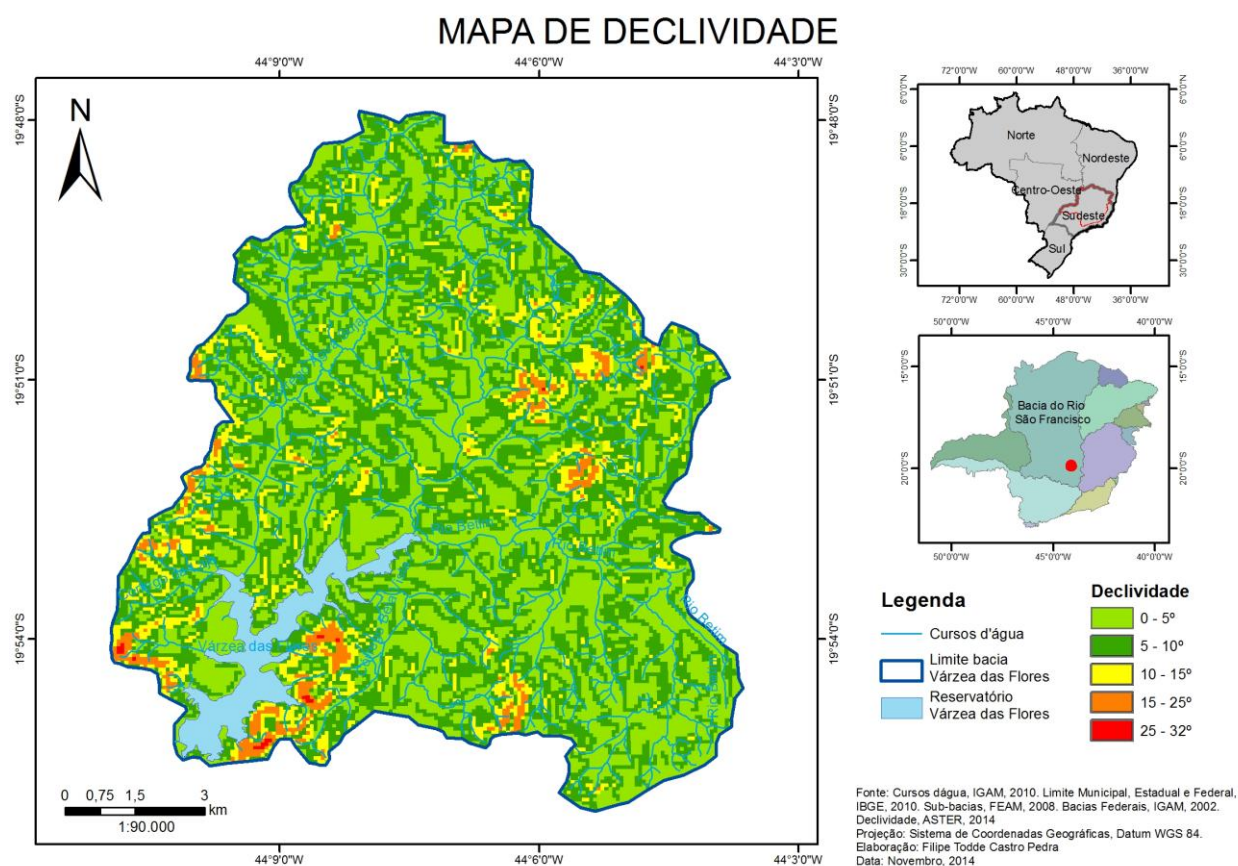


Figura 4 - Mapa de declividade da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa de modelo digital de elevação (Figura 5) apresenta altitudes no relevo da área da bacia hidrográfica de 820 a 1040 metros, a partir da cota de base do reservatório. As áreas mais elevadas observadas no mapa encontram-se nos divisores de água que delimitam a bacia de Várzea das Flores e nas áreas de nascentes dos córregos que abastecem o reservatório.

