

Identificação de áreas de preservação e conflitos de ocupação do solo em zonas urbanas utilizando a tecnologia SIG.

Prof. Msc. Roger Vigley Girardi ¹

¹ Universidade Estadual do RGS
Campi de Erechim
rogervigley@bol.com.br

Resumo: A identificação e representação de limites referidos pela legislação, especialmente o Código Florestal Brasileiro e a Lei de Parcelamento de Solos, como as áreas de preservação nas margens de recursos hídricos e as áreas não edificantes junto a canais urbanos, são extremamente necessárias quando se pretende identificar eventuais situações de ocupação em áreas não permitidas, planejar e corrigir a ocupação do solo em zonas urbanas. A cartografia digital temática é um instrumento que serve a esse fim, assim como a tecnologia SIG (Sistema de Informações Geográficas). A comparação realizada mostrou que a primeira, cuja técnica é mais primitiva, exige um trabalho manual mais cansativo que redundava em maiores possibilidades de equívocos, e a segunda, tecnologia recente, oportuniza uma análise mais rápida e com maiores possibilidades de acertos, seja na delimitação das áreas ou zonas referidas pela legislação, seja na identificação dos conflitos de ocupação do solo associados. Nessa comparação favorável à última está incluída a existência de um programa de SIG brasileiro e gratuito, que vem num crescente de utilização nos centros acadêmicos e científicos: trata-se do SIG Spring, desenvolvido pelo INPE, o qual foi utilizado na realização deste trabalho, atendendo completamente aos objetivos propostos.

Palavras chaves: áreas de preservação, cartografia digital, Sistemas de Informações Geográficas, planejamento urbano.

Abstract: The identification and representation of limits referred by the legislation, especially the Brazilian Forest Code and the Law of Occupation of Land, like the preservation areas in the margins of resources hídricos and the no-edifying areas close to urban channels, are extremely necessary when us intend to identify eventual occupation of the land in areas no allowed, to drift and to correct the occupation in urban areas. The thematic digital cartography is an instrument that serves to that end, as well as the GIS technology (Geographic Information System). The comparison showed that the first, a oldest technique, demands a more tiresome manual work than it is redundant in larger possibilities of misunderstandings, and the second, a recent technology, permits a faster analysis with larger possibilities of successes, be in the delimitation of the areas referred by the legislation, be in the identification of the conflicts of occupation of the land associated. In that favorable comparison to the GIS the existence of a Brazilian free software is included, that it comes in an crescent use in the academic and scientific centers: it is GIS Spring, developed by INPE, which was used in this work, assisting completely to the objectives proposed.

Keywords: preservation areas, digital cartography, Geographic Information Systems, urban planning.

1 Introdução

Tradicionalmente, são raros os casos de delimitação de áreas de preservação em zonas urbanas. Isso se refere tanto a áreas de interesse ecológico e biótico, as quais poderiam ser enquadradas em classes de unidades de conservação definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), quanto aquelas áreas definidas no Código Florestal Brasileiro e resoluções complementares, que definem a preservação da cobertura vegetal em função de limites junto à recursos hídricos e declividades. As áreas não edificantes definidas pela Lei de Parcelamento de Solos também não são devidamente observadas e respeitadas.

Nas áreas urbanas, o Código Florestal e a Lei de Parcelamento de Solos são aquelas que englobam, entre as áreas a serem preservadas, a maior extensão. Entretanto, sabe-se isso em função do conhecimento que a maioria dos profissionais tem sobre a relação entre as características do meio físico e as referências

contidas na legislação do que necessariamente sobre estudos que tenham feito essa identificação e conseqüente quantificação.

Isso é importante porque nessas áreas resguardadas pela legislação habita grande parte da população desprovida de recursos econômicos. Assim, além da perda de elementos naturais importantes, que poderiam atribuir um ambiente mais agradável a população do entorno, existe a possibilidade dos riscos à saúde e a vida das pessoas devido à ocupação de áreas impróprias a habitação humana.

2 Objetivos

Propor um modelo de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a identificação e delimitação de áreas de preservação permanente, áreas não edificantes e edificações em situação ilegal em zonas urbanas, usando como referência o Código Florestal Brasileiro e a Lei de Parcelamento de Solos.

Comparar a utilização do SIG com a da cartografia digital, em termos de operacionalidade, eficiência e confiabilidade dos resultados.

Complementarmente, difundir o uso do programa Spring, que é um produto nacional desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

3 Área de Estudo

O estudo foi realizado numa pequena área situada no norte do bairro Forquilha, município de São José, em Santa Catarina, aproveitando um estudo anterior que englobava esse bairro e mais os bairros Morro do Avaí, Flor de Nápoles e Picadas do Sul (Figura 1).

