AVALIAÇÃO DO USO DA BASE VETORIAL DO IBGE/GEOMINAS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DAS APPS E PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

GRAZIELLE ANJOS CARVALHO
IVAN SEIXAS BARBOSA
FELIPE SANTOS DE MIRANDA NUNES
ANTONIO MAGALHAES

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Instituto de Geociências - IGC
Departamento de Cartografia, Belo Horizonte, MG
grazielleac @ufmg.br, felipesantosmn@yahoo.com.br, magalhaesufmg@yahoo.com.br,

RESUMO - As áreas de preservação permanente (APP's) constituem importante instrumento de manutenção dos recursos hídricos e da biodiversidade. Apesar da importância dessas áreas serem reconhecidas no Código Florestal de 1965, essas são frequentemente suprimidas quando se deparam com fortes pressões de desenvolvimento que culminam com o crescimento urbano. No Brasil, a Lei n° 10.257, de 10 de Julho de 2001**,** mais conhecida como o Estatuto das Cidades visa dar as diretrizes para a constituição de cidades mais sustentáveis, porém não enfatiza a questão dos cursos d'agua nos centros urbanos. Neste contexto, as áreas de preservação permanente (APP´s) se constituem como áreas prioritárias para conservação dos recursos hídricos. O presente estudo se propõe a identificar e avaliar o cruzamento da base vetorial de hidrografia do IBGE/Geominas com a imagem IKONOS para a aquisição de dados que permita a identificação e o mapeamento das Apps e sua posterior utilização como instrumento de gestão urbana.

ABSTRACT - The areas of permanent preservation (APP's) constitute important instrument of maintenance of the hídricos resources and biodiversity. Although the importance of these areas to be recognized in the Forest Code of 1965, these frequent are suppressed when they come across with strong pressures of development that culminate with the urban growth. In Brazil, the Law in the 10,257, of 10 of July of 2001, more known as the Statute of the Cities aims at to give the lines of direction for the constitution of more sustainable cities, however it does not emphasize the question of the courses of agua in the urban centers. In this context, the areas of permanent preservation (APP´s) if constitute as with priority areas for conservation of the hídricos resources. The present study if it considers to identify and to evaluate the crossing of the vectorial base of hydrography of the IBGE/Geominas with image IKONOS for the acquisition of data that allows to the identification and the mapping of the Apps and its posterior use as instrument of urban management.

1 INTRODUÇÃO

A vida como conhecemos hoje no planeta Terra é altamente dependente da existência de água, independente do estado que esta se encontre na natureza (sólido, liquido, gasoso).

"*A água é um elemento essencial à vida, como constituinte biológico dos seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo*" Mendonça (2006:218)

No que se refere à vida humana, sabemos que isso não é diferente. Entretanto, apesar da posição de destaque desse recurso para a manutenção da vida o que percebe-se é a tendência de sua degradação. A utilização descontrolada da água para a produção de alimentos e recepção de emissários de esgoto são, atividades comuns em vários países.

No Brasil cerca de 80% da população total do país está concentrada nos centros urbanos, figurando como um sério problema hídrico, visto que a elevada densidade populacional encontrada nestas áreas vêm provocando alterações drásticas como a artificialização e eutrofização dos cursos d'agua.

Segundo Vargas (1999:112), "*o uso urbano costuma ser o principal responsável pela poluição orgânica dos rios, devido ao lançamento constante de efluentes sanitários de residências e empresas praticamente sem tratamento*".

No Brasil, a Lei nº 10.257, de 10 de Julho de 2001**,** mais conhecida como o Estatuto das Cidades visa "*estabelecer normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental*".

O Estatuto das Cidades não trata de forma direta a questão da necessidade de se preservar os recursos hídricos nos centros urbanos, porém, traz entre seus incisos dois que podem ser entendidos como um direcionamento para ao mesmo:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

(...)

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;

Observa-se, no entanto que poucas são as cidades que apresentam a preocupação em preservar os cursos d'agua existentes, pois muitos destes são vistos pela população local como esgoto e não como rio ou uma possível área de confraternização. Desta forma, observa-se em muitos centros urbanos a tendência em desvencilhar o rio da paisagem urbana.