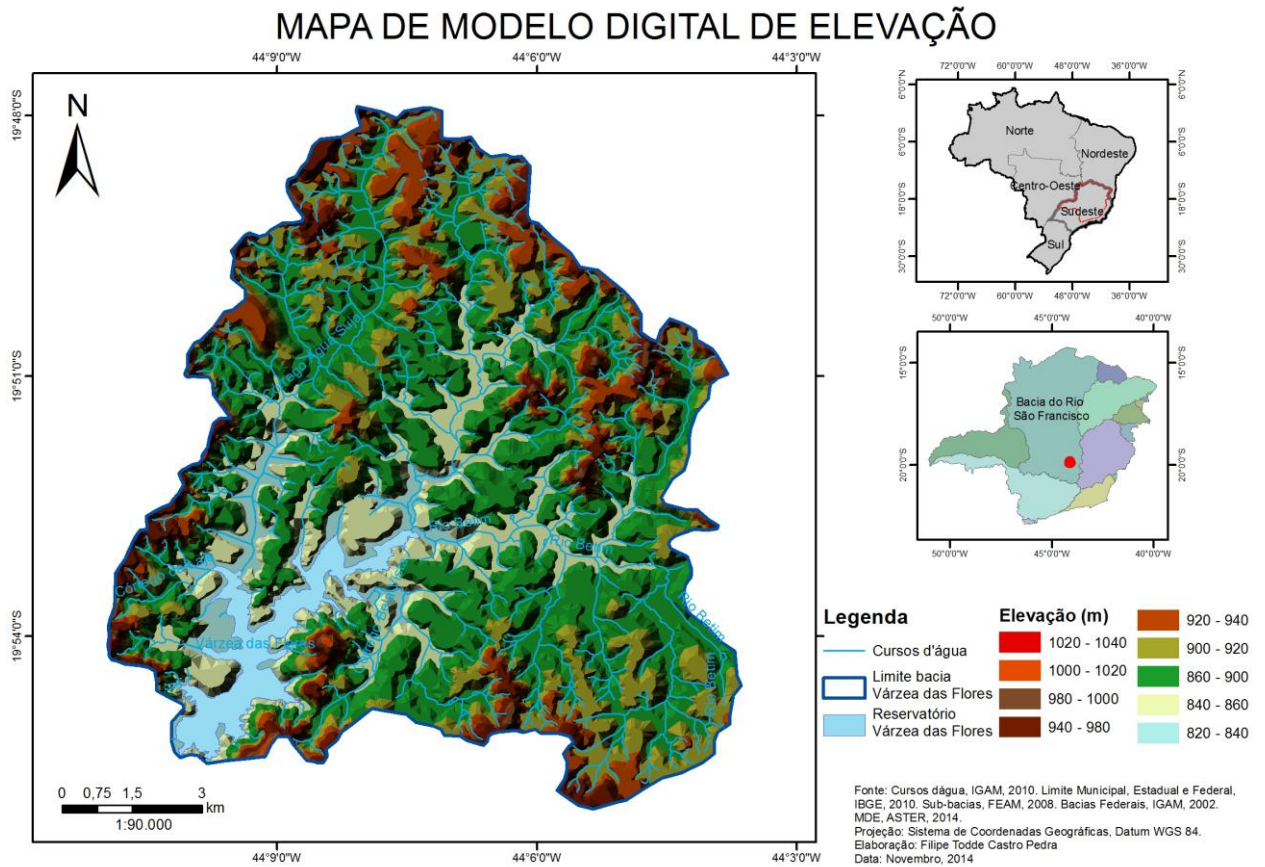


Figura 5 - Mapa de modelo digital de elevação da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa pedológico (Figura 6) possibilitou observar que em toda a área da bacia hidrográfica existem dois tipos predominantes de solo, o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.

