

O Uso do Sistema de Informações Geográficas na Revisão do Plano Diretor de São José SC

Renato T. de Saboya

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – GT Cadastro
renatosaboya@terra.com.br

Resumo: Este artigo examina o uso do Sistema de Informações Geográficas na revisão do Plano Diretor de São José – SC nas suas quatro grandes etapas: leitura da realidade local, disseminação da leitura da realidade local, elaboração da pré-proposta do plano diretor e elaboração do projeto de lei do plano diretor. A leitura técnica é mais aprofundada, sendo que nela o SIG foi mais intensamente utilizado para a realização de a) mapeamentos “puros”; b) cruzamentos de dados; c) espacialização de indicadores; e d) espacialização dos resultados de modelos urbanos. Concluiu-se que o SIG é efetivamente uma ferramenta com enorme potencial de utilização em projetos de revisão e elaboração de planos diretores podendo assumir até o papel de elemento polarizador das atividades. Entretanto, algumas limitações foram levantadas, principalmente a necessidade de conhecimento teórico sobre o sistema estudado, como condição básica para tornar o uso do SIG realmente útil.

Palavras chaves: Planejamento Urbano, Sistemas de Informações Geográficas, Plano Diretor, Estatuto da Cidade, Análises Urbanas.

1 Introdução

O Município de São José está localizado no centro da Região Metropolitana de Florianópolis, Santa Catarina. Tem uma população aproximada de 190 mil habitantes e enfrenta problemas comuns a muitas cidades brasileiras: ocupação desordenada de encostas e outras áreas de proteção ambiental; déficit habitacional; violência urbana; problemas de mobilidade e acessibilidade urbana; carência de equipamentos urbanos e comunitários; e carência de infra-estrutura de saneamento, com conseqüente poluição ambiental.

Somado a isso, o Plano Diretor do Município, elaborado originalmente em 1985, encontra-se defasado em relação não apenas aos problemas enfrentado pelo Município, mas também em relação às novas diretrizes introduzidas pelo Estatuto da Cidade, Lei Federal de 2001 que modificou as regras do jogo para a elaboração de planos diretores.

Diante desse quadro, a prefeitura do município estabeleceu um convênio com a Universidade Federal de Santa Catarina para a revisão do Plano Diretor vigente. Para isso, foi montada uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais de áreas como Arquitetura e Urbanismo, Geografia, Economia, Serviço Social, Direito, Engenharias e Administração, entre outras. Tais profissionais foram coordenados por um núcleo denominado “Equipe Central”, vinculado ao Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (LabFSG) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O processo de revisão do Plano Diretor de São José foi dividido em 4 grandes etapas, dentro das quais o SIG foi utilizado com maior ou menor ênfase. Essas etapas são: (1) leitura da realidade local, (2) disseminação da leitura da realidade local, (3) elaboração da pré-proposta do Plano Diretor e (4)

elaboração do projeto de lei do Plano Diretor. Nesse sentido, este trabalho discorrerá sobre a utilização do SIG em cada uma dessas etapas, mostrando a flexibilidade e o potencial da ferramenta, mas também alertando para suas limitações. O software utilizado foi o ArcGIS 8.1, com as extensões *Spatial Analyst* e *3D Analyst*. Outros softwares de apoio foram utilizados na confecção dos mapeamentos, tais como o AutoCAD Map, o Microstation, o Microsoft Access e o Envi.

2 Leitura da realidade local

A leitura da realidade local foi composta por duas frentes de investigação: a leitura comunitária, que buscava identificar junto à população quais eram os principais problemas e potenciais do Município, e a leitura técnica, conduzida por uma equipe de especialistas nas mais diversas áreas do conhecimento.

2.1 Leitura comunitária



Figura 1 – Utilização do SIG para apoio aos eventos participativos

Na leitura comunitária, o SIG foi utilizado, em primeiro lugar, como apoio aos participantes dos eventos públicos. No primeiro evento municipal, por exemplo, foi utilizado um mapa com a proposta de divisão das áreas para os eventos comunitários. A partir desse mapa, a população pôde expor suas opiniões quanto à melhor divisão territorial a ser adotada (figura 1).



Figura 2 - Mapa da ocupação atual com o relevo representado.

Além disso, nos eventos comunitários foram expostos mapas do território do Município mostrando as informações básicas, com destaque para a topografia e a ocupação urbana, assim como para os principais referenciais do sistema viário. O mapa foi impresso em uma transparência e projetado em uma tela que ficava visível para os participantes durante as discussões.

