

# **USO DE SIG NO DESENVOLVIMENTO DE DIAGNÓSTICO MUNICIPAL COMO SUBSÍDIO PARA CONSTRUÇÃO DE PLANO DIRETOR MUNICÍPIO PILOTO DE OURO PRETO – MG**

**Guilherme Agostinho Pletikoszits de Andrade**

**Sheyla Aguilar de Santana**

**Charles Resende Freitas**

**Ana Clara Mourão Moura**

**Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG**

**Instituto de Geociências - Departamento de Cartografia - Laboratório de Geoprocessamento**

Av. Antônio Carlos 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG

Cep: 31270-901 - Telefone: +55 (31) 34995418

Email dos autores: gapandrade@gmail.com, shesantana@gmail.com, charlesrf@gmail.com, anaclara@ufmg.br

## **RESUMO**

As ferramentas de geoprocessamento, principalmente os Sistemas de Informações Geográficas, vêm sendo empregadas em larga escala por gestões de administração pública, como base para determinar intervenções urbanas, sociais e ambientais visando o desenvolvimento sustentável municipal. Esta pesquisa descreve o procedimento metodológico do uso do SIG como base para a proposição de Planos Diretores Municipais. O distrito piloto estudado foi Ouro Preto em Minas Gerais, Brasil, que desde 1996 possui Plano Diretor instituído e foi escolhido pela disponibilidade da base de dados necessária à realização desse trabalho. O procedimento metodológico teve como função primordial a descrição do território em toda sua complexidade, possibilitando diferentes interpretações de uma maneira rápida. Constitui, portanto, fonte fundamental na tomada de decisões político-administrativas do planejamento municipal. Dados dos setores censitários do IBGE (Censo 2000) e SNIU foram as bases utilizadas para a construção do banco de dados alfanumérico. Para a construção da base cartográfica, foram utilizados dados do IBGE, GEOMINAS, IEF, DER-MG, IBAMA, EMBRAPA, IGA-MG, imagens dos Satélites Landsat TM, Landsat ETM+ e imagens de alta resolução adquiridas no software Google Earth. Para a organização do SIG foram escolhidos softwares de livre domínio, como o SPRING e o TERRAVIEW fornecidos pelo INPE, visando um caminho sustentável para a disseminação da informação tanto para usuários treinados nas ferramentas de Geoprocessamento, como para leigos. Como resultados, foram gerados mapas que descrevem com precisão os aspectos principais levados em consideração na formulação de Planos Diretores.

Palavras chaves: Plano Diretor, Sistemas de Informações Geográficas.

## **ABSTRACT**

The geoprocessing tools, mainly the Geographical Information Systems (GIS), they have been used in wide climbs for administrations of public administration, as base to determine interventions urban, social and environmental seeking the municipal maintainable development. This paper describes the methodological procedure of the use of GIS as base for the proposition of municipal direction plans. The studied pilot district was Ouro Preto in Minas Gerais, Brazil, which possesses instituted direction plan since 1996 and it was chosen by the readiness of the necessary database to the accomplishment of that work. The methodological procedure had as primordial function the description of the territory in all complexity, making possible different interpretations in a fast way. It constitutes, therefore, fundamental source in the political-administrative making decisions of the municipal planning. Data of the IBGE (Census 2000) and SNIU were the bases used for the construction of the alphanumeric database. For the construction of the cartographic base, data of IBGE were used, GEOMINAS, IEF, GIVE-MG, IBAMA, EMBRAPA, IGA-MG, images of the Landsat TM Satellite, Landsat ETM+ Satellite and high resolution images acquired in the software Google Earth. For the organization of SIG they were chosen software of free domain, like SPRING and TERRAVIEW supplied by INPE, seeking a maintainable road so much for the spread of the information for users in the tools of Geoprocessamento, as for lay.

Keywords: Direction Plan, Geographical Information System.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço nas tecnologias da informática permite que um administrador público municipal saiba com precisão onde e de que maneira deve intervir nos problemas municipais identificados. No passado, essa identificação era feita através de análise do histórico municipal, relatórios, gráficos e banco de dados precários gerados por gestões anteriores. Atualmente, com o auxílio de dados específicos de caracterização municipal, tais como informações relativas a setores censitários, imagens de satélite, fotos aéreas e base de dados geográficos previamente produzidos por empresas especializadas, podem-se identificar praticamente todos os problemas mais graves que um município apresenta, como falta de infra-estrutura básica, crescimento urbano desordenado, zonas de risco para construção de edificações, entre outros.

Para tentar resolver, ou pelo menos minimizar esses problemas municipais, o governo federal promulgou, em de julho de 2001, a lei número 10257, que determina os critérios de exigência para que um município possua um Plano Diretor para organizar o crescimento e o funcionamento de seu território.

“O Plano Diretor é obrigatório para as cidades com mais de 20 mil habitantes e para municípios integrantes de regiões metropolitanas. É também obrigatório nas aglomerações urbanas onde o Poder Público municipal pretende utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal (integrantes de áreas de especial interesse turístico, inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional). Destaca-se que a legislação agora exige Plano Diretor Municipal, e não somente Plano Diretor Urbano, como acontecia em práticas passadas.” (Brasil, 2001)

A primeira etapa de um Plano Diretor Municipal é caracterização da realidade do município, através de seus recursos e fatores de limitação. Esta etapa, denominada diagnóstico, pode ser realizada com relativa facilidade, utilizando ferramentas computacionais adequadas e dados geograficamente referenciados.

A respeito de como o geoprocessamento pode ser considerado de grande valia na compreensão da realidade de um município, afirma Moura (Moura, 2003):

“O Geoprocessamento, ramo da análise espacial que muitas vezes é associado somente à aplicação ou proposição de técnicas, deve ser compreendido em sentido mais amplo, pois é produto de um contexto científico que norteia o modo de compreensão da realidade.”

O Geoprocessamento portanto, tem papel fundamental na realização do diagnóstico municipal, pois através de suas ferramentas utilizadas dentro de um contexto científico, consegue-se organizar em um só banco de dados, todos os elementos necessários para que se compreenda a realidade do município estudado

e através da análise dos resultados obtidos, pode-se realizar a correta gestão urbana municipal. Segundo Moura (Moura, 2003):

“Os recursos do geoprocessamento aparecem, nessa oportunidade, como importantes instrumentos que podem proporcionar as associações/sínteses/correlações entre as diferentes análises passíveis de realização por diferentes profissionais, assim como ser o veículo de comunicações entre técnicos, comunidade e instituições”.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O roteiro metodológico desse trabalho consiste na escolha dos principais aplicativos de geoprocessamento para a constituição do SIG, na organização da base alfanumérica municipal de Ouro Preto, na organização da base de dados vetoriais do distrito de Ouro Preto, no processamento digital das imagens utilizadas nas análises ambientais, no processamento das informações agrupadas, nas análises ambientais e na confecção de mapas temáticos que retratam os resultados obtidos.