A área, no conjunto dos bairros, apresenta características comuns a muitas outras cidades brasileiras: é uma das de maior densidade demográfica do município, com aproximadamente 4,4 mil habitantes por quilômetro quadrado, enquanto que a média municipal é em torno de 1,5 mil habitantes por quilômetro quadrado (dados derivados do Censo do IBGE de 2000); apresenta uma situação heterogênea do ponto de vista sócio-econômico e abriga diferentes atividades econômicas; assenta-se em condições ambientais variadas, desde planícies flúvio-marinhas até encostas de morro, ocorrendo tanto problemas localizados de alagamentos como de escorregamentos; e é tangenciada tanto por rodovia Estadual como por Federal, o que, além de atrair um grande fluxo de veículos, exerce uma grande pressão na ocupação do solo.

4 Legislação de Referência

É fundamental conhecer a legislação vigente quando se deseja planejar ou analisar a urbanização de um território. No Brasil, a ocupação e o uso do solo e dos recursos naturais são temas que encontram muito respaldo na legislação, principalmente para situações onde é necessário garantir a preservação de elementos naturais e, indiretamente, evitar riscos à população.

A legislação brasileira não define somente critérios técnicos, mas também os processos que se relacionam à melhoria da qualidade de vida e da preservação ambiental. Percebe-se isso no novíssimo Estatuto da Cidade, onde, em seu art. 2º, item IV, diz que o planejamento do desenvolvimento das cidades deve não somente **evitar**, mas também **corrigir** distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Outros instrumentos legais que servem ao planejamento urbano já existem a mais tempo, destacando-se o Código Florestal Brasileiro, a Lei de Parcelamento de Solos, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), legislação sobre os bens imóveis da União, os quais se somam a decretos públicos estaduais e federais referentes às faixas de domínio de obras e equipamentos públicos e leis de zoneamento e de planos diretores municipais. Essas leis são usadas para definir as possibilidades de ocupação do solo, pois delimitam impossibilidades ou atribuem possibilidades de ocupação sob determinadas condições, inclusive gerando muitas controvérsias (Araújo, 2002).

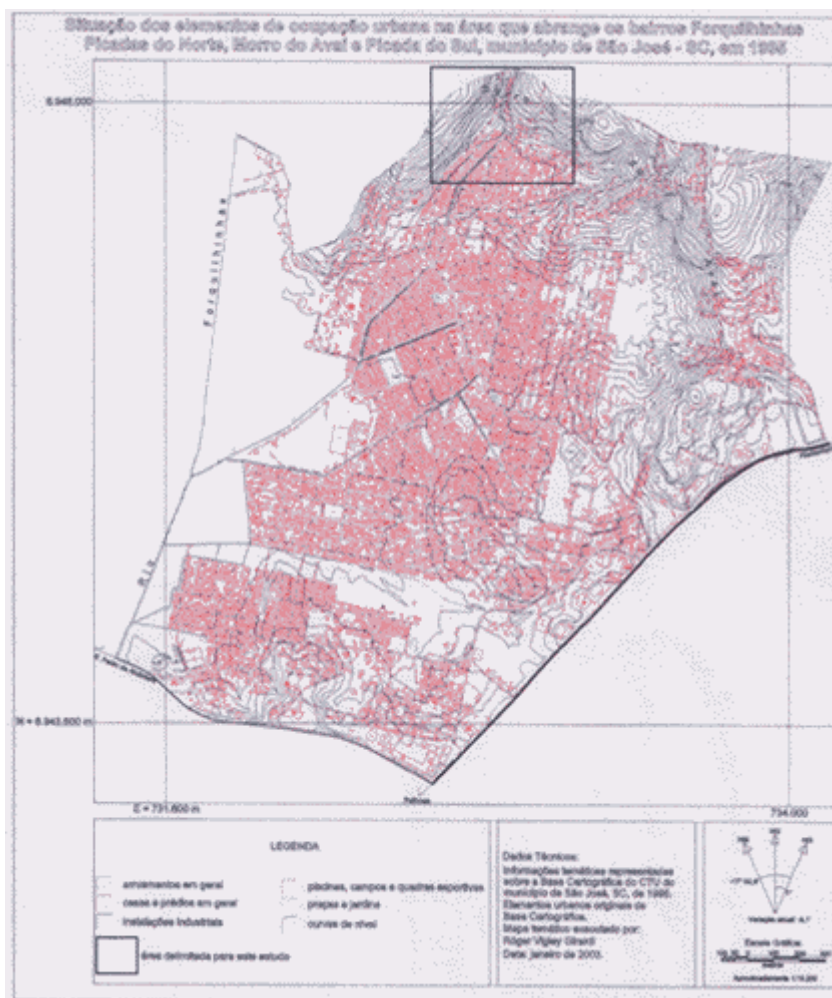


Figura 1: Localização da área

4.1 Código Florestal Brasileiro - Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965

O Código Florestal Brasileiro, o qual, complementado pela Lei 7.803/89 e MP 2.166-67/01, é a lei que mais discrimina impedimentos à ocupação do solo. O art. 2º do Código Florestal trata das florestas e demais formas de vegetação natural que são consideradas de preservação permanente. A análise desse artigo é necessária para qualquer avaliação da possibilidade de ocupação de um território. Destacam-se os seguintes trechos do art. 2º:

são áreas de preservação permanente florestas e demais formas de vegetação situadas:

