

Sistemas de Geoinformação (SIG) em Cidades de pequeno Porte: Estudo de Alternativa para Implantação

Prof. MSc. Adolfo Lino de Araújo ¹
Profa. Dra. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá ²

¹ Universidade Federal do Piauí – UFPI
Departamento de Transportes – DT
Campus da Ininga, Centro de Tecnologia
64049-550 Teresina PI
adolfo@ufpi.br

² Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Departamento de Engenharia Cartográfica – DECart
Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação
Av. Acadêmico Hélio de Ramos, S/N, Cidade Universitária, 3º andar
50740-530 Recife PE
lacms@ufpe.br

RESUMO : Este artigo discute a viabilidade técnica e financeira de implantação de Sistemas de Geoinformação – SIG em cidades de pequeno porte, e a necessidade de reformulação organizacional no âmbito da administração municipal, em consequência da legislação vigente, como alternativa para a modernização dos setores financeiro e de planejamento destas cidades. É proposto neste trabalho um modelo simplificado, porém funcional, que utiliza sistemas independentes para armazenamento de dados gráficos, descritivos e para análise espacial com formatos de dados comuns entre si. Por fim, conclui-se como sendo viável a implantação de Sistemas de Geoinformação em cidades de pequeno porte.

Palavras-chave : Sistemas de Geoinformação; administração municipal; cidades de pequeno porte.

ABSTRACT : This paper discusses the technical and financial feasibility for GIS implantation in small cities, as an alternative to modernize the sectors of planning and financing, and the need for organizational reformulation in municipal government, due the actual legislation. This work proposes a functional and simplified model that uses independent spatial and non-spatial data storing systems, linked to a GIS, with common data format. It concludes that GIS implantation in small cities is feasible.

Keywords : Geographic Information Systems; municipal government; small cities.

1 INTRODUÇÃO

A Reforma Constitucional de 1988 transferiu a responsabilidade sobre o planejamento e execução de obras e serviços nas principais áreas de atenção constituídas na esfera do estado (saúde, educação, ordenamento do espaço urbano, trânsito e transporte coletivo, entre outros) diretamente para a Administração Pública Municipal.

Assim, os municípios passaram a aplicar uma significativa parcela das receitas públicas, sendo os tributos arrecadados convertidos em obras e serviços oferecidos aos munícipes. Constata-se que muitos municípios, à época da Reforma, e ainda hoje, não estão preparados para assumir inteiramente tais responsabilidades. Esse quadro é reforçado nos municípios de pequeno porte, onde, na maioria dos casos, a falta de instrumentos eficientes para gestão e planejamento, repercute nos baixos níveis de arrecadação de tributos e prestação de serviços à população.

A partir do ano de 2000, com o advento da Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº. 101), tornou-se imperioso para os administradores identificar as prioridades e destinar recursos de forma mais coerente. A Lei de Responsabilidade Fiscal têm impulsionado, desde então, muitas prefeituras a buscarem alternativas para a reorganização administrativa e técnica a fim de se adequar à nova realidade, o que garante atualidade ao tema pesquisado. Mais recentemente, novos instrumentos legais têm sido inseridos neste contexto reformulando antigos aspectos do Direito Fundiário e Urbanístico, como a Lei Federal nº. 10.257/01 e o Estatuto da Cidade, respectivamente.

Muitos trabalhos têm sido publicados no Brasil enfocando a utilização de Sistemas de Geoinformação – SIG – em empresas públicas, inclusive prefeituras. Estes estudos, em sua maioria, limitam-se a abordar as prefeituras de médio e grande porte, sob a justificativa de que os altos custos envolvidos na implantação do SIG, que inviabilizam o investimento para as de pequeno porte. Este trabalho visa avaliar a necessidade e a viabilidade da inserção do SIG na gestão em prefeituras de pequeno porte, tanto técnica quanto financeira.

