

## Geoprocessamento como ferramenta para análise da ocupação urbana e relação com áreas de preservação permanente na sede do município de Alegre (ES)

Carolina Hupp<sup>1</sup>

Paulo de Tarso Ferro de Oliveira Fortes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geologia/Universidade Federal do Espírito Santo – DEGEO/UFES  
Caixa Postal 16 - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil  
carolinahupp@hotmail.com; paulo.fortes@ufes.br

**Abstract.** The study area was delimited around the seat of Alegre, Espírito Santo, since this work aims to show through multispectral imagery, maps and orthophoto the evolution of urban expansion in the area as well as its relation with Permanent Preservation Areas (PPAs). The PPAs are defined by the Brazilian Forest Code in order to protect the natural environment and also to avoid construction in areas of geological instability. In this context, the analysis of urban growth and its effects on the environment is an important issue to identify problems caused by inadequate use of the soil. The use of GIS was effective to promote the delimitation and the calculation of permanent preservation areas, as well as the urban evolution. Through this study, we note that over 25% of the urban area is in permanent preservation areas and the PPAs occupy more than 13% of the built up areas. This work brings relevant information about the current status of the seat and can support the competent agency for the adoption of specific steps to minimize the environmental impacts in the area, providing improved quality of life.

**Palavras-chave:** urban growth, permanent preservation area, geographic information system, crescimento urbano, área de preservação permanente, sistema de informações geográficas.

### 1. Introdução

Alegre localiza-se no sudoeste do Espírito Santo, a 202Km (distância rodoviária) da capital, Vitória. De acordo com informações disponíveis na página da Prefeitura Municipal de Alegre, a cidade desenvolveu-se nas áreas planas e nas encostas suaves dos vales dos rios Alegre, Conceição e seus afluentes próximos. O município possui infraestrutura urbana bem dotada, comércio forte e também sofre os problemas urbanos advindos do contínuo e crescente êxodo das áreas rurais, além do crescente número de estudantes uma vez que a cidade possui grandes instituições de ensino superior.

O crescimento urbano pode ocasionar ocupações indevidas e para impedir esse evento é necessário o estudo detalhado para identificação de novas áreas para a expansão urbana. Fatores como relevo e recursos hídricos devem ser ponderados ao se planejar a ocupação de área urbana, que uma vez desorganizada e irregular pode causar problemas ambientais, riscos população e ônus ao poder público.

Embora a legislação ambiental brasileira seja 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 vigor as agressões ao meio ambiente (Nascimento, 2005).

De acordo com Montebelo (2002) há crescente preocupação com o ambiente e a necessidade de preservar os recursos naturais, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida buscando o desenvolvimento sustentável através da interação e do equilíbrio entre as questões ambientais, econômicas e sociais.

Dentre os mecanismos que podem contribuir para melhoria das condições ambientais nas cidades estão as Áreas de Preservação Permanente (APP), que foram definidas pelo Código Florestal (Lei 4771 de 15/09/65, alterada pela Lei 7803 de 18/07/89) e têm o intuito de proteger o solo contra erosões e deslizamentos, evitando assim assoreamentos de corpos d'água e preservar os recursos hídricos e a paisagem, a biodiversidade e o bem-estar público.

O Plano Diretor Municipal de Alegre é instrumento global de planejamento municipal e de implementação da política de desenvolvimento territorial, social, econômico e ambiental do Município, O Art. 10. do Plano Diretor Municipal afirma que a política ambiental de

Alegre tem por objetivo a promoção do meio ambiente equilibrado, como bem comum de toda a população e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo.

Sendo assim, é imprescindível o planejamento de ocupação adequada de área para que danos ao meio ambiente e à população sejam evitados. A utilização destas novas áreas planejadas de acordo com a legislação evitaria ou amenizaria a ocupação das áreas de instabilidade geológica e de áreas próximas a recursos hídricos.

O geoprocessamento é uma ferramenta muito útil que permite gerar, manipular, analisar e integrar informações espaciais, sobretudo relativas ao meio ambiente, podendo subsidiar o processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas (Guimarães, 1999).