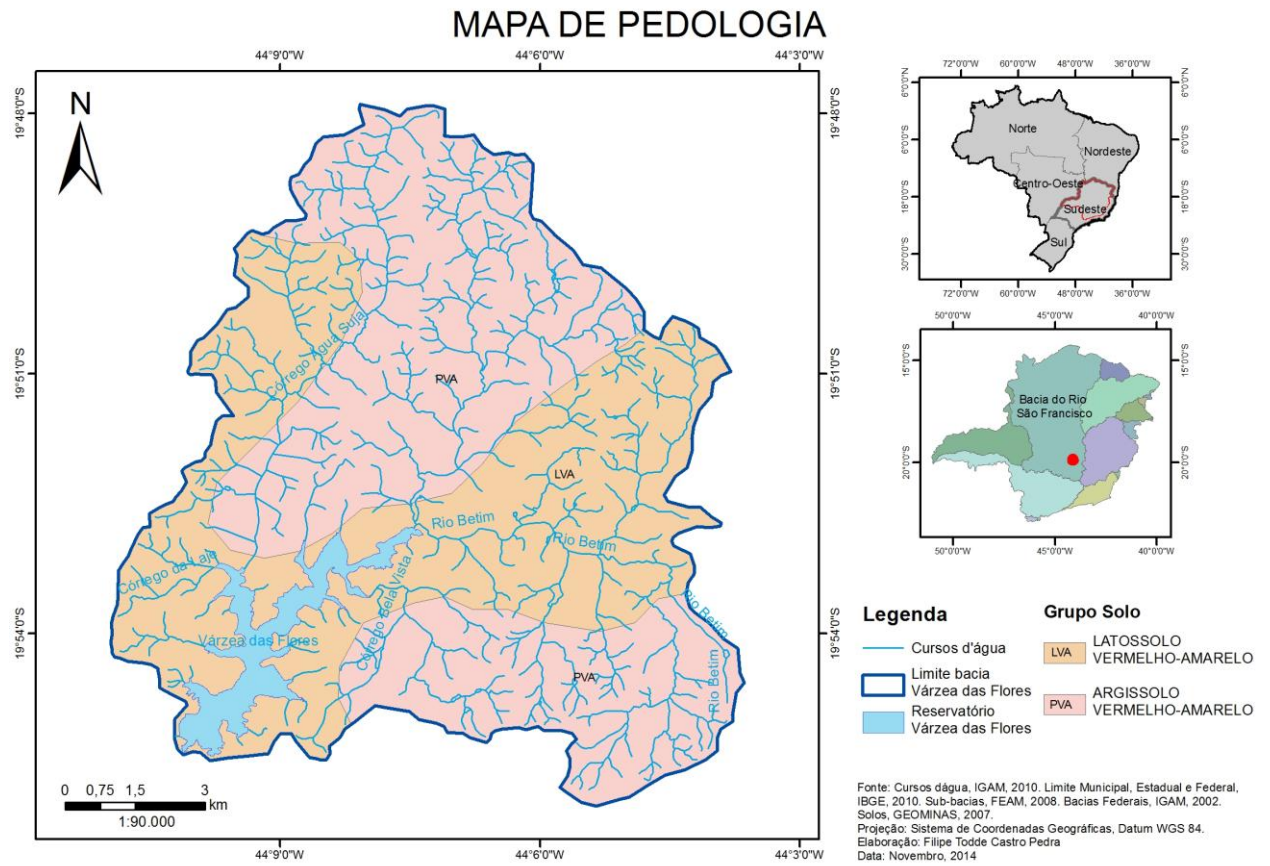


Figura 6 - Mapa de pedologia da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa de cobertura vegetal (Figura 7) demonstra que a área da bacia hidrográfica pertence ao domínio do cerrado, apresentando cerrado típico e floresta semidecídua. As áreas que apresentam maior cobertura vegetal são respectivamente as porções norte e nordeste da bacia, sendo possível observar o grau de antropização em toda a bacia.