O estudo apresenta uma revisão sobre os avanços da Cartografia, que culminaram com o desenvolvimento dos SIG, discutindo a sua utilização voltada para aplicações de gestão municipal. Aborda, por fim, a modelagem de um sistema aplicativo baseado em SIG, onde o objetivo é a modernização dos procedimentos administrativos de gestão e planejamento em prefeituras de pequeno porte.

2 AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA CARTOGRAFIA

A partir das décadas de 50 e 60 do século XX, com o advento das Ciências da Computação e o desenvolvimento na Eletrônica, foram dados os primeiros passos para elaboração de sistemas de análise que aplicavam métodos lógicos e numéricos de modelagem espacial (BURROUGH, 1986). O surgimento dos computadores foi realmente o impulso decisivo para o progresso da ciência e da tecnologia. A capacidade de cálculo dos primeiros computadores, mesmo que reduzida em relação aos dias atuais, permitia aos cientistas realizar operações matemáticas volumosas em um curto espaço de tempo. O fator computacional favorece enormemente os processos de análise espacial, cujas bases de dados são normalmente volumosas e complexas.

Até então, todos os tipos de documentos cartográficos possuíam um ponto em comum: eram gerados, apenas, em papel ou filme, sendo sua leitura restrita à interpretação visual (ARONOFF, 1989; BURROUGH, 1986; BURROUGH e McDONNELL, 1998; ROBINSON et al., 1995; SÁ e SILVA, 1998). A representação gráfica das entidades topográficas era composta por uma seqüência de traços, símbolos e toponímia, e codificada por artifícios visuais como símbolos, cores e hachuras, cuja explicação constava na legenda, permitindo, com isto, a dedução do conteúdo de forma lógica, intuitiva e particular.

Os benefícios que as Ciências da Computação trouxeram para a Cartografia estiveram limitados, inicialmente, à execução dos pesados cálculos necessários ao ajustamento e à obtenção de coordenadas dos pontos de referência. Posteriormente, passou a auxiliar na aerotriangulação, seguindo para automação da restituição e a geração do produto final, o original cartográfico.

A evolução tecnológica incorporada pela Cartografia possibilitou, além da produção de documentos cartográficos em mídia magnética, a seleção de conjuntos de dados em planos de informação. Na

Cartografia Temática eram desenvolvidas as análises espaciais, de maneira rudimentar, com sobreposição de documentos cartográficos em material transparente, separados por temas, os *overlays*. A conjugação da nova forma de geração dos documentos cartográficos com a metodologia de análise espacial foi transposta para o computador. O surgimento dos Sistemas de Geoinformação – SIG permitiu unir os esforços da Cartografia com a análise espacial, aproximando disciplinas diversas (BURROUGH, 1986). Autores diversos apontam os SIG como sendo sistemas de apoio à decisão, que envolvem integração de dados espaciais – gráficos e descritivos. Neste processo, recursos técnicos e humanos são combinados aos procedimentos organizacionais para produzir informações de apoio ao gerenciamento (DALE e McLAUGHLIN, 1990; ROBINSON et al., 1995; WILLIAMSON, 2000).

Neste contexto, as prefeituras, por sua própria natureza, são ambientes apropriados para utilização de SIG, já que um vasto acervo de informações sobre o município é utilizado em serviços internos e externos, e que cerca de 70% a 80% possui alguma referência espacial. Informações sobre zoneamento, propriedades, estradas, escolas, e parques devem ter suas localizações geográficas determinadas. É necessário também cruzar informações que estão espalhadas em diversos órgãos e arquivos, além de recorrer a análises espaciais extremamente trabalhosas para aplicações como o planejamento físico territorial (ARONOFF, 1989; BASTOS, 2000).

3 GESTÃO MUNICIPAL

Até o ano de 1988, a atuação das prefeituras era limitada devido à centralização de recursos nas mãos dos governos estadual e federal. Este fato, herança da Constituição de 1967, nitidamente centralizadora, gerava extrema dependência dos municípios em relação aos estados e à União. A Constituição de 1988 quebrou a centralização administrativa e financeira ao transferir para os Municípios novas responsabilidades e atribuições.

