

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PARA IMPLANTAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA A UMA PREFEITURA MUNICIPAL

ANA CLARA MOURÃO MOURA
KARLA ALBUQUERQUE DE VASCONCELOS BORGES

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Instituto de Geociências - IGC
Departamento de Cartografia, Belo Horizonte - MG
anaclara@ufmg.br, karla@pbh.gov.br

RESUMO – Apresenta as bases para a implantação do geoprocessamento em uma Prefeitura Municipal. Discute as limitações das bases existentes e os problemas a serem enfrentados. Discute os caminhos possíveis para a geração de uma base cartográfica, suas limitações e adequabilidades. Fornece roteiro para avaliação da situação vigente e para os primeiros passos no processo de implantação do geoprocessamento. Orienta sobre os elementos que devem compor a base cartográfica e seus modos de representação. Orienta sobre a organização da base de dados alfanumérica, assim como da associação de dados cartográficos a alfanuméricos. É um ponto de reflexão para os municípios que visam organizar os seus cadastros e avaliarem os desafios para a implantação dos Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT - It presents the bases for the implantation of the geoprocessing in a Municipal City hall. It argues the limitations of the existing bases and the problems to be faced. It argues the possible ways for the generation of a base cartographic, its limitations and adequatenesses. It supplies script evaluation of the effective situation and the first steps in the process of implatação of the geoprocessing. It guides on the elements that must compose the cartographic base and its ways of representation. It guides on the organization of the alphanumeric database, as well as of the association of cartographic data the alphanumeric ones. It is a point of reflection for the cities that they aim at to organize its cadastros and to evaluate the challenges for the implantation of the Geographic Information Systems.

1 INTRODUÇÃO

É comum observamos em visitas a prefeituras a inexistência de uma base cartográfica, nem analógica (em papel) ou digital, de resolução compatível com os objetivos de construção de um cadastro. Em geral a Prefeitura conta com acervo de desenhos em papel (há raros casos de loteamentos entregues em formato digital - CAD) que são fornecidos pelos responsáveis pelos projetos de loteamento, nos atos de aprovação de projetos.

Os mencionados desenhos muitas vezes têm características de croquis, e como são apresentados no processo de aprovação e não são revistos uma vez implantado o loteamento, não se pode afirmar que o que consta nas plantas foi efetivamente implantado na realidade.

Outro aspecto sobre os croquis existentes é a falta de precisão cartográfica: não apresentam sistema de projeções e coordenadas, não apresentam malha de coordenadas, não são georreferenciados, não há escala padrão de representação e muitas vezes a escala adotada

não está compatível com a precisão esperada para um cadastro.

Os croquis em formato analógico (em papel) não servem como base para construção de arquivos digitais, pois são desenhos sem rigor geométrico e geográfico (georreferenciamento).

A base digitalizada que existe é um desenho geral de arruamento. Ela geralmente é construída a partir da simples vetorização dos referidos desenhos existentes, mas se as fontes não são adequadas, a digitação é simples desenho digital, sem qualquer critério de precisão espacial. Observam-se muitas distorções existentes na base digital. Em modo de conferir estas distorções é georreferenciar uma imagem de alta resolução (Ikonos ou QuickBird) na base vetorial de vias existente, para se conferir o insucesso devido às inúmeras distorções da base. Observam-se também muitos erros geométricos e geográficos na base (localização, medidas e formas), de modo que sua função deve ser exclusivamente para a conferência de toponímias (nomes de vias, bairros e elementos de referência) ou facilitação na identificação de

elementos (traçados de vias, numerações e elementos de referência na paisagem).

A utilização dos croquis analógicos (plantas em papel) existentes serve para identificar localizações de quadras, logradouros e lotes e suas respectivas numerações e toponímias. São necessárias conferências em campo, pois nem sempre o que consta do desenho de aprovação do loteamento foi efetivamente implantado, além das muitas alterações que normalmente acontecem com a dinâmica de transformações da cidade.

1.1 Possibilidades de construção de base cartográfica digital

Deve ser construída a base cadastral digital, pois não se pode dizer que o arquivo digital existente atenda à finalidade de cadastro, o que requer significativos investimentos. Há duas possibilidades para esta construção, cuja escolha deverá ser norteada pela precisão que se pode obter e pela relação custo/benefício:

a) Possibilidade 1 – mais econômica, menos precisa, com sérias restrições:

Hoje em dia as Prefeituras têm adotado imagens de Satélite de alta resolução (Ikonos ou QuickBird) para construir bases cadastrais. A imagem Ikonos apresenta resolução de 1 metro e a Quick Bird de 60 cm, mas exigem que exista já uma boa base cartográfica para a realização de suas correções e georreferenciamentos. A correção da imagem sem uma boa base exigiria exaustivo trabalho de campo com o emprego de GPS Diferencial, para captura de muitos pontos de referência, sem os quais a imagem não pode ser corrigida. A utilização mais indicada para estas imagens é no caso de atualizações de bases já existentes ou de estudos de uso do solo. Outro fato que deve ser mencionado é o relativo às limitações para a modelagem 3D dessas imagens, e conseqüente construção de curvas de nível.

b) Possibilidade 2 – menos econômica, mais precisa, solução mais tradicional:

O ideal seria contratar restituição aerofotogramétrica, com desenho de logradouros, quadras e lotes. O produto é obtido por voo e a escala mínima de resolução deve ser de 1:5000 (precisão de 1 metro) com ampliação para 1:1000. No caso das imagens aerofotogramétricas, trabalhadas na forma de ortofotos, as vantagens estão na precisão da informação e do necessário processo de reambulação, correção e ortorectificação que já faz parte do processo de geração desse tipo de dado. A Prefeitura deve ser bastante exigente quanto ao controle dos dados e à necessidade de trabalhos de campo para captura de referências para as correções.