O desenvolvimento deste trabalho aborda o estudo multitemporal da evolução da ocupação urbana na sede de Alegre e objetiva analisar esta expansão e relacioná-la com as APPs com a finalidade de transmitir informações de pesquisa acadêmica e dar subsídios aos setores competentes locais para adoção de medidas específicas que possibilitem amenizar os impactos ambientais, bem como aos eventos catastróficos relacionados ao contexto.

## 2. Metodologia de trabalho

O estudo foi dividido em três fases, onde a primeira correspondeu à criação do banco de dados para a análise da expansão urbana; a segunda à delimitação das APPs; e a terceira ao estabelecimento das relações entre as informações das duas primeiras etapas. O banco de dados foi georeferenciado ao Sistema Geodésico SIRGAS 2000 e à Projeção Cartográfica UTM, Zona 24, Hemisfério Sul.

### 2.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na porção sudoeste do município de Alegre, em área de aproximadamente 6.209,63 ha em torno da sede, entre as coordenadas  $-41^{\circ}30''$  e  $-41^{\circ}35''$  de longitude e  $-20^{\circ}44''$  e  $-20^{\circ}49''$  de latitude. O município pertence à microrregião Caparaó, localizada na porção sudoeste do Espírito Santo.

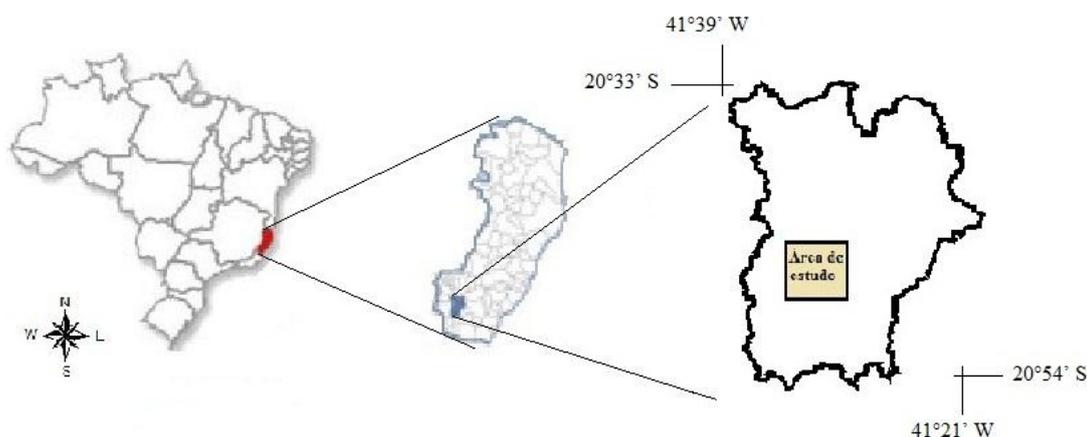


Figura 1: Localização da área de estudo.

### 2.2 Materiais

Para realizar a análise da expansão urbana foram utilizados mapa antigo de 1821, cópia impressa cedida pelo Instituto Histórico e Geográfico de Alegre (IHGA), mapa topográfico em escala de 1:50.000 (Folha Guaçuí : SF-24-V-A-IV-4) de 1977 (IBGE), imagens do satélite Landsat TM5 referentes aos anos de 1985 e 1996 (órbita/ponto: 216/074), ortofoto de 2007 (resolução espacial: 1m, PEC: 1:15.000) disponibilizada pelo IEMA.

Para o mapeamento de APP de topo de morro foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) proveniente da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução de 90 metros.

Os *softwares* utilizados para análise e integração de dados foram o SPRING (Sistema de Processamento e Informações Georeferenciadas - INPE) versão 5.1.7 e o Terra View (INPE) versão 4.2.1.

### **2.3 Desenvolvimento da expansão urbana**

Os mapas de 1821 e de 1977 foram vetorizados e registrados.

As bandas 2, 3 e 7 das imagens Landsat foram realçadas e utilizadas na composição colorida R7G3B2, que se mostrou a mais adequada para a identificação da área urbanizada.