No novo entendimento possibilitado pela Constituição de 1988, pode-se afirmar que os municípios subiram de *status*, passando a serem membros da Federação, conforme Artigo 18 (SOUZA, 1989; AMORIM e SILVA, 1994). Esta prerrogativa era concedida anteriormente apenas aos Estados. Com isto, cada município passou a elaborar sua própria Lei Orgânica, que corresponde, na prática, à constituição municipal.

Sem prejuízo à atuação dos governos federal e estadual, a Constituinte entendeu que a política urbana deveria ser executada pelos municípios, com o objetivo de “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”, conforme o Artigo 182, do Capítulo das Políticas Urbanas, da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Para que esse processo de descentralização político-administrativa se concretizasse, os municípios tiveram que melhorar suas arrecadações, mediante a competência recebida para instituição de novos tributos e incremento de sua participação na arrecadação de tributos federais e estaduais.

Entretanto, observa-se que a expectativa quanto ao aumento da receita não se confirmou, e a situação das finanças das administrações públicas municipais continuou mostrando-se precária. Os municípios continuaram dependentes das transferências de recursos dos governos estadual e federal. Essa situação acentua-se expressivamente nos municípios menores (MARGARIDO, 2000).

Na realidade, mesmo tendo havido um período de transição, previsto nos Atos das Disposições Transitórias da Constituição Federal (BRASIL, 1988), verifica-se que os municípios não estavam preparados para assumir as novas atribuições. A maior parte das prefeituras de cidades de pequeno e médio porte ainda está vivendo uma situação de transição, tentando se estruturar para assumir adequadamente esses novos encargos.

A municipalização da saúde pública, a concessão de serviços públicos de saneamento básico e energia, a administração de transportes e trânsito, são tarefas para as quais as prefeituras não estavam preparadas, mas que agora são cobradas pela população, com crescente demanda por qualidade.

Segundo a classificação do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, todo município com menos de 20.000 habitantes é considerado de pequeno porte. No Brasil, 75% das cidades são de pequeno porte (IBGE, 2001). Nestas prefeituras, a cobrança do IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano, é a

base da arrecadação própria municipal. As administrações precisam aumentar a eficiência no processo de arrecadação, com justiça fiscal e qualidade no atendimento ao cidadão.

A partir do ano de 2000, com a Lei de Responsabilidade Fiscal (BRASIL, 2000), a reorganização da estrutura administrativa e técnica e a regulação da aplicação de verbas públicas tornou-se obrigatória aos municípios. Para que o administrador público possa identificar prioridades e destinar verbas de forma coerente, é importante que tenha ao seu alcance informações completas e confiáveis sobre a cidade. Neste sentido, o Cadastro Imobiliário é um instrumento poderoso a ser utilizado como base para o planejamento municipal (MULLER e ERBA, 2000; PAREDES, 1994).

No âmbito da modernização da administração pública são muitas as barreiras que entravam o desenvolvimento, restringindo-se a análise apenas no que tange às questões espaciais, LOCH (1998) afirma que falta à Administração Municipal brasileira uma cultura cartográfica, tendo os documentos cartográficos como a base para projeto de planejamento físico-territorial, seja para um município ou uma zona urbana.

O processo de implantação de um sistema aplicativo com base em SIG não é uma tarefa simples, pois o sucesso depende de vários fatores, como afirmam ARONOFF (1989) e BURROUGH (1986). Para a implementação e a implantação do sistema SIG devem ser considerados:

- a) usuários e suas necessidades;
- b) aplicação;
- c) escolhas técnicas;
- d) recursos financeiros;
- e) pessoal disponível;
- f) aspectos organizacionais; e
- g) custos do SIG e treinamento.