O básico a ser solicitado da vetorização da imagem deve ser arruamento, eixo de vias, topografia, quadras e lotes. Em função do orçamento apresentado pela empresa

prestadora de serviços, pode-se reduzir este conjunto de informações suprimindo o desenho de lotes, mas solicitando o desenho de testada de lotes, porque será nesta primitiva gráfica que será associada a base de dados alfanumérica para consultas com respostas espacializadas (SIG propriamente dito – Sistemas de Informações Geográficas). Além do custo, outro fator considerável é o tempo expressivo que se necessita para a realização de restituições, o que tornaria o processo muito lento. Soma-se a essas dificuldades o fato de que as áreas de lotes calculadas a partir de representações cartográficas não têm o mesmo valor legal que as áreas anotadas em escrituras e registros de imóveis: sempre que se aprova um projeto, a área oficial é aquela que está descrita no registro do lote, o que torna pouco aproveitável o cálculo de áreas a partir dessas fontes. É preciso destacar, ainda, que em áreas já aprovadas mas cuja implantação ainda não foi efetivada não é possível identificar lotes por visões de topo, o que inclui produtos de imagens ou de fotos aéreas.

A justificativa de se pedir o mínimo de testada de lote (e não todo o lote) deve-se ao fato de que mesmo as fotos de alta resolução muitas vezes não apresentam a visualização exata de onde passa uma divisa de lote, a divisa pode estar representada em cercas ou outros elementos de difícil identificação, ou muitas vezes o que é visualizável não significa divisa legal do lote. O desenho fiel de divisas só é possível em áreas de ocupação muito ordenada e com o acompanhamento de equipe de cadastro em campo, conferindo elementos e os comparando com os croquis de aprovação de loteamentos existentes. Mesmo o desenho de testadas exigirá o significativo acompanhamento da equipe de cadastro em campo, pois muitas vezes até esta informação não é facilmente identificável nas fotos.

O desenho das edificações seria interessante, mas nesse momento é dispensável, pois o desenho de implantação das construções só serve para os dados específicos de caracterização das informações para IPTU, e que podem ser obtidos por outras fontes, tais como BCI e dados do setor de aprovação de projetos. Isto porque exigiria muito investimento financeiro e de tempo, sobretudo tempo. Para atender ao aspecto de visualização das edificações pode-se solicitar do fornecedor a imagem georreferenciada que fará fundo ao desenho digital do cadastro. Pode-se solicitar, também, a vetorização das edificações de referência, tais como igrejas, grupos escolares, edifícios públicos, edificações tombadas, campos de futebol, entre outras.

c) Possibilidades a ou b – condições importantes

Um ponto importante que deve ser cuidado pela Prefeitura é a questão da atualização de dados, pois bases cartográficas devem ser constantemente ajustadas. Para esse trabalho o mais aconselhável é que a Prefeitura mantenha equipe de campo treinada no uso de GPS Diferencial e representação georreferenciada, pois caso

contrário ficará sempre nas mãos de terceiros ou com a base desatualizada.

Na figura a seguir exemplificamos o que seria a vetorização de alguns elementos da base cartográfica, mantendo como fundo a imagem para visualização daqueles elementos que não precisariam ser vetorizados. No exemplo apresentado há a vetorização de arruamentos, quadras, lotes, edificações, localização de árvores e postes. Seria possível simplificar bastante a vetorização, exigindo o mínimo de lotes (destacamos com linhas verdes em uma quadra em um zoom da área) ou mesmo de testadas de lotes (destacamos em linhas azuis claros e azuis escuros em uma quadra em um zoom da área).



Figura 1 - Solução de montagem do SIG – Sistema de Informações Geográficas – contendo a vetorização de alguns elementos e o uso simultâneo da camada matricial (imagens) para visualização de outras informações. (Fonte: Foto aérea VistaAérea e Base geográfica do SIG da PBH – Prodabel)



Figura 2 – Detalhe da figura anterior, com destaque em linhas verdes de desenho de lotes e em linhas azuis desenhos de testadas de lotes. Fonte: Adaptado de (Fonte: Foto aérea VistaAérea e Base geográfica do SIG da PBH – Prodabel).



Figura 3 – Proposta de colocar a imagem apenas como um fundo de referência, sobrepondo a ela camada de símbolos ou pontos para identificação das unidades domiciliares, aos quais seriam associados os dados do banco de dados (tabelas do BCI – Boletim de cadastro Imobiliário).

