

Imagem de Satélite de alta Resolução: Uma Ferramenta importante no Processo de Planejamento ambiental dos Municípios

Marcelo Zagonel de Oliveira
Suellen Dias
Prof. Dr. Mauricio Roberto Veronez
Alessandro Ott Reinhardt
Luciane Baretta

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
Programa de Pós-Graduação em Geologia
São Leopoldo RS
veronez@unisinos.br

Resumo: Visando contribuir para o plano de gestão ambiental e na tomada de decisão do município de São Leopoldo /RS, o presente trabalho objetivou espacializar e delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APPs), através da utilização de imagem de alta resolução (*QuickBird*) e com auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A base de dados utilizada para elaboração foi uma imagem *QuickBird* a qual serviu de base para a geração das APPs. A imagem passou por um processo de ortorectificação baseado em um Modelo Digital de Terreno (MDT), com curvas espaçadas de 5 e 5 metros. Para georreferenciar a imagem, a mesma foi associada a uma rede GPS de 30 metros, implantada no município com um erro médio de 0,030m. A base cartográfica foi referenciada ao sistema geodésico SIRGAS na projeção UTM. O tratamento e análise dos dados foram realizados nos programas ArcGis 8.3 e Spring 4.2. As delimitações das APPs estão de acordo com a Lei nº 4.771, que institui o código florestal brasileiro e a resolução do CONAMA nº 303, que dispõe sobre as áreas de preservação permanente. As APPs delimitadas bem como o percentual de ocupação no município foram: topo de morros e montanhas (3,14%), ao longo de linhas de cumeada (22,97%), ao redor de nascentes (10,06%), ao longo de cursos d'água (10,69%) e áreas úmidas (9,96%). A sobreposição das cartas das APP's com o de área construída do município permitiu identificar áreas com cobertura territorial ilegal. Os resultados obtidos demonstraram que 29,59% da área urbana estão em desacordo com a legislação ambiental.

Palavras chaves: áreas de preservação permanente, sistemas de informação geográfica, legislação ambiental.

Abstract: Looking for contribute to an environmental management plan and decision making process in São Leopoldo/RS city, this paper objectified spatialize and delimit Permanent Preservation Areas (PPAs), through a Quickbird satellite image and a Geographic Information System. The image was orthorectified and georeferenced from a network of 30 GPS points with a mean square error of 0.05m. All cartographic base was associated with SIRGAS geodesic system on UTM projection. The PPAs delimitation are in agreement with Law nº 4.771, that establish the brasilian forestal code and CONAMA resolution nº 303. The delimited PPA's was: mount and mountain roofs that occupy 3.14% of land; along of the peak lines 22.97%; around nascents 10.06%; along of water courses 10.69%; humid areas 9.96%. The superposition of PPAs maps with the city urban area allowed to identify illegal land coverage areas. The obtained results demonstrated that 14.02% of urban area is in disagreement with the environmental legislation.

Keywords: permanent preservation areas, geographic information systems, environmental legislation

1. Introdução

O crescimento desordenado dos municípios vem provocando profundas modificações nos ambientes, enfraquecendo continuamente os sistemas naturais que asseguram a vida na Terra.

Desde a Revolução Industrial vive-se um modelo socioeconômico no qual a natureza deve ser transformada para dar lugar às obras humanas e gerar lucro direto e imediato. Neste sistema de valores não cogita-se a importância da natureza como componente fundamental para a vida e nem mesmo o aproveitamento de seus serviços e benefícios para a satisfação das necessidades humanas fisiológicas e psicológicas Favero, Nucci e Biassi (2004).

Entre os principais fatores relacionados com o aumento de degradação ambiental estão as frequentes alterações não-planejadas no uso da terra, acima da capacidade de suporte do solo.

Tais alterações são também os principais responsáveis pelo aumento dos processos erosivos verificados nas áreas agrícolas e urbanas. Lal e Stewart (1992) relatam que entre 5 e 7 milhões de hectares de terra cultiváveis são perdidas a cada ano devido à erosão.

Os processos erosivos representam um problema não somente pela perda de solo como meio de suporte às atividades agrícolas, mas também por trazerem consequências negativas relacionadas ao assoreamento e à contaminação dos cursos d'água, lagos e represas Lal (1988) e Pinto (1991).

A expansão da cidade de São Leopoldo, nos últimos 20 anos, dirigiu-se para além dos limites impostos pela legislação ambiental. Como exemplo, temos o canal do Rio dos Sinos que foi ultrapassado pelo tecido urbano, com a projeção de ruas não muito distantes das margens, o que aumentou as possibilidades de degradação nos trechos envolvidos pela urbanização. A consolidação da expansão é reforçada, em razão do asfaltamento e calçamento de ruas e da implantação de aparelhamento do sistema urbano como, por exemplo, escolas, creches, postos de saúde, linhas municipais de transporte entre outros.