As experiências brasileiras que relacionam a utilização de SIG em prefeituras de municípios de pequeno porte apontam para a busca de sistemas aplicativos alternativos, que devem ser mais baratos e funcionais. Muitas prefeituras têm se beneficiado de sistemas aplicativos baseados em SIG, com a utilização da base cartográfica digital em conjunto com um SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados (KITAGAWA e FERREIRA, 1994; SKROCH et al, 1999).

As possibilidades de utilização de SIG pelas prefeituras abrangem várias áreas. Qualquer setor que trabalhe com informações que possam ser relacionadas a pontos específicos do território pode, em princípio, valer-se do uso de SIG. VAZ (2000) aponta algumas das principais aplicações como sendo:

- a) ordenamento e gestão territorial: é o uso mais difundido dos SIG no âmbito da administração municipal. É uma aplicação básica, porque permite a elaboração de uma base espacial georreferenciada que servirá a diversas outras aplicações setoriais. Na base espacial está reproduzida a configuração do território com identificação dos logradouros, lotes, glebas, edificações, redes de infra-estrutura, propriedades rurais, estradas e acidentes geográficos. Além das atividades de planejamento urbano, esta base pode servir também para processos de revisão da legislação;
- b) otimização de arrecadação: a atualização da base espacial provê a administração municipal de informações significativas para a revisão da Planta Genérica de Valores, que é o instrumento fiscal que atribui valores aos imóveis segundo a sua localização e as benfeitorias presentes;
- c) localização de equipamentos e serviços públicos: em uma base espacial com informações socioeconômicas e de equipamentos públicos é possível identificar áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos;
- d) gestão ambiental: o SIG pode ser útil também para monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução de indicadores de poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo e disposição de resíduos;
- e) gerenciamento do sistema de transportes: é possível, com o auxílio do SIG, realizar estudos de demanda de transportes, carregamento de vias, identificação de pontos críticos de acidentes e prevenção de serviços de manutenção de vias;
- f) gestão da frota municipal: o SIG pode subsidiar a administração municipal de informações sobre os tipos de usos da frota municipal, apontando os trajetos mais comuns e sua intensidade. Com isto, pode-se definir roteiros otimizados para a frota municipal, gerando economia de tempo, combustível e diminuindo a depreciação de veículos; e
- g) combate à criminalidade: programas públicos de combate e prevenção ao crime podem ser elaborados a partir da distribuição, tipo e número das ocorrências registradas.

No Brasil são evidentes as grandes disparidades regionais e as enormes diferenças estruturais (financeira, técnica, tecnológica e de recursos humanos) entre as prefeituras das grandes e das pequenas cidades. Diante desta realidade, é possível questionar a implantação de SIG nas prefeituras menores com base nos custos envolvidos e também na menor complexidade da problemática urbana relacionada ao uso do solo. BASTOS (2000) afirma que é fundamental fomentar o emprego do SIG no planejamento das cidades de pequeno e médio porte, para evitar que, em um futuro próximo, enfrentem problemas hoje encontrados nos grandes centros urbanos. Ainda de acordo com o mesmo autor, as demandas menos complexas derivadas dos conflitos menores de uso do solo são argumentos favoráveis ao desenvolvimento de sistemas alternativos mais simples e, portanto, com custos menores.