No caso de se vetorizar somente a testada de lote, ao se realizar uma consulta por localização de ocorrência ou construir mapas temáticos de espacialização de fenômenos para fins de planejamento, a resposta espacial seria na forma de destaque das linhas de testada, em lugar de colorir os polígonos de lotes. Para fins de planejamento ou de rápida localização de qualquer consulta, funcionaria muito bem. Outro ponto que reforça a utilização simplificada de testadas ou de apenas desenhos de lotes (e não de edificações) é o fato de que os cálculos do IPTU baseados em valores de áreas devem utilizar os valores que estão informados nos registros dos imóveis ou que são informados nos processos de aprovação de projetos, e não aqueles resultantes de medições em plantas ou em campo, pois é sabido que quando há divergência entre valor verificado em campo e valor registrado em documentação, vale como resposta o último.

Resumindo, ao se solicitar uma restituição vetorial, cuidar da relação custos/benefício e só pedir o que for fundamental agora, pois caso contrário o trabalho só ficará pronto após o prazo esperado para sua utilização.

1.2. O que solicitar na base cartográfica digital

O mínimo esperado é a vetorização de sistema viário (arruamento), quadras, testadas de lotes, eixos viários como topologia nos nós de cruzamento e toponímia (identificação de setores, quadras, lotes e vias). O apoio da equipe de cadastro em campo é fundamental, pois muitas vezes a delimitação entre lotes não é visível por imagem (exemplos: muro que não é divisório, inexistência de divisas, divisas em cercas não visualizáveis, etc.).

A associação entre dados cartográficos e alfanuméricos, no caso acontecerá através do desenho de testada de lotes. Assim, uma vez montado o SIG, as

consultas terão resposta espacial pela identificação da testada de lote.

No exemplo da figura a seguir são desenhados alguns muros, cercas e edificações que, quando visualizados juntos, dão o aspecto de lotes, mas não são caracterizados como polígono de lote, pois o fechamento de lotes como polígonos, além de exigir um tempo maior de execução exige amplo trabalho de campo para a validação das dimensões de cada testada do lote. Pelo benefício que a informação pode trazer, o objetivo principal é ter um vínculo geográfico de localização do lote (o que basta a testada principal) para as análises espaciais e planejamento urbano.

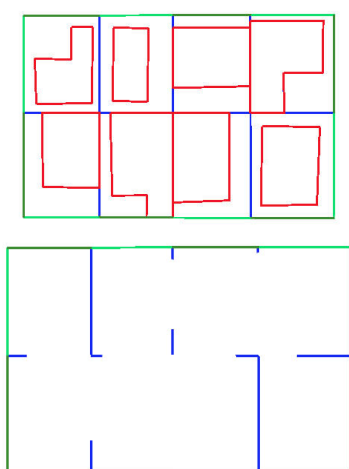


Figura 4 – Desenho de cadastro vetorial contendo em vermelho as edificações, em azul alguns elementos de divisas de lotes identificáveis (muros, cercas, etc) e em verde escuro ou claro as testadas de lotes. Quando são retiradas as edificações observa-se que não existe uma poligonal de definição de lotes, pois estes desenhos exigiram amplo apoio de campo para identificação das divisas reais. As testadas de lotes, mínimo esperado para representação, também exigem cuidadosa verificação em campo.

Deve-se colocar no cadastro só as edificações de referência, tais como as institucionais (prédios públicos, escolas, igrejas, campos de futebol, hospitais, etc). Seria também fundamental colocar o desenho preciso das poligonais de definição de áreas de preservação.

No desenho da topografia é indicado que a restituição forneça curvas com equidistância de 1 metro. Isto não seria possível com o trabalho empregando imagens de satélite, uma vez que elas precisam de boa base topográfica para realizar a correção, e então gerar o desenho 3D (tridimensional). Assim, o indicado é a restituição aerofotogramétrica. Deve-se solicitar que os vetores das curvas de nível não conttenham excesso de vértices (dificultaria o emprego em SIG e exigiria limpeza

topológica) e não devem ser interrompidos para a inserção de toponímia com os seus valores. Os valores das curvas devem vir como camada de desenho paralela às curvas ou como atributo em banco de dados alfanumérico associado, conforme figuras a seguir.

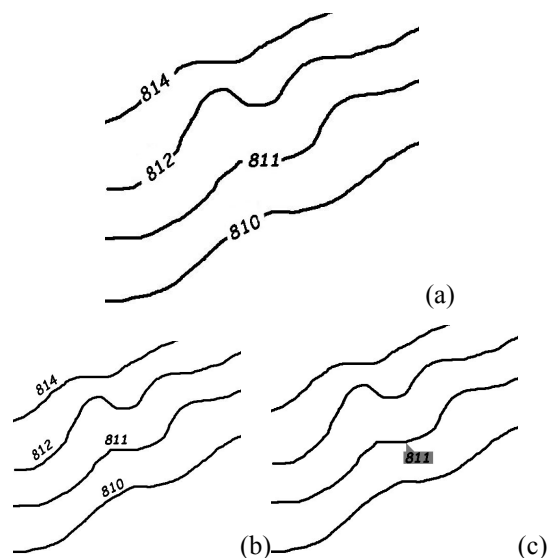


Figura 5 – O desenho “a” demonstra o que não deve ser feito em bases cartográficas digitais: curvas de nível interrompidas para a inserção de textos (cotas). Os desenhos “b” e “c” são soluções aceitáveis: em “b” os valores das cotas são colocadas em paralelo ao desenho das curvas e devem estar em camada diferenciada, e em “c” as cotas são atributos contidos em tabela de banco de dados associada aos elementos gráficos.