A destruição da mata ciliar ao longo dos cursos d'água, na Bacia do Rios dos Sinos, vem aumentando significativamente o assoreamento dos canais; o escoamento de agrotóxico proveniente da agricultura, em particular do cultivo do arroz e da agropecuária; e a extração clandestina de areia, em certos trechos de seus afluentes. Tudo isso leva-nos a concluir que, apesar do avanço da legislação ambiental e dos mecanismos possíveis de serem empregados para evitar maiores danos, além do esforço dos poderes públicos municipais em minimizar os efeitos deletérios sobre esses recursos naturais, mais cedo ou mais tarde medidas mais radicais e onerosas deverão e terão de ser tomadas com relação ao ordenamento do território.

Nestas áreas de expansão, onde existiam inúmeras regiões com matas preservadas com nascentes, foram aos poucos degradadas, surgindo loteamentos irregulares, sendo muitos deles transformados em depósitos de lixo urbano, apesar de constituírem zonas de proteção ambiental no plano de zoneamento da cidade.

O plano de gestão ou plano de zoneamento não deve constituir em um conjunto de relatórios, mapas e tabelas, configurando-se em um acontecer unicamente técnico. Ele deve ser formado por um conjunto de diretrizes e deve exercitar-se segundo normas e lei.

Para elaboração de um plano de gestão ambiental são necessários, além dos elementos componentes das paisagens, também estudos de vegetação e os usos das terras, para que se possam orientar estratégias de planejamento considerando a melhoria da qualidade ambiental.

O conhecimento da vegetação original e antrópica são indispensáveis para os programas de criação e manejo de unidades de conservação, de educação ambiental, de arborização e paisagismo urbano, de recuperação de áreas degradadas, de conhecimento do potencial florestal e outros.

No âmbito dos assentamentos habitacionais urbanos o plano ambiental tem por objetivo subsidiar, com critérios técnicos e através do diagnóstico da realidade do município, programas e projetos que sirvam de suporte para as ações necessárias à construção de novas relações entre a ocupação humana e o ambiente natural.

O município de São Leopoldo contém um conjunto representativo da diversidade das áreas da planície de inundação do Rio dos Sinos, de importância regional para conservação Maltchick (2003a).

Além disso, é uma das poucas cidades do Brasil a efetivar um parque municipal para preservação desses ambientes úmidos em plena área urbana.

A constituição brasileira de 1988 declara no seu artigo 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

De acordo com o artigo citado, os cuidados com o planeta Terra dependem das convicções do homem e do seu compromisso com essas convicções, assim como das ações governamentais. A legislação federal de recursos hídricos estabelece que as áreas de úmidas pertencem às águas públicas e são áreas que devem ser preservadas.

A gestão das águas no Brasil passa por um período de grandes avanços desde o final da década de 80, apoiada no código de águas de 1934 DNAEE (1980). O grande desafio da década de 90 concentrou-se na definição dos aspectos institucionais e no aperfeiçoamento da legislação sobre a gestão das águas Tucci (1995) e Pompeu (1995).

O uso sustentável de áreas úmidas implica no conhecimento das bases científicas para o manejo desses ecossistemas, tais como a biodiversidade e dinâmica hidrológica, e na cooperação entre diferentes segmentos da sociedade Diegues (1996).

Além das delimitações das áreas úmidas do município uma questão muito importante também no processo de delimitação das APPs é a definição de topo de morro e das linhas de cumeada. Segundo Hoot et al. (2005) a delimitação dessas áreas através de métodos analógicos, incluindo a interpretação visual, é subjetiva, eminentemente bidimensional, está condicionada à experiência do analista e é sempre passível de contestação. A utilização de produtos de sensoriamento remoto orbital e de técnicas de geoprocessamento poderiam contribuir na determinação automática dessas áreas de preservação permanente em topos de morros e montanhas, caso um procedimento metodológico fosse desenvolvido para tal objetivo.

Nos últimos anos, o processo de urbanização é acompanhado por profundas alterações no uso e ocupação do solo, que resultam em impactos ambientais nas bacias hidrográficas. As transformações sofridas pelas bacias em fase de urbanização podem ocorrer muito rapidamente, gerando transformações na qualidade da paisagem, degradação ambiental, ocupação irregular e falta de planejamento na gestão urbana Ono et al. (2005).