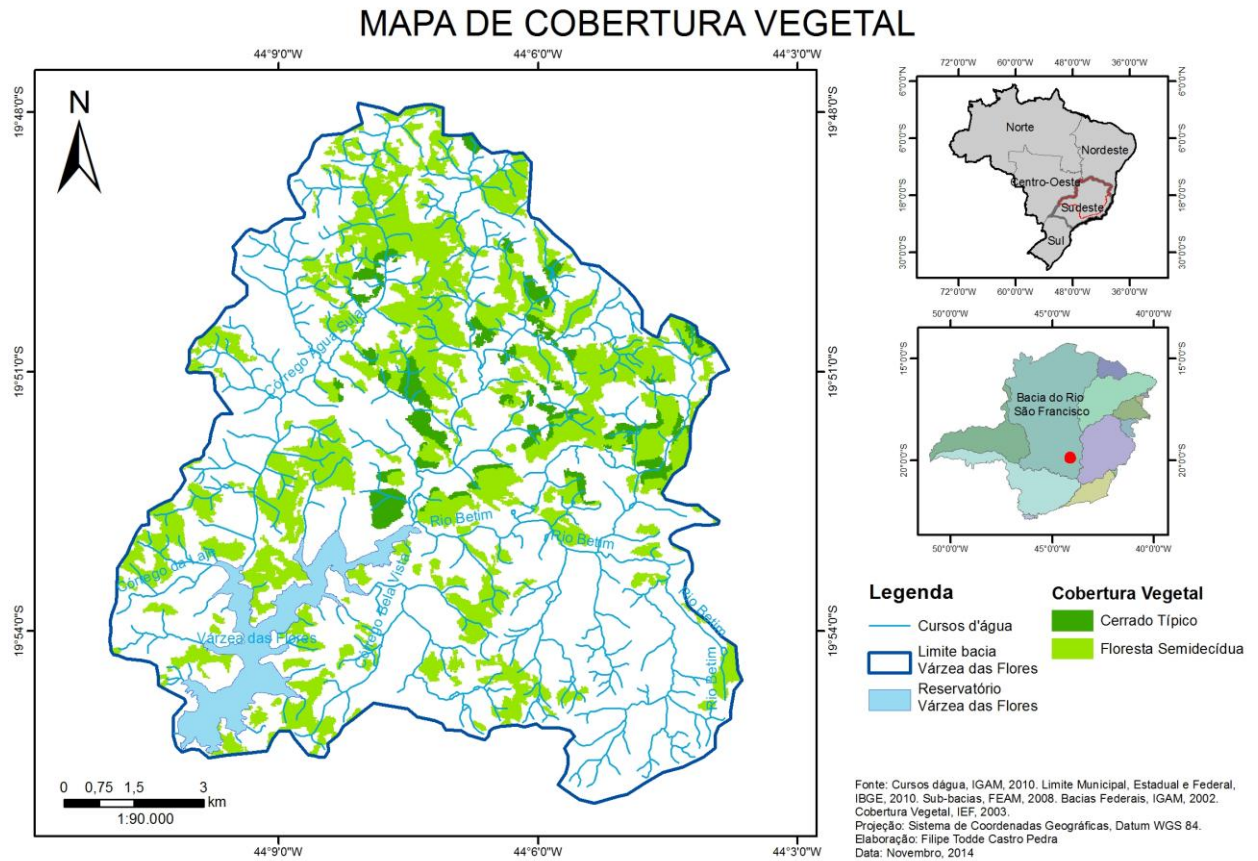


Figura 7 - Mapa de cobertura vegetal da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa de hidrografia (Figura 8) possibilita analisar espacialmente a disponibilidade hídrica da bacia, com a localização do reservatório e dos cursos d'água que fazem parte da drenagem da bacia.