Para atualização do cadastro é indicado o uso de GPS Diferencial, equipamento que deve fazer parte do acervo da Prefeitura para que suas atividades não dependam constantemente de serviços de terceiros e para que as conferências em campo ou atualizações possam ser realizadas pela própria equipe.

Caberá à Prefeitura, uma vez recebida a planta digital em processo de aprovação de loteamento e no ato de “habite-se”, conferir a localização georreferenciada de no mínimo vértices de quadras. Assim será garantida a atualização do cadastro e reduzidos os problemas de diferenças entre desenhos aprovados e loteamentos efetivamente implantados.

A associação da base cartográfica com o banco de dados (a montagem do SIG propriamente dito) não é atribuição da aerofotogrametria. Além da digitalização da base cadastral vetorial, há ainda o trabalho de ajustes de identificações, com a verificação de referências com os croquis cadastrais existentes no setor de cartografia da Prefeitura. Na seqüência, uma vez bem ajustada a base cadastral digital, é montado o SIG.

2 MONTAGEM DO SIG – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Há diferentes produtos SIGs, com diferentes custos e destinados a diferentes níveis de usuários. Alguns setores da Prefeitura precisam de somente bons desenhos digitais e podem utilizar *CADs*, outros precisarão fazer consultas simplificadas com a associação de bases cartográficas e alfanuméricas e para tanto adotarão *Desktop Mappings*, e outros farão planejamentos mais complexos e adotarão *SIGs*.

Para melhor compreensão das possibilidades de escolha de aplicativos, apresentamos a seguir as principais diferenças entre *CAD*, *Desktop Mapping* e *SIG*.

2.1 CAD, Desktop Mapping ou SIG

Diferenciando os processos incorporados pelo termo "Geoprocessamento", e principalmente esclarecendo questões sobre até onde vai a cartografia digital e onde começa a atuação de um SIG existem hoje no mercado aplicativos de *CAD*, *SIG* e uma situação intermediária, o *Computer Mapping*, que alguns pesquisadores denominam como *Desktop Mapping*. Os *Desktop Mapping* promovem a associação de dados cartográficos a alfanuméricos, permitindo consultas simples. Os SIGs, por sua vez, são caracterizados como sistemas, que permitem produzir não só o inventário, como também a análise e a manipulação de dados, o que torna possível gerar informações e não só recuperá-las de um banco de dados (MOURA, 2003).

Para responder questões como a área de um fenômeno, basta um *CAD* para planimetrar a ocorrência. Para responder o que ocorre em um ponto "X", ou onde está uma característica "A", basta um *Desktop Mapping* para consultar o banco de dados e espacializar a resposta. Contudo, para realizar previsões, construir cenários, correlacionar variáveis, ou mesmo aplicar modelos de análise espacial, é necessário utilizar um *SIG*. Para melhor identificação destes aplicativos no mercado, citamos exemplos: *Autocad* é um *CAD*, *Mapinfo* é um *Desktop Mapping* e *ArcView* é um *SIG*.

Os Sistemas de Informações Geográficas, ao buscarem formas de trabalhar com as relações espaciais ou lógicas, tendem a evoluir do descritivo para o prognóstico. Como um sistema, é um conjunto de partes que interagem; que não estão somente agregadas, mas sim correlacionadas. Em lugar de simplesmente descrever elementos ou fatos, podem traçar cenários, simulações de fenômenos, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas, de modo a produzir informações espacializadas antes não perceptíveis.

Observa-se hoje uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e a análise quantitativa dos componentes ambientais, mesmo análises qualitativas.

Para o projeto de construção de Cadastro Multifinalitário que será utilizado pela Secretaria da Fazenda Municipal e posteriormente, por outros órgãos da Prefeitura, alguns setores utilizarão *CADs*, outros farão consultas simples e podem utilizar *Desktop Mapping* (exemplo: Secretaria da Saúde no planejamento de distribuição de atendimentos) e para as secretarias que se envolverão em planejamentos mais complexos indicamos a utilização de *SIGs*. No futuro, o ideal é que tudo caminhe para o emprego de SIGs, e a escolha se justifica pela possibilidade de gerenciamento e controle de bases cartográficas e alfanuméricas, constante atualização de dados, precisão de localização de fenômenos e objetos, construção de consultas segundo diferentes interesses, construção de análises diagnósticas e prognósticas, cálculo de áreas.