Segundo Vieira (2006) as técnicas convencionais, quando aplicadas para monitorar a expansão urbana e a ocupação de áreas de bacias hidrográficas, não têm conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se processa. Sendo assim, deve-se alertar para a necessidade da busca de novos métodos, empregando tecnologias mais adequadas, para detectar, em tempo real, a expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes. Hasenack et al. (2003) relatam que as técnicas de análise espacial introduzidas com o geoprocessamento facilitam a integração e a espacialização dos dados e de um grande número de variáveis, reduzindo a subjetividade nos procedimentos de análise e possibilitando a visualização dos dados e a espacialização dos resultados na forma de mapas. A possibilidade de combinar informação cartográfica e tabular, bem como inserir conhecimento específico e/ou subjetivo em uma análise, torna um sistema de geoprocessamento uma ferramenta especialmente útil para fins de planejamento.

Atualmente, o uso de Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm representado um importante suporte para o planejamento e tomadas de decisões relacionadas ao meio ambiente Green (1994). Nos últimos anos, houve uma grande inovação nas imagens orbitais para uso comercial. A partir do desenvolvimento de satélites com sensores de alta resolução espacial surgiram novos paradigmas na área do SR. O desenvolvimento de novos sistemas sensores, como o IKONOS-II e o QUICKBIRD abriu um novo campo no SR Tanaka e Sugimura (2001).

Assim o principal objetivo deste trabalho é, através da utilização de imagem de alta resolução (Quickbird) e com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica, definir as Áreas de Proteção Permanente (APPs) do município de São Leopoldo/RS contribuindo no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos administradores públicos.

2. Materiais e método

2.1. Área de estudo

A área de estudo selecionada foi o município de São Leopoldo, o qual possui uma área de 104,50 km² e está localizado na Região Metropolitana de Porto Alegre, 32 km ao norte da capital gaúcha. Sua população é de 193.403 habitantes, sendo 192.756 na área urbana e 647 habitantes na área rural, segundo os dados preliminares do censo de 2000. Conforme dados do IBGE, há 98.781 mulheres e 94.622 homens. Partindo do extremo norte, em sentido horário, São Leopoldo faz divisa com os Municípios de Estância Velha, Novo Hamburgo, Sapucaia do Sul e Portão.

A sede municipal situa-se na Lat. 29°45'37"s e Long. 51°08'50"s. A altitude média do Município é de 26 m acima do nível do mar, sendo que a área urbana está entre as cotas de 5 e 25 m e a área rural acima de 25 m. Na porção sudeste, ocorrem morros com altitudes entre 50 e 302 m, onde se encontra o ponto mais alto, o Morro de Paula. Na porção noroeste, as elevações oscilam entre 50 e 100 m acima do nível do mar.

O Município está localizado na parte baixa da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, onde ocorre uma extensa planície, constituída por banhados e áreas inundáveis. O clima é subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,7 °C com mínima absoluta de -0,7°C e máxima absoluta de 40,4°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.538,0 mm.

Segundo dados obtidos junto ao IBGE, o ensino pré-escolar é constituído por 45 estabelecimentos, o ensino fundamental por 64 escolas e o ensino médio por 18 estabelecimentos. O Município possui uma das maiores Universidades privadas do Brasil, a Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

São Leopoldo se caracteriza por apresentar uma forte estrutura industrial, comercial e de serviços, um hospital geral e uma ampla rede de agências bancárias.

2.2. Base de dados, equipamentos e softwares utilizados.

A imagem Quickbird que foi a base para geração das APPs passou por um processo de ortorectificação. Para isto foi gerado um Modelo Digital do Terreno (MDT) com curvas em nível espaçadas de 5 e 5 metros. Para georreferenciar a imagem, a mesma foi associada a uma rede GPS de 30 pontos distribuídos de forma uniforme em todo o município de São Leopoldo. Esta rede possui um erro médio posicional de 0,050 m.

Toda a base cartográfica foi georreferenciada ao sistema Geodésico SIRGAS na projeção UTM.

De posse da organização dos produtos cartográficos elaboraram-se as cartas de vegetação e dos usos atuais da terra em escala 1:10.000.

Também foi utilizado uma restituição aerofotogramétrica do município em escala 1/2000 onde foi possível extrair algumas informações importantes como redes de drenagens principal e secundária, além da própria altimetria. Todo tratamento e a análise dos dados foram realizados no SIG ArcGis versão 8.2 e Spring versão 4.2.

2.3. Delimitação das APPs

2.3.1. Delimitação das APPs em topo de morros e montanhas

O artigo 2º da lei N°4.771 do código florestal brasileiro, considera de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas no topo de morros, montes, montanhas e serras.

O CONAMA adota, em sua Resolução n° 303, as seguintes definições:

- Morro - elevação de terreno com cota do topo em relação à base entre 50 m e 300 m e encostas com declividade superior a 30% na linha de maior declividade.
- Montanha – elevação de terreno com cota do topo em relação à base superior a 300m.