- a) ao longo dos rios ou de outro curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: de 30 metros para cursos d'água de menos de 10 metros de largura; de 50 metros para cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; de 100 metros para cursos d'água que tenham 50 a 200 metros de largura; de 200 metros para cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros; de 500 metros para cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;
- b) ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de água, naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja sua situação topográfica, num raio de 50 metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° equivalente a 100% na linha de maior declive;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais (**Lei nº 7.803 de 18.7.1989**);
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação (**Lei nº 7.803 de 18.7.1989**).

O parágrafo único deste art. 2º diz que:

no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

No art. 4º está condicionada a supressão de vegetação em área de preservação permanente *somente em caso de utilidade pública ou de interesse sócio-econômico, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica ou locacional ao empreendimento proposto.*

4.2 Lei de Parcelamento do Solo Urbano - Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979

No art. 3º desta Lei é determinado que não poderá haver parcelamento do solo:

I – em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

(...)

III – em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV – em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

VI – em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

As condições acima são passíveis de flexibilização, uma vez que fazem referência às possibilidades de procedimentos técnicos que viabilizem a ocupação. Diferentemente, trata o item II do art. 4º, quando diz que *ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos, será obrigatória a reserva de uma faixa non aedificandi de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica.*

Esta lei foi referenciada para determinar os limites *non aedificandi*, de 15 metros para ambos os lados, ao longo de áreas correntes e dormentes, rodovias, linhas de transmissão de energia e dutos, quando estes elementos estiverem dentro de área urbanizada, quando houver jurisprudência e quando não existirem condições mais restritivas em leis e em decretos específicos para cada elemento.

5 Sistemas de Informações Geográficas - SIGs

Os SIGs existem há mais de trinta anos. O primeiro SIG funcional surgiu no início dos anos 60 no Canadá (Karnaukhova, 2001). Desde então têm sido desenvolvidos sistemas cada vez mais aperfeiçoados e manuseáveis quanto às funções de operação e eficientes e confiáveis quanto aos resultados. São utilizados em vários tipos de atividades científicas e práticas como ferramentas indispensáveis para sua operacionalização.

Atualmente, a tecnologia SIG é amplamente utilizada nos campos das ciências e vem ganhando espaço crescente no campo da gestão territorial, sendo adotada por inúmeros municípios brasileiros, como Belo Horizonte, Goiânia e Curitiba. Há uma tendência de adoção por municípios de médio porte, devendo em pouco tempo estar em uso também em pequenos municípios.

Desde a sua criação, em face dos múltiplos usos e diversificadas áreas de aplicação, várias definições são encontradas na literatura especializada. Em Karnaukhova (2001) são apresentadas sínteses de algumas delas. De forma geral, não são antagônicas. Neste trabalho, em função da adoção do programa Spring, usou-se a definição de Davis & Câmara (2002) – colaboradores na construção do programa, para quem o termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar *georreferenciados*, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

A Figura 2 indica o relacionamento dos principais componentes ou subsistemas de um SIG. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes num SIG.

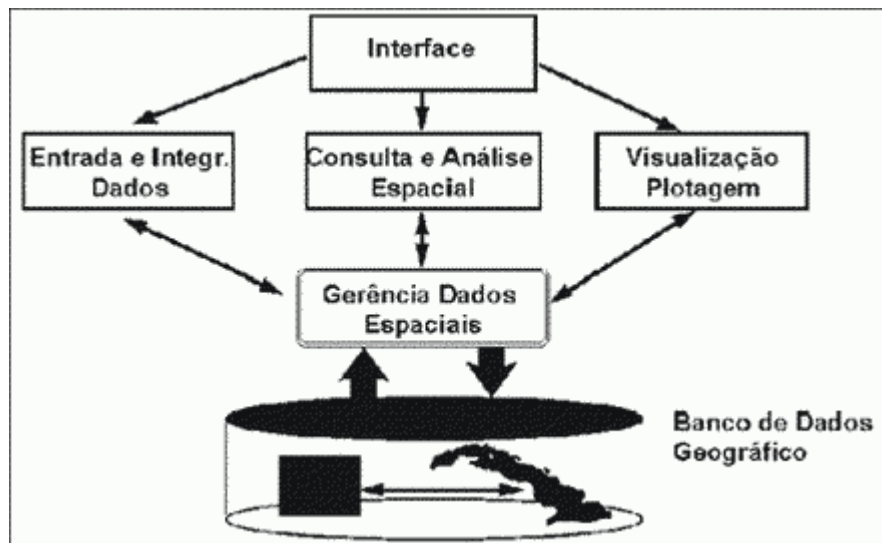


Figura 2: Arquitetura de um SIG (Davis & Câmara, 2002)