### 2.1. A ESCOLHA DOS APLICATIVOS DE GEOPROCESSAMENTO

Inicialmente foi feito um estudo sobre os temas Gestão Pública, Gestão Participativa e Sistemas de Informações Geográficas. Os autores do presente artigo, tiveram a oportunidade de testar e calibrar a metodologia utilizada na realização desse trabalho para quatro cidades mineiras: Lagoa Santa, Ubá, Varginha e Raul Soares. Para a escolha das variáveis de mapeamento e análise foram realizadas reuniões com a equipe de técnicos<sup>1</sup> que estariam responsáveis pela interpretação dos diagnósticos e pela composição dos planos diretores propriamente ditos dessas cidades.

Em função dos objetivos e destinações do sistema foram escolhidos os softwares e seus aplicativos. Ficou decidido que o SPRING não atenderia plenamente às demandas, uma vez que é um software que apresenta limitações no relacionamento de tabelas, daí a necessidade da utilização do software TerraView. Todo o sistema foi organizado no Spring com o objetivo de construção de análises ambientais e para utilização por usuários já treinados em geoprocessamento. Para a utilização por usuários leigos em geoprocessamento, o sistema foi também organizado em TerraView, pois ele cria mapas temáticos para visualização de maneira bem simples, como demonstrado na Figura 1. Assim, diferentes níveis na hierarquia de usuários podem ser contemplados.

<sup>1</sup> MP Engenharia – Urbanista Zenilton Patrocínio

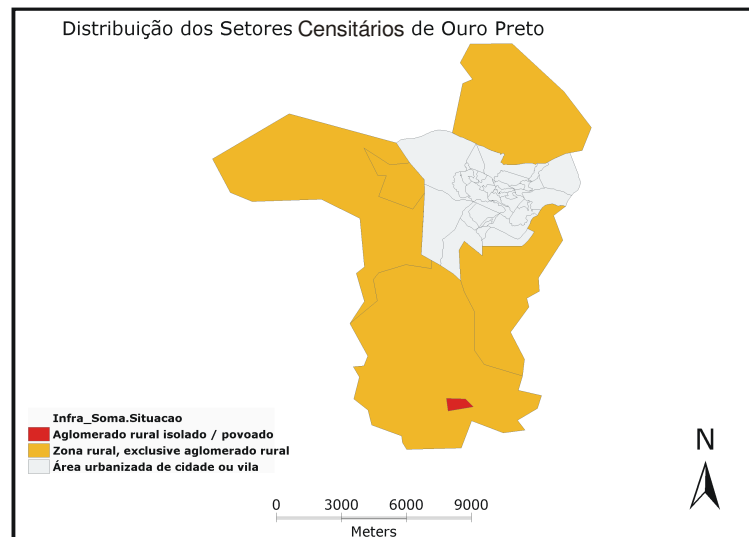


Figura 1. Mapa temático da Distribuição dos Setores Censitários do distrito de Ouro Preto - MG no software TerraView

A idéia de criação do SIG voltado para as informações sistemáticas do distrito foi entendida como uma grande demanda por parte dos órgãos administrativos e como uma ferramenta de auxílio à gestão participativa dos recursos da localidade por parte dos moradores.

Em função dos objetivos de caracterização da realidade municipal das áreas de estudo, foi definida a seguinte coleção mapas temáticos:

- Característica dos Habitantes
- Afabetizados com 5 ou mais anos de idade,
- Cobertura do Solo 2001,
- Cobertura do Solo 1988 e 2001,
- Declividades,
- Densidade Demográfica 2000,
- Evolução Urbana,
- Faixas de Domínio das Rodovias e Ferrovias,
- Característica dos Habitantes – Faixa Etária 0 a 14 Anos de idade,
- Característica dos Habitantes – Faixa Etária 15 ou mais Anos de idade,
- Faixas de Domínio da Hidrografia,
- Mancha Urbana – Imagem do software Google Earth,
- Hidrografia,
- Hipsometria,
- Condições dos domicílios por Setor Censitário
- Infra-Estrutura,
- Imagem Landsat,
- Malha Viária,
- Característica dos Habitantes – Não Alfabetizados com 5 ou mais anos de idade,
- Perímetro Urbano x Área urbanizada,
- Planta de Situação,
- Condições dos domicílios por Setor Censitário - Casa, Apartamento, Alugados,

- Condições dos domicílios por Setor Censitário - Coletivo, Quitado, Cedido,
- Condições dos domicílios por Setor Censitário - Propriedade Particular Permanente,
- Característica dos Habitantes – Renda Média Chefe de Família (Salário Mínimo 2006),
- Rodovias e Ferrovias,
- Setores Censitários,
- Característica dos Habitantes – Sexo,
- Uso do Solo Urbano,

A partir de procedimentos de álgebra de mapas, foram compostas sínteses que resultaram nas análises:

- Áreas de Proteção Permanente,
- Áreas de Proteção Permanentes – Detalhe da Mancha Urbana de 2002,
- Áreas de Conflito APP x Uso do Solo 2001,
- Áreas de Conflito APP x Uso do Solo 1988 e 2001,
- Crescimento Urbano x Potencial de Expansão,
- Potencial de Expansão Urbana,
- Potencial de Expansão Urbana – Mancha Urbana 2001.

## 2.2. ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS ALFANUMÉRICA

Os dados alfanuméricos da microrregião a qual pertence o município estudado foram adquiridos em forma tabelas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao censo de 2000 e do Sistema Nacional de Indicadores Urbano (SNIU) do Ministério das Cidades, que trazem indicadores de 5507 municípios do país referentes aos seguintes temas: caracterização municipal; demografia; perfil sócio-econômico da população; atividades econômicas; habitação; saneamento básico; transporte urbano; gestão urbana e eleições. Esses dados foram

adquiridos através do software SNIU disponibilizado pelo Ministério das Cidades e exportados para o formato Microsoft Excel, para que fossem preparados para serem importados no software TerraView, onde foi organizado todo o banco de dados de cada município estudado.

As tabelas alfanuméricas foram importadas para o software TerraView, juntamente com os vetores dos limites dos municípios constituintes da microrregião a qual o município pertence. O limite do município, retirado da base cartográfica de dados do Programa de Uso Integrado de Geoprocessamento pelo Governo de Minas Gerais (GEOMINAS), foi importado para o TerraView em formato shapefile e anexado às tabelas tendo como indexador o código IBGE dos municípios.