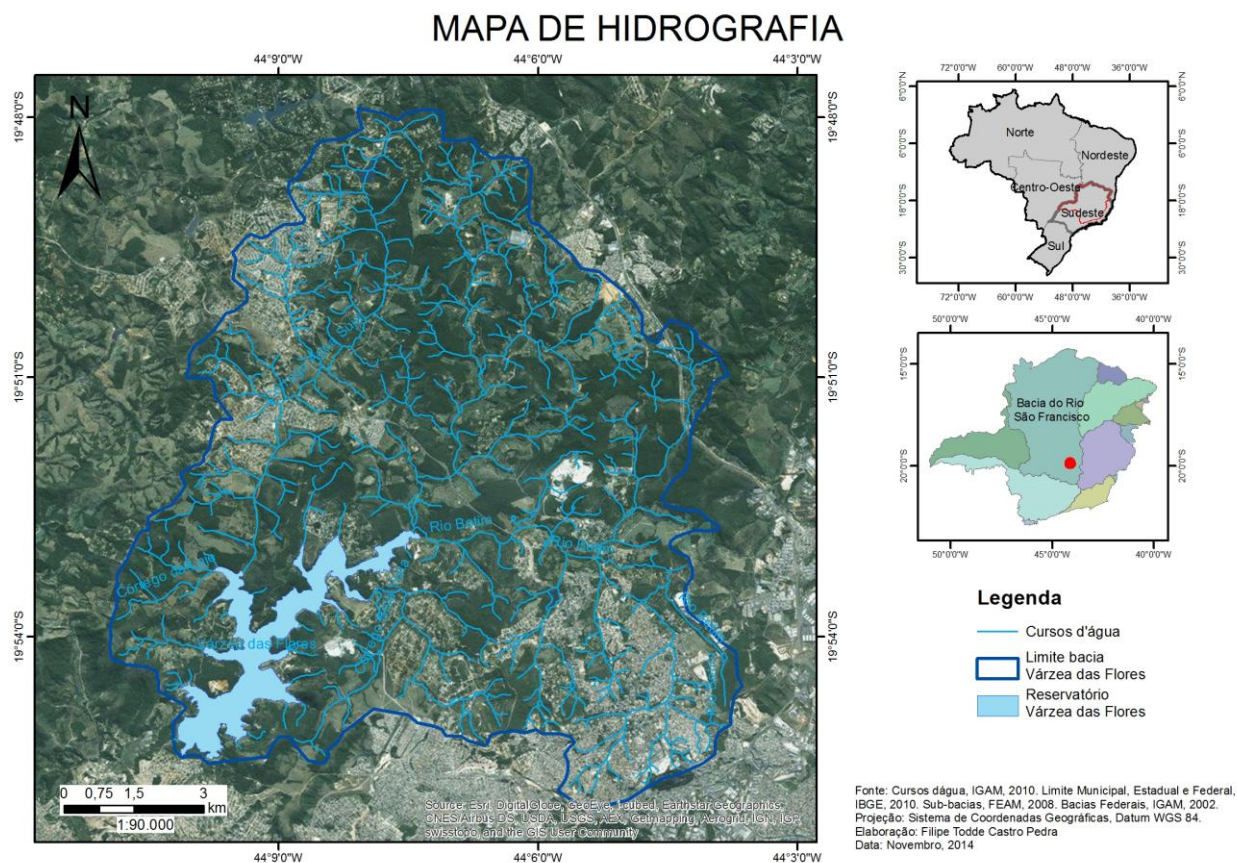


Figura 8 - Mapa de hidrografia da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa de APP (Figura 9) apresenta a localização das áreas de preservação permanente nos topos de morro, nas nascentes, ao longo dos cursos d'água e ao longo do reservatório.