São vários os sistemas SIGs existentes. O mais utilizado no mercado particular é o americano Arc Info. Nas universidades brasileiras é comumente encontrado o também americano Idrisi. Destacam-se também os sistemas Erdas, Elwis, Mapinfo, entre outros menos famosos. O Brasil entrou neste mercado na década de 90 do século passado com o seu SIG Spring, que está na versão 4.0 e possui plataformas em inglês e espanhol, além do português. Esse programa possui as mesmas funções que qualquer dos anteriores, estando num crescente em estabilidade operacional, com as vantagens de ser distribuído gratuitamente pelo INPE e os comando serem em língua nativa, o que facilita muito a utilização de seus recursos.

O Spring, além das funções de estruturação do SIG realiza também as tarefas de operação e visualização de análises geo-espaciais. Ainda compõem o Spring os aplicativos Impima - para obtenção de imagens de satélite e conversão de formatos e Scarta -para edição completa e plotagem de produtos cartográficos.

Girardi & Cordini (2002) sugeriram a adoção do SIG para identificação de áreas de preservação e não edificantes em zonas urbanas, mencionando as vantagens dessa tecnologia em relação à cartografia digital e em papel. Entretanto, naquele trabalho, o foco foi especialmente a cartografia temática digital, que é a etapa imediatamente anterior a estruturação do SIG. Dizem os autores que *para o acompanhamento contínuo da evolução da urbanização, da modificação da paisagem, da identificação de conflitos entre ocupação e legislação e para uma imediata avaliação das possibilidades de ocupação e uso do solo, propõe-se como necessário integrar os mapas que mostram os limites da legislação aos instrumentos do planejamento municipal, preferencialmente em meio digital, sejam planos de zoneamento, PDMs, CTUs ou (preferencialmente) SIGs* (Figura 3).



Figura 3: Proposta de integração da legislação com o mapa temático (adaptado de Girardi & Cordini, 2002)

Stuani (2003), aproveitando esta proposta, avançou no estudo sobre a estruturação de um SIG desenvolvendo sua dissertação de mestrado em parte de um bairro situado na área urbana de Caxias do Sul, onde coexistiam ocupações ilegais devido declividade restritiva, áreas de preservação junto à recursos hídricos e áreas não edificantes sob linha de transmissão de energia elétrica. O trabalho desse autor envolveu o uso do programa comercial Idrisi e exigiu processos de programação adicionais aos procedimentos via recursos de tela.

6 Síntese do Método e Resultados

Esta proposta aproveita e complementa o estudo de Girardi (2003), que propôs a identificação de áreas de conflitos entre a ocupação e a legislação, na zona urbana, usando a cartografia temática. Naquele trabalho, foi utilizada a base cartográfica digital do CTU do município de São José, em Santa Catarina, com o objetivo de identificar, quantificar e representar os limites referidos pela legislação e as edificações situadas nessas áreas, que correspondiam aos conflitos mencionados. Foram referidos o Código Florestal Brasileiro, a Lei de Parcelamento de Solos, o Plano Diretor Municipal de São José e o Decreto Estadual 14.250, de 05/6/1981.

Daquele estudo, foi recortada uma pequena área no norte do bairro Forquilha, onde estão representados os limites de topo de morro e trinta metros em margens de arroio, conforme referido no Código Florestal, e quinze metros em margens de canal urbano e linha de alta tensão (AT), conforme referido na Lei de Parcelamento de Solos (Figura 4).

Os dados digitais do CTU foram editados no programa Microstation 95, onde foram gerados mapas dos limites referidos pela legislação e identificação de conflitos de ocupação do solo. Os limites de distâncias de recursos hídricos foram executados manualmente, a partir de ferramentas de mensuração. Neste procedimento, não foi possível gerar mapa de declividades. O mesmo foi elaborado no programa Spring, a partir da importação de curvas de nível, tendo sido inserido como novo *nível* no Microstation. Somente então as áreas de preservação que fazem referência às declividades foram demarcadas. Assim foram gerados mapas temáticos mostrando os limites referidos pela legislação. Após a construção vetorial desse limites, os mesmos foram salvos em novo *nível*. Para identificação dos conflitos, o mesmo foi sobreposto à ocupação urbana, sendo a contagem das edificações em situação irregular ou ilegal feita visual e manualmente (Girardi, 2003).