Ainda segundo Vargas (1999:116), muitos são os pontos negativos diretos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, o que culmina na perda de potencialidade de usos da água. Ao se impermeabilizar o solo e retirar a cobertura vegetal, impede-se que a água infiltre e abasteça o lençol freático, aumentando significativamente a velocidade e a quantidade de água que escoa superficialmente e que chega à jusante (em um espaço de tempo muito pequeno), causando inclusive vários problemas à população ribeirinha como, por exemplo, inundações maiores e cada vez mais freqüentes. Além disso, o incremento da poluição difusa pela lavagem das superfícies urbanizadas faz o uso da água ser cada vez mais escasso e consequentemente mais caro, devido ao lançamento de esgotos com ou sem tratamento nos cursos d'água, o que aumenta a D.B.O., diminuindo a capacidade de autodepuração do rio, o que faz com que o rio apresente perda de toda e qualquer possibilidade de desenvolvimento da vida em suas águas. A fim de minimizar os impactos citados é necessário os estudos e análises ambientais como subsídio para o planejamento urbano e a gestão integrada dos recursos hídricos.

2 O GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HIDRICOS:

De acordo com a Lei Estadual Nº14.309 de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade, considera-se Áreas de Proteção Permanente (APPs) aquelas protegidas nos termos dessa lei, revestida ou não de cobertura vegetal e que possui a função de preservar os recurso hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar da população. Essa lei vem complementando a Lei Federal Nº 4.711, de 15 de setembro de 1965, que institui o código florestal.

Ambas as leis apresentam a importância das APPs para a manutenção dos ecossistemas e demonstram que a supressão dessas áreas são diretamente responsáveis pela degradação dos recursos hídricos, visto que, as alterações geológicas, provocadas pela substituição da cobertura vegetal, são capazes de alterar leitos de rios, alargar planícies de inundação e, até mesmo, extinguir corpos d'água.

Dentre os critérios que definem as áreas de proteção permanente encontram-se os que protegem as formações vegetais ao longo dos rios e ao redor de lagoas ou reservatórios naturais ou artificiais. Esses relacionam a largura ou superfície do corpo hídrico com a faixa a ser protegida.

Ao longo dos rios	*APP*
<10 m	30m
10-50m	50m
50-200m	100m
200-600m	200m
>600m	500m

Ao redor dos lagos ou reservatórios d'ãgua naturais ou artificiais	*APP*
Superfície < 20ha	50m
Superfície > 20 ha	100m
Hidrelétricas	100m

Quadro 1 - Adaptado da Lei N° 4.711 – Código Florestal

Apesar dos avanços legais o monitoramento e fiscalização dessas áreas é um desafio para o poder público, visto que as APPs são constituídas por áreas dispersas em todo o território. Nesse contexto, o geoprocessamento e sensoriamento remoto surgem como uma alternativa para avaliação das APPs e proteção dos recursos hídricos.

Essas técnicas apresentam-se hoje como um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento urbano para obtenção de dados a serem utilizados no zoneamento, tanto em níveis regionais, quanto municipais. A título de exemplo, podem auxiliar na investigação da adequação do uso do solo em áreas de preservação permanente (Auclino et al. , 2000; Costa et al., 1996). Entretanto, poucos trabalhos têm sido realizados para investigar e demonstrar a eficácia destas ferramentas, especialmente na identificação e delimitação das áreas de uso restritos por instrumentos legais (COTA, 2007).

Apesar da série de limitações impostas pelo código florestal e leis estaduais correlatas observa-se a possibilidade de intervenção ou manutenção da alteração nessas áreas previstas nos próprios dispositivos legais. No caso de intervenções, observa-se que será permitida a supressão vegetal em APPs em casos de utilidade pública ou de interesse social. No caso da manutenção de alteração, destaca-se que a ocupação antrópica consolidada em APPs é assegurada, entretanto, sua expansão é vedada. Em ambos os caso, as geotecnias mostram-se capazes de auxiliar na fiscalização e monitoramento, por parte de órgãos governamentais, de possíveis irregularidades dos agentes sociais que fazem uso dessas premissas para intervirem nas APPs.

Apesar da enorme gama de informações conquistadas com essas técnicas uma série de limitações ainda são encontradas sejam de ordem tecnológica, necessidade de avanços no campo do conhecimento, ou financeira, devido ao elevado custo para sua execução.