Essa estratégia visava alertar os participantes para o fato de que o Município possui uma grande porção do seu território composto por áreas de alta declividade, o que não ficava explícito pelos mapas convencionais à disposição até então. Para isso, foi construído um mapa em que a topografia foi representada através de um sombreamento (*shade*), ressaltada por tons de cores em *dégradé*. A figura 2 abaixo mostra esse mapa impresso para a conferência municipal de São José, e posicionado de forma que a população pudesse observá-lo de perto.

Depois de concluídos os eventos comunitários, o SIG foi utilizado para representar graficamente os resultados compilados dos eventos. Dessa forma, para cada tema foi identificada a sua prioridade segundo o que foi deliberado em cada área, e essas prioridades foram representadas em mapas do tipo *choropleth*. Além disso, foi elaborado um mapa que, para cada área, mostrava qual era o tema considerado prioritário pelos moradores. Como resultado, portanto, foram confeccionados 15 mapas com as deliberações dos eventos comunitários (14 para cada um dos temas e mais um para mostrar o tema prioritário de cada área – figura 3).

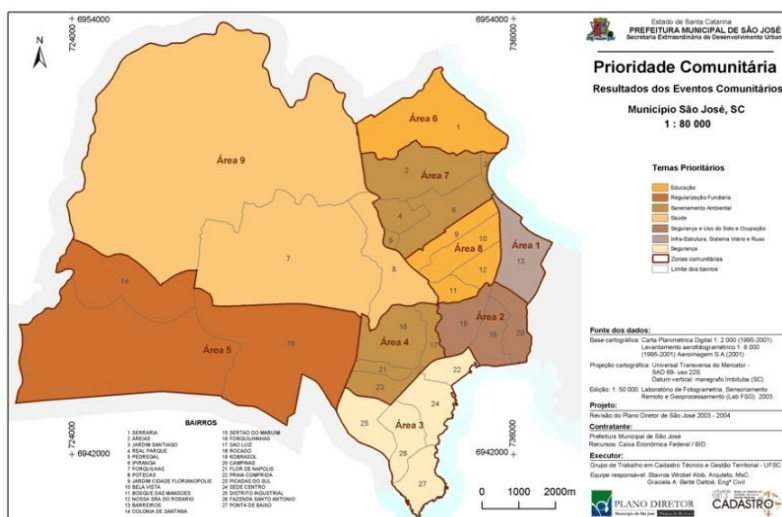


Figura 3 - Temas prioritários nos eventos comunitários

2.2 Leitura técnica

Mas a etapa que utilizou mais intensamente o SIG foi a leitura técnica. Nela o SIG foi utilizado durante todo o processo para apoiar a realização de praticamente todas as análises. No total, foram confeccionados 98 mapas, distribuídos nos aspectos ambientais, socioeconômicos e físico-territoriais.

As análises se beneficiaram da capacidade de integração de dados de diversas naturezas proporcionada pelo SIG. Dessa forma, dados do cadastro puderam ser cruzados com dados do IBGE, dados topográficos, tabelas provenientes de outros estudos já realizados, etc.

A utilização dos dados merece um destaque especial, pelas dificuldades surgidas na sua manipulação. Inicialmente a Prefeitura do município alegou possuir uma base cadastral adequada para uso em SIG (polígonos fechados, curvas de nível contínuas, etc.) Entretanto, a realidade não se revelou tão favorável. A edição dos dados cadastrais com vistas a torná-los adequados à utilização em SIG consumiu 2 meses de trabalho da equipe, tempo que não estava previsto no cronograma inicial. Assim que essa etapa foi concluída, no entanto, a seqüência dos trabalhos evoluiu com muito mais facilidade.

As análises foram feitas basicamente de quatro maneiras: (1) mapeamentos “puros”; (2) cruzamentos de dados; (3) espacialização de indicadores; e (4) espacialização de modelos de análise urbana.

Os **mapeamentos “puros”** envolveram a simples representação, através de mapas, de dados já disponíveis nas fontes originais. Um exemplo clássico são os mapas que espacializaram os dados do

IBGE relativos à população (quantidade, densidade, faixa etária, etc.), os dados socioeconômicos (níveis de renda, analfabetismo, recursos laborais, etc.) e a infra-estrutura (disponibilidade de esgoto, água, etc.). No caso dos dados do IBGE, o trabalho foi imensamente facilitado pelo fato dos setores censitários estarem disponíveis no formato padrão do ArcGIS (*shapefile*)¹. Sendo assim, esses mapas foram os mais simples de serem confeccionados, demandando apenas o trabalho de identificar os campos a serem espacializados e a criação de um modelo de layout com os elementos básicos a serem utilizados em todos os mapas (limites do município, toponímia, municípios vizinhos, título, legendas, logotipos, etc.). A figura 4 abaixo mostra um exemplo.