Seguindo a metodologia descrita por Ribeiro et al. (2002), foram selecionados os morros com altitude entre 50 m e 300 m e com declividade majoritariamente superior a 30%. Para delimitar as áreas de preservação situadas apenas nos topos do morro, calculou-se a relação entre a altura e a altura do topo do

morro em relação à base. Esse procedimento objetivou identificar todas as células que possuíam relação igual ou superior a 2/3.

2.3.2. Delimitação das APPs ao longo das linhas de cumeada

Considerando a resolução N°303 do CONAMA, em seu artigo 2° inciso VII, o qual define linha cumeada, como sendo a linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo no divisor de águas. O artigo 3°, inciso VI da mesma resolução delimita a área a partir da curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros.

Em parágrafo único a resolução N° 303 do CONAMA define que na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

2.3.3. Delimitação das APPs ao redor de nascentes ou olhos d'água

A resolução N°303, de 20 de março de 2002 do CONAMA, a qual dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Em seu artigo 2°, inciso II, adota a seguinte definição para nascentes ou olho d'água, como sendo um local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

O artigo 3°, inciso II define os limites a serem preservados ao redor de nascentes ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica constituinte. Delimitou-se esta classe em conformidade com as definições descritas acima.

2.3.4. Delimitação das APPs ao longo do rio ou de qualquer curso d'água

Em conformidade com o artigo 2° da lei N°4.771 do código florestal brasileiro, foram também consideradas áreas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo do rio ou de outro qualquer curso d'água. A resolução N° 303 do CONAMA, define os limites para os cursos d'água, a qual estabelece uma faixa marginal cuja largura mínima será de trinta metros para o curso d'água com menos de dez metros de largura; cinquenta metros, para curso d'água com dez a cinquenta metros de largura.

2.3.3. Delimitação das APPs banhado

Em conformidade com o artigo 11 da lei municipal N.º5.247, de 25 de abril de 2003, os banhados naturais são considerados áreas de preservação permanente, sendo que nestas áreas de preservação permanente não serão permitidas atividades que, de qualquer forma, contribuem para descaracterizar ou prejudicar seus atributos e funções essenciais.

Banhados são áreas alagadas permanente ou temporariamente, conhecidos na maior parte do país como brejos. São também denominados de pântanos, pantanal, charcos, varjões e alagados, entre outros. É necessário esclarecer que, na literatura consultada, o termo banhado corresponde a apenas um dos tipos de ambientes incluídos na categoria áreas úmidas ou zonas úmidas (do inglês "wetlands"). As definições e os termos relacionados às áreas úmidas são muitos e, em sua maioria, confusos. Como as características das áreas úmidas situam-se num contínuo entre as de ambientes aquáticos e terrestres, as definições tendem a ser arbitrárias Mitsch e Gosselink (1986). No entanto, é possível identificar algumas características comuns como a presença de água rasa ou solo saturado de água, o acúmulo de material orgânico proveniente da vegetação e a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática.

Os estudos realizados no Brasil aprofundaram pouco os aspectos conceituais relacionados a estes termos, especialmente em relação à palavra banhado, que é utilizado principalmente no Rio Grande do Sul, onde estes ecossistemas ocupam, ou ocupavam, grandes extensões da zona costeira e também de regiões mais internas. A palavra banhado provem do termo espanhol "bañado", devido à influência dos países vizinhos. Para delimitações destas áreas será empregada a definição de banhados utilizada pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler), instituição responsável pelo licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul, usa a definição de Junk apud FEPAM (1998) para zonas que correspondem a banhados e áreas úmidas. Estas são "zonas de transição terrestre-aquáticas que são periodicamente inundadas por reflexo lateral de rios e lagos e/ou pela precipitação direta ou pela água subterrânea e que resultam num ambiente físico-químico particular que leva a biota a responder com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, fenológicas e/ou etológicas e a produzir estruturas de comunidades características para estes sistemas".

3. Resultados e discussões

Na figura 1 apresentam-se as APPs de topos de morros do município de São Leopoldo, que somam 3,499 Km², ocupando cerca de 3,14 % da área total do município.

Na figura 2, apresentam-se as áreas localizadas no terço superior da encosta de cada subbacia, destacando as linhas de cumeada e a respectiva malha hidrográfica.

O terço superior das encostas do município de São Leopoldo ocupa uma área de 25.528 Km², ou seja, aproximadamente 22,97% da área do município.

As áreas em um raio de 50 m ao redor das nascentes somam 11.187 km², representando cerca de 10,06 % da superfície do município, conforme mostrado na figura 3.

As APPs ao longo da hidrografia estudada com uma largura de 30 m para drenagens secundárias em cada margem e de 50m para drenagem principal ocuparam 14.433 Km² da área total do município, representando cerca de 10,69%, sendo 0,37% representada pela drenagem principal e 10,32% pela drenagem secundária, conforme representado na figura 3.