Em relação às APPs que compõem as margens ao longo dos corpos hídricos observa-se que as extensões das Apps variam conforme a largura dos rios e como as bases georreferenciadas disponíveis apresentam falhas de informações sobre a largura e trajeto dos rios, o processo de mapeamento das Apps torna-se mais difícil.

Como solução para limitações como estas, frequentemente, são geradas zonas de distâncias ou *Buffers* a partir da largura média dos corpos d´água. Este procedimento, apesar de fácil aplicação em softwares de geoprocessamento, apresenta limitações por ser uma generalização das potenciais áreas de preservação ao longo dos recursos hídricos. Outra limitação refere-se à incompatibilidade de sobreposição de bases cartográficas construídas em diferentes escalas, o que limita a aquisição de informações espaciais.

Dentre as geotecnias disponíveis para delimitação e mapeamento para fiscalização e monitoramente que podem ser utilizadas pelos órgãos governamentais, como prefeituras, identificamos o uso de bases cartográficas vetoriais, imagens de satélites e produtos derivados de aerofotogrametria. Estes recursos podem ser manipulados por diversos softwares de geoprocessamento disponíveis no mercado.

As bases cartográficas mais comuns e disponíveis gratuitamente às instituições e ao público em geral são as bases vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dentre as imagens de satélites disponíveis, destacamos as imagens de diferentes sistemas orbitais, como Landsat e Ikonos, estas apresentam diferenças no tocante à resoluções espaciais , séries temporais e custos de aquisição. Fotos e imagens derivadas de técnicas de aerofotogrametrias podem ser obtidas por sobrevôo das regiões e conseqüente captura de fotos, que são integradas para formação de imagens contínuas das localidades especificadas. Estas imagens obtidas por fotografias aéreas podem apresentar grande capacidade de detalhamento de informações espaciais, porém sua obtenção possui custos muito elevados, inviabilizando muitas vezes a aquisição por parte de prefeituras e outros órgãos governamentais.

Para estudos de identificação de corpos hídricos podem ser utilizadas bases vetoriais georreferenciadas de hidrografia dos estados brasileiros. No caso de Minas Gerais, as bases vetoriais foram produzidas através do Projeto Geominas na escala de 1:50000. No entanto, apenas o uso destas bases de hidrografia não permite a identificação das áreas de preservação ao longo dos corpos hídricos, muito menos o acesso a informações atuais sobre a integridade das áreas. Fato este, que pode ser contornado pelo uso de imagens de satélites Landsat e Ikonos. Imagens do sistema Landsat podem ser obtidas gratuitamente através de dados do INPE, ou da University of Maryland, porém estas apresentam muitas limitações de identificação dos recursos hídricos e das áreas de preservação permanente associadas a esses recursos. Estas limitações estão ligadas à resolução das imagens que não permitem a interpretação visual adequada dos corpos d´água. Imagens do sistema Ikonos apresentam maior resolução em relação à imagens Landsat, no entanto a obtenção destas imagens podem apresentar custos elevados. As imagens do sistema Ikonos podem ser utilizadas para identificação mais precisa de cursos d´água e APPs, porém este processo está restrito aos corpos hídricos de maiores dimensões. Cursos dágua de primeira ordem e nascentes podem apresentar dificuldades de visualização e conseqüente erros de identificação e mapeamento das áreas de preservação permanente associadas aos corpos hídricos.

Nesse trabalho, algumas técnicas destacaram-se como importantes fatores limitantes para o correto

mapeamento da APPs que se encontram no entorno dos curso d'ãgua.

A sobreposição de bases vetoriais de hidrografia e imagens do sistema Ikonos apresentou-se como uma potencial ferramenta para auxiliar no processo de identificação de APPs. Mas limitações de escala e georreferenciamento surgem com o uso deste procedimento, sendo necessário processos de ajuste espacial.

Apesar das dificuldades e limitações encontradas para identificação das APP's ao longo dos corpos hídricos, estas são de extrema importância para o equilíbrio ambiental, tanto em áreas naturais quanto urbanizadas, e são responsáveis por serviços ambientais fundamentais para os centros urbanos, como controle de erosão e proteção dos recursos hídricos. Por todas estas características e seu histórico de degradação por processos de expansão urbana, são áreas prioritárias para identificação, conservação e gestão por parte dos órgãos governamentais. Mas não basta que as áreas de preservação permanente sejam definidas em lei, se estas não são observadas na prática, ou mesmo, se a restrição de seu uso não é condizente com a realidade. É importante que as técnicas e procedimentos para delimitação das áreas de preservação permanente e os instrumentos legais caminhem juntos para que se possa ter uma eficiente proteção dessas áreas, assim como, sua inclusão em processos de planejamento territorial e monitoramento ambiental por parte dos órgãos governamentais.