Um sistema de informação geográfica é formado pelo *software* de gerenciamento das informações geográficas (*desktop mapping* ou SIG), pelo banco de dados e pelas aplicações desenvolvidas para o gerenciamento desses dados. Tanto o *software* quanto o sistema são normalmente referenciados como SIG. A seguir apresentamos os passos necessários para a organização do sistema de informação conforme definição dada.

2.2 Organização do SIG

A organização de um SIG - Sistema de Informações Geográficas segue as basicamente as seguintes etapas:

a. Definição dos objetivos no uso do sistema - entrevistas junto a possíveis usuários para identificação das aplicações desejadas e de como deve ser composto o banco de dados;

b. Organização da base de dados alfanumérica e cartográfica:

- Mapas analógicos e digitais;

- Incorporação de dados resultantes de observações de campo;

- Dados matriciais (Imagens e/ou Fotografias Digitais);

- Dados alfanuméricos (tabelas);

c. Montagem do SIG:

- Associação de produtos cartográficos e alfanuméricos e implementação de sistema de gerenciamento de dados;

d. Construção de Análises:

- Análises de multi-critérios;

- Estudos de Evolução Temporal;

- Aplicação de outros modelos de análise adequados ao tipo de variável a ser enfocada.

e. Elaboração de propostas de intervenção, manejo e restrições.

- Esta etapa caberá a órgãos da Prefeitura, pois a partir do SIG montado podem ser redigidos relatórios e propostas, contando com módulos de saída e apresentação de dados em mapas em papel e na tela do vídeo, em tabelas e gráficos diversos.

O SIG poderá ser utilizado por todas as secretarias que necessitem de informação especializada, e a sua organização dependerá do *software* a ser adquirido. É esperado que a mesma base geográfica seja compartilhada simultaneamente por todos os órgãos da Prefeitura mas isto também dependerá da capacidade do *software* adquirido, da velocidade da rede municipal e dos equipamentos disponíveis. No mínimo deve haver uma política de distribuição desses dados para que todos tenham acesso aos mesmos arquivos e onde cada secretaria é responsável por atualizar e disponibilizar suas informações.

Este exemplo mínimo é hoje utilizado pela Prefeitura de Belo Horizonte onde existe um servidor chamado Intergeo na RMI (Rede Municipal de Informática) que disponibiliza para *download* os arquivos correspondentes as entidades geográficas existentes no SIG da prefeitura, organizados por tema e secretaria. Para cada arquivo existem informações sobre os dados existentes e a data da última atualização. Cada órgão autorizado pode fazer *download* dos arquivos desejados e importá-los para o SIG ou *Desktop Mapping* de seu uso.

O ideal é que todos os SIGs implantados em cada secretaria acessem os mesmos arquivos vetoriais que constituem a base geográfica urbana básica e um servidor de imagens (a parte de imagens que é mais “pesada” poderia ser replicada). Ponto fundamental é uma boa rede e SIGs que exportem formatos que possam ser importados por todos. Cada SIG, através da rede, acessa os mesmos arquivos no banco de dados. A figura a seguir exemplifica essa possibilidade.

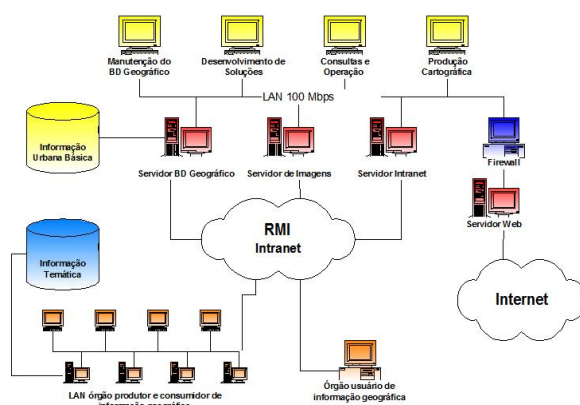


Figura 6 – Sistema de diferentes usuários de SIG. Fonte: Material de aula do Prof. Clodoveu Davis Jr.

2.3 Banco de Dados

Uma vez organizada a coleção de dados cartográficos (cadastrro vetorial e imagens ou fotos matriciais) e a coleção de dados alfanuméricos (banco de dados) é iniciada a etapa de montagem do SIG onde cada entidade geográfica deve ser identificada e associada a um banco de dados.