Na ortofoto foi necessário mudar o Datum de SAD 69 para Sirgas 2000.

### **2.4 Delimitação das APPs de curso d'água**

A rede hidrográfica foi vetorizada a partir da interpretação visual da ortofoto. A APP ao longo dos cursos d'água foi demarcada conforme os artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA (2002) e gerada através de análise de proximidade (*buffer*) com faixas de 30 m a partir do eixo dos cursos d'água com menos de dez metros de largura.

### **2.5 Delimitação das APPs ao redor das nascentes**

Os pontos relacionados às nascentes foram criados através da interpretação visual da rede hidrográfica, na qual admite-se que todo início de drenagem é oriundo de nascente. A área de preservação permanente em torno das nascentes foi delimitada conforme os artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA (2002) e gerada através de análise de proximidade (*buffer*), na qual foi delimitado um raio de 50 metros em torno das nascentes.

### **2.6 Delimitação das APPs em topos de morro**

Segundo Hott (2004), os morros são elementos de paisagem caracterizados por seus cumes ("pontos máximos"), facilmente identificados visualmente e consegue-se distingui-los através da observação de vales.

Conforme os artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA (2002) foram delimitadas as APPs de topo de morro através da imagem SRTM. Por meio do SRTM foi gerado um modelo numérico de terreno (MNT). Em seguida, foi gerada a grade regular com o pixel reduzido a 10 m e posteriormente as isolinhas com intervalos fixos de 10 m. Através da interpretação das isolinhas foi possível identificar os cumes e os vales e posteriormente extrair os topos de morros, que correspondem a 1/3 da altura mínima da elevação em relação à base.

## **3. Resultados e discussões**

### **3.1 Expansão urbana**

As áreas urbanizadas em diferentes épocas são representadas na Figura 2, na qual pode-se ter noção da expansão urbana da sede do município de Alegre.