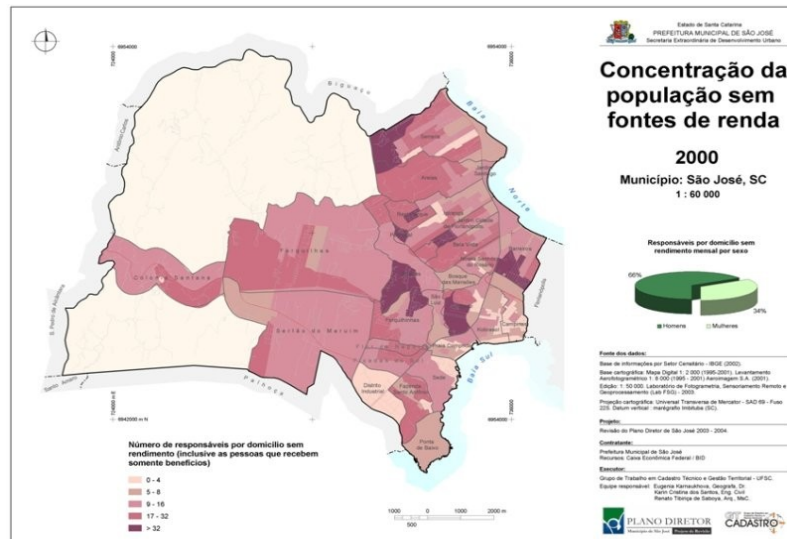


Figura 4 – Exemplo de mapa com dados “puros”

Entretanto, nem todos os mapas “puros” foram de tão simples elaboração. Grande parte deles dependia de dados que não estavam prontos, no sentido de estarem já adequados ao uso em SIG. Muitos não estavam nem digitalizados, constando apenas de fontes analógicas na Prefeitura, muitas vezes de difícil acesso. Portanto, a elaboração desses mapas envolveu uma pesquisa minuciosa junto às secretarias e demais órgãos públicos, bem como a seleção e digitalização dos dados considerados relevantes. Um exemplo disso são os mapas de equipamentos públicos (hospitais, postos de saúde, escolas, etc.), que tiveram que ser construídos praticamente do zero.

Outro exemplo foram os mapas relativos ao sistema viário. A situação do município no que diz respeito aos dados de trânsito e sistema viário era precária, o que exigiu que algumas soluções criativas fossem adotadas. Dessa forma, foi estimada a largura de cada uma das vias com base na cartografia cadastral, e atribuída ao *layer* de eixos de logradouros. A partir disso, foi estimada uma capacidade de fluxo para cada um deles, e elaborado o mapa.

Os **cruzamentos de dados** são mapas mais elaborados, criados a partir da combinação de dados já existentes para criar uma nova informação. Eles envolvem um conhecimento mais aprofundado sobre os sistemas urbano e ambiental, uma vez que é necessário conhecer as relações entre os fenômenos para poder derivar essas novas informações. Elas envolvem basicamente o cruzamento de polígonos (principalmente em formato *raster*) e a geração de *buffers*.

Na análise ambiental isso foi amplamente utilizado. O mapa de condições geotécnicas (figura 5) é um bom exemplo. Ele foi criado a partir do cruzamentos de dados sobre a geologia, a pedologia e o relevo.

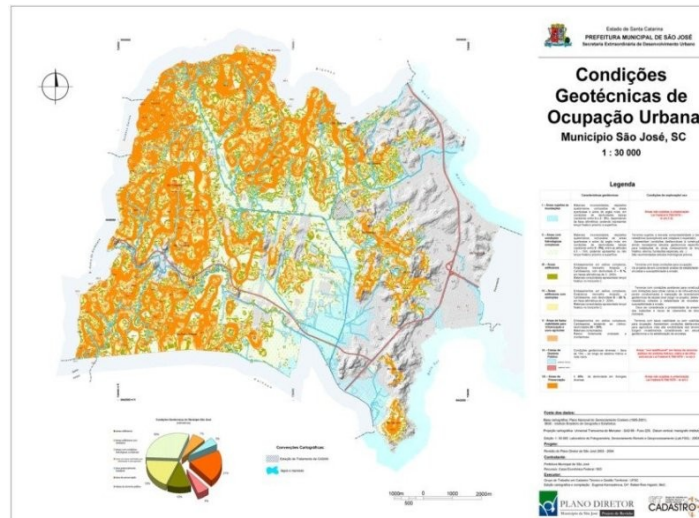


Figura 5 – Mapa condições geotécnicas (KARNAUKHOVA et al, 2004)

Outros exemplos de cruzamentos de dados em análises ambientais são o mapa de ocupação urbana em situação ambiental irregular e o zoneamento ecológico (figura 6). Este último levou em consideração o nível de preservação das bacias hidrográficas e as fontes de poluição para identificar as áreas com condições ecológicas críticas e que, portanto, deveriam ser alvo das ações da estratégia de qualificação ambiental.