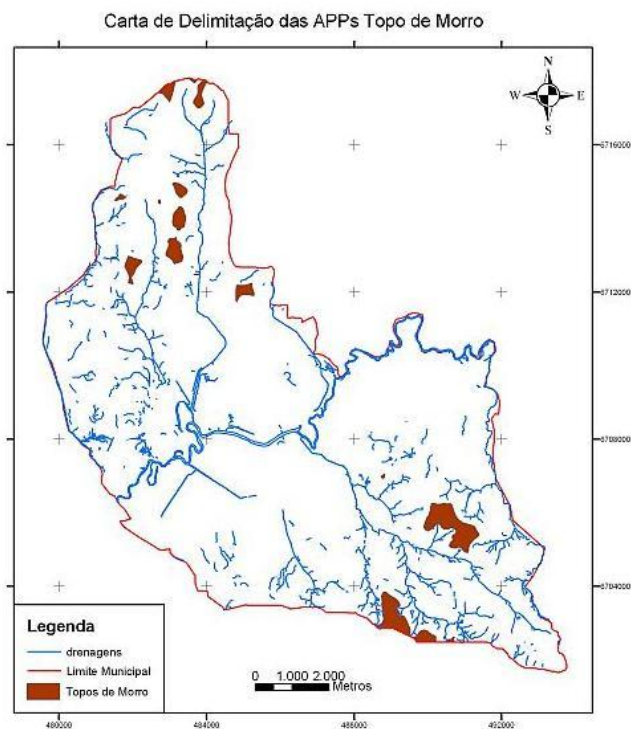


Figura 1 : Identificação das áreas de preservação permanente em topos de morros. Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

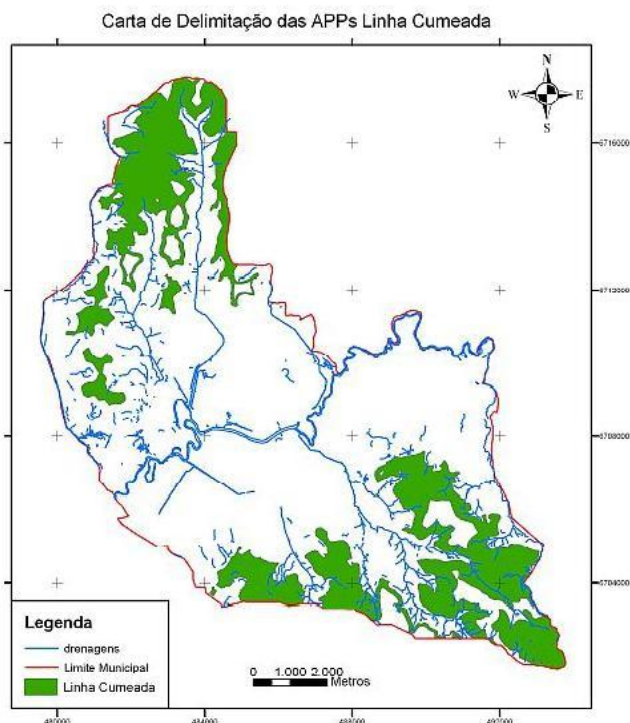


Figura 2 : Áreas de preservação permanente ao longo de linhas de cumeada. Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

Esta área é a que apresentou uma maior intervenção urbana devido ao fato da maior parte da área construída do município estar em uma cota inferior a 50m. Cabe ressaltar que a urbanização do município deu-se de forma acelerada até meados dos anos 90, onde a lei vigente era a do código florestal de 1965, que estabelecia uma menor área de preservação das margens dos cursos d'água, a qual foi ampliada em pela resolução do CONAMA em 2003.

Caso fizéssemos a análise baseada nesta lei, a cidade estaria quase em sua totalidade em conformidade com o código florestal de 1965.

Na Figura 4 apresentam-se as APPs áreas úmidas que somam 11.073 Km², ocupando cerca de 9,96% da área total do município.

Essa área tem uma peculiaridade, pois gera constante conflito de conceitos. O projeto de controle de enchentes no Vale do Rio dos Sinos, que foi elaborado na década de 70 pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS. O projeto objetivou o controle das cheias periódicas do Rio dos Sinos, através de um sistema de obras de contenção e de macro drenagem. Foram implantadas duas áreas de contenções perfazendo uma superfície de 1.600 ha destinadas à proteção de uma população estimada em 80.000 pessoas.

Em 1998, os diques e obras complementares foram concluídos.

A presença dessas estruturas possibilitou assentamentos (alguns regularizados) em áreas de banhado, situadas abaixo da cota de 5m. Com isso, foram criadas 'zonas de expansão' nos bairros Vicentina, São Miguel, Campina e Santos Dumont, mesmo que ainda ocorram problemas de alagamentos, conforme dados da METROPLAN (Fundação Estadual de planejamento Metropolitano e Regional). Em todos esses bairros foi indicada a presença de ocupação irregular. A construção do sistema não foi acompanhada de um projeto urbanístico que integrasse as novas estruturas à cidade existente e amenizasse o impacto destas barreiras físicas e visuais, tampouco, foram realizados programas sobre a correta apropriação dos elementos urbanos.