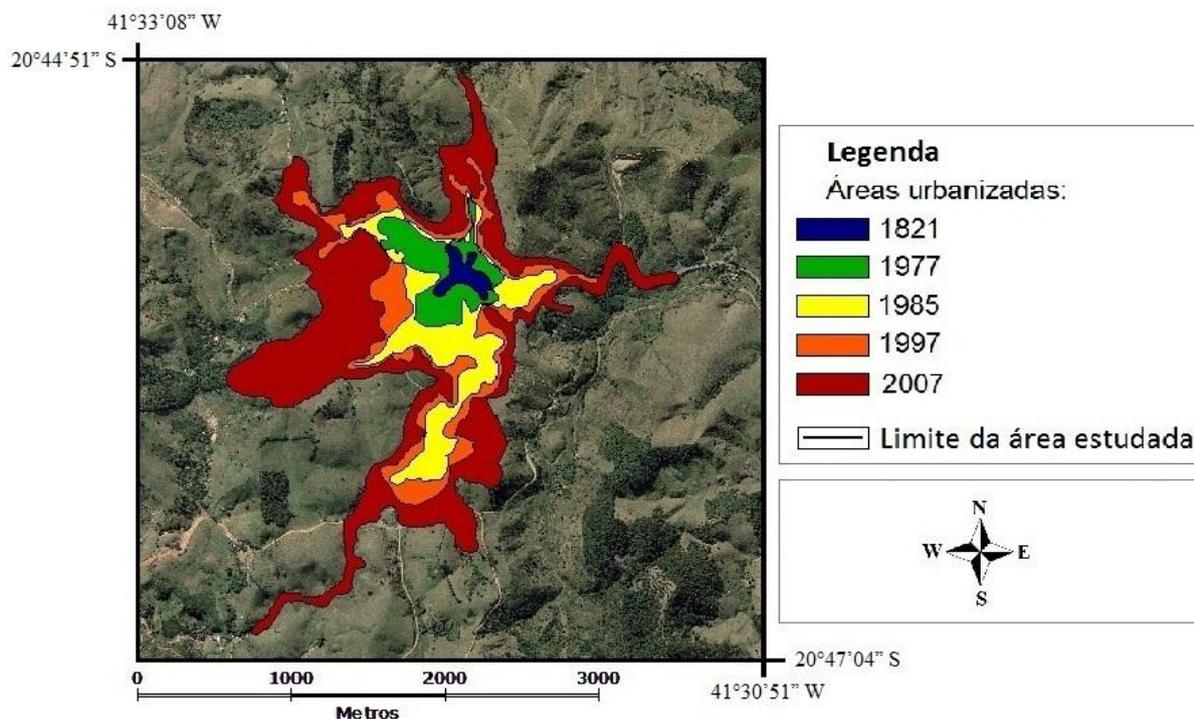


Figura 2: Expansão da área urbanizada da sede do Município de Alegre, ES. (Datum: SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM)

Também foi possível quantificar o crescimento da área urbana (Gráfico 1), que ao longo de 186 anos cresceu 285,16 ha (Tabela1).

Gráfico 1: Dimensão da área urbanizada relacionada com os respectivos anos.

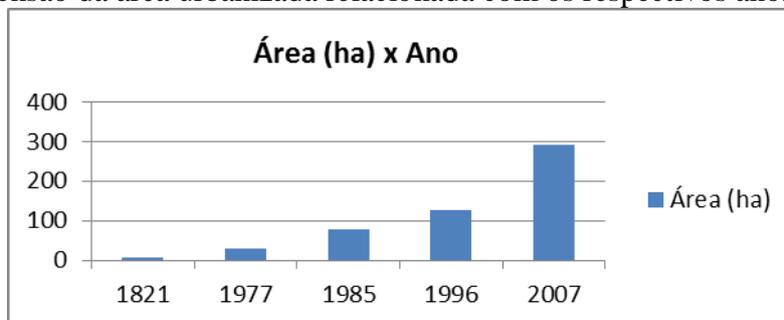


Tabela 1: Expansão da área urbanizada da sede do Município de Alegre, ES.

Ano	Área (ha)
1821	6,36
1977	29,85
1985	77,83
1996	125,54
2007	291,52

### 3.2 Áreas de Preservação Permanente

As APPs foram identificadas e quantificadas em categorias, sendo APP-1: ao longo dos cursos d'água; APP-2: ao redor de nascentes; APP-3: em topos de morros (Figura 3).