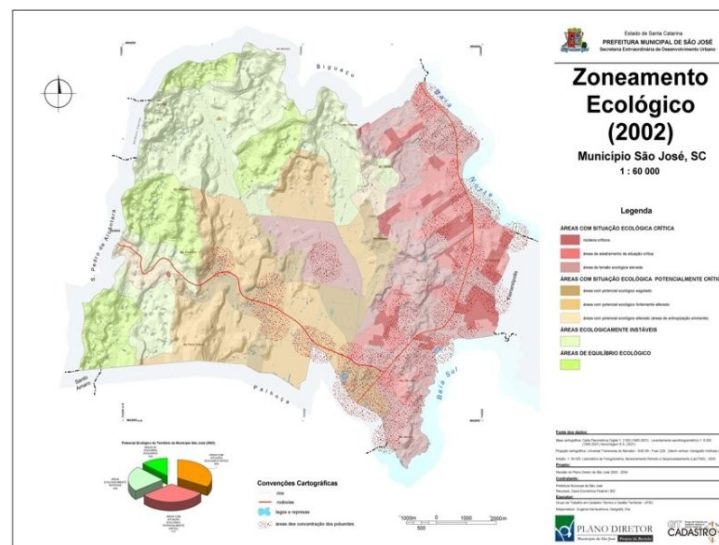


Figura 6 - Mapa de zoneamento ecológico (KARNAUKHOVA et al, 2004)

Na análise socioeconômica também foram utilizados cruzamentos de dados. O principal deles identificou as áreas de interesse social prioritárias, refletindo as preocupações contidas no Estatuto da Cidade (figura 7). Ele foi obtido a partir do cruzamento do nível de renda, presença de equipamentos comunitários, concentração de população analfabeta e concentração de mulheres responsáveis pelo domicílio. Esse mapa foi utilizado como um dos insumos para a delimitação das Áreas Especiais de Interesse Social, contidas no zoneamento elaborado para a proposta do plano diretor.

Ainda com relação aos aspectos socioeconômicos, foram elaborados os mapas de diagnóstico do atendimento à educação infantil e de diagnóstico do atendimento à saúde.

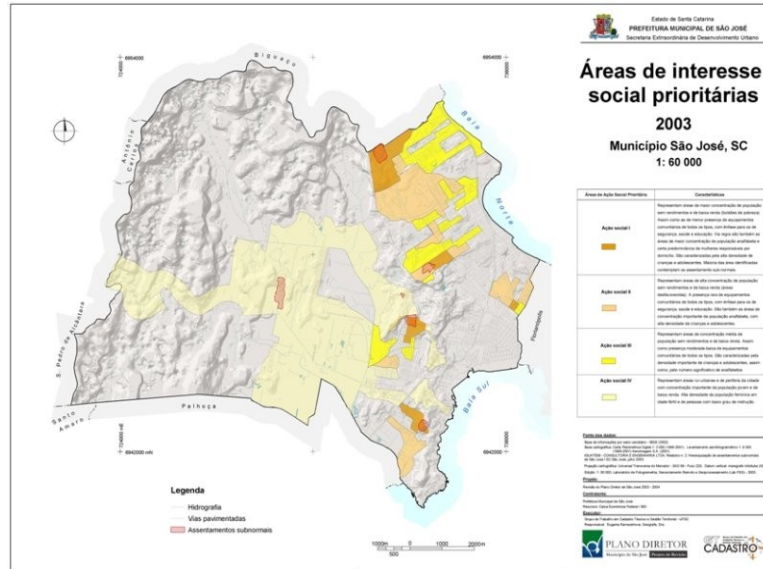


Figura 7 - Mapa de áreas de interesse social prioritárias (KARNAUKHOVA et al, 2004)

Outro tipo de mapeamento são aqueles relativos à espacialização de **indicadores**. Estes podem ser definidos como índices que buscam representar de forma quantitativa alguns aspectos dos sistemas urbano e ambiental. Normalmente são construídos a partir de operações matemáticas simples sobre algumas medidas consideradas representativas de aspectos importantes.