3.1 O Papel do Cadastro Imobiliário Urbano

Diferente dos países desenvolvidos, o Brasil não possui um modelo unificado para o Cadastro Imobiliário, tendo, inclusive, os cadastros urbano e rural separados, tratados em diferentes alçadas da administração municipal. Durante a década de 1970 houve uma tentativa de difusão de um modelo para o Cadastro Imobiliário Urbano através do Projeto CIATA – Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo das Municipalidades. Tal modelo era resultado das experiências do SERFHAU – Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, na implantação do Cadastro Técnico Municipal – CTM em cidades de grande e médio porte, e continuou a ser implementando em diversas prefeituras durante a década de 1980. O Projeto CIATA foi criado pelo Ministério da Fazenda como forma de possibilitar às pequenas cidades a estruturação de seus cadastros imobiliários com financiamento a fundo perdido. O Cadastro Imobiliário Urbano, segundo o modelo proposto pelo Projeto CIATA, teria elementos descritivos com informações registradas por unidade imobiliária agrupadas por quadras, setores e zonas fiscais, representadas cartograficamente. Esse modelo cadastral, portanto, seria composto de uma parte cartográfica (cartas que indicam a divisão de uma área em parcelas, com seus identificadores) e uma parte descritiva (registros dos atributos de cada parcela identificada nas cartas) (SCHWEDER et al, 1994; CARNEIRO, 2000).

Um fato que pode ser verificado facilmente é a desagregação ou desatualização entre as informações cartográficas e descritivas. Nos municípios onde não existe uma política de manutenção e de atualização sistemáticas do Cadastro Imobiliário que acompanhe a dinâmica de crescimento da cidade, o conjunto de informações descritivas e gráficas passa a funcionar como dois sistemas independentes. Os fatores que contribuem para isso são diversos e vão desde questões culturais, passando por fatores técnicos e tecnológicos, e indo até os custos elevados para realização de um mapeamento e manutenção deste.

Segundo SCHWEDER et al (1994), o modelo para o Cadastro Imobiliário Urbano previsto pelo Projeto CIATA tinha dois objetivos centrais:

- a) fiscalização, com vistas à arrecadação municipal através do lançamento do IPTU, da contribuição de melhorias ou taxas de serviços urbanos;
- b) planejamento físico-territorial urbano, com a finalidade de localização de equipamentos sociais e de infra-estrutura urbana, estudo de localização e utilização do sistema viário urbano, reserva de área para fins especiais e estudo de controle de uso do solo urbano.

Os cadastros imobiliários municipais deveriam, portanto, atender a esses dois objetivos igualmente, sendo que um auxiliaria o outro. Na medida em que a prefeitura mantivesse suas bases cadastrais atualizadas, poderia planejar melhor, e, planejando melhor, poderia aumentar sua eficiência de arrecadação de tributos. Entretanto, na prática, mais de vinte anos após o lançamento do projeto no Brasil, verifica-se que na maioria das prefeituras a função fiscalizadora do Cadastro Imobiliário é exercida em detrimento da função planejadora. Essa tendência é destacada por CARNEIRO (2000), quando afirma que o Cadastro Imobiliário Urbano no Brasil possui caráter predominantemente fiscal.

4 ALTERNATIVA PARA UTILIZAÇÃO DE SIG EM CIDADES DE PEQUENO PORTE

Tendo em vista os benefícios advindos da utilização de um SIG para a Administração Municipal, e, levando em conta as restrições orçamentárias presentes nas prefeituras de pequeno porte, uma alternativa para implantação destes sistemas é utilizar um modelo que envolva sistemas separados de armazenamento e gerenciamento de dados gráficos e descritivos, mas conectados a um SIG. Uma das vantagens em utilizar

sistemas separados reside na possibilidade de já existir na prefeitura sistemas gráficos ou de gerenciamento de dados em funcionamento, o que pode reduzir significativamente os gastos na implantação de um SIG.

O sistema de armazenamento de dados gráficos mais difundido é o CAD – *Computer Aided Design*. CAD é uma técnica de projeto onde o computador desempenha a função de uma prancheta eletrônica. De maneira simplificada, pode-se dizer que um sistema CAD é um editor gráfico que cria e modifica entidades primitivas ou objetos geométricos simples.

Os dados descritivos, por sua vez, são armazenados em bancos de dados. De maneira simplificada, DATE (1990) caracteriza um banco de dados como sendo um sistema de manutenção de registros por computador – ou seja, um sistema cujo objetivo global é manter uma base de dados e torná-la disponível quando solicitada. O conjunto de programas computacionais para acessos ao conjunto de dados de um banco de dados denomina-se Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD.