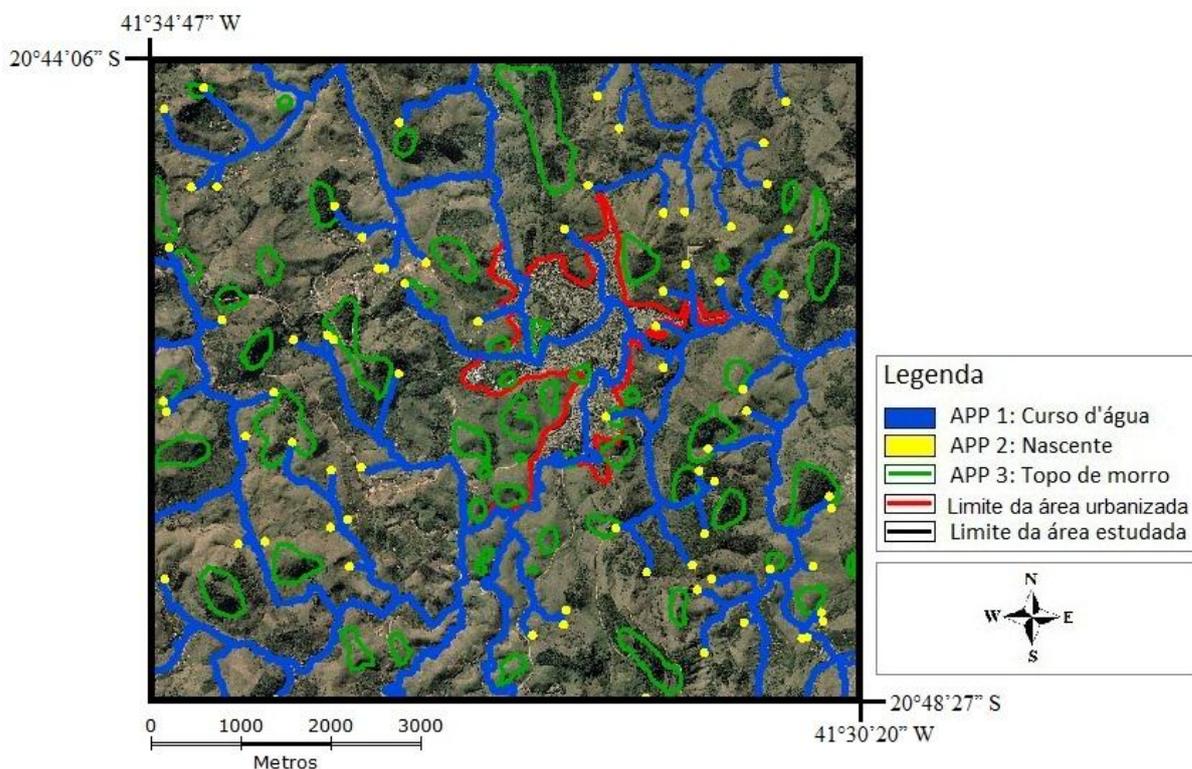


Figura 3: APPs na área estudada e na área urbanizada de Alegre, ES. (Datum: SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM)

O território analisado (6.209,63 ha) possui uma extensão de 1.249,15 ha classificada como APP, totalizando 20,12% da área. Na área urbanizada (Tabela 2) as áreas de preservação permanente ocupam 75,62 ha de um total de 291,52 ha.

Considerando a área edificada como área total coberta de edificações, tem-se aproximadamente 182,43 ha de área edificada dentro do perímetro urbano e destes, 24,83 ha, o equivalente a 13,61%, estão em áreas de preservação permanente.

Tabela 2: Quantificação das APPs na área urbanizada.

Categoria	Área urbanizada	
	Área (ha)	Área (%)
APP – 1 (curso d'água)	59,73	20,49
APP – 2 (nascente)	1,04	0,36
APP – 3 (topo de morro)	14,85	5,04
Total	75,62	25,89

Segundo Crepani *et al* (2001), a cobertura vegetal além de proteger o solo, impede erosões e desmoronamentos de encostas. Sendo assim, é válido ressaltar que dos 532,52 ha de APP de topo de morro da área estudada, apenas 146,98 ha, ou seja, somente 27,60% possuem cobertura florestal, os outros 72,40% dividem-se entre pastagem e área edificada como pôde ser observado na Figura 3.

### 3.3 Relação do Plano Diretor com as APPs

De acordo com o Plano Diretor Municipal de Alegre é possível observar quais zonas estas APPs ocupam e como elas estão distribuídas.

Ao observar a Figura 4, nota-se que a APP – 1 (curso d'água) está majoritariamente na Zona de Recuperação Ambiental (ZRA), enquanto a APP – 2 (nascente) encontra-se na Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) e a área ocupada pela APP -3 (topo de morro) divide-se entre as Zonas de Recuperação Ambiental (ZRA) e Especial de Interesse Social (ZEIS).