A figura 5 ilustra a distribuição espacial de todas as APPs na região estudada.

Carta de Delimitação das APPs ao Redor das Nascentes e ao Longo dos Cursos d'água

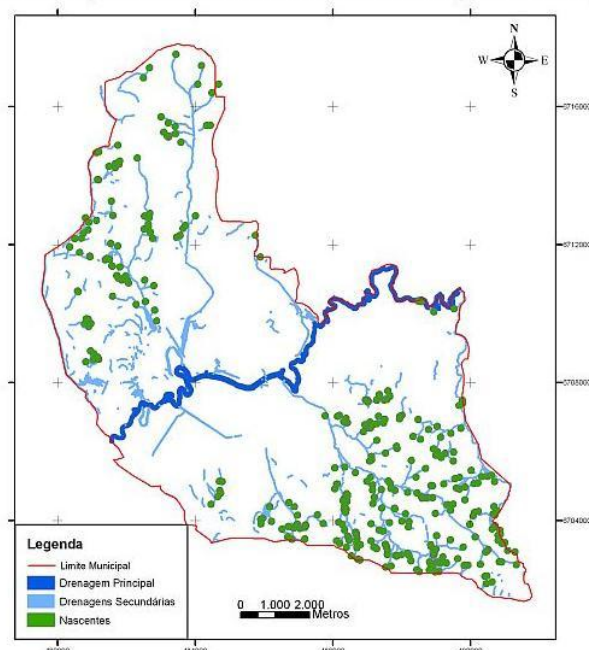


Figura 3 : Identificação das áreas de preservação permanente ao redor de nascente curso d'água. Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

Carta de Delimitação das APPs Área Úmida

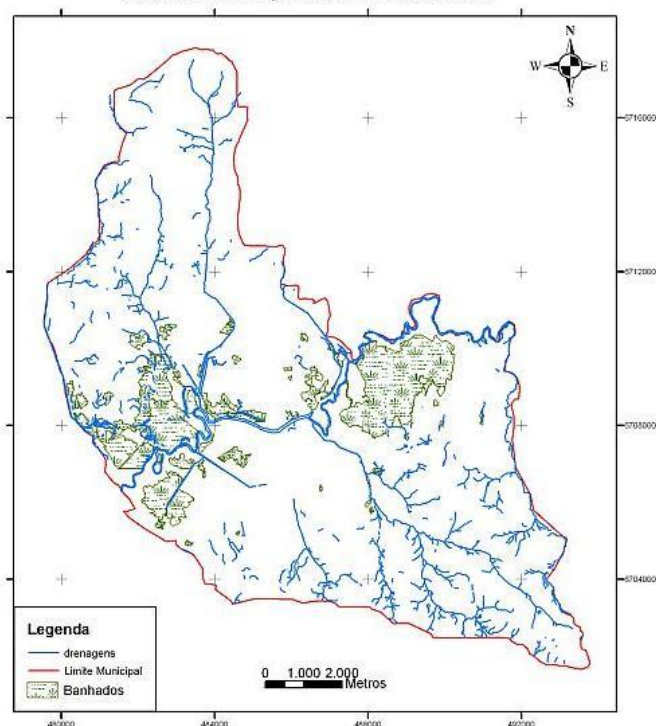


Figura 4 : Áreas de preservação permanente em áreas úmidas (banhados). Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

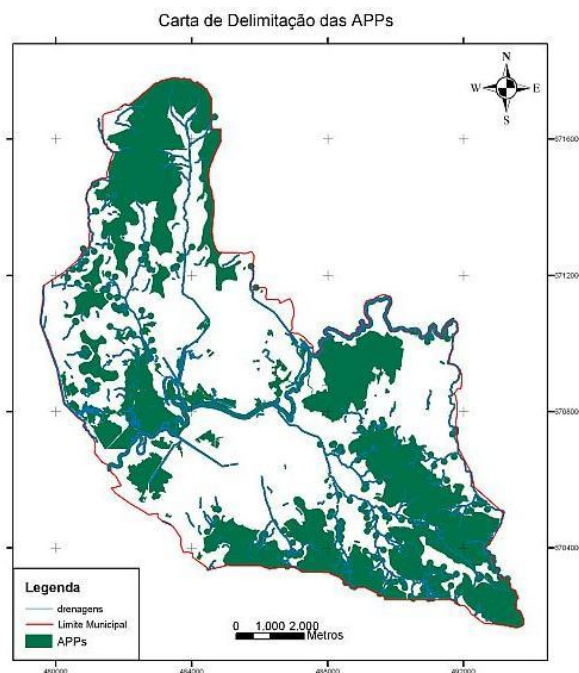


Figura 5 : Distribuição espacial das áreas de preservação do município de São Leopoldo. Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