Na presente situação, todos os dados originais do CTU foram exportados para o programa Spring, onde foram editados para correções topológicas e transformação em objetos, para o fim de serem estabelecidas análises e relações espaciais. Ou seja, para serem estruturados na forma de um SIG. Neste programa aproveitou-se o mapa de declividade gerado para o Microstation. A área de topo de morro, que tem relação com a declividade e a cota mais alta da formação montanhosa na área (CONAMA 004/1985), foi gerada semi-automaticamente a partir da definição da cota de base. Os limites de distâncias de recursos hídricos foram gerados semi-automaticamente a partir da definição das margens dos elementos hídricos. Através

do manuseio de comandos do programa, os elementos da ocupação urbana foram comparados com os limites das áreas de preservação ou não edificantes, gerando, automaticamente, uma relação das edificações em situação ilegal.

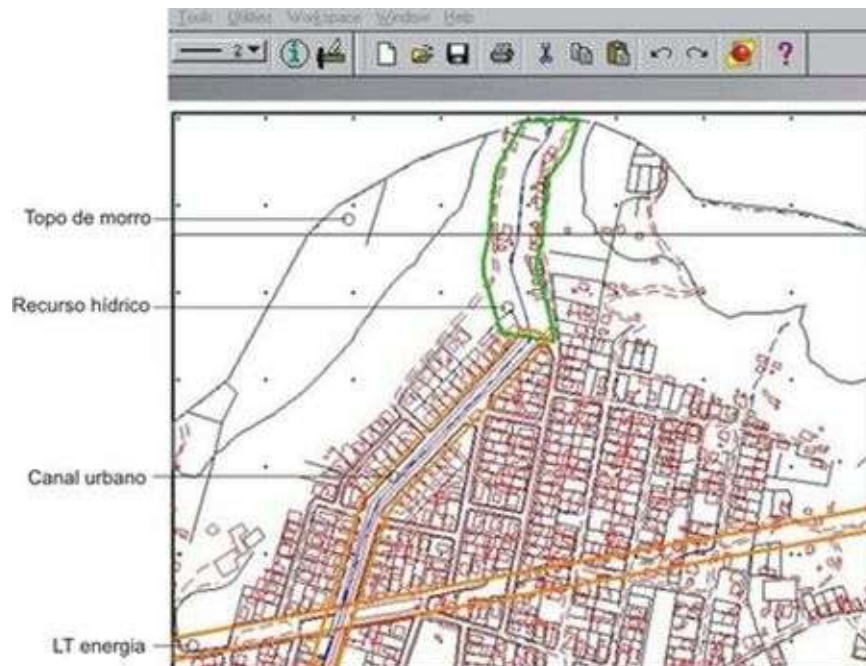


Figura 4: Identificação das APPs, áreas não edificantes e imóveis em situação ilegal, através da cartografia digital, utilizando o programa Microstation (Girardi, 2003)

Após a edição, os limites referidos pela legislação foram gerados semi-automáticamente, mediante manuseio de recursos do programa. Identificadas essas áreas, foi possível determinar a sua extensão superficial e compará-las com a área total inserida no polígono recortado (Tabela 1). Os conflitos associados, que correspondem às ocupações ilegais ou irregulares do solo, foram adquiridos mediante proposta de análise espacial, função típica de um SIG, sendo automaticamente destacados do restante dos imóveis (Figura 5).

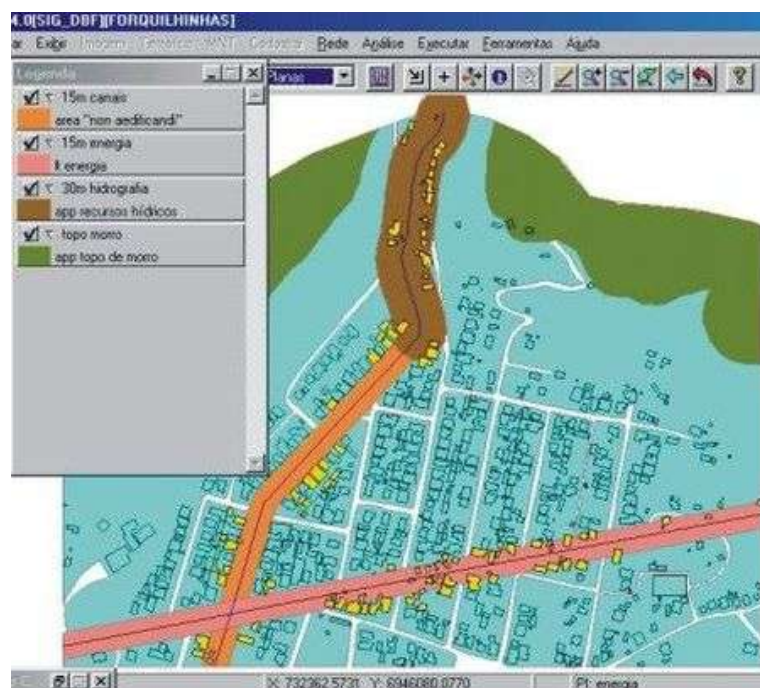


Figura 5: Identificação das APPs, áreas não edificantes e imóveis em situação ilegal, através do SIG, utilizando o programa Spring

O SIG ainda possibilitou a geração de resultados adicionais, tabulados, que permitem um controle maior dos dados, quando se pretende realmente desenvolver programas e projetos de gestão territorial. Um exemplo é apresentação da relação de todos os imóveis, com seus respectivos endereços e proprietários, além de outros dados cadastrais anteriormente associados, situados em áreas não edificantes sob linha de alta tensão (Figura 6).