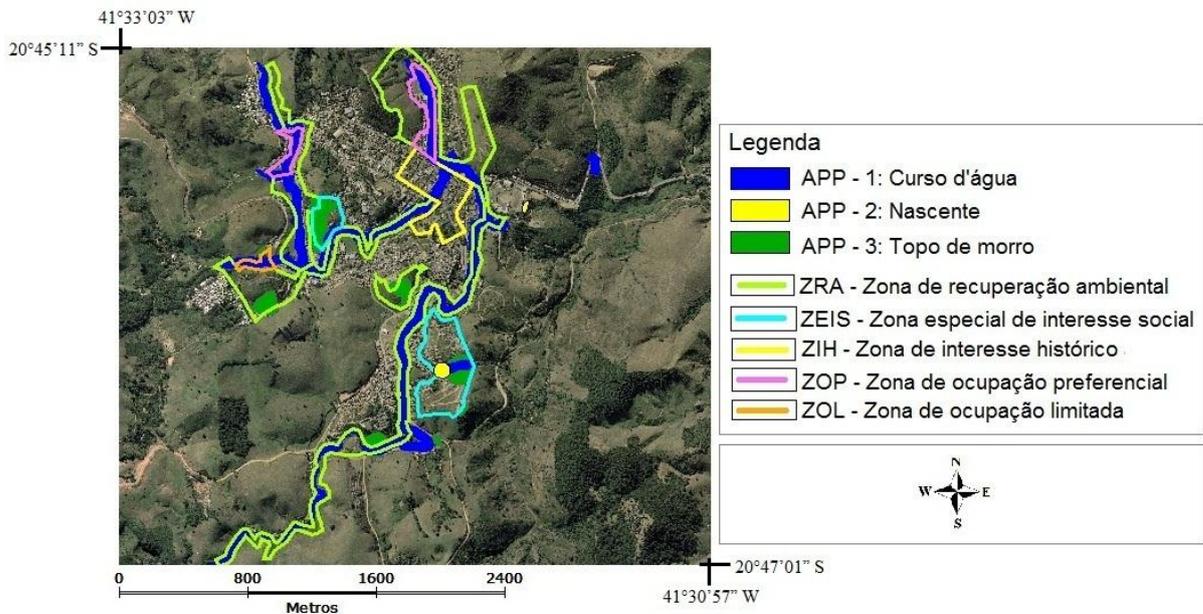


Figura 4: APPs do perímetro urbano de Alegre relacionadas com o Plano Diretor Municipal. (Datum: SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM).

O Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) define o perímetro urbano como uma linha imaginária que delimita a área urbana, estabelecendo limite entre esta e a área rural. O perímetro urbano inclui o conjunto dos espaços urbanos e dos espaços urbanizáveis de expansão urbana.

De acordo com o Art. 180. do Plano Diretor Municipal, as Zonas de Expansão Urbana são áreas localizadas dentro do perímetro urbano, com localização adequada para a expansão da área urbana em função da proximidade com eixos viários consolidados, relevo com poucos acidentes geográficos e proximidade de áreas infra-estruturadas, necessitando de melhorias na infra-estrutura urbana e adequação no sistema viário, possibilitando futura ocupação.

Sendo assim, além das Zonas de Expansão Urbana delimitadas pelo Plano Diretor Municipal estarem de perfeito acordo com a legislação, elas não coincidem com as áreas de preservação permanente (Figura 5).