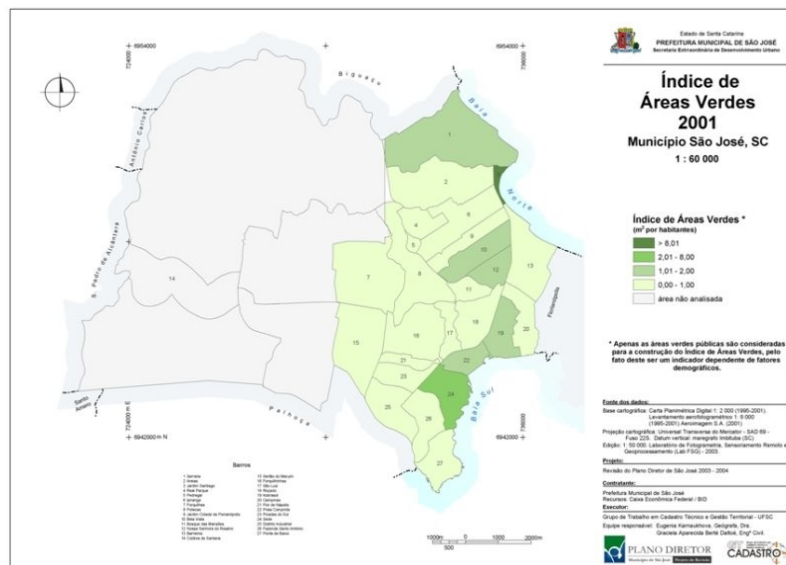


Figura 8 - Mapa do índice de áreas verdes. (KARNAUKHOVA et al, 2004)

Em São José, eles foram utilizados, por exemplo, para identificar a demanda por áreas verdes por bairro. Este indicador foi construído a partir dos seguintes dados: (1) uso predominante do bairro; (2) densidade populacional média; (3) índice de áreas verdes (figura 8); (4) índice de arborização urbana e (5) índice de demanda por equipamentos comunitários. Outros indicadores espacializados foram o índice de arborização urbana e a demanda por equipamentos comunitários.

Por último, também foram representados através de mapas os resultados de **modelos urbanos**, entendidos como “modelos matemáticos implementados em computador e projetados para analisar e prever o desenvolvimento de sistemas urbanos” (WEGENER, 1994, p. 18). Neste caso, o modelo adotado foi o da Sintaxe espacial, proposto por Hillier e Hanson (1984). Esse modelo representa o sistema de espaços públicos como um conjunto de linhas axiais, que são utilizadas para medir a integração dos espaços, assim como outras medidas que permitem uma visão mais aprofundada da configuração do

traçado e como essa configuração tende a influenciar nas relações sociais, tais como a conectividade e o controle.

O SIG introduziu uma versatilidade bastante grande nesse tipo de análise, uma vez que permitiu cruzar com facilidade os dados do modelo, facilitando a interpretação dos resultados. Os estudos realizados até agora mostram, por exemplo, que espaços (linhas axiais) com alta integração e baixa conectividade levam a uma baixa inteligibilidade do sistema urbano. O SIG permitiu identificar e mapear com facilidade as linhas que atendiam a ambos os critérios. Da mesma forma, outras análises combinadas puderam ser feitas com certa facilidade através dos recursos de seleção e filtragem oferecidos pelo SIG. A figura 9 abaixo mostra a integração global mapeada com o SIG.

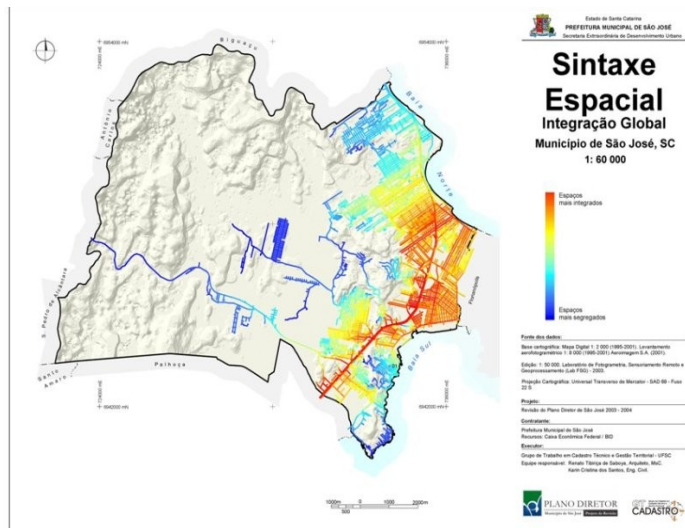


Figura 9 - Mapa de Sintaxe Espacial. (KARNAUKHOVA et al, 2004)