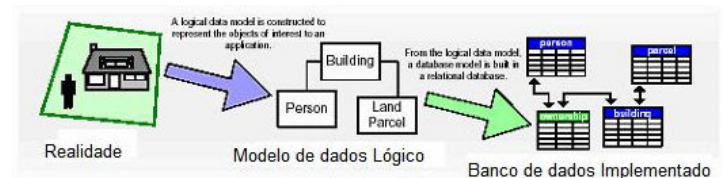


Figura 7 -Etapas na montagem do SIG.Fonte: publicações ArcView

O termo “banco de dados” normalmente é usado com dois significados distintos. Um representando o *software* de Banco de Dados utilizado para armazenar as informações como Oracle, MySQL, SQLServer e o outro, que se refere ao conjunto de informações agrupadas e armazenadas nestes *softwares* de banco de dados. Em cada *software* de banco de dados podem existir vários arquivos que se inter-relacionam. Cada arquivo contém dados de um determinado assunto e através de campos comuns (chaves) os arquivos são relacionados entre si, funcionando como um ambiente integrado. Um conjunto de arquivos de um determinado assunto também é referenciado como banco de dados por exemplo, banco de dados tributário, bancos de dados da saúde, banco de dados urbano. Aqui o termo banco de dados é usado para designar esse agrupamento temático dos arquivos uma vez que, no desenvolvimento dos sistemas integrados para a Prefeitura todos eles estarão dentro do mesmo *software* de banco de dados.

Todo sistema de informação geográfica utiliza um banco de dados para armazenamento das informações alfanuméricas. No SIG (*software*) são armazenados os dados vetoriais e no banco de dados (*software*) os dados alfanuméricos. É comum o uso da expressão *base de dados geográficas* ou *base geográfica* para referenciar as informações armazenadas no SIG.

Hoje em dia, alguns *softwares* de banco de dados possuem capacidade para armazenamento de dados vetoriais (como por exemplo, o Oracle *Spatial*) fazendo com que todos os dados possam ficar em um mesmo ambiente de banco de dados ficando o gerenciamento de acesso e manipulação da base geográfica por conta dos SIG. (BORGES, 2005).

Conforme já mencionado, a existência de uma base geográfica é fundamental para o funcionamento do SIG. Em um SIG urbano, uma base geográfica básica é composta de uma base cartográfica digital acrescida das

informações cadastrais, a ela associada, para que seja possível reconhecer e acessar cada parte do desenho. Por exemplo, a cartografia representando um lote só é reconhecida no SIG como um lote se ele estiver armazenado no banco de dados como um registro no arquivo de lotes e associado à sua posição física na base cartográfica. Uma base cartográfica sem dado alfanumérico não possibilita nenhuma consulta nem aplicação a não ser a impressão do mapa. A figura a seguir exemplifica a associação entre o banco de dados e a base cartográfica.



Figura 8 – Associação de dados cartográficos de lotes com o banco de dados alfanumérico contendo um campo chave (geoid) e campos: proprietário, endereço, índice IPTU.

Na montagem do SIG, o primeiro banco de dados a ser feito é o da base geográfica que formará a base geográfica básica do município. A partir dela outros dados serão acrescentados possibilitando várias aplicações de geoprocessamento. Muitas prefeituras se referem a essa base de dados como MUB (Mapa Urbano Básico) porque ela corresponde a um conjunto mínimo de entidades geográficas representativas do solo e de suas subdivisões acrescidas da infra-estrutura básica. É composta principalmente por entidades geográficas relacionadas ao Cadastro Técnico Municipal. Portanto, o MUB é formado pelas entidades geográficas de interesse geral, cujo uso é compartilhado por diversos grupos de usuários e áreas de aplicação e sem as quais seria impossível fazer qualquer aplicação georreferenciada. A figura a seguir representa as várias camadas (temas) de informação que compõem uma base geográfica básica.

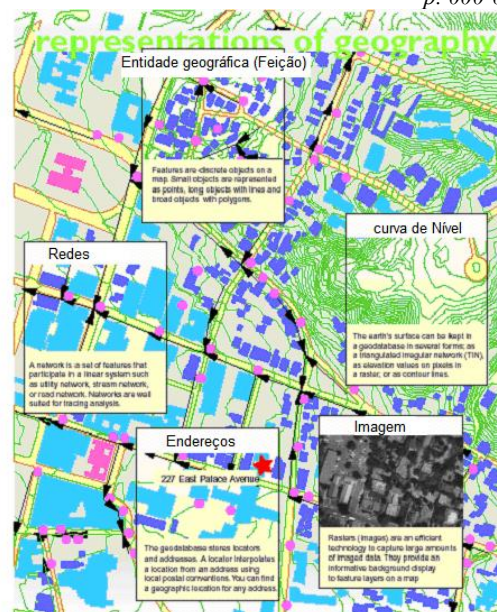


Figura 9 – Temas que compõem uma base geográfica (imagens, topografia, redes, elementos de referência, feições espaciais). Fonte: material bibliográfico do ArcView.

Uma vez que o objetivo inicial do SIG de uma Prefeitura é fornecer informações para o sistema de IPTU vamos nos concentrar na relação entre o IPTU e o SIG.

Observamos que o sistema de IPTU existente em uma Prefeitura inclui não só a parte cadastral como a parte de gerenciamento do tributo. Isso é comum em sistemas totalmente alfanuméricos, uma vez que para cobrança de IPTU são necessários dados de infraestrutura e das características do imóvel. No entanto, a existência de uma base geográfica urbana em um SIG, faz com que as informações de cadastro urbano sejam geradas e mantidas no SIG. A função desse cadastro é mais ampla e mais complexa do que simplesmente manter dados cadastrais necessários à tributação. Ele tem a função de prover os dados necessários ao gerenciamento e planejamento da cidade sendo o IPTU um dos aspectos a serem atendidos.