Outra vantagem do SIG é que a identificação dos limites referidos pela legislação e conflitos associados tem uma confiabilidade muito maior neste sistema do que na análise cartográfica. Isso ocorre porque as mensurações são feitas automaticamente, a partir de comandos do usuário (a interferência do usuário é que estabelece a condição de semi-automático), através de relações entre objetos.

Na cartografia digital, como em papel, o usuário vai, manualmente, indicando pontos distantes do objeto de referência (rio, canal, linha de transmissão) para desenhar os limites mencionados pela legislação. Erros na fixação desses pontos ou na correta identificação dos limites dos objetos de referência podem colocar ou retirar imóveis de situações de conflitos. A análise visual também pode implicar em erro, pois, ao contrário do SIG, onde a identificação é feita pelo programa, no meio cartográfico é o usuário quem identifica e quantifica os imóveis, mediante comparação com os limites marcados.

A Tabela 2 mostra as diferenças de resultados encontrados, para a mesma área, através dos dois meios: pelo usuário, na cartografia digital, e pelo programa, no SIG. A escolha do método poderá implicar em graves erros de avaliação, gerando impunidades, penas indevidas e recursos mal aplicados.

LOGRADOU	NUMERO	PROPRIET	MORADOR	USO
RUA CYPINO JUSTINO DA SILVA	12	JUSSARA PRATES DOS SANTOS	JUSSARA PRATES DOS SANTOS	RESIDENCIAL
RUA MANDEL JOÃO LOPES	13	JUSSARA PRATES DOS SANTOS	MAICON FINO BUKA	RESIDENCIAL
RUA MANDEL JOÃO LOPES	15	MARIA BERNADETE DE LIMA	MARIA BERNADETE DE LIMA	RESIDENCIAL
RUA CYPINO JUSTINO DA SILVA	14	RAFAEL AQUINO	RAFAEL AQUINO	RESIDENCIAL
RUA MANDEL JOÃO LOPES	17	IBSEN PINHEIRO	IBSEN PINHEIRO	RESIDENCIAL
RUA MANDEL JOÃO LOPES	19	FIRMINO CONSTANTINO DE MORAES	FIRMINO CONSTANTINO DE MORAES	RE_SER
RUA MANDEL JOÃO LOPES	18	ROGER VIGLEY GIRARDI	NENHUM	INDUSTRIAL
RUA VALMIR GUALBERTO OLIVEIRA	29	FABIO TROIAN	FABIO TROIAN	RESIDENCIAL
RUA VALMIR GUALBERTO OLIVEIRA	35	JOSE LUIS ALVES SOARES	NENHUM	OUTRO
RUA MANDEL JOÃO LOPES	22	RITA CADILAGUE FLORES	RITA CADILAGUE FLORES	RESIDENCIAL
RUA VALMIR GUALBERTO OLIVEIRA	37	DIEGO AFONSO ERBA	DIEGO AFONSO ERBA	RESIDENCIAL
SERVIÇÃO SEM DENOMINAÇÃO	14	JOSEPH DE QUADROS	JOSEPH DE QUADROS	RESIDENCIAL
TRAVESSA SEM DENOMINAÇÃO	31	ISRAEL SCHNEIDER	ISRAEL SCHNEIDER	RESIDENCIAL
TRAVESSA SEM DENOMINAÇÃO	29	MARISTELA COSTA	MARISTELA COSTA	RESIDENCIAL
TRAVESSA SEM DENOMINAÇÃO	27	RAQUEL ELISA DA SILVA	RAQUEL ELISA DA SILVA	RESIDENCIAL
RUA VALMIR GUALBERTO OLIVEIRA	40	SAMANTHA MELLO	SAMANTHA MELLO	RESIDENCIAL
SERVIÇÃO SEM DENOMINAÇÃO	9	MARINALDO FERREIRA	MARINALDO FERREIRA	RESIDENCIAL
SERVIÇÃO SEM DENOMINAÇÃO	13	JANICE TROIAN	JANICE TROIAN	RESIDENCIAL
SERVIÇÃO SEM DENOMINAÇÃO	15	CLAUDIO DE OLIVEIRA	CLAUDIO DE OLIVEIRA	RESIDENCIAL
RUA GETULIO GUALBERTO OLIVEIRA	540	DIRCE DAQUILO RODO	NENHUM	COMERCIAL
ESTRADA DA VOLTA	79	LIZANDRO PIRES DE LIMA	LIZANDRO PIRES DE LIMA	RESIDENCIAL
ESTRADA DA VOLTA	70	MONICA SATURI	MONICA SATURI	RE_COM
ESTRADA DO NORTE	47	MONICA SATURI	NENHUM	OUTRO
RUA MANDEL PORTO FILHO	20	IVETE BORDIM	MARCIO DA CRUZ	RESIDENCIAL