O mesmo procedimento foi empregado para compor uma base de setores censitários rurais e urbanos, aos quais foram associados dados do IBGE. Foi preciso refazer algumas edições das delimitações dos setores censitários, devido à grande diferença entre os desenhos dos limites dos setores urbanos e rurais, certamente vetorizados pelo IBGE a partir de diferentes escalas.

### 2.3. ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS VETORIAIS

Após o tratamento e armazenamento de dados alfanuméricos, o passo seguinte foi processar todas as bases vetoriais. Inicialmente, foram armazenados os dados da categoria cadastral, com a utilização do software SPRING.

O primeiro layer foi a hidrografia. Utilizou-se a base do GEOMINAS de 1:50.000. O segundo arquivo vetorial inserido foi a camada de Rodovias. Essa base foi adquirida no Departamento de Estradas e Rodagens de Minas Gerais (DER-MG) e possui a escala de 1:10.000. O último layer desse gênero cadastral foi o de arruamento, cujos dados foram cedidos pelo IGA-MG. Para a conferência dos dados de quadras e ruas, foram utilizadas as imagens de alta resolução adquiridas através do software GoogleEarth.

O procedimento utilizado para capturar as imagens do software GoogleEarth não permitiu uma resolução final abaixo de 2 m, como será explicado na seção referente ao Processamento Digital de Imagens.

### 2.4. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Com a finalização do trabalho com os arquivos vetoriais, iniciou-se o trabalho com as imagens. Definiu-se em quais objetivos pretendia-se chegar com as imagens e os processamentos que elas permitem fazer. As imagens escolhidas e utilizadas foram as imagens Landsat TM de 1988 e ETM+ de 2001 retiradas do site da universidade de Maryland, a imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM),

adquiridas no site da EMBRAPA e as imagens retiradas do software Google Earth.

O aproveitamento de dados do Google Earth exigiu alguns testes até a obtenção de uma imagem que permitisse o apoio à identificação de ocorrências de ocupação do solo. O Google Earth disponibiliza as imagens de forma que ao serem georreferenciadas, acompanham a deformação devida à curvatura da terra. Para conseguir utilizar as imagens, foi preciso criar um quadrante de quarenta cenas na escala 1:1000 em formato vetorial no software Mapinfo em formato kml. É necessário que a opção "Terrain (Primary Database)" esteja desabilitada no software Google Earth para que a imagem seja facilmente georreferenciada sem distorções a partir de coordenadas em LAT/LONG WGS84. Após a aquisição das imagens do software Google Earth, foi utilizado o software Photoshop para fazer o mosaico das quarenta cenas para que então fosse feito o georreferenciamento desse mosaico no software ENVI 4.0.

Para o processamento das imagens Landsat, segundo Novo (Novo, 1992), no caso do processamento normal, devemos escolher os canais a serem utilizados. No processamento colorido, temos que selecionar a combinação de canais desejada.

Após testes de configurações, foi escolhida tanto para as imagens TM de 1988, quanto para as imagens ETM+ de 2001, a configuração RGB (Canais Red, Green e Blue) nas bandas 543 respectivamente das imagens adquiridas, por apresentar uma resposta de cores falsas semelhantes às cores reais. Foram identificadas as classes de vegetação, águas, zona urbana, solo exposto, afloramentos rochosos, plantio e campo.

Com as imagens devidamente configuradas no software SPRING, foi necessário a realização do procedimento de realce na imagem, onde basicamente é realizado a distribuição uniforme dos tons de cinza de cada canal de cor, para que os detalhes da imagens sejam visualizados com maior facilidade.

Após o procedimento de realce, foi realizada a fusão das bandas 5, 4 e 3, que possuem 30 metros de resolução espacial, na imagem pancromática (Banda 8) que possui 15 metros de resolução. Esse procedimento só foi possível para as imagens Landsat ETM+ pois apenas essa versão de satélite Landsat possui a banda Pancromática.

O procedimento de fusão consiste na conversão das imagens no formato RGB para o formato Intensity, Hue and Saturation (IHS) utilizando o respectivo algoritmo para conversão de imagens RGB para IHS e IHS para RGB do SPRING, após isso, é feita a adição da banda pancromática ETM+ no canal I e então, é feita a escolha da resolução desse mesmo canal na conversão IHS para RGB. O resultado, é uma imagem com resolução espacial de 15 metros e é apresentado na Figura 2.

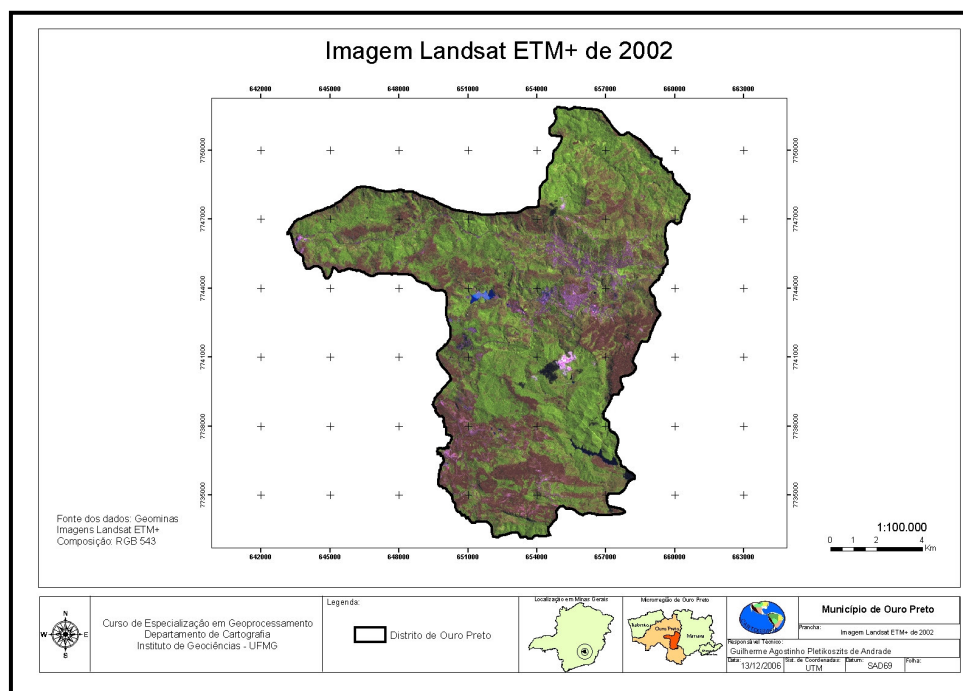


Figura 2. Imagem Landsat ETM+ de 2002 com Fusão do distrito de Ouro Preto - MG

## 2.5. PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Com a entrada de todos os dados primários no SPRING, iniciou-se a construção das informações processadas.