Dentro deste enfoque, o sistema tributário passa então a ser responsável somente pelos arquivos referentes à tributação (como contribuinte, imóvel, arrecadação etc), utilizando as informações cadastrais e de infra-estrutura do MUB. Fica sendo responsabilidade do cadastro manter no SIG e fornecer as informações de cadastro necessárias ao sistema de IPTU. Cabe ao sistema IPTU acessar os arquivos da base geográfica para obtenção das informações necessárias ao cálculo do tributo. Conforme observamos no BCI, os dados que seriam providos pelo cadastro são: os dados de Informações Gerais (09), exceto: 33 (Isento IPTU), 88 (Alvará de Construção), 34 (Isento TSU) e 89 (Coeficiente de Aproveitamento) que

devem ser fornecidos pelo órgão responsável pela aprovação de projetos.

Em linhas gerais, o sistema de IPTU acessaria os arquivos referentes às informações cadastrais (como lote, endereço, zoneamento, infra-estrutura urbana) gerando para cada lote/imóvel um conjunto de dados necessários à cobrança do imposto. A forma como os dados serão agrupados pelo cadastro para satisfazer as necessidades do sistema de IPTU deverá ser discutida durante o desenvolvimento do novo sistema de IPTU e do SIG. Da mesma forma será tratado o acesso do IPTU à base geográfica para visualização de quadras, lotes e endereços de imóveis. O sistema IPTU poderá acrescentar no SIG outros tipos de dados geográficos como por exemplo, a delimitação de áreas isótimas.

Todas as informações em um SIG estão ligadas a uma referência espacial, o que é muito propício ao desenvolvimento de aplicações na área urbana. A maior parte das aplicações urbanas é naturalmente georreferenciada. Através dessas referências espaciais é que são feitas as associações entre as informações no banco de dados e sua representação geográfica. As referências deverão estar localizadas fisicamente na base geográfica e também armazenadas no banco de dados.

As principais referências de acesso que devem ser consideradas são:

- **Endereço** – por ser a forma mais utilizada pela população para se orientar geograficamente é a “chave de acesso” mais natural e importante para os SIG urbanos principalmente porque um endereço está sempre presente nos bancos de dados da Prefeitura. A *Figura 13* mostra a localização de endereços numa base geográfica.

- **Índice de Imposto Predial e Territorial (IPTU)** – por ser a chave de acesso à **cidade que se tributa**. Os imóveis são identificados pelo índice de IPTU.

- **Índice de Cadastro Municipal** – por ser a chave de acesso à **cidade cadastral** que identifica todas as quadras e lotes pelo índice cadastral (Setor, Quadra, Lote).

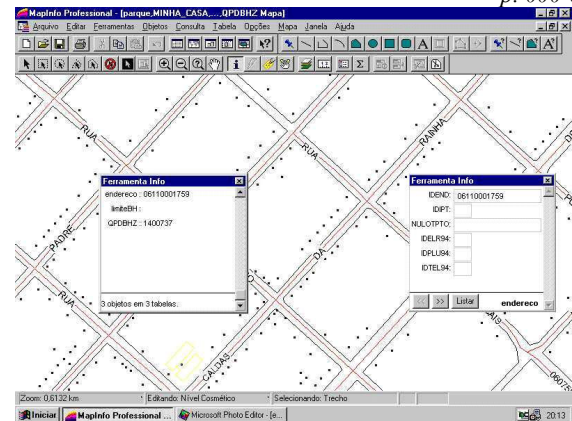


Figura 10 – Endereços representados por pontos

A figura a seguir exemplifica como acontece a relação entre o lote e o proprietário do lote e entre o lote e o arquivo de imóvel de IPTU tributado.

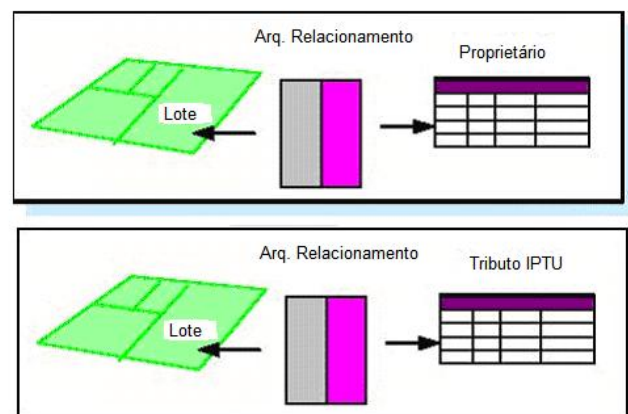


Figura 11 – Relação entre o lote, o imóvel de IPTU tributado e o proprietário.

Para exemplificar o que seria uma base geográfica básica, apresentamos a seguir um conjunto mínimo de entidades geográficas que deve existir para que as aplicações urbanas possam ser desenvolvidas. Para facilitar, a relação está agrupada por tema e as entidades geográficas representam os arquivos existentes no banco de dados geográfico.