Neste contexto, tanto o CAD como o SGBD deve fornecer e receber dados do SIG. Os sistemas utilizados no modelo (CAD, SGBD e SIG) podem ser livremente escolhidos para adaptar-se à realidade de cada prefeitura, mas devem cumprir alguns requisitos, quais sejam:

a) apresentar programabilidade, com linguagens que permitam customização, atuação sobre os dados armazenados e ligação entre os sistemas; e,

b) possuir custos acessíveis à aquisição por prefeituras de pequeno porte.

Uma opção para implementação deste modelo seria utilizar um CAD e um SGBD com grande participação no mercado, e que, portanto, podem ser mais facilmente encontrados no ambiente das prefeituras, como o AutoCAD (*Autodesk, Inc.*) e o Access (*Microsoft Corporation*), respectivamente. O SIG utilizado pode ser o SPRING, desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que é distribuído gratuitamente na *Internet*.

4.1 Estimativa Financeira para Implementação do Sistema

Os custos de implementação do sistema envolvem diversos componentes. Entre estes estão a aquisição de equipamentos e programas computacionais, de dados gráficos e descritivos e treinamento da equipe técnica que deverá operar e manter o sistema. Os custos, evidentemente, podem variar de acordo com o grau de informatização do Cadastro Imobiliário e o nível prévio de habilitação dos operadores.

Com a finalidade de auxiliar a decisão dos interessados em implantação de sistemas aplicativos em SIG semelhantes ao desenvolvido pela pesquisa, foram estimados custos de aquisição dos equipamentos e programas computacionais, bem como treinamento de pessoal.

Com relação à aquisição de dados o custo ser avaliado com base em ARONOFF (1989), que afirma ser a aquisição de dados a etapa na que requer maior investimento financeiro no processo de implantação de um SIG, podendo chegar a 75% do custo total. Contudo, os custos de aquisição de dados variam muito quanto aos métodos empregados, o nível de precisão adotado e a quantidade de que devem ser coletados.

Os valores da Tabela 1 foram estimados e se encontram em dólares americanos (US). No item 1 da Tabela 1, Equipamentos Computacionais, foram considerados um computador Pentium IV 2 GHz (ou similar) e 256 Mb de memória RAM, com monitor colorido, teclado, *mouse* e uma impressora à jato de tinta. A configuração do computador pode ser rebaixado para um processador de desempenho médio, já que os testes de implementação mostraram um bom desempenho em baixa velocidade de processamento.

Tabela 1 – Custos de Implementação do Sistema Modelado

ITEM	CUSTO US\$
1 – Equipamentos Computacionais	
1.1 – 1 (um) Computador	500,00
1.2 – 1 (uma) Impressora	100,00
2 – Programas Computacionais	
2.1 – 1 (uma) Licença AutoCAD	1.650,00
2.2 – 1 (uma) Licença MS Access	340,00
2.3 – Desenvolvimento de Programas	300,00
3 – Treinamento de Pessoal	
300,00	
4 – Suporte Técnico	
600,00	
TOTAL	3.790,00

No item 2 da Tabela 1, Programas Computacionais, foram considerados uma licença para uso do AutoCAD e uma licença para o Access, mas o ideal seria a aquisição da *suíte* de escritório completa. Além destes, foi incluído o item Desenvolvimento dos Programas, para suporte à ligação entre os programas computacionais escolhidos e a conversão de dados no sistema. O valor deste item apresenta-se inferior aos demais, porque foi verificado durante a etapa de implementação do sistema na área piloto que todos os programas desenvolvidos juntos não chegaram a 200 linhas de programação, o que representa um esforço computacional pequeno para implementação. Este fato deve-se principalmente à escolha dos formatos de intercâmbio de dados do sistema (DXF e ASCII) que facilitaram o desenvolvimento de programas e rotinas de conversão.