3 OBJETIVOS:

- Avaliação do cruzamento da base vetorial de hidrografia do IBGE com a imagem IKONOS para a aquisição de dados que permita a identificação e o mapeamento das Apps.
- Avaliar possíveis limitações do Geoprocessamento na delimitação das App's ao longo dos rios
- Avaliar o ajuste da base vetorial de hidrografia do GEOMINAS/IBGE à imagem IKONOS.
- Delimitar as Áreas de Preservação Permanente

4 MATERIAIS E MÉTODOS:

4.1 Localização da área:

O município de Sabará localiza-se na Região Metropolitana de Belo Horizonte, à aproximadamente 23 km da capital mineira.

Subdividido em quatro distritos (Carvalho de Brito, Mestre Caetano, Ravena e a Sede: composta por Sabará, Roças Grandes e Borges) e com população de aproximadamente 125 mil habitantes, o município ainda apresenta área rural, apesar da proximidade com a capital.

Figura 1: Localização espacial do Município de Sabará. Adaptada de www.sabaranet.com.br

O processo de ocupação no município de Sabará foi fortemente influenciado pela Geomorfologia local, a qual condicionou a localização de sua mancha urbana nas áreas mais planas e baixas, acompanhando o curso do Rio das Velhas – principal rio que banha a região, seguido por seu afluente, o Ribeirão Sabará.

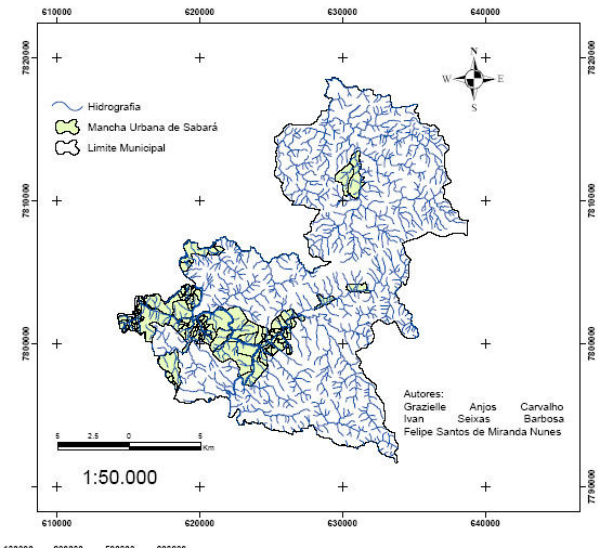

Figura 2: Disposição espacial da Mancha Urbana de Sabará e sua sobreposição com os corpos d'agua. Fonte: Geominas/IBGE – Elaboração: Os autores.

A altitude no município varia entre 1800 m, no alto da Serra da Piedade, que margeia o local, e 700m, na foz do Ribeirão da Lage.

O município ocupa uma área de 304km², sendo que, deste total, 30% (89,4533 km²) é reservada às Unidades de Conservação (UC's), sendo que ainda permanece o processo de demarcação destas áreas. Dentre as UC's localizadas no município, podemos citar a Área de Proteção Ambiental da Serra da Piedade - Unidade Estadual, Parque Natural Municipal Chácara do Lessa, Estação Ecológica Cabeça de Boi, Área de Proteção Ambiental Municipal do Cabeça de Boi, Área de Proteção Especial Serra de São Francisco, Área de Proteção Especial Mata do Mangueiras, Área de Proteção Especial Serra do Tupi e Área de Proteção Especial Mata do Francisco Moura.

4.2 Base vetorial:

Geominas/IBGE – Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais.