### 2.5.1. 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, a partir do mapa hipsométrico utilizando a ferramenta de geração de declividades do software Spring. Para os municípios que não contam com base vetorial GEOMINAS em escala 1:50.000, podem ser utilizadas as informações para modelagem numérica de terreno obtidas a partir do tratamento das imagens SRTM. A seguir, na Figura 3, está o exemplo de mapa hipsométrico do distrito de Ouro Preto e na Figura 4, o exemplo de mapa de declividades do mesmo distrito.

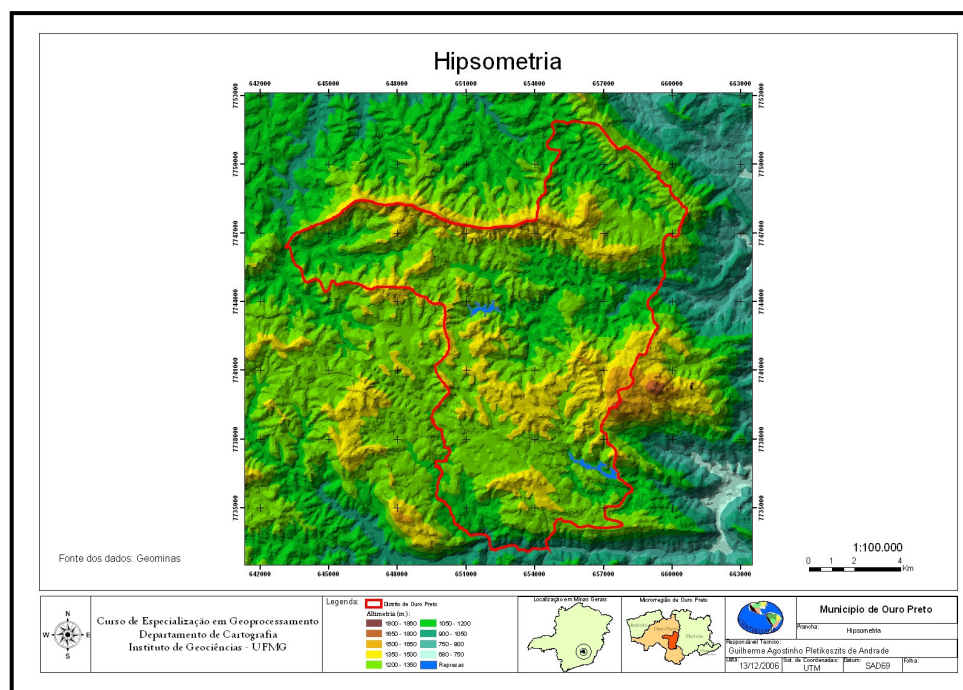


Figura 3 – Hipsometria do distrito de Ouro Preto - MG

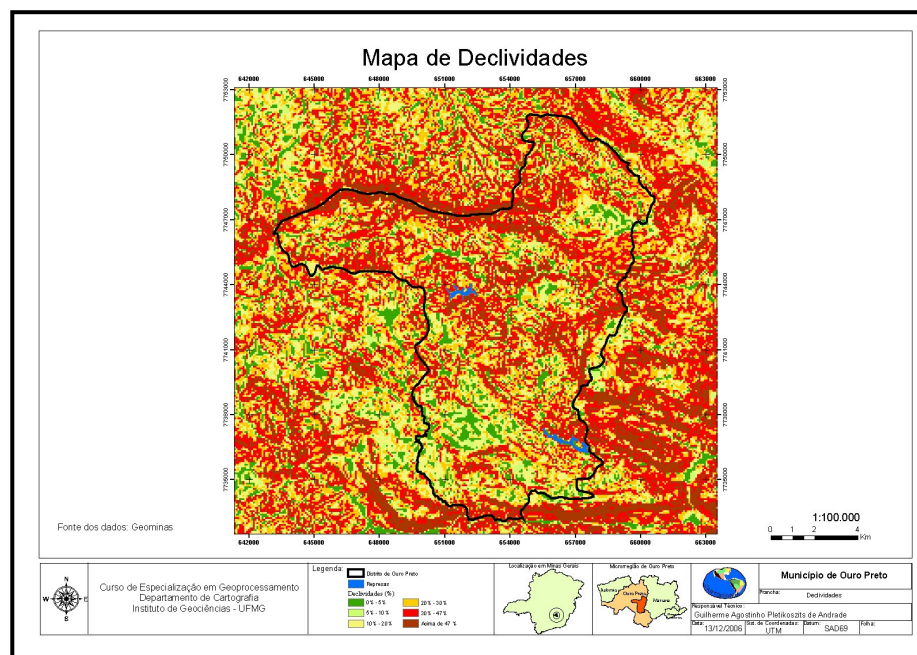


Figura 4 – Mapas de Declividades do distrito de Ouro Preto - MG

### 2.5.2. ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE

As Áreas de Proteção Permanente (APPs) foram levantadas levando em consideração o Código Florestal (Lei 4.771 de 1965) (Brasil, 1965) que determina que as APPs devem ser constituídas pelo buffer de 30 metros para os rios (há variação da faixa em função da largura do rio), 50m para nascentes, 50 metros para as rodovias e ferrovias, 100 metros para as represas, os topos de morro (o último terço de diferença altimétrica entre ponto mais baixo e ponto mais alto da encosta), declividades acima de 45% e unidades de conservação. Complementar a esta lei, está a Lei 6766 de 1979 (Brasil, 1979), que regulamenta a ocupação urbana e define as áreas “non aedificandi”.

A referida lei estabelece que áreas com declividades superiores a 30% são não edificáveis. Contudo, há uma brecha que deixa a critério dos municípios a aceitação da ocupação da faixa de declividade entre 30 e 47% desde que seja apresentado laudo geotécnico, e restringe totalmente a ocupação das declividades acima de 47%.

Foram construídos mapas de APPs destacando os topos de morro (construídos com o apoio do Modelo Numérico de Terreno do Spring e aplicativo próprio para este fim), as declividades entre 30 e 47% e acima de 47% (também construídas com o apoio de aplicativos de modelo numérico de terreno), as áreas de unidades de conservação e os buffers de rios, estradas e cabeceiras, conforme exemplificado na Figura 5.