2.3 Disseminação da Leitura da Realidade Local

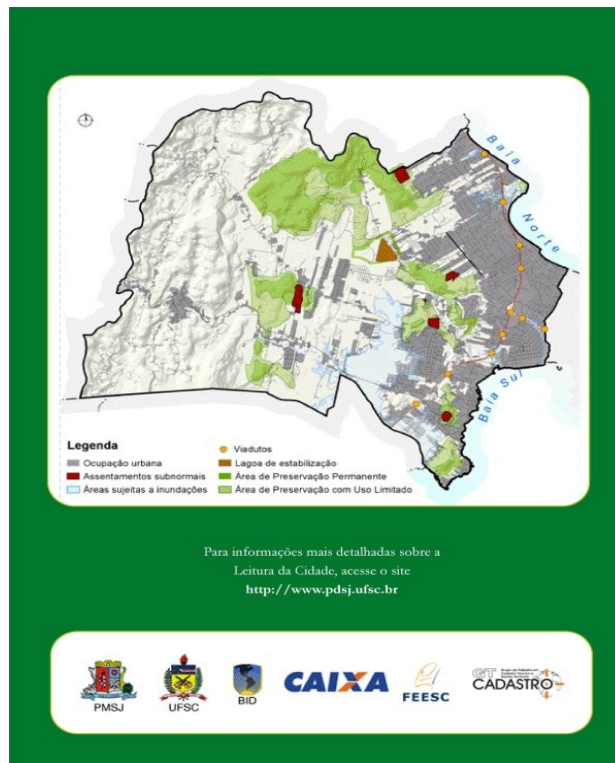


Figura 10 – Folder de divulgação da Leitura Comunitária

Na segunda etapa do processo de revisão do Plano Diretor de São José, a disseminação da leitura da realidade local, o SIG foi usado apenas indiretamente, uma vez que seus resultados da etapa anterior foram utilizados como insumos para os produtos que se encarregaram de fazer a divulgação dos resultados parciais. Assim, foram produzidos 1000 *folders* contendo a síntese da leitura da cidade (processo e conteúdo), bem como um mapa da estrutura urbana do município (figura 10); um vídeo, de aproximadamente oito minutos de duração, e que, entre outras informações, destaca todas as áreas restritas à urbanização com resultados dos mapeamentos realizados pelo SIG (figura 11); e uma apresentação de slides divulgada à população em um evento municipal, e que pode ser utilizada pelos técnicos da prefeitura em apresentações posteriores. Essa apresentação também contava com grande quantidade de mapas realizados em SIG, incluindo aqueles apresentados neste trabalho até este ponto.

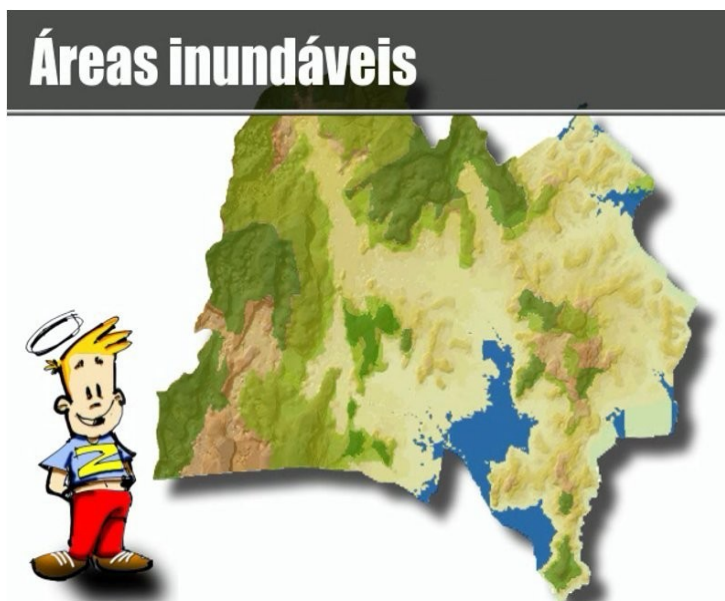


Figura 11 – Vídeo de divulgação da Leitura Comunitária mostrando áreas de interesse ambiental

3. Elaboração da pré-proposta do Plano Diretor

Nesta etapa foram gerados alguns mapas exclusivamente para apoiar o processo participativo de criação inicial das macrozonas, instrumento que serviu de referência espacial para todos os demais instrumentos e estratégias do Plano Diretor. Assim, foram confeccionados, além do mapa de áreas de interesse ambiental legal, mapas que demonstravam a distribuição de renda e de densidade, ambos cruzados com o microparcelamento do solo (figura 12).