- Escala: 1:50.000

- Sistema de Projeções: UTM/SAD69

Layers:

- Limite do Município de Sabará - MG

- Hidrografia

- Mancha Urbana

4.3 Base Raster:

- Fonte: Prefeitura de Sabará

- Imagiamento: Julho/2000

- Imagem: IKONOS

- Composição: 123RGB

- Sistema de Projeções: UTM/SAD69

- Resolução espacial: 1m

- Resolução radiométrica: 8 bits

4.4 Equipamentos:

- Software ArcGis 9.1

4.5 Métodos:

- Correção topológica da base vetorial da hidrografia;

- Sobreposição das bases para aferir o erro de deslocamento;

- Vetorização de duas microbacias com o objetivo de identificar as dificuldades do processo de criação da base vetorial tendo como base a imagem IKONOS;

- Ajuste da base vetorial (hidrografia) à raster (IKONOS) utilizando a ferramenta *Spacial Adjustment,* através do método estatístico *Affine.*

- Avaliação da sobreposição da base vetorial IBGE/GEOMINAS após o ajuste e a base vetorial da microbacia

- O cálculo da média do deslocamento entre a base hidrográfica do Geominas (sem ajuste espacial) e o vetor construído para a imagem Ikonos foi gerado à partir da amostragem de 4 pontos (trechos de bifurcação dos rios) escolhidos aleatoriamente em toda a imagem. Já o cálculo da média de desvio da base ajustada do Geominas foi informada pela ferramenta *Spacial Adjustment,* após confirmada o ajustamento da base através do método estatístico *Affine*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Após a sobreposição simples das bases observou-se um erro médio de 72 metros por amostragem o que inviabilizou a utilização desse conjunto de dados para delimitar as Apps de forma condizente com a realidade.

Após o ajuste espacial da base, o erro foi significativamente reduzido atingido o valor de 10 m, valor esse informado após o ajuste da base pelo próprio software. Esse erro é compatível com o padrão de exatidão cartográfica TIPO A, adotado pelo IBGE, que equivale a 0,2mm para a escalado mapa, que neste caso equivale à 1:50.000 (base hidrográfica). Portanto, ao estar dentro deste limite, a base deslocada pode ser utilizados para delimitar as áreas de APP com nível de detalhamento satisfatório.

Figura 3: Disposição espacial da base hidrográfica vetorizada sobre a imagem IKONOS (vermelha), da base

hidrográfica do Geominas (em azul) e do posterior ajuste da mesma (em amarelo). Fonte: Geominas/IBGE

O município de Sabará apresenta o relevo bastante movimentado, no qual apenas o rio das Velhas e ribeirão Sabará possuem largura maior que 30m. De acordo com a legislação a área de APP no entorno destes é de 50m e para os demais rios da região de 30m. De forma conservadora, a fim de incluir o erro encontrado na análise, acrescentou-se 10 m na construção dos buffers sendo esses, respectivamente, de 60 e 40 metros.

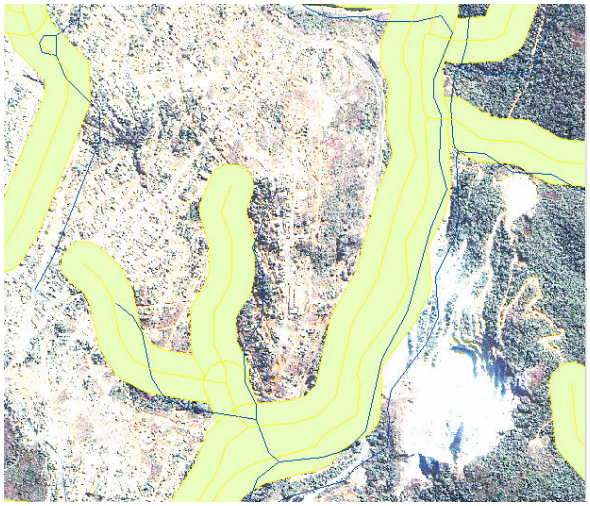

Figura 4: Disposição espacial buffers gerado cuja extensão equivale a 60m. Fonte: Geominas/IBGE