Tema	Banco de dados	Tema	Banco de dados
Divisão político-administrativa	Bairro / loteamento	Parcelamento Territorial	Frente Lote (testada)
Divisão político-administrativa	Distrito Municipal	Parcelamento Territorial	Lote
Divisão político-administrativa	Divisa (Município limítrofe)	Parcelamento Territorial	Lote Projetado
Divisão político-administrativa	Limite Município	Parcelamento Territorial	Meio Fio Quadra
Divisão político-administrativa	Setor	Parcelamento Territorial	Praça
Divisão socioeconômica	Setor Censitário	Parcelamento Territorial	Quadra
Divisão socioeconômica	Unidade de Planejamento	Parcelamento Territorial	Quadra Projetada
Infra-estrutura urbana	Iluminação Pública	Parcelamento Territorial	Índice Iptu
Infra-estrutura urbana	Rede Elétrica	Planialtimetria	Curva Nível Mestra
Infra-estrutura urbana	Rede Água	Planialtimetria	Curva Nível Secundária
Infra-estrutura urbana	Rede Esgoto	Planialtimetria	Nível cruzamento
Infra-estrutura urbana	Sarjeta	Recursos Hídricos	Curso d'água
Infra-estrutura urbana	Meio Fio	Referência Urbana	Edificação Referência
Infra-estrutura urbana	Pavimentação	Referência Urbana	Referência Natural
Infra-estrutura urbana	Rede Telefonia	Transporte	Ferrovia
Malha viária	Logradouro (só alfanumérico)	Zoneamento Urbano	Área Tombada
Malha viária	Nó trecho (Cruzamento)	Zoneamento Urbano	Zoneamento
Malha viária	Ponte		
Malha viária	Trecho (eixo de via segmentado por cruzamento)		
Malha viária	Viaduto/Ponte		
Parcelamento Territorial	Endereço		
Parcelamento Territorial	Área remanescente		
Parcelamento Territorial	Canteiro Central		

Quadro 1 - conjunto mínimo de entidades geográficas que deve existir para que as aplicações urbanas possam ser desenvolvidas.

Para uma Prefeitura deve-se definir qual seria esse conjunto mínimo de dados necessário a montagem da base geográfica básica. Além do conjunto mínimo, outras entidades geográficas podem ser obtidas de órgãos externos a Prefeitura e oportunamente acrescentadas, tais como dados de iluminação, infra-estrutura de saneamento, entre outras.

É importante observar que o endereço é a chave de acesso mais natural e que possibilita uma integração direta entre os bancos de dados já existentes na Prefeitura e a base geográfica. No entanto, para ser usado como chave de acesso entre o SIG e os sistemas alfanuméricos existentes, ele necessita de um tratamento especial no que diz respeito a forma de armazenamento no banco de

dados e na atualização do arquivo de logradouros. Os sistemas tradicionais que possuem endereço devem garantir que a entrada de dados de um endereço seja a mais automatizada possível, para evitar ambigüidades entre nome de ruas e nome de bairros como por exemplo, uso ou não de cedilha, acentos, abreviações, etc – há necessidade de tratamento único. Exemplos: se ao preencher o nome de uma via denominada Santa Maria o digitador inscrever “St Maria”, se em lugar de escrever “Poço Fundo” escrever “Poco Fundo”, ou em lugar de escrever “Travessa” anotar “Trv”.

Cada endereço deve ter um código que o identifica e ter os campos que compõe separados (tipo de logradouro, nome do logradouro, número do imóvel, complemento, bairro). O tipo de logradouro e abreviaturas permitidas devem ser padronizadas. O cadastro de logradouro e bairro deve ser único e usado por todos os sistemas.

O cadastro é o “coração” do sistema geográfico e deve receber atenção especial: será de responsabilidade desta equipe a entrada de dados de identificação (logradouros, bairros, etc). Outra equipe não pode inserir este tipo de dado, para não haver confusão, pois os critérios escolhidos devem ser garantidos. Seria confuso, por exemplo, que qualquer setor da Prefeitura tivesse permissão para inscrever nomes de ruas, pois poderiam surgir as mencionadas ambigüidades.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma Prefeitura Municipal deve cuidar para que o sistema a ser implantado atenda aos quesitos mínimos aqui explicitados. Há diferentes produtos no mercado, com diferentes investimentos financeiros e graus de precisão. Pode-se partir do mínimo esperado e se chegar ao que há de melhor nas geotecnologias. O importante é garantir os cuidados mínimos e considerar, sobretudo, o tempo necessário para se obter produtos já utilizáveis nos processos de planejamento e gestão, para não se correr o risco de contratar produtos ótimos mas de complexidade que fuja ao equilíbrio custo/benefício.

REFERÊNCIAS

BORGES, K. A.V., DAVIS JR, C.A., LAENDER, A. H. .F. Modelagem conceitual de dados geográficos. In.: CASANOVA, M.A. et al., **Banco de dados geográficos**. Curitiba, Mundogeo, 2005, p. 93-146.

MOURA, A. C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. BeloHorizonte: Edição da autora, 2003, 294p.