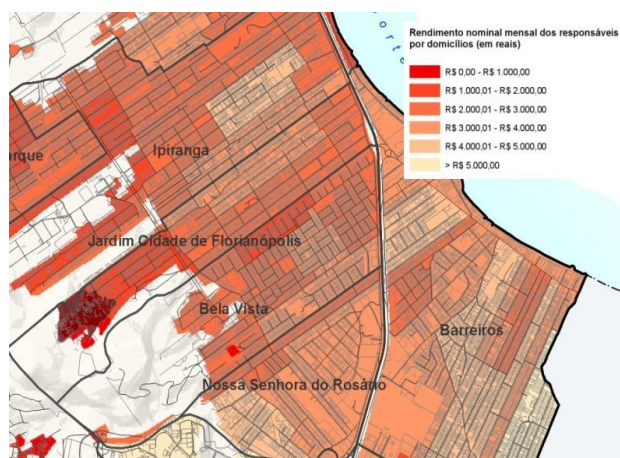


Figura 12 – Recorte do mapa de apoio à oficina de planejamento estratégico (renda - sistema viário - microparcelamento do solo)

Esses mapas foram então expostos nos quatro dias da oficina de planejamento estratégico, durante os quais os delegados eleitos nos eventos comunitários puderam debater a visão de município desejada e identificar as questões estratégicas a serem enfrentadas. Também nessa oficina foram definidas, de maneira participativa, as macrozonas que serviriam de referência para o plano, através de debates e reflexões que se basearam em grande medida nos mapas realizados.

4. Elaboração do projeto de lei do Plano Diretor

A proposta final do Plano Diretor também utilizou intensamente o SIG. Todos os mapas que compuseram o projeto de lei foram confeccionados utilizando essa ferramenta, o que incluiu o mapa de zoneamento (figura 13), os mapas com as Áreas Especiais de Interesse (um para as de interesse ambiental e um para as de Interesse econômico, interesse social e interesse comercial), os mapas das estratégias (três de qualificação ambiental e um de estruturação urbana) e as condições geotécnicas de ocupação urbana.

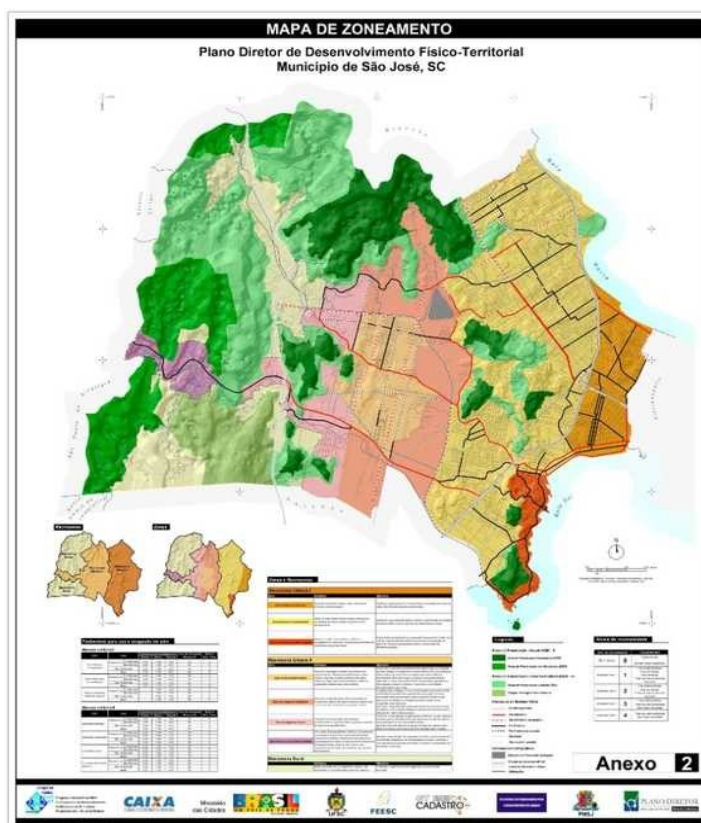


Figura 13 – Mapa final do zoneamento do Plano Diretor de São José

O mapa de zoneamento, em especial, dá uma boa mostra do quanto o SIG pode oferecer de versatilidade na construção de um mapa e, principalmente, na integração de informações de naturezas diversas. A equipe tinha a preocupação de superar a lógica dos planos diretores tradicionais, que adotavam um zoneamento fragmentado como a parte principal do plano, resumindo-o a uma “colcha de retalhos” composta por inúmeras zonas diferentes com uma legenda colorida em que só aparecia seu nome. Isso, entre outras conseqüências, tornava difícil a leitura por parte da população, que não conseguia entender sua lógica e, assim, tinha dificuldade em se apropriar do plano.