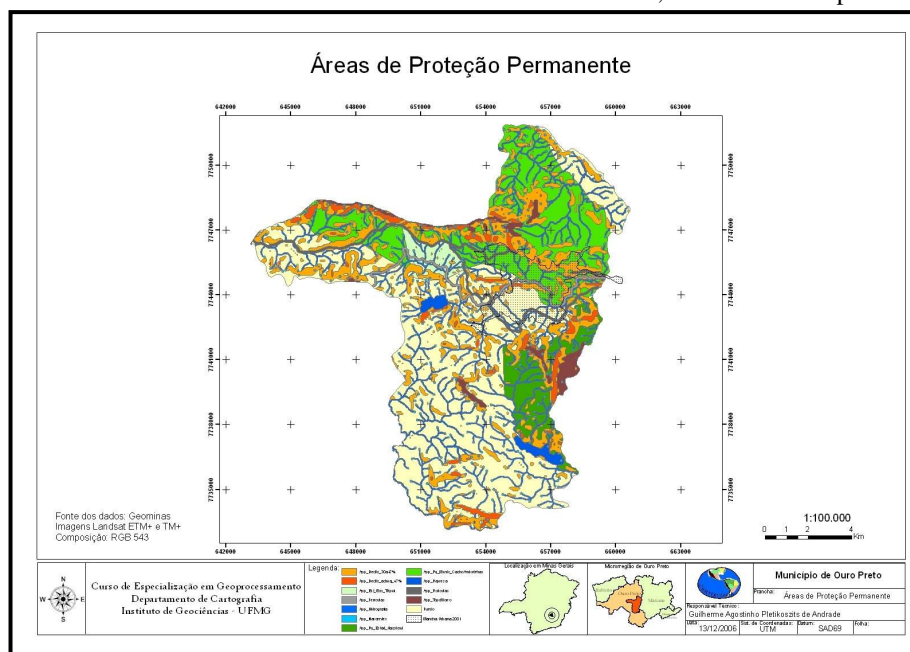


Figura 5 – Mapa de APPs do distrito de Ouro Preto - MG



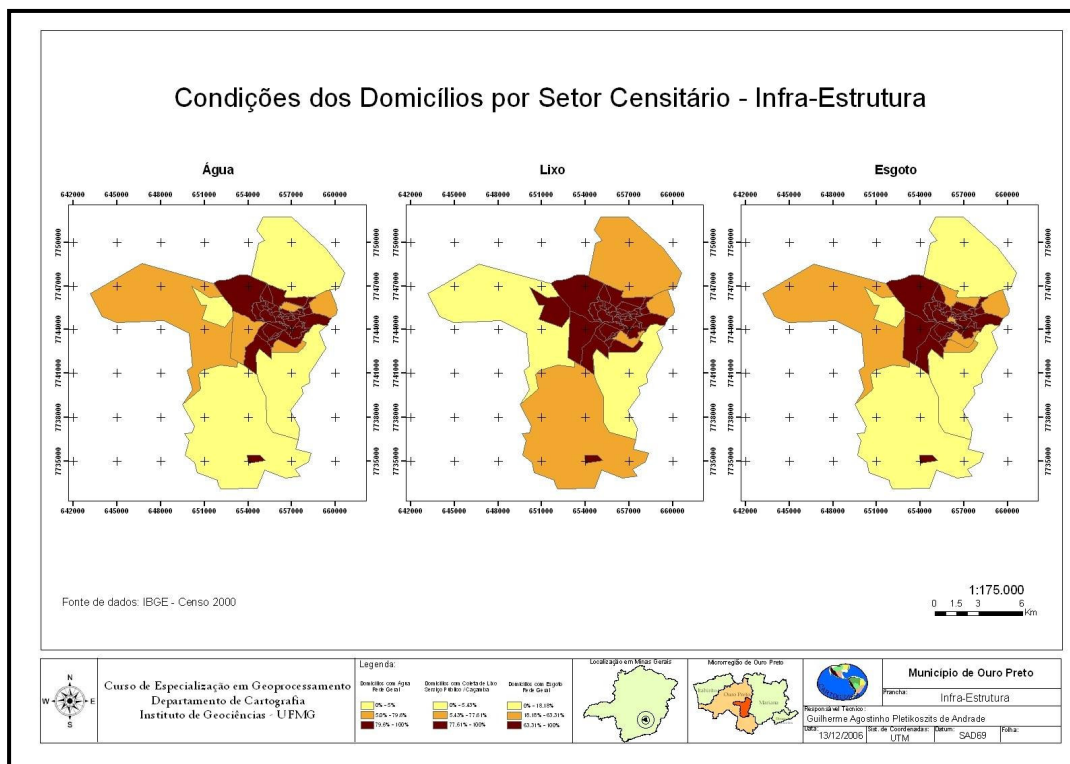


Figura 6 - Infra-Estrutura nos Setores Censitários do Distrito de Ouro Preto - MG

### 2.5.3. MAPA DE INFRA-ESTRUTURA

O Mapa de Infra-Estrutura foi gerado a partir das tabelas dos setores censitários de 2000 do IBGE. Foram produzidas muitas análises temáticas, mas com atenção especial nas informações relativas à presença e tipo de rede de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário, como mostra a Figura 6.

### 2.5.4. CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DO USO DO SOLO E USO DO SOLO URBANO

A Classificação da Cobertura do Uso do Solo do distrito de Ouro Preto foi gerada a partir das imagens Landsat de duas épocas diferentes, TM de 1988 e ETM+ de 2001, utilizando a configuração RGB - 543. Essa classificação permitiu analisar a evolução da ocupação do território. As classes utilizadas foram: água, campo, mata, afloramento, solo exposto, plantio e área urbana. Essas categorias foram escolhidas segundo o objetivo de observação e monitoramento das transformações do território e das ações antrópicas entre as duas datas.

A metodologia para realizar a classificação citada foi a mesma para as duas imagens, com exceção da imagem Landsat ETM+, onde antes de iniciar o procedimento de classificação, foi realizada a fusão das bandas 3, 4 e 5 com a banda pancromática (Banda 8), afim de se duplicar a resolução espacial final, o que acarreta uma melhor definição da imagem a ser classificada, facilitando o processo de classificação assistida, ou seja, com a intervenção do usuário.

O processo de classificação se inicia com a segmentação da imagem, que consiste em dividir a imagem em polígonos com características semelhantes dos pixels da imagem. Devem-se escolher as bandas que serão segmentadas, o método de segmentação, a similaridade e a área em número de pixels dos polígonos.

Foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5, já realçadas, configuradas nos canais B, G e R respectivamente. O método de segmentação usado foi o de Crescimento das Regiões, onde apenas regiões adjacentes, espacialmente, são agrupadas. A similaridade na segmentação representa o quão semelhante um pixel vizinho deve ser para que seja incluído no mesmo polígono e após testes, foi determinado que o melhor valor para similaridade seria de 10. A área em número de pixels dos polígonos limita o tamanho dos polígonos gerados na segmentação e foi determinado que esse valor seria de 15 para a imagem TM e de 30 para a imagem ETM+ com fusão.