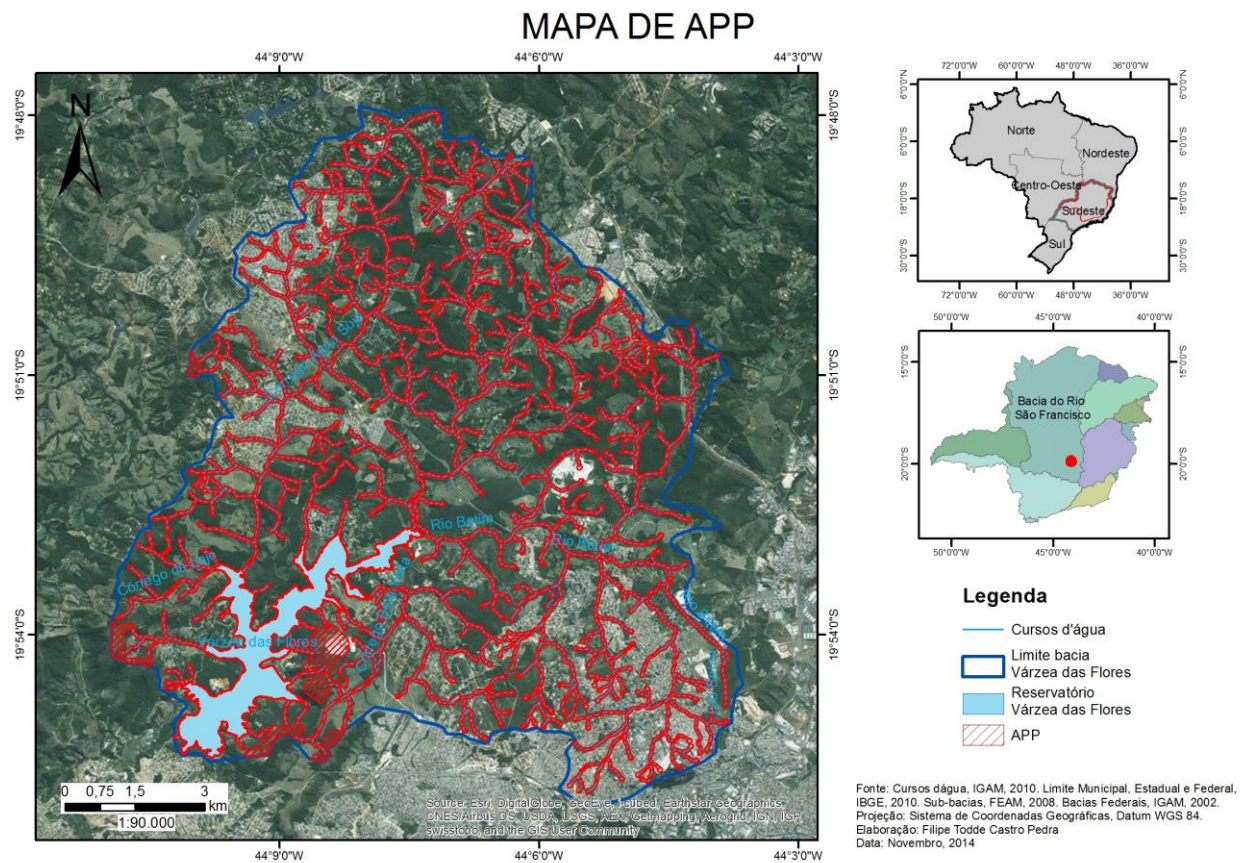


Figura 9 - Mapa de APP da bacia do reservatório Várzea das Flores.

O mapa de adequação da cobertura vegetal em APPs em relação à legislação ambiental vigente (Figura 10) possibilitou as seguintes análises:

A área total da bacia hidrográfica de Várzea das Flores é de 123 km<sup>2</sup>. Dentro dessa área estabelecida, as áreas consideradas como APP (topos de morro, nascentes, margem dos córregos e margem do reservatório) correspondem a uma área de 21 km<sup>2</sup>.

Nessas áreas delimitadas como APP, foi feita uma análise com o objetivo de calcular as áreas que possuem cobertura vegetal preservada e as áreas que sofreram ação antrópica e já não possuem cobertura vegetal considerável ou essa cobertura foi totalmente suprimida. As áreas de APP com cobertura vegetal correspondem a 9 km<sup>2</sup> e as áreas antropizadas correspondem a 12 km<sup>2</sup>, respectivamente 43% e 57% do total das APPs.

Dessa forma, é possível identificar graves falhas na aplicação da lei e na sua fiscalização, uma vez que a maior parte das áreas delimitadas como APP foram modificadas e esse processo tende a aumentar com a pressão do crescimento urbano e da utilização do reservatório para fins diversos que contribuem para a degradação das APPs.