Por isso, optou-se por um zoneamento mais “macro”, com apenas 7 zonas distintas, e aproveitou-se a capacidade do SIG de integrar outras informações para compor um mapa que efetivamente tivesse a capacidade de expressar a lógica fundamental do plano. Dessa forma, não apenas os nomes das zonas compuseram a legenda, mas também uma descrição dos critérios adotados para defini-las e os objetivos propostos para cada uma delas (figura 14). Isso facilita o entendimento e, além disso, torna mais difícil qualquer tentativa de distorcer o plano, muito comum nos municípios brasileiros, pois explicita a lógica que norteou a criação do zoneamento. Qualquer tentativa de desvirtuar essa lógica pode ser detectada e combatida.

Zonas e Macrozonas		
Macrozona Urbana I		
Zona	Definição	Objetivos
Zona Urbana Consolidada	Áreas de densidade média e alta, providas de serviços e infra-estrutura.	Restringir o adensamento; incrementar a capacidade do sistema viário e da infra-estrutura de saneamento.
Zona Urbana em Consolidação	Áreas de densidade média e baixa, com grande quantidade de vazios urbanos e potencial de adensamento.	Incentivar a ocupação de vazios urbanos; implementar os projetos de estruturação urbana; incentivar as centralidades locais.
Zona de Interesse Histórico-Cultural	Áreas com patrimônio histórico, cultural e paisagístico de relevante interesse para definição da identidade cultural da cidade.	Preservação, revitalização e conservação do patrimônio histórico e cultural; preservação do padrão ocupacional; preservação de áreas de interesse paisagístico urbano; conservação da identidade cultural.

Figura 14 – Recorte do mapa de zoneamento mostrando critérios de definição e objetivos para as zonas e macrozonas.

Nesse mesmo sentido, outras informações foram incluídas no mapa. A mais importante delas talvez seja a definição de todos os índices urbanísticos que orientam os limites de ocupação do espaço urbano. Além disso, foram incluídos também a hierarquia do sistema viário e os níveis de incomodidade permitidos para cada tipo de via.

Dessa maneira, foi possível criar uma peça de comunicação que informa o usuário (seja um técnico, político ou um cidadão) sobre as intenções acordadas por todos para o Município, e o SIG teve um papel fundamental nesse processo.

5 Conclusões

Neste processo de revisão do Plano Diretor de São José, o SIG foi utilizado intensamente, podendo até mesmo ser considerado um elemento polarizador das atividades realizadas. Nesse sentido, entretanto, uma ressalva merece ser feita. A diferença entre o nível de domínio da ferramenta entre os técnicos do laboratório e os técnicos da prefeitura é muito grande, o que causou algumas dificuldades operacionais.

Essas dificuldades aconteceram não apenas no início do processo, mas também após a sua conclusão, visto que todos os mapas gerados talvez não tenham uma utilização adequada por causa da falta de conhecimento dos técnicos da prefeitura sobre as operações em SIG. Algumas saídas para esse problema estão sendo estudadas, incluindo a publicação dos mapas em formato adequado ao ArcReader, o que poderia facilitar ao menos a consulta simples aos mapas realizados.

Outra ressalva que merece ser feita diz respeito ao papel do SIG no processo. Não é difícil deixar-se seduzir pelas possibilidades do SIG e ser levado a mapear todos os dados a que se tem acesso, acreditando que qualquer análise pode ser feita apenas confeccionando um mapa. Ao contrário, pôde-se concluir que o essencial não é dominar a ferramenta, e sim dominar o instrumental teórico capaz de dizer que dados mapear, e que relações entre eles devem ser exploradas. Em outras palavras, o importante não é saber operar um SIG, e sim modelar o problema.

Isso posto, o SIG merece o reconhecimento de ter sido um dos elementos fundamentais em todo o processo de revisão do Plano Diretor de São José, sem o qual os resultados, certamente, não teriam sido os mesmos.

Notas

1. Entretanto, o arquivo shapefile não é tão facilmente encontrado no CD do IBGE. Antes, é necessário instalar o aplicativo fornecido para visualização dos mapas. Dessa forma, a instalação extrai os arquivos shp para o disco rígido e estes podem ser acessados pelo ArcGis.

6 Referências bibliográficas

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

KARNAUKHOVA, Eugenia; SABOYA, Renato; ABIB, Stavros; CATTONI, Edson; SANTOS, Karin. **Leitura da cidade de São José - SC (tendências e potenciais)**. Florianópolis: GT-Cadastro, 2004.

WEGENER, Michael. Operational urban models: state of the art. **Journal of the American Planning Association**, v. 60, n. 1, p. 17 -29, 1994.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.