Após a segmentação das imagens foi realizado o processo de classificação por regiões, no qual, além de se levar em conta a informação espectral de cada *pixel*, pondera-se também a relação de semelhança entre os *pixels* e seus vizinhos. Após escolher as bandas a serem classificadas e a imagem segmentada gerada anteriormente, deve-se fazer o treinamento das amostras, onde são escolhidos os

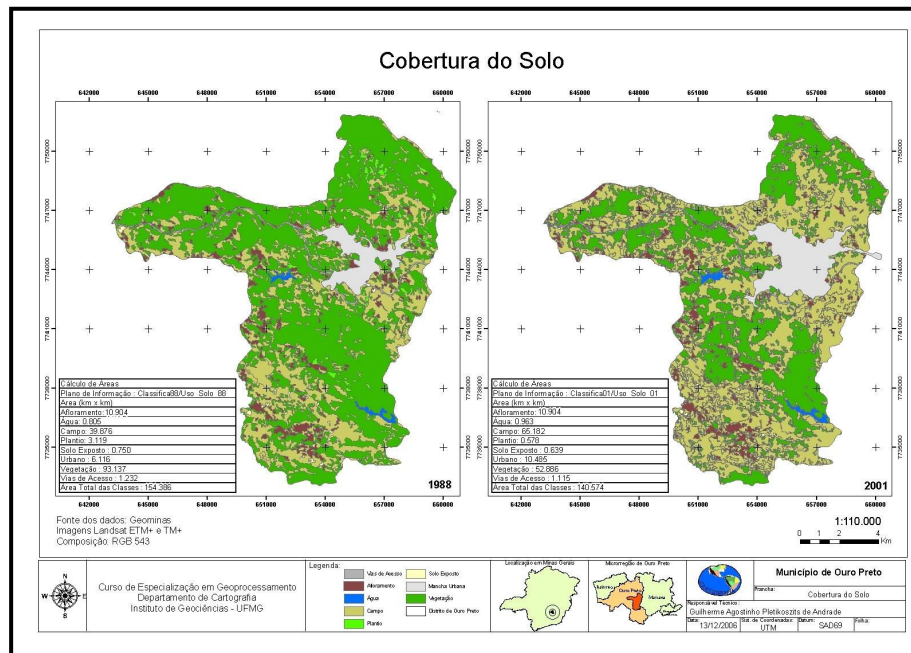


Figura 7 – Cobertura do Solo do distrito de Ouro Preto - MG em duas épocas diferentes, 1988 e 2001

polígonos como amostras de cada classe de interesse. Então é realizado o processo de classificação em si, onde se escolhe o algoritmo classificador, que após testes foi determinado que seria o algoritmo classificador de Bhattacharya, com limiar de aceitação de 99,9%. Logo após a classificação, foi gerado o mapa temático de cobertura do solo através do procedimento de mapeamento das classes geradas na classificação, com as classes de uma imagem temática previamente criada com número igual de classes e configuradas com a cor que se deseja na apresentação final. Ao final do procedimento de classificação, o mapa temático resultante teve que ser editado devido à presença de nuvens e sombras nas imagens originais, o que confundiu o treinamento das amostras. O resultado

final da classificação pode ser observado na Figura 7.

#### 2.5.5. ÁREAS DE CONFLITO DO USO DO SOLO

Nessa fase foi efetuada uma análise utilizando a linguagem de programação LEGAL do SPRING, com o objetivo de cotejar as ocupações territoriais com as áreas que deveriam ser preservadas por lei, para identificar as áreas onde existe ação antrópica inadequada. Para isso foi sobreposto o mapa de Áreas de Proteção Permanente (APPs) e as Classificação da Cobertura do Uso do Solo obtida a partir das imagens Landsat. A Figura 8 apresenta a identificação de conflitos no município de Ouro Preto.

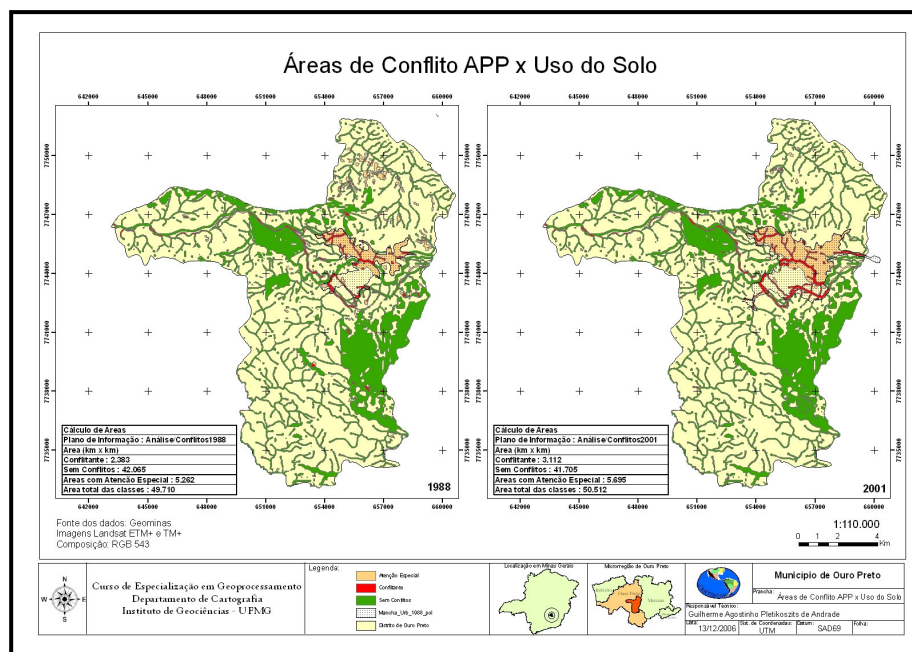


Figura 8 - Mapa de Áreas de Conflito do Uso do Solo do Município de Ouro Preto - MG



### 3. ANÁLISES DE MULTICRITÉRIOS

O procedimento de análise de multicritérios é baseado nas etapas de trabalho: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas.

Segundo Moura (Moura, 2003) a Análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente aceito nas análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisões. O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de

informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final.

A matemática empregada é a simples média ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas.

O procedimento de Análise de Multicritérios foi empregado na construção do mapa síntese de potencial de expansão urbana.

#### 3.1. ANÁLISE DE POTENCIAL DE EXPANSÃO URBANA

A síntese de planos de informação por análise de multicritérios para gerar a classificação do potencial de expansão urbana para todo o território distrital foi construída com o uso da linguagem de programação LEGAL. Foi montada uma fórmula de média ponderada entre os mapas de Áreas de Proteção Permanente, Mapa de Declividades, Mapa de Distribuição de Infra-Estrutura de Água, Lixo e Esgoto e Classificação da Cobertura do Uso do Solo. O esquema da Figura 9 indica os pesos e as notas adotados para o distrito de Ouro Preto.