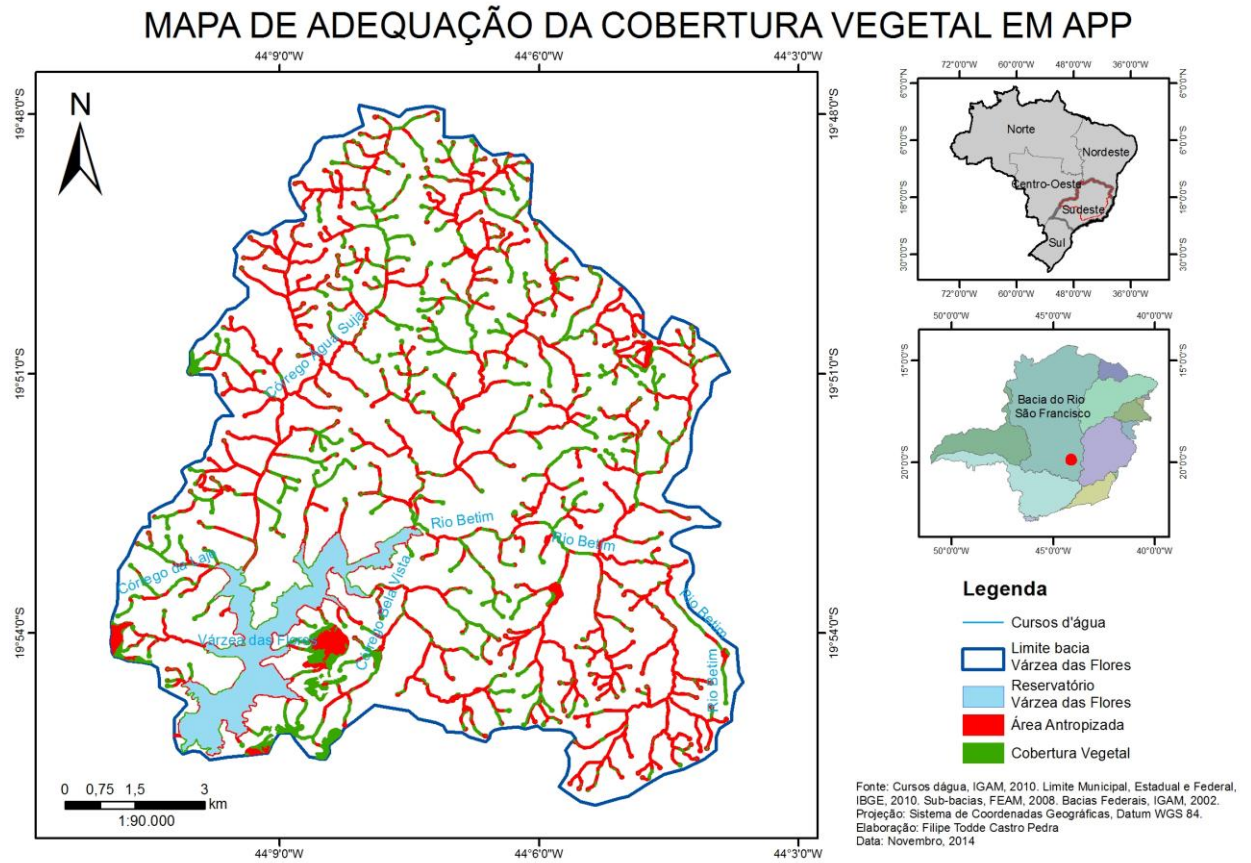


Figura 10 - Mapa de adequação da cobertura vegetal em APP da bacia do reservatório Várzea das Flores.

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos após a análise desenvolvida na área de estudo, ficou evidenciada a fragilidade do cumprimento da legislação ambiental em vigor na área. Partindo do pressuposto de que o reservatório foi construído na década de 1970, quando ainda não existia uma legislação ambiental consolidada e os projetos governamentais desenvolvimentistas não levavam muito em conta a questão ambiental, podendo citar como exemplo de obras federais da época que causaram enorme devastação a rodovia transamazônica e a hidrelétrica de Balbina, entre outras, é evidenciado a degradação e essa proposta de estabelecer áreas de proteção como as APPs só veio a ser efetivada após a constituição de 1988.

Dessa forma, o ritmo de crescimento urbano e supressão de cobertura vegetal na área da bacia hidrográfica só passou a ser considerado após essa tendência de se proteger as áreas consideradas como de grande importância econômica, ambiental e social como o reservatório e os cursos d'água que o abastecem. Tendo em vista a atual degradação das áreas de APP da bacia, que já supera as áreas preservadas, é necessária uma fiscalização mais atuante e penalizações para o não cumprimento dessas leis, para garantir a qualidade da água e da preservação do manancial. Também deve ser levado em consideração a recuperação das áreas já degradadas, aplicando políticas que tenham por objetivo o desenvolvimento de uma infra estrutura de abastecimento de água eficaz e de qualidade, além da necessária proteção dos ecossistemas remanescentes no meio urbano.