Figura 6: Relação automática, fornecida na análise espacial, dos imóveis situados na faixa não edificante sob linha de alta tensão

Outra diferença importante é o tempo da análise. Na cartografia o usuário deve passear por toda a tela (ou carta) identificando e registrando os conflitos, o que se torna uma tarefa extremamente exaustiva, passível de erros e tanto mais demorada quanto maior for o tamanho e a intensidade de ocupação na área mapeada. No SIG o resultado é quase instantâneo, demorando quase somente o tempo da instrução da análise, salvo em condições onde os recursos do sistema não são compatíveis com a quantidade dos dados analisados.

Tabela 1 - Relação entre as áreas de preservação e a área total

Legislação	Enquadramento legal	Tipo de restrição	Superfície total = 0,26 km ²	
			Área da restrição (km ²)	% de restrição sobre a área total
Código Florestal Brasileiro	APP	30 m - margens de recursos hídricos	0,018658	7,2
		topo de morro	0,076260	29,3
Lei de Parcelamento de Solos	Áreas não edificantes	15 m - margens de canal urbano	0,013896	5,3
		15 m - faixa sob linha de alta tensão	0,024411	9,4

Tabela 2 - Imóveis situados em áreas restritivas a partir da comparação entre a cartografia e o SIG

Legislação	Tipo de restrição	Imóveis em áreas restritivas	
		Cartografia	SIG
Código Florestal Brasileiro	margens de recursos hídricos	20	26
	topo de morro	2	4
Parcelamento de Solos	margens de canal urbano	18	15
	Faixa sob linha de alta tensão	25	30

A análise das formas de trabalhar em cada um dos métodos, a cartografia digital e o SIG, e os próprios resultados gerados mostraram que as vantagens do segundo em relação ao primeiro são evidentes. Essas vantagens são sintetizadas na Tabela 3, partindo de uma mesma condição, como existência de uma base cartográfica e cadastral planialtimetricamente geo-referenciada.

Tabela 3 - Comparação entre a cartografia digital e o SIG

Tópico	Manuseio / resultados	
	Cartografia digital	SIG
Identificação dos limites referidos pela legislação	Manual - o usuário deve inserir os pontos que retratam a distância do objeto em questão e posteriormente desenhar os limites traçando um linha ponto-a-ponto.	Semi-automático - o usuário apenas indica o objeto em questão e a distância desejada e o sistema cria os limites.
Identificação de áreas que não implicam distância, mas declividades	Manual - normalmente o usuário deve realizar um mapa de declividades em outro programa e importar os dados vetoriais. Após, deve editar os polígonos para fazer o preenchimento com cores com identificação de cada classe.	Semi-automático - o usuário gera um modelo numérico do terreno a partir das curvas de nível e indica os limites de declividades desejados. O sistema cria o mapa de declividades com o uma legenda de cores pré-determinada
Identificação de áreas que implicam associação entre declividades e cotas topográficas	Manual – o usuário deve desenhar manualmente o polígono, usando a linha que representa a cota base e editando as linhas de forma a fechar a área desejada, decorrente da análise realizada.	Semi-automático - o usuário indica, mediante programação ou indicação na tela, a cota base a partir da qual o sistema formará o polígono da APP.
Identificação e marcação de conflitos	Visual e manual – o usuário percorre ponto por ponto da área para identificar cada imóvel na situação em análise.	Semi-automático – o usuário indica a comparação a ser feita entre os objetos e o sistema procura, identifica e quantifica aquela situação.
Tempo de identificação e marcação de conflitos	Dez segundos por imóvel, para identificar e pintar, aumentando conforme aumenta a área estudada e a exaustão do usuário. Trinta imóveis, por exemplo, levam cerca de 5 a 10 minutos para serem marcados.	Praticamente imediato. O sistema identifica e resalta dos demais os imóveis que se enquadram na atribuição indicada. Com recursos de <i>hardware</i> adequados, o acréscimo de tempo não é muito significativo em se tratando de trinta, trezentos ou mais imóveis.

Confiabilidade na identificação dos limites e conflitos associados	Relativa, pois a identificação dos limites e o desenho das APPs são manuais, podendo incorrer em vários tipos de erros do operador. A identificação visual dos conflitos também atribui erros.	No processamento dos dados a confiabilidade é total, pois é realizado pelo sistema. Podem existir erros devido à falhas na instrução da análise ou erros transferidos na importação dos dados vetoriais.
Mensuração de áreas e perímetros	É necessário que o usuário crie ou edite os polígonos sempre que necessitar fazer mensuração em áreas ou “janelas” selecionadas, o que dificulta muito o processo.	O usuário pode demarcar com um polígono a área de interesse e as mensurações são feitas até os limites desse polígono, mesmo que uma área (polígono pré-existente), de cobertura vegetal, por exemplo, ultrapasse esse limite.