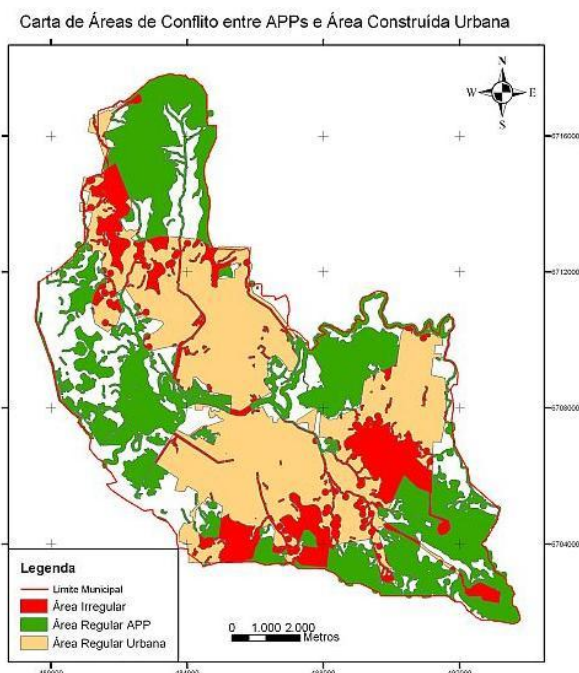


Figura 6 : Sobreposição do conjunto de APPs e área construída. Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central -51° e Sistema de Referência SIRGAS

Considerando-se as cinco categorias mencionadas, o Código Florestal promove a proteção efetiva de 65.913Km², o que corresponde a cerca de 56,82% da área total do município.

Foi realizado uma sobreposição da área urbana na carta de APPs e constatou-se que, em algumas situações, existem construções dispostas em locais indevidos conforme a legislação ambiental. Na figura 6 tudo que está em cor verde são as APPs. O perímetro formado pelas cores vermelho e castanho é definido como área urbana. Já, tudo que está em vermelho, são construções em locais que não estão em conformidade segundo a legislação ambiental.

A Tabela 1 sintetiza, em termos de áreas, qual o percentual de contribuição isolada de cada categoria de APP no município de São Leopoldo, não sendo contabilizadas as eventuais superposições. É possível verificar, na mesma tabela, que, de um total de 56,82% de APPs no município, 13,47% estão ocupadas pela área urbana.

Tabela 1 - Superfície total do município de São Leopoldo protegida por categoria de área de preservação permanente

Categoria	Área (Km ²)	Percentual do território
Ao redor de nascentes	11,183	10,06%
Terço superior de encostas	25,528	22,97%
Ao longo de cursos d'água:		
- Drenagem principal	2,963	0,37%
- Drenagem secundaria	11,470	10,32%
Topos de morros	3,499	3,14%
Áreas úmidas	11,073	9,96%
Área total de APPs	65,716	56,82%
Área urbana em conflito com APPs	15,584	13,47%

4. Conclusões

O trabalho mostrou que o município de São Leopoldo possui uma pequena área rural e cerca de 56,82% de seu território composto por APPs.

As APPs do terço superior de encostas (linha cumeada) responde, isoladamente, pela maior extensão (22,97%) das áreas protegidas, seguida pela categoria de preservação ao longo de cursos d'água (10,69%), áreas úmidas cerca de (9,96%), ao redor das nascentes (10,06%) e topos de morros (3,14%).

Em termos de crescimento urbano haverá a necessidade dos administradores e técnicos do município começarem a elaborar projetos de crescimento da cidade de forma vertical e não mais horizontalmente.

A utilização da imagem de satélite Quickbird (associada a uma rede de pontos GPS) mostrou-se eficiente no aspecto de uma localização e quantificação mais precisa das APPs. Os produtos gerados por este estudo associados com a planta cadastral do município passam a desempenhar ferramentas importantes para um planejamento integrado das diversas atividades desenvolvidas nas secretarias do município.

A utilização de um SIG para geração e cruzamento dos diversos níveis de informações proporcionou uma eficiência muito grande, principalmente em agilidade e ganho de tempo. Mesmo a imagem sendo de alta resolução atividades de campo são indispensáveis para comprovar questões que geram dúvidas no processo de interpretação. Isso ocorreu no mapeamento das áreas úmidas do município.