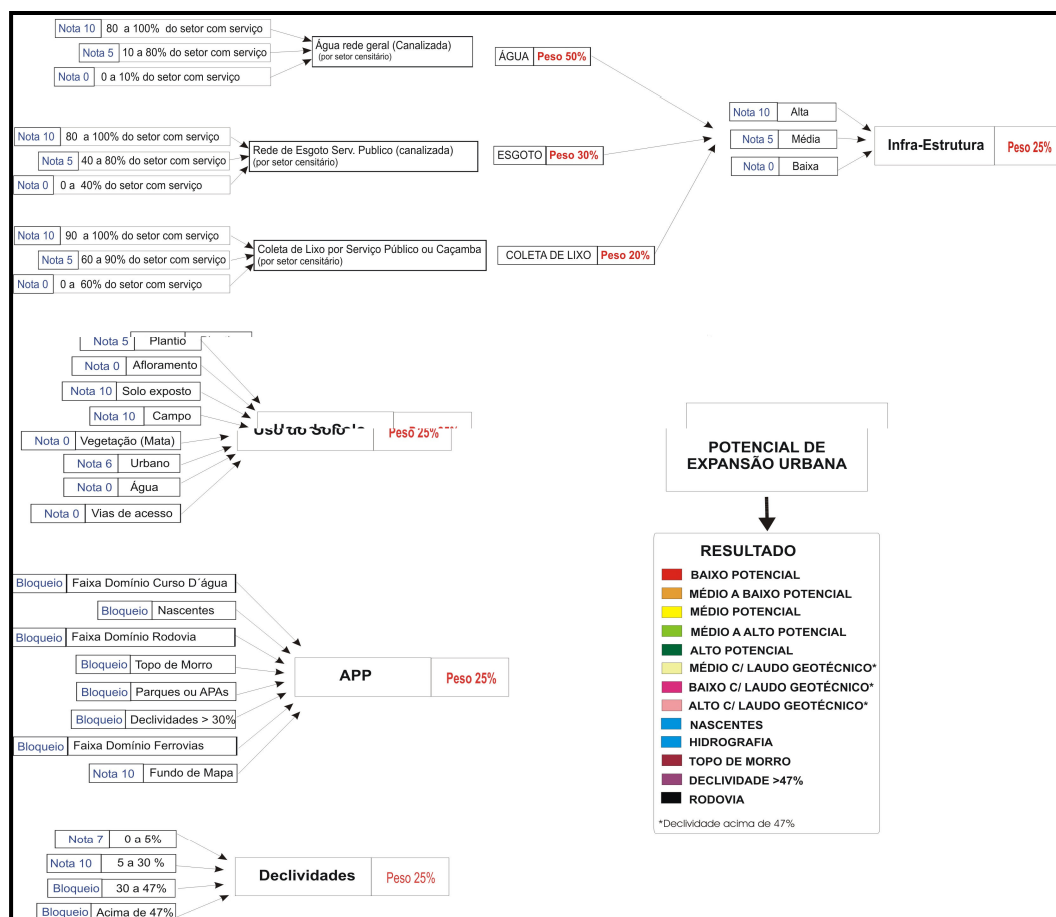


Figura 9 – Análise Multicritérios para o Potencial de expansão Urbana de Ouro Preto - MG

Usou-se em todos os mapas o peso de 25%, seguindo a experiências dos diagnósticos realizados anteriormente à esse trabalho, porém pode-se testar essa análise em outras combinações.

A Figura 10 apresenta o resultado obtido com a análise do Potencial de Expansão Urbana de ouro Preto.

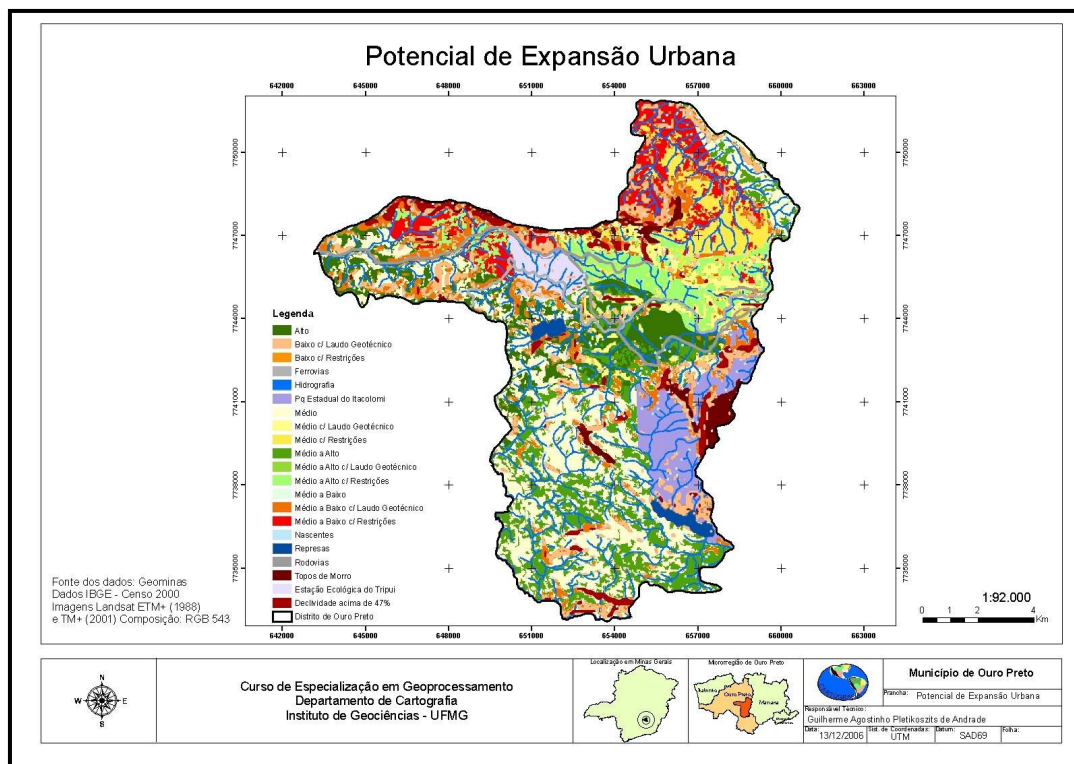


Figura 10 – Potencial de Expansão Urbana de Ouro Preto

### 3.2. CRESCIMENTO URBANO X POTENCIAL DE EXPANSÃO URBANA

Para a construção desta análise, foram inicialmente cotejados os mapas de representação das manchas urbanas do município em duas datas, com o

objetivo de reconhecer o crescimento da ocupação urbana. Na sequência, a mancha de crescimento foi comparada ao mapa de Potencial de Expansão Urbana, visando identificar o grau de adequabilidade do crescimento. O resultado desse cruzamento de dados pode ser visto na Figura 11