As licenças do AutoCAD e do Access podem ter seus custos reduzidos se forem adquiridas em versões institucionais ou mesmo mais antigas. O SPRING é distribuído gratuitamente na *Internet*. No item 3, referente ao Treinamento de Pessoal, considerou-se o investimento em, pelo menos, 60 horas de curso, com teoria e prática para que o usuário se familiarize com o sistema, considerando que já possui conhecimento básico de informática. No item 4, Suporte Técnico, foram consideradas as atividades de manutenção, revisão e adaptação do sistema a novas aplicações que possam ser de interesse da prefeitura, no período de seis meses.

O investimento total, considerando que os custos de aquisição de dados podem representar até 75% da implantação de um SIG, poderia chegar a US\$ 15.160,00.

5 CONCLUSÕES

A implantação do sistema modelado é economicamente viável para prefeituras de pequeno porte. Ainda assim, deve-se considerar que os custos apresentados para implantação do sistema podem ser diminuídos sensivelmente, já que não foi prevista a existência de equipamentos computacionais e de licenças dos programas computacionais na Prefeitura, o que pode não ser uma realidade.

Além dos benefícios mais imediatos, como o aumento esperado das receitas próprias do município pelo crescimento da arrecadação dos impostos sobre a ocupação territorial, deve-se ter em vista outros efeitos, em médio e longo prazo, advindos da implantação de um SIG em uma prefeitura. Devido à existência de uma estrutura administrativa menos complexa e bases de dados menos volumosas, uma prefeitura de pequeno porte é potencialmente mais apta a encampar um processo de reestruturação organizacional que permita a inserção bem sucedida de um SIG.

O SPRING apresenta funcionalidade suficiente para subsidiar as atividades básicas de planejamento e gestão em prefeitura de pequeno porte. As operações realizadas com uma tabela de aproximadamente 6 (seis) mil registros ocorreram sem maiores problemas. O módulo de funções para o modelo de dados cadastrais do SPRING testado na etapa de implementação do sistema possibilita diversos modelos de consultas e análises da Base de

Dados Espaciais. São duas as principais restrições quanto à utilização do SPRING:

- i) a complexidade das operações a serem realizadas pelo usuário; e,
- ii) a ausência de uma linguagem de programação versátil.

Com relação à complexidade das operações detectou-se que a montagem e a utilização das bases de dados espaciais no SPRING requerem do usuário o completo entendimento do modelo de dados a ser trabalhado, bem como das questões relativas à filosofia de SIG por trás deste modelo. Os procedimentos normalmente são executados através da utilização de mais de uma janela de comandos, o que dificulta a memorização e dá margem à geração de erros.

Com relação ao aspecto de programabilidade o SPRING não dispõe de recursos de customização. A linguagem disponível para o SPRING, chamada LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), não dispõe de recursos para customização, restringindo-se a automatizar operações de consulta, análise e transformação de vetores ou matrizes.