Este estudo proporcionará para a secretaria de planejamento uma maior eficiência no processo de licenciamento ambiental uma vez que toda as APPs estão georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro em uma escala adequada para a maioria das atividades que ocorrem no município. Vale à pena ressaltar que pela característica do cidade em possuir uma percentagem significativa de APPs ao longo de cursos d'água e também de áreas úmidas sugere-se desenvolver um estudo hidrogeológico do município.

Crescimento desordenado e implantação de empreendimento em locais inapropriados podem provocar problemas sérios de contaminação do lençol freático. Para um município onde enfrenta problemas sérios de abastecimento de água em períodos de estiagens e onde praticamente 100% do abastecimento de água ocorre por meio de águas superficiais é necessário realizar estudos hidrogeológicos e integrarem os mesmos às APPs.

A mitigação de impactos ambientais e os planos de restauração, conservação e manejo, podem ser direcionados para as APPs propostas por este trabalho.

Identificou-se que a degradação ambiental, em função do descumprimento da legislação ambiental, é mais intensa ao longo dos cursos d'água, estando relacionada à facilidade de acesso, pois grande parte destas áreas está em cotas inferiores a 50 m. Nessas áreas mais planas e com menor necessidade de obras de engenharia, estão a população mais pobre onde ocorre, além do escoamento cloacal, a eliminação dos resíduos resultantes da coleta irregular de lixo urbano o qual são levados para estes locais. O que não é utilizado para fim comercial é eliminado nos cursos d'água localizados, muitas vezes, nos fundos das residências ou próximos a elas.

5 Referências Bibliográficas

Brasil. *Lei n° 4.771, de 15 de Setembro de 1965*, que institui o novo Código Florestal.

Brasil. *Resolução CONAMA n° 303, de 20 de Março de 2002*, dispõe sobre as áreas de preservação permanente.

Diegues, A.C.S. *Ecologia Humana e Planejamento em Áreas Costeiras*. São Paulo: NUPAUB/USP, 1996.

Dnaee (1980), *Código de águas, volumes 1 e 2, Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, Ministério das Minas e Energia*.

Fávero, O.A.; Nucci, J.C.; Biasi, M., *Vegetação natural e potencial e mapeamento da vegetação e usos*

atuais das terras da floresta nacional de Ipanema, Iperó/SP: Conservação e gestão ambiental. R. R. RA'EGA, Curitiba, n.8, p.55-68, editora UFPR.

Green, K. *The Potential and limitations of remote sensing and GIS in providing ecological information.* In:

Sample, V. A. *Remote sensing and GIS in ecosystem management.* Washington: (ed) Island Press, 1994.

Hasenack, H.; Weber, E.; Valdameri, R. *Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de módulos de apoio à decisão em sistemas de informação geográfica.* In: GIS Brasil, 98. Curitiba – PR. Anais Eletrônicos.

Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ecologia/idrisi>> Acesso em: 20 mar. 2003.

Hott, M. C. et al. *Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos demorros para o Estado de São Paulo.* In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, 2005, p. 3061-3068.

Lal, R. *Soil erosion by wind and water: Problems and prospects.* In: LAL, R. Soil erosion and research methods. Wageningen: SWCS, 1988. p. 1-6.

Lal, R.; Stewart, B.A. *Need for land restoration.* Adv. Soil Sci., New York, v. 17, p. 1-11, 1992.

Maltchick, L; Bertoluci, V.D.M. e Erba, D.E. *Inventário de áreas úmidas do município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil.* Pesquisas: Botânica, 53: 79-88, 2003a.

Ono, Sidnei; Barros, Mario Thadeu Leme de; Conrado, Guilherme Nunes. *A Utilização de SIG no planejamento e Gestão de Bacias Urbanas.* In: AbrhSIG. São Paulo/SP: 2005.

Pinto, S.A.F. *Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica.* 1991. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.

Pompeu, C. T. *Aperfeiçoamento da legislação e ações governamentais no campo dos recursos hídricos, A água em Revista, 1995 ano III n. 4, pp. 4-11.*

Ribeiro, C. A. A. S.; Oliveira, M. J.; Soares, V. P.; Pinto, F. A. C., *Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: Metodologia e estudo de caso.* In: *Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Florestal*, 5, 2002, Curitiba, Paraná. Anais, 7 – 18p.

Tanaka, S; Sugimura, T. *A new frontier of remote sensing from IKONOS images.* *International Journal of Remote Sensing.* v. 22, n.1, p. 1 – 5. 2001

Tucci, C. E. M. *Alguns desafios brasileiros em recursos hídricos e meio ambiente – Parte 1.* A água em revista, 1995 ano III, n. 8, pp. 9-15.

Vieira et al. *Utilizando SIG na Análise Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis SC,* In: COBRAC 2006 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 15 a 19 de Outubro, 2006, p. 1-9.

Agradecimentos : Os autores agradecem a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de São Leopoldo (SEMMAM) pelo apoio e cooperação na realização deste trabalho.