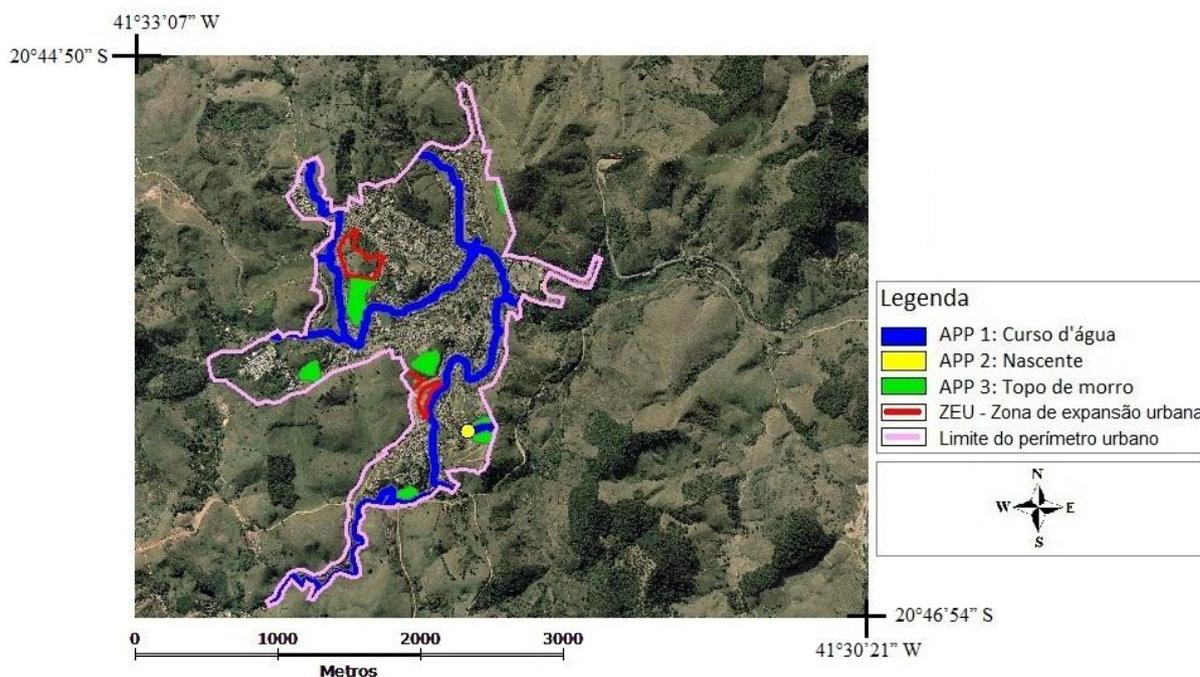


Figura 5: APPs e Zona de Expansão Urbana definida pelo Plano Diretor Municipal. (Datum: SIRGAS 2000, Projeção Cartográfica UTM)

#### 4. Conclusão

Felizmente as áreas sugeridas pelo Plano Diretor Municipal de Alegre para expansão urbana não coincidem com áreas de preservação permanente. Contudo além da necessidade de controle e fiscalização de novas construções para que estas obedeçam ao Plano Diretor Municipal, seria plausível uma tentativa de restauração das áreas de preservação permanente já ocupadas pela população.

Seria interessante a adoção de medidas para aumentar a qualidade dos corpos hídricos, bem como a eliminação de esgotos clandestinos, a tentativa de conscientizar a população sobre a preservação da qualidade dos respectivos bens hídricos e fiscalização mais efetiva por parte do governo municipal.

O planejamento da ocupação antrópica é fundamental a fim de evitar construções em áreas de instabilidade geológica, preservar os recursos hídricos naturais, assim como zelar pelo bem estar da população e evitar ônus ao poder público.

#### 5. Referência bibliográfica

Conselho Nacional De Meio Ambiente - **CONAMA**. Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_303.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_CONAMA_303.pdf)>. Acesso em 25 out. 2012.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. De; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos, 2001 (INPE-RPQ/722).

Guimarães, M. **Cartografia Ambiental da Região de Vitória da Conquista – BA**. São Paulo: USP-IB-DEG, 1999, 200p. *il.* Dissertação (Mestrado em Ecologia), São Paulo, 1999.

Hott, M. C.; Guimarães, M.; Miranda, E. D. **Método para determinação automática de Áreas de Preservação Permanente em topo de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa, 2004.

**IBGE.** Guaçuí - Folha topográfica (SV-24-V-A-IV-4). Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1977.

Instituto Estadual de Meio Ambiente - **IEMA**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/>> Acesso em: 29 out 2012.

Instituto Jones dos Santos Neves - **IJSN**. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/>> Acesso em: 29 out 2012.

Montebelo, L. A.; Casagrande, C. A.; Ballester, M. V. R.; Victoria, R. L.; Cutolo, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR) 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. Artigos, p. 3829-3836. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.17.22/doc/3829.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR) 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2289-2296. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.18.18.26/doc/2289.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

**Prefeitura Municipal de Alegre.** Secretaria Municipal de Administração. **Lei nº 2.980/2008 – Plano Diretor Municipal do Município de Alegre** - Disponível em <<http://www.alegre.es.gov.br>>. Acesso em 20 out. 2012.

**[SPRING 5.1.7]** Software de Geoprocessamento – Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em 28 out. 2012.

**[TerraView 4.2.1]** Software de Geoprocessamento – Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em 28 out. 2012.