É necessário salientar que mesmo com a aplicabilidade total da legislação, ela ainda apresenta certa fragilidade na condução da preservação das áreas de APP tendo em vista a sua flexibilização com o passar dos anos, que reduziu a faixa de preservação de algumas áreas, como as áreas no entorno de reservatórios artificiais, que eram de 100 m para áreas rurais e urbanas e passou a ser de 50 m para áreas rurais e 15 m para áreas urbanas, comprometendo assim a efetiva preservação desses ambientes. Além dessa questão, também é importante inserir nessa discussão a condução do sistema político e econômico do país, que faz parte da agenda global do capitalismo e dos interesses das instituições hegemônicas desse sistema, refletindo na fragilidade de legislações ambientais em relação à expansão da economia e do crescimento urbano.

## BIBLIOGRAFIA

ALENTEJANO, P.R.R. **O que há de novo no rural brasileiro?** In: Terra Livre, n° 15, Publicação da Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo, 2000.

BRASIL, **Lei Complementar n° 14/73 de 8 de junho de 1973.** Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/Lcp14.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp14.htm)>. Acesso em 08/10/2014.

BRASIL, **Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012.** Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em 06/10/2014.

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.** Clarendon Press, Oxford. 1986.

CAMARANO, A. A. ABRAMOVAY, R. **Êxodo Rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos cinquenta anos.** In: Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Brasília, 1998.

CONTAGEM. **Atlas Geográfico, Histórico e cultural do município de Contagem – Minas Gerais.** Prefeitura Municipal de Contagem – Secretaria Municipal de Educação e Cultura, 2009.

CONTAGEM. **Lei Complementar 82 de 11 de janeiro de 2010.** Disponível em <<http://www.contagem.mg.gov.br/?legislacao=105811>>. Acesso em 20/10/2014.

COPASA. **Relatório Anual e de Sustentabilidade.** Disponível em <[http://www.copasa.com.br/media2/relatorioanual/relatorioanualcopasa2011\\_portugues.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/relatorioanual/relatorioanualcopasa2011_portugues.pdf)>. Acesso em 19/09/2014.

CPRM. **Mapa Geológico de Minas Gerais.** 2014. Disponível em <[http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p\\_webmap=N&p\\_usuario=1](http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadVetoriais?p_webmap=N&p_usuario=1)>, Acesso em 10/10/2014.

ESRI. **ArcGis Online,** 2014. Disponível em <<http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/>>. Acesso em 03/10/2014.

IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010.** Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em 09/10/14.

KLEIN, A. L. **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado, São Paulo, 2000.

LITTLE, P.E. **Políticas Ambientais no Brasil - Análises, instrumentos e experiências** Instituto Internacional de Educação do Brasil, São Paulo, 2003.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso 15/09/2014.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as inter-relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. NEPAMA, Departamento de Economia – UNB, Brasília, 2004.

NASA. **Imagem ASTER**, 2014. Disponível em: <<http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>>. Acesso em 03/10/2014.

NEWMANN, P.S. LOCH, C. **Legislação Ambiental, Desenvolvimento Rural E Práticas Agrícolas**. In: Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.2, p.243-249, 2002.

PROSAM, **Programa de saneamento das bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, Prefeitura Municipal de Contagem** – Secretaria de Meio Ambiente, 1997.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6ª ed. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2007. 248 p.

SAMPAIO, D. M. **Análise ambiental do conflito das áreas de preservação permanente e uso do solo na bacia hidrográfica de Vargem das Flores, utilizando ambientes de geoprocessamento**. UFMG, departamento de cartografia, 2007.

SANTOS, E. P. **Vargem das Flores: Diagnóstico ambiental e proposições para recuperação das áreas degradadas**, 1999.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**, 5ª ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

ZÜNDDT, C. **Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação da rede urbana regional e metropolização**. In: CUNHA, José Marcos Pinho da (Org.). **Novas Metrôpoles Paulistas**. Campinas: NEPOUnicamp, 2006.