8 Conclusões

Logicamente, não foram mostradas todas as potencialidades que a estruturação de um SIG proporciona para a boa gestão territorial. Na medida em que se faz a estruturação para gerar os resultados como os apresentados neste trabalho, muitos outros dados podem ser inseridos e muitas análises podem ser realizadas.

A desvantagem do SIG em relação a cartografia digital é que o SIG é uma etapa posterior, dependente daquela. Ou seja, para que exista o SIG é necessário que a base cartográfica (e cadastral) já exista. Assim, é uma etapa que consome tempo e recursos adicionais, muitas vezes não existentes ou não previstos nos orçamentos municipais. Cabe aos profissionais e pesquisadores nesta área mostrarem as vantagens da estruturação dos SIGs e como o custo de implementação pode ser diluído no decorrer do tempo, na economia de recursos decorrentes da maior rapidez e confiabilidade na geração de informações, na prevenção de ocorrências danosas ao meio ambiente e às populações, e até mesmo reverter em lucro colocando-o à disposição de usuários do setor privado.

Atendo-se aos objetivos propostos neste trabalho, a estruturação de um Sistema de Informações Geográficas que, entre outros possíveis fins, possa auxiliar na identificação das áreas de preservação e *non aedificandi* previstas na legislação e ainda identificar imóveis em situação ilegal de ocupação do solo, pode-se concluir que é eficiente e seguro devido:

- Confiabilidade na identificação dos limites legais;
- Precisão na identificação dos conflitos associados aos limites legais;
- Rapidez no processamento dos resultados das análises solicitadas;
- Facilidade para mensuração de áreas dos polígonos, quando se pretende realizar relações quantitativas;
- Apresentação de dados cadastrais tabulados sobre as análises solicitadas, permitindo identificar individualmente os responsáveis pelos imóveis em situação de conflito;
- Possibilidade de estabelecer análises alternativas;
- Em todos os itens anteriores apresenta grandes vantagens sobre a análise realizada diretamente com a cartografia digital;
- O programa Spring mostrou-se totalmente eficaz na realização dos objetivos propostos, permitindo uma operação total das análises via comandos de tela, reduzindo ao mínimo a necessidade de programação. Por ser em idioma português apresentou a vantagem adicional de aproveitamento total dos recursos do módulo ajuda, evitando perda de tempo comum na utilização dos outros sistemas, quando não se domina a língua inglesa, por exemplo.

9 Bibliografia Consultada

- Araújo, S.M.V.G. de** . *As áreas de preservação permanente e a questão urbana*. Câmara dos Deputados: Consultoria Legislativa, Brasília, 2002, 12 p.
- Brasil**. *Lei 4.771, de 15/09/1965*.
_____. *Lei 6.766, de 19/12/1979*.
_____. *Lei 7.511, de 07/7/1986*.
_____. *Lei 7.803, de 18/7/1989*.
_____. *Lei 9.985, de 18/6/2000*.
_____. *Lei 10.257, de 10/07/2001*.
_____. *Medida Provisória 2.166-67, de 24/8/2001*.
- CONAMA**. *Resolução 004/1985*.
- Câmara de Vereadores de São José-SC**. *Lei 1.605, de 1985: Plano Diretor Municipal de São José*.
- Davis, C.; Câmara, G.** *Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica*. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. (Org.). *Introdução à ciência da geoinformação*. Capítulo 3, 2002, 35p. (CD Spring 3.6).
- Girardi, R.V.** *Identificação de áreas de conflito entre a ocupação do solo e a legislação através do uso da cartografia temática: estudo de caso em área urbana do município de São José/SC*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2003. 162p.
- Girardi, R.V.; Cordini, J.** *Cadastro de leis como ferramenta para o planejamento da ocupação e uso do solo urbano*. In: 5º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Anais (CD), Florianópolis, Outubro 6-10, 2002.
- IBGE**. *Censo Demográfico 2000 - Santa Catarina. Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo*. Rio de Janeiro, 2001.
- Karnaukhova, E.** *Cadastro geoambiental aplicado à gestão e ordenamento territorial*. Polígrafo de aula da disciplina de Gestão Territorial. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2001. 87p.
- Stuani, M.** *Estruturação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para identificação de áreas com ocupação ilegal*. Dissertação (Mestrado), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Geologia, São Leopoldo. 2003. 57p.
- Westphal, D.E. (Org.)** *Coletânea da legislação ambiental do Estado de Santa Catarina*. FATMA, 2000. 279p.