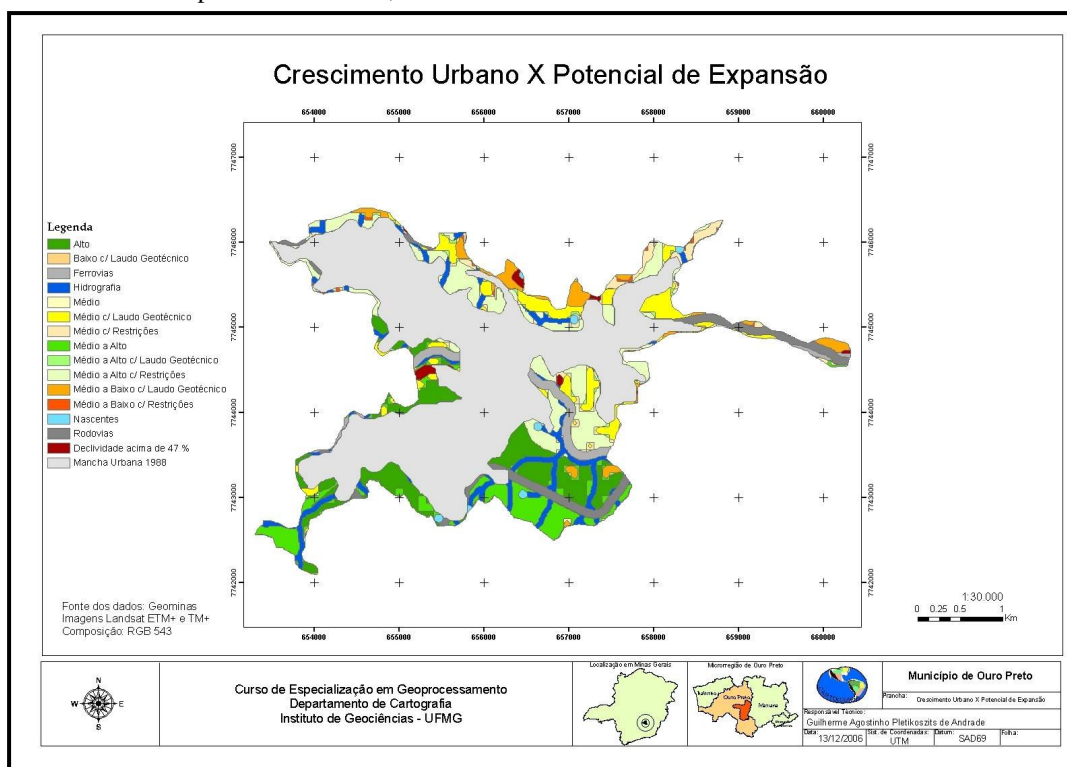


Figura 11 - Crescimento Urbano X Potencial de Expansão Urbana

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a criação das análises destinadas ao diagnóstico municipal no software SPRING, todas as informações foram exportadas para o software o TerraView. O último passo foi a criação de mapas em formato pdf para a distribuição de material produzido. A coleção cartográfica contendo a caracterização e análise do território municipal estudado foi composta pelos mapas: Característica dos Habitantes – Alfabetizados com 5 ou mais anos de idade; Cobertura do Solo 2001; Cobertura do Solo 1988 e 2001; Declividades; Densidade Demográfica 2000; Evolução Urbana; Faixas de Domínio das Rodovias e Ferrovias; Característica dos Habitantes – Faixa Etária 0 a 14 Anos de idade; Característica dos Habitantes – Faixa Etária 15 ou mais Anos de idade; Faixas de Domínio da Hidrografia; Mancha Urbana – Imagem do Software Google Earth; Hidrografia; Hipsometria; Condições dos domicílios por Setor Censitário - Infra-Estrutura; Imagem Landsat; Malha Viária; Característica dos Habitantes – Não Alfabetizados com 5 ou mais anos de idade; Perímetro Urbano x Área urbanizada; Planta de Situação; Condições dos domicílios por Setor Censitário - Casa, Apartamento, Alugados; Condições dos domicílios por Setor Censitário - Coletivo, Quitado, Cedido; Condições dos domicílios por Setor Censitário – Propriedade Particular Permanente; Característica dos Habitantes – Renda Média Chefe de Família (Salário Mínimo 2006); Rodovias e Ferrovias; Setores Censitários; Característica dos Habitantes – Sexo Uso do Solo Urbano. A partir de procedimentos de álgebra de mapas, foram compostas sínteses que resultaram nas análises: Áreas de Proteção Permanente; Áreas de Proteção Permanentes – Detalhe da Mancha Urbana de 2001; Áreas de Conflito APP x Uso do Solo 2001; Áreas de Conflito APP x Uso do Solo 1988 e 2001; Crescimento Urbano x Potencial de Expansão; Potencial de Expansão Urbana; Potencial de Expansão Urbana – Mancha Urbana 2001.

O SIG está armazenado no Spring para usuários com conhecimento no manuseio de informações por geoprocessamento, e no TerraView para usuários que requerem uma interface mais amigável para consultas e análises mais simples ou previamente disponibilizadas.

Conclui-se ao final dessa pesquisa que o geoprocessamento tem profunda importância na realização de Planos Diretores, pois utilizando de avançadas ferramentas de análise e processamento de

imagens e dados podemos construir o diagnóstico completo municipal, e assim, alertar com precisão de forma clara e objetiva onde se deve agir para corrigir ou pelo menos amenizar os problemas urbanos enfrentados pelas prefeituras municipais. As informações aqui apresentadas podem ser utilizadas como referência para a atualização do Planos Diretor vigente.

#### 5. REFERÊNCIAS

##### Leis:

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

Brasil. Lei nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979, Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

##### Livros:

Moura, A.C.M., 2003, Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano, Ed. da Autora, Belo Horizonte, 294 páginas.

Novo, E.M.L.M., 1992, Sensoriamento Remoto : Princípios e Aplicações, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 308 páginas.

##### Referências de Internet:

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2006.

University of Maryland - GLCF: Earth Science Data Interface. Disponível em: < <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>>. Acesso em: 25 jul. 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2006.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Disponível em: < <http://www.inpe.br/>>. Acesso: 26 jul. 2006