Uma maneira de reduzir custos com a implantação do sistema é a substituição dos sistemas CAD e SGBD sugeridos por outro disponível no mercado de custo inferior, ou mesmo com mudança de sistema operacional. Os diversos programas de código aberto, incluindo CAD e SGBD, criados para a plataforma Linux podem ser uma boa alternativa. As substituições destes componentes sugeridos neste trabalho podem ser feitas sem restrições, desde que, sejam mantidas as condições de programabilidade e funcionalidade que cada um deve apresentar para composição do sistema. Entretanto, provavelmente haverá necessidade de elaboração de novos programas computacionais para comunicação entre os sistemas empregados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, Amilton e SILVA, Ricardo S.** *Cadastro Multifinalitário Urbano Georreferenciado como Instrumento para a Administração Pública, em Municípios de Médio Porte*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 1, 1994, Florianópolis, SC. Anais do I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1994.
- ARONOFF, Stanley.** *Geographic Information System: a Management Perspective*. WBL Publications. Ottawa, 1989.
- BASTOS, Fernando.** *Sistema de Informações Georreferenciadas*. In: CENTO E VINTE E CINCO DICAS PARA A ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Instituto Pólis. São Paulo, 2000.
- BRASIL.** *Constituição da República Federativa do Brasil*. Senado Federal. Brasília, 1988.
- _____. Ministério da Fazenda. *Lei Complementar Nº101, de 04 de maio de 2000*. Brasília, 2000.
- BURROUGH, Peter A.** *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press. Oxford, 1986.
- BURROUGH, Peter A.; McDONNELL, Rachael A.** *Principles of Geographical Information Systems: Spatial Information Systems*. Oxford University Press. Oxford, 1998.
- CARNEIRO, Andrea F.T.** *Uma Proposta de Reforma Cadastral Visando a Vinculação entre Cadastro e Registro de Imóveis*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.
- DALE, Peter F.; McLAUGHLIN, John D.** *Land Information Management: An introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries*. Oxford University Press. New York, 1990.
- DATE, C.J.** *Introdução a Sistemas de Bancos de Dados*. Editora Campus. Rio de Janeiro, 1990.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** *Censo 2000*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo>>. Acesso em 12.12.2001.
- KITAGAWA, Nobuyuki; FERREIRA, Nilson C.** *Integração de Sistemas de Informações Geográficas em Sistemas de Tributação Municipal*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 1, 1994, Florianópolis, SC. Anais do I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1994.
- LOCH, Carlos.** *Modernização do Poder Público Municipal*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 3, 1998, Florianópolis, SC. Anais do III Congresso Brasileiro

de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1998.

MARGARIDO, Maria José F. F. *Modelo para Informatização das Administrações Públicas Municipais*. Escola Nacional de Administração Pública – ENAP. Brasília, 2000.

MULLER, Angela M.; ERBA, Diego A. *O Cadastro Técnico do Município de São Leopoldo-RS: problemas e soluções*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 4, 2000, Florianópolis, SC. Anais do IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 2000.

PAREDES, Evaristo A. *Sistema de Informação Geográfica-Cadastral (SIG-Cadastral)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 1, 1994, Florianópolis, SC. Anais do I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1994.

ROBINSON, Arthur H.; MORRISON, Joel L.; MUEHRCKE, Phillip C.; KIMERLING, A. Jon; GUPTILL, Stephen C. *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons. 6 ed. New York, 1995.

SÁ, Lucilene A.C.M. de; SILVA, Irineu da. *O Estudo da Emergência Médica Sob a Ótica do Geoprocessamento*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 3, 1998, Florianópolis, SC. Anais do III Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1998.

SCHWEDER, Sandra R.; SILVA, Simone da; LOCH, Carlos. *O Cadastro Técnico e a Administração Municipal*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. 1, 1994, Florianópolis, SC. Anais do I Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Florianópolis, 1994.

SKROCH, Luciene S.D.; SILVA, Adriana C.; MARCHIS, Cristiane K.; LOPES, Evandra A.; FONSECA, Roberto N. da. *Desenvolvimento de um Sistema Para Gerenciamento Espacial do IPTU em Municípios de Pequeno e Médio Porte*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. 19, 1999, Porto Alegre, RS. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. Porto Alegre, 1999.

SOUZA, Edgar B. de. *O Município na Constituição de 1988*. Série Acompanhamento de Políticas Públicas. N 7. Instituto de Planejamento Econômico e Social – IPEA. Brasília, 1989.

VAZ, José C. *Geoprocessamento*. In: CENTO E VINTE E CINCO DICAS PARA A ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Instituto Pólis. São Paulo, 2000.

WILLIAMSON, Ian P. *Best Practices for Land Administration Systems in Developing Countries*. International Conference on Land Policy Reform. Jakarta, 2000. Disponível em: <http://www.sli.unimelb.edu.au/research/publications/IPW_online_publ.html>. Acesso em: 10.11.2001.