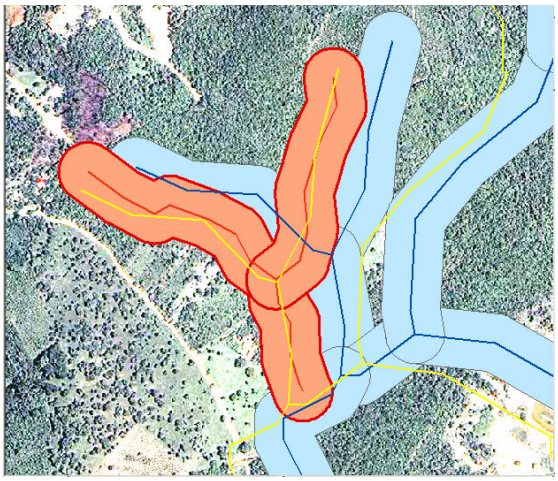

Figura 5: Disposição espacial dos buffers gerados para base hidrográfica vetorizada sobre a imagem IKONOS (vermelha), da base hidrográfica do Geominas (em azul). Buffer de 40 metros. Fonte: Geominas/IBGE

Diante dos resultados alcançados, acredita-se que a utilização da base vetorial juntamente com a imagem IKONOS sem o prévio ajuste da mesma resultará em erros que não justificarão a sua utilidade. Desta forma, para o mapeamento das App's ao longo dos cursos d´agua, é imprescindível, que a base Geominas seja ajustada. Cabe ressaltar, no entanto que o ajuste não será perfeito, haja visto que as escalas das bases não são compatíveis. No entanto, este método mostrou-se eficiente e aplicável, desde que as considerações aqui feitas sejam consideradas. Além disso, é mais fácil e rápido se comparado com a outra possibilidade para o cruzamento das bases que seria a elaboração da base vetorial tendo como apoio a imagem IKONOS.

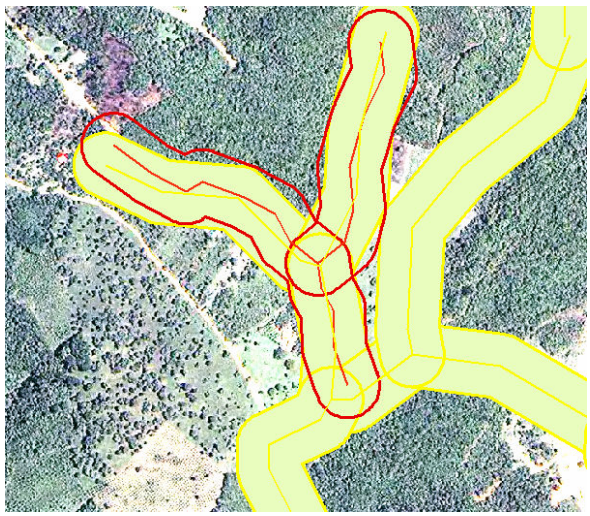

Figura 6: Disposição espacial dos buffers gerados para as base hidrográfica vetorizada sobre a imagem IKONOS (vermelha) e base hidrográfica do Geominas ajustada em amarelo. Fonte: Geominas/IBGE

Desta forma, ressaltamos ainda a importância do uso da delimitação prévia das Apps em áreas de expansão como instrumento de gestão urbana, haja visto que a preservação dos corpos hídricos se faz necessária para a gestão sustentável do espaço. Adotando tal medida preventiva, somando-se a ela outras como a coleta e o tratamento do esgoto, por exemplo, é possível inclusive reinserir o rio na paisagem urbana.

REFERÊNCIAS:

COTA, Maisa de Almeida, MOURA, Ana Clara Mourão. Geoprocessamento como apoio na definição de classes de áreas de preservação permanente (APP) e discussões sobre as ambiguidades de interpretação da lei. Rio de Janeiro, **XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, 21-24 out., 2007. p. 1563-1571.

IBGE, Censo Demográfico 2000 - **Resultados do Universo.** Disponível em: www.ibge.com.br – acessado em 20/06/2008

MENDONÇA, C. X. *et l.i.* Desafios para o planejamento e gestão integrada de recursos hídricos. In: Steinberger, M. (org). **Território, ambiente e políticas públicas espaciais** / Marilia Steinberger *et alii* – Brasília: Paralelo15 e LGE editora, 2006. 408p

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento**: Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora: Ed. Do Autor, 2000.

VARGAS, M. **O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema sócio-ambiental.** Ambiente & Sociedade - Ano II - No 5 - 2o Semestre de 1999

Leis:

Lei nº 10.257, de 10 de Julho de 2001 - Estatuto das Cidades

Lei Estadual Nº14.309 de 19 de junho de 2002,

Lei Federal Nº 4.711, de 15 de setembro de 1965 - Código florestal.

Sites:

www.sabaranet.com.br

http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp