ESTRUTURAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRAFICA (SIG)

THYAGO DE ALMEIDA SILVEIRA
ANDREA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO
JOSÉ LUIZ PORTUGAL

Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Engenharia Cartográfica - DECart
Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
[thyago.silveira@gmail.com; aftc@ufpe.br; portugal@rce.neoline.com.br]

RESUMO - O processo de estruturação de bases cartográfica para Sistemas de informação Geográfica (SIG) é indispensável para a administração e gestão dos dados espaciais. É de fundamental importância que os dados que constituem uma base cartográfica digital possam ter acurácia e qualidade tanto no armazenamento quanto em sua utilização. Nesse sentido, alguns cuidados precisam ser tomados durante o processo construção de uma base de dados espaciais, como por exemplo, organizar os dados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) com extensão espacial, revisar os produtos cartográficos já existentes, e corrigir erros dos dados adquiridos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar caminhos pelos quais se desenvolvem os processos de estruturação de bases cartográficas em SIG, abordando exemplos de enfoques urbanos e ambientais.

ABSTRACT – The cartographic data bases structuring process for Geographical Information Systems (SIG), is indispensable for the administration of spaces data's. It is so important that the data present in a digital cartographic base has accuracy and quality as in its storage as in its use. In that sense, during the process construction of space data's base, some cares needs to be taken, like to organize the data in a Database Management System (DMS) space extension, to revise the cartographic products has been existing, and to correct mistakes from acquired data. On this form, the objective of the present work is to present ways for which are developing the cartographic data bases structuring process in SIG, approaching urban and environmental examples.

1 INTRODUÇÃO

A informação espacial atualizada do território é a ferramenta indispensável para todo aquele que se propõe a fazer ações de planejamento, gestão e projetos de maneira eficaz e sustentada (IDOETA, 2007). A qualidade dos dados espaciais nestes processos é uma característica fundamental, e é inerente ao sucesso de uma aplicação.

A estruturação de bases cartográficas é um processo indispensável para a criação d`e qualquer Sistema de Informação Geográfica (SIG), demanda tempo e envolve uma equipe multidisciplinar que participa das diversas fases e das operações com os dados.

No estudo realizado é apresentado o processo de estruturação de base cartográfico por dois principais caminhos: através da estruturação de bases cartográficas a partir de dados já existentes; e a partir da criação de bases cartográficas, quando não existem dados disponíveis que possam ser utilizados no processo, sendo, pois necessária à obtenção desses dados a partir de levantamentos realizados em campo.

2 BASE CARTOGRÁFICA

De forma bem simples podemos conceituar Base Cartográfica com sendo uma representação do espaço real em um meio que esse espaço possa ser visualizado. Paulino e Carneiro (1998) conceituam base cartográfica como sendo uma representação cartográfica dos aspectos do ambiente, produzida com aplicação de métodos cartográficos de transformação de superfícies apoiados no referencial geodésico único, representada inicialmente em um formato analógico. Um exemplo que podemos referir as bases cartográficas analógicas é o dos mapas e cartas impressos, que representam de forma fidedigna a realidades como relevo, vegetação, hidrográfica e obras edificadas de uma localidade ou região (figura 1).

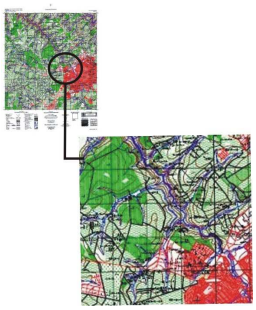


Figura 1 – Carta da Cidade de Uberlândia.
Fonte: Adaptada do IBGE, 2007.

Com a expansão das Geociências, a demanda de dados a serem analisados foi relativamente crescente, e já não era confortável a utilização de documentos e mapas em papel devido ao favorecimento de análises múltiplas que pudessem integrar diversos mapas.

Surge então o conceito de base cartográfica digital que pode ser definida como sendo um conjunto de registros digitais cujos elementos representam e expressam cartograficamente o conhecimento das características de um determinado ambiente e de seus componentes (PAULINO e CARNEIRO, 1998), representados em um formato digital. Assim, a base cartográfica passou a incorporar e representar diversas informações e realidades do ambiente mapeado. Os mesmos elementos (relevo, vegetação, hidrográfica e obras edificadas) representados de forma analógica, passaram a ser representados separadamente na tela do computador (figura 2).

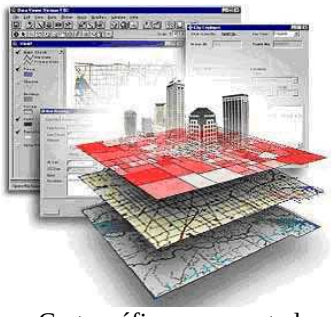


Figura 2 – Base Cartográfica representada em um SIG.
Fonte: The Kingston Centre For GIS, 2007.

3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG

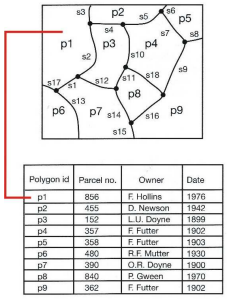
Segundo Aronoff (1989) um SIG é uma estrutura computacional baseado na manipulação de dados geográficos que possuem uma localização conhecida, ou seja, que estejam georeferenciados. A definição de SIG pode ser dividida em três categorias, refletindo cada uma à sua maneira os usos e visões possíveis desta tecnologia (BURROUGH e McDONELL, 1998):

- Baseada em ferramentas: SIG é um poderoso conjunto de técnicas e procedimentos capazes de coletar armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real (BURROUGH, 1986);

- Baseada em bancos de dados: SIG é um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais (SMITH et al., 1987);

- Baseada em estruturas organizacionais: SIG é um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente em um ambiente de respostas a problemas (COWEN, 1988).

Os dados em um SIG se comportam de duas formas, podendo ser de dos tipos vetorial, quando representado por ponto, linha ou polígono, e do tipo raster quando representados por imagens de satélite, fotos aéreas e mapas digitalizados. Segundo Jones (1999) em uma ambiente SIG esses dados possuem feições espaciais (vetor e ou raster) ligadas a uma tabela de atributos que define espacialmente sua representação e características (figura 3).



Polygon id	Parcel no.	Owner	Date
p1	856	F. Hollins	1976
p2	455	D. Newson	1942
p3	152	L.U. Doyne	1899
p4	357	F. Futter	1902
p5	358	F. Futter	1903
p6	480	R.F. Mutter	1930
p7	390	O.R. Doyne	1900
p8	840	P. Gween	1970
p9	362	F. Futter	1902

Figura 3 – Estrutura de dados em SIG.
Fonte: Adaptado de Jones, 1999.

Uma observação bastante importante deve ser feita em relação ao comportamento, e manipulação dos dados espaciais tanto em um SIG, quanto em uma CAD (*Computer Aideid Drawing*, ou Projeto Assistido por Computador). Há uma diferenciação entre os dois. O SIG, como foi visto, trás feições espaciais agregados a atributos, geralmente o CAD não permite essa função (com exceção da versão *AutoCAD Ma)*. Por serem portadores dessa característica, tornou-se possível aos SIG à realização de análises complexas envolvendo o cruzamento de informações com a principal finalidade de gerar novos produtos. Já o CAD, limita-se a manipulação de feições espaciais com intuito de visualização para a geração de produtos simples, sem análises espaciais.

4 BASES CARTOGRÁFICAS EM SIG

A grande pergunta que surge nesse processo de construção cartográfica é: Porque devemos ter uma base

cartográfica de dados em SIG? Robinson et. al (1995) apontam quatro pontos relevantes para a sua utilização:

- Custo da Criação - A coleta de dados digitais de uma fonte cartográfica já existente se torna bem mais barato do que produzir novos dados. Além do mais, os dados existentes derivam de produtos que possuem altos níveis exatidão e precisão. O que nos garante dados confiáveis.

- Utilizações Específicas - Algumas análises em SIG são conduzidas tanto em escalas regionais, quanto em escalas nacionais., visto que, algumas séries de dados precisam de um detalhamento melhor, ocupando assim mais espaço no armazenamento. Sem uma base de dados cartográfica esse processo seria muito mais demorado.

- Falta de Fontes Alternativas de Dados - Algumas informações só podem ser apresentadas em mapas. Esta é uma particularidade que os SIG apresentam e que trouxe um grande beneficio a cartografia analógica.

- Emissão de Produtos Gráficos - A emissão de produtos finais como relatórios e gráficos, é uma componente chave para a utilização dos SIG. Uma vez que seria muito difícil ou quase impossível representar detalhadamente uma grande quantidade de dados por processos cartográficos manuais.

Sendo assim, é de fundamental importância a construção de um espaço que possa agrupar em si, esses dados advindos de diversas fontes. Segundo Protic e Nerstorov (2005) no Banco de Dados as informações espaciais são organizadas em camadas de acordo com os diferentes temas e armazenados nos formatos raster e vetor (figura 4).

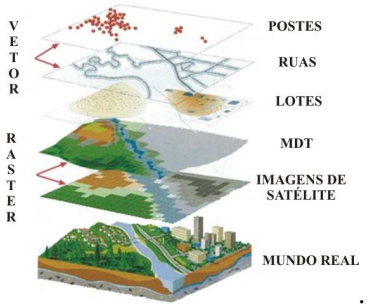


Figura 4 - Armazenamento de dados em um SIG.
Fonte Adaptada: Hill, 2006.

Partindo da necessidade de se ter um Banco de Dados que permita um gerenciamento seguro das informações, surge como uma ferramenta robusta no gerenciamento dos dados, os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs).

4.1 Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD

Segundo Burrough (1986) o armazenamento dos dados e administração de banco de dados em SIG, são funções que tratam de características relativas à posição, separação dos dados por categoria (topologia), e dos atributos dos elementos geográficos (pontos, linhas e áreas que representam objetos da superfície da terra). O autor define ainda um SGBD como sendo o programa utilizado para organizar a base de dados e afirma que nesses ambientes os dados podem apresentados como mapas, tabelas e gráficos.

A maioria dos SIG dispõe dessa ferramenta que estrutura e organiza os dados com respeito ao modo com eles devem ser lidos no computador e como eles são percebidos pelos usuários do sistema.

Um SIG pode se comportar como um SGDB não convencional, geográfico, que garante o gerenciamento de dados geográficos (CÂMARA, 1996). Algumas vantagens da utilização dos SIG como SGBDs são apontados por Aronoff (1989):

1. As visualizações dos dados são independentes dos caminhos onde eles estão armazenados;

2. A atualização dos arquivos é feita de forma automatizada;

3. As relações existentes entre as feições espaciais e as respectivas tabelas de atributos são explicitamente definidas;

4. O SGBD providencia a melhor forma de controlar a integridade e a consistência da base de dados.

Para os usuários, a utilização de um SIG como um SGBD se torna bem mais simples devido à facilidade do uso das operações concentradas em um único programa.

5 ESTRUTURAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS PARA SIG

O processo de estruturação de bases Cartográficas para SIG se dá de duas formas. A primeira forma apresentada, é a estruturação de bases a partir do processo de Construção de Bases para SIG. O processo de construção se dá a partir de dados já existentes como cartas topográficas e ou cadastrais, levantamentos aerofotogramétricos, bases em formato CAD, e demais que podem ser inseridos em uma ambiente de SIG.

A segunda forma apresentada é o processo de estruturação a partir da Criação de Bases de dados em si, ou seja, quando não existem dados disponíveis. Entenda-se aqui como dados disponíveis aqueles cujo trabalho a ser realizado na área possua uma quantidade mínima de informações disponíveis e trabalhadas. A equipe responsável pelo trabalho deve, então, começar a partir do

planejamento de um projeto que envolva as técnicas de coleta de dados no campo.

Vale salientar que a estruturação de uma base de dados para SIG depende da finalidade da nossa aplicação. Se pretendermos trabalhar com aplicações ambientais, uma imagem de satélite pode satisfazer bem o meu trabalho, mas no caso de trabalharmos com aplicações urbanas precisamos de informações mais detalhadas. Uma imagem de satélite não seria satisfatória, precisaríamos de dados cadastrais, que seriam acrescentados com um questionário aplicado em campo.

Nos processos descritos a seguir iremos abordar a estruturação de uma base de dados a partir dos processos construção e criação de forma genérica, sem indicar a finalidade de uma aplicação.

5.1 Processo de Construção de uma Base Cartográfica

O Processo de Construção de uma Base Cartográfica a partir de dados já existentes é um procedimento mais rápido e com um custo bem mais baixo quando comparado com o outro procedimento citado, devido ao fato de já existirem produtos gerados.

Neste processo de Construção, primeiramente é necessário fazer um levantamento das informações existentes. Algumas perguntas podem ajudar nessa fase. Como exemplo podemos citar:

- Quais produtos nós temos?
- Cartas topográficas?
- Existe alguma base cartográfica?
- Está em meio analógico ou em meio digital (CAD)?
- São fotografias aéreas?

Essas perguntas são inerentes nesta fase. De posse dos dados encontrados a fase seguinte é qualificação desses dados, ou seja, diagnosticar a qualidade do material de referência. Um fato que deve ser levado em consideração nessa fase é a definição do tipo de estrutura do dado e a sua forma de armazenamento.

É bastante importante que nessa etapa sejam analisadas informações como Sistema de Coordenadas; DATUM; ano dos levantamentos topográficos e a consistência da base em CAD. De forma simplificada o resultado desta qualificação nos fornecerá subsídios para decidir se algum material será descartado, e se haverá a necessidade de buscar novas fontes de dados.

O próximo passo é a conversão dos dados para um SIG. A conversão de dados existentes depende dos tipos de feições que serão inseridas, podendo ser divididas em conversão de dados vetoriais, conversão de dados raster, e conversão de dados provenientes de uma base cartográfica digital.

A conversão dos dados vetorial pode ser feita através de métodos manuais de digitalização e vetorização.

A digitalização manual consiste na transformação dos dados analógicos em digitais utilizando-se uma mesa digitalizadora (figura 5). Robinson et al (1995) explica que esse processo preserva bem a acurácia da informação que é digitalizada de um mapa.

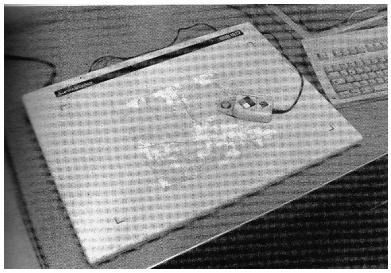


Figura 5 – Mesa digitalizadora.
Fonte: Robinson et al, 1995.

A aquisição dados vetoriais também pode ser realizada através do processo de conversão de dados raster em dados vetoriais Os dados raster são escaneados e depois convertidos para a forma vetorial (figura 6). Este procedimento, conhecido como vetorização consiste em construir os elementos vetoriais, ponto, linha, polígono e texto, tendo-se como base uma estrutura raster já georreferenciada (PAULINO e CARNEIRO, 1998).

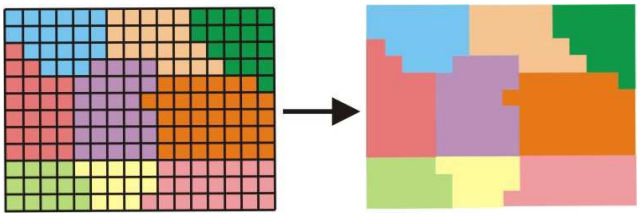


Figura 6 – Processo de Vetorização.
Fonte: Adaptada de Jones, 1999.

Os dados raster podem ser obtidos através do processo de escaneamento (figura 7), que coleta dados na para ser adicionados em uma base cartográfica na forma de imagens (ROBINSON et al, 1995). E através da conversão de dados vetoriais. O procedimento definido como rasterização é semelhante ao descrito acima e temo como característica a transformação de feições vetoriais (pontos, linhas e polígonos) em uma imagem (figura 8).

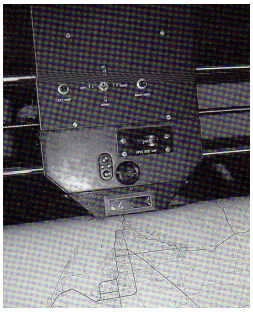


Figura 7 – Escaneamento.
Fonte: Robinson et al, 1995.

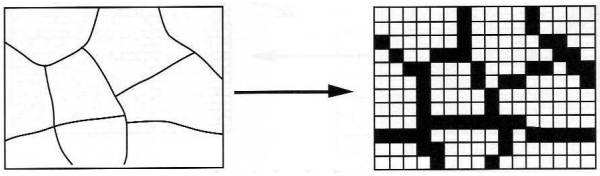


Figura 8 – Processo de Rasterização.
Fonte: Adaptada de Jones, 1999.

Já a conversão de dados provenientes de uma base digital consiste na transformação de entidades gráficas básicas (logradouros, quadras, hidrografia, vegetações) existente no formato CAD para SIG obedecendo ao modelo de dados criados. O que for linha permanece sendo linha, o que é ponto será inserido na categoria ponto, o que é imagem continua sendo imagem.

Jones (1999) ressalta que uma base cartográfica pode ser criada a partir de produtos cartográficos já existentes. No caso de existirem bases de cartográficas vizinhas, o objetivo principal desta fase será a junção dessas bases em um único plano de informação (figura 9).

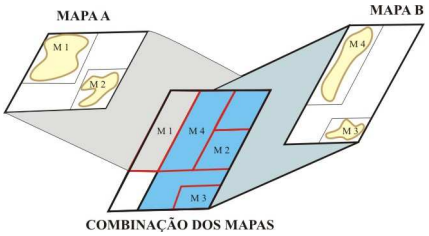


Figura 9 – Criação de uma base de dados a partir bases cartográficas já existentes.
Fonte: Adaptado de Robinson et al, 1995.

É importante enfatizar que todos estes dados inseridos em um SIG devem estar atrelados a uma mesma base cartográfica, ou seja, mesmos sistemas de projeção, *datum* e coordenadas. Se caso isto não ocorrer será necessária um processo de transformação de sistemas, o que em um ambiente de SIG se é facilmente resolvido.

Após a conversão dos dados existentes, já no ambiente SIG são realizados alguns procedimentos de edição da base de dados.

5.1.1 Edição da base cartográfica

Segundo Robinson et al. (1995) quando trabalhamos com arquivos gerados a partir de operações manuais como vetorização e operações digitais como o escaneamento ou conversão de bases, podemos encontrar polígonos não fechados, feições digitalizadas duas vezes, ou não digitalizadas por completo (figura 10). Esses erros precisam ser consertados para que no produto final, ou seja, na base cartográfica no SIG, não existam erros.

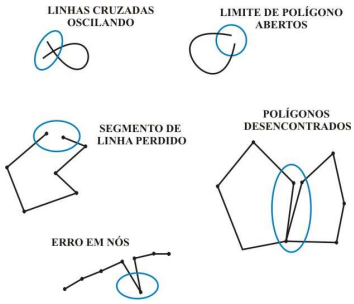


Figura 10 – Erros facilmente encontrado nos processos de conversão de dados.
Fonte: Robinson et al, 1995.

5.1.2. Organização dos dados

Após os processo de edição segue-se aos procedimentos de organização dos dados e suas entidades. Nessa etapa acontecem os processos de Geocodificação das Feições (inserção dos atributos de identificação como código e nome); e Criação das Topológicas (inserção de interseções e parâmetros dos nós).

Logo em seguida a esta fase as camadas de informações são exportadas para um Banco de Dados que é gerenciado pelo SGBD. No SGBD acontece a Definição dos Relacionamentos (associação com algum significado entre as entidades) e a Organização das Feições em Temas (junção das camadas com aspecto temático semelhante).

Por fim com pode-se adquirir uma imagem de satélite, ou encomendar um levantamento aerofotogramétrico para uma atualização cartográfica dos planos de informação (adequação de feições), e para fazer uma correção geodésica, ou seja, ajustar o posicionamento das entidades convertidas através da imagem de referência. Um levantamento de campo também é necessário para complementar informações sobre os atributos tabulares.

5.2 Processo de Criação de uma Base Cartográfica

Quando não se possuem informações detalhadas do local a ser trabalhado, é necessário um planejamento que envolva as diversas disciplinas e atividades da área, como a Cartografia, Geodésia, Geoprocessamento, Aerofotogrametria, Engenharia Civil e Ambiental, entre outras.

No processo de criação de uma base cartográfica, primeiramente é necessário definir o que vai ser levantado, e quais as prováveis técnicas que poderão ser utilizadas. Assis e Mattos (2007) indicam alguns procedimentos que podem ser executados na criação de uma base cartográfica para SIG.

Um levantamento das informações acerca da área é realiza nesta fase inicial. A utilização das cartas topográficas disponíveis pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), e imagens de sensoriamento

remoto existentes podem ajudar a traçar os procedimentos a serem seguidos.

Através das análises desses produtos é traçada uma rota preliminar onde serão observadas as localidades de referência, como os cursos d ´água, os limites municipais, estaduais e distritais, rodovias, cidades, linhas elétricas e áreas verdes. Essas Informações são confirmadas com uma visita em campo.

O passo posterior é a definição dos pontos de apoio. Esses pontos são determinados através de um levantamento geodésico utilizando GPS (*Global Position System*). Um levantamento aerofotogramétrico (ortofotocarta) ou a aquisição de uma imagem de satélite georreferenciada, irá fornecer um produto digital georrefenciado. A partir deste produto é realizada a extração das curvas de nível (figura 11) e a geração de MDT (Modelo Digital do Terreno).

Figura 11 – Extração das Curvas de Nível.
Fonte: Jones, 1999.

A próxima fase será a associação das curvas de nível as informações do cadastro físico (limites de cidades, limites dos lotes e quadras, rodovias, etc). As informações vetoriais do cadastro são observados. São identificadas e extraídas nessa etapa a hidrografia, unidades de conservação e as áreas de preservação permanente (APP).

A implantação dos marcos topográficos, através do transportes de coordenadas de uma rede conhecida, é uma etapa bastante importante nesse processo de criação. Eles servirão de base para futuras atualizações.

A base cartográfica está quase concluída, entretanto as feições criadas são completadas com informações para atualização do banco de dados. Essas informações provêm de uma rigorosa pesquisa de campo, onde são coletados dados cadastrais físicos e jurídicos advindos dos órgãos de Gestão Federal, Estadual e Municipal.

Para finalizar o processo de criação, no SGBD são definidas as entidades relacionais e a organização das feições em temas.

5.3 Exemplos de Estruturação de Base Cartográfica para SIG

Castro (2007) propõe o processo de construção de base cartográfica para uma área urbana da seguinte forma. Primeiramente realiza-se uma qualificação da base existente em CAD para calcular o erro geodésico e verificar as regiões que seriam editadas em até 400 metros de deslocamento vetorial para a posição real (figura 12).

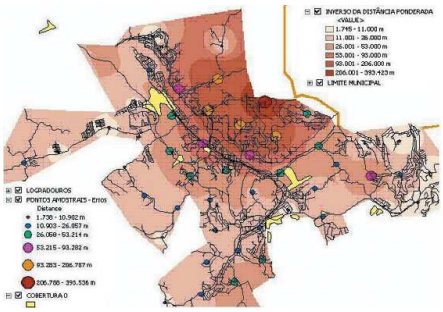


Figura 12 - Erro geodésico determinado.
Fonte: Castro, 2007.

Após a conversão da base em CAD para o formato de SIG deve ser realizado os processos de geocodificação dos lotes e logradouros (figura 13).

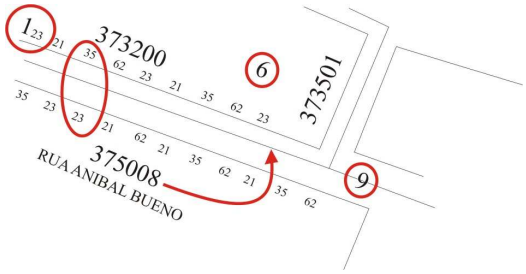


Figura 13 - Codificação de lotes e logradouros.
Fonte: Castro, 2007.

Para finalizar o trabalho uma ortofotocarta ou uma imagem de satélite georreferenciada pode ser adquirida para a adequação de feições e atualização das camadas geradas (figura 14).

Figura 14 - Atualização das camadas através de uma imagem de referência georreferenciada.
Fonte: Castro, 2007.

Viecili e Pompêo (2001) utilizam os processos de construção para a Conversão e Estruturação de uma base bases cartográficas em meio digital para o manejo de

Unidades de Conservação empregando a técnica da digitalização de cartas.

As informações para elaboração da base cartográfica em meio digital foram provenientes de cinco cartas topográficas da série de levantamentos 1:50.000, publicadas pelo IBGE em formato analógico (papel), e do mapa-base em Meio Digital do Estado de Santa Catarina, em escala 1:500.000, disponibilizado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.

Os procedimentos metodológicos envolveram o escanemanto das cartas para o meio digital com posterior extração dos elementos gráficos disponíveis como o sistema viário (estradas pavimentadas, não pavimentadas e caminhos), a hidrografia (rios e outros corpos d'água superficiais), topografia (curvas de nível e pontos de cume), localidades e pontes.

Como resultado do trabalho foi gerada a base cartográfica digital para a região de cada APA (figura 15), constando dos mapas em meio digital contendo o sitema hidro-rodoviário, das localidades, das informações planialtimétricas e do Modelo Numérico do Terreno (MNT).

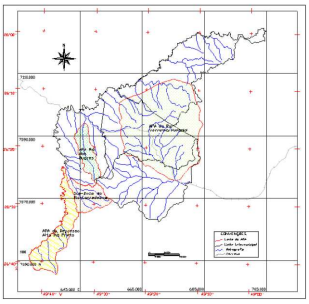


Figura 15 – APA em formato digital.
Fonte: Viecili e Pompêo, 2001.

Já Sanga-Ngoie (2003) apresenta a estruturação de uma base cartográfica em SIG através do processo de criação de bases a partir da utilização de uma composição TM do satélite LANDSAT (figura 16), e através de pontos de apoio levantados com GPS. O trabalho foi realizado na Área de Kayamba, localizado na Republica Democrática do Congo na África.

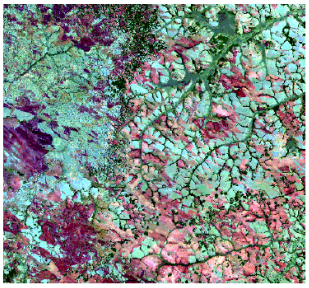


Figura 16 – Composição TM da área de Kayamba.
Fonte: Sanga-Ngoie, 2003.

A partir da classificação da imagem foram identificadas as principais feições a serem extraídas para o SIG. No primeiro momento foram extraídos os principais rios da região (figura 17) .

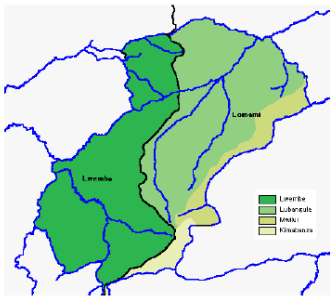


Figura 17 – Principais rios de extraídos para o SIG.
Fonte: Sanga-Ngoie, 2003.

Logo em seguida, foram identificados os limites das vilas que compõe a área (figura 18).

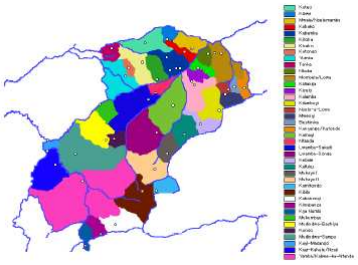


Figura 18 – Limites das vilas.
FONTE: Sanga-Ngoie, 2003.

As rodovias, trechos transitáveis, caminhos e estradas também foram convertidos para o SIG (figura 19)

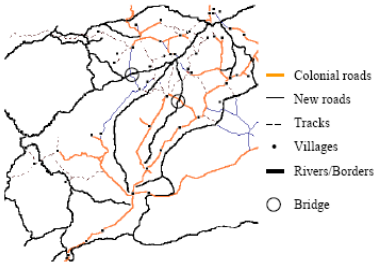


Figura 19 – Estradas de Kayamba.
Fonte: Sanga-Ngoie, 2003.

Por fim a imagem permitiu ainda a classificação do uso e ocupação do solo da região (figura 20)

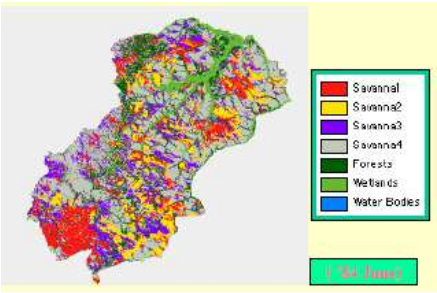


Figura 20 - Uso e ocupação do solo.
Fonte: Sanga-Ngoie, 2003.

Outra importante base cartográfica que podemos citar, e que foi construída através do processo de criação foi o que Protic e Nestorov (2005) desenvolveram para a República da Servia.

Eles utilizaram uma imagem de satélite georreferenciada para extrair as informações ambientais para o gerenciamento dos recursos naturais do país.

A imagem adquirida foi segmentada para extração de áreas semelhantes. Os pixels que continham uma resposta espectral semelhantes foram agregados respeitando um critério pré-definido de homogeneidade (figura 21)

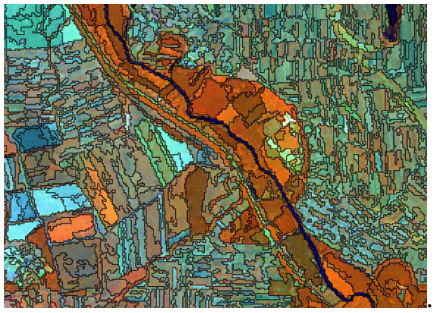


Figura 21 – Imagem segmentada.
Fonte: Protic e Nestorov (2005).

Logo em seguida foi feita uma classificação, das áreas classificadas foram selecionadas as que tinham alguma ligação com os recursos naturais. Nessa fase foram separadas o que seria vegetação e o que não seria vegetação (figura 22)

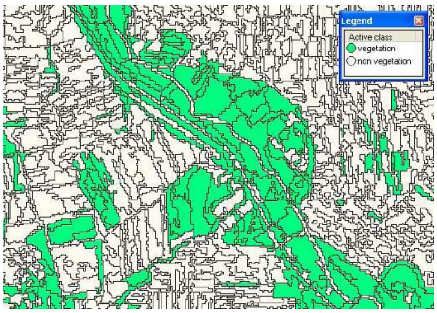


Figura 22 – Separação da vegetação.
FONTE: Protic e Nestorov (2005).

O próximo passo foi classificar o que seria vegetação em quatro diferentes tipos: o que não seria floresta, e dividir o que é floresta em três tipos (figura 23)

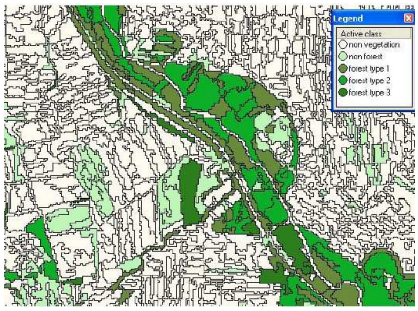


Figura 23 – Extração dos tipos de floresta.
Fonte: Protic e Nestorov (2005).

Como resultados finais Protic e Nerestorov (2005) obtiveram um banco de dados consistente com dados raster e vetoriais, associado aos seus respectivos atributos, com precisão destinada a escala de 1:100 000.

6 CONCLUSÃO

O processo de estruturação de bases cartográficas é um procedimento utilizado pelos mais diversos usuários dos SIGs.

Notou-se durante o trabalho que a qualidade de uma base cartográfica depende muito da precisão dos dados tanto nos processos de construção, quanto nos processos de criação de uma base cartográfica para SIG.

Foi observado também que a gestão dos dados através de um SGBD, proporciona maior segurança e garante a integridade e a garantia das relações entre os dados de uma Base Cartográfica disposta em um SIG

Por fim a facilidade na construção ou criação de bases cartográficas, tem proporcionado a geração de produtos satisfatórios e consistentes, fato evidenciado nos exemplos tanto para aplicações urbanas, quanto para aplicações ambientais, e que tem se solidificado para áreas extensas e também para pequenas regiões.

REFERÊNCIAS

ARONOFF, S. **Geographic Information System: a Management Perspective.** WBL Publications. Ottawa, 1989.

ASSIS, S., MATTOS, T. S. **Base de dados GIS para projetos de dutos**. *In* InfoGEO – Edição Especial Óleo e Gás, pág 38 - 42. Janeiro de 2007.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.** Clarendon Press. Oxford, 1986.

BURROUGH e McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems: Spatial**

Information Systems. Oxford University Press. Oxford, 1998.

CÂMARA, G. MEDEIROS, C. B. CASA NOVA, M. A. HEMERLY, A. MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Escola de Computação, SBC, 1996, UNICAMP, São Paulo.

CASTRO, J. H. **Processo de conversão de bases cartográficas para GIS aplicando qualificação e correção geodésica.** *In* InfoGPS|GNSS, pág 36 – 38, Ano 3, n° 17, 2007.

COWEN D.J., **GIS Versus CAD Versus DBMS: What are the Differences?** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54: 1551-1554. 1988.

HILL, L. **GIS Support in DRL.** Social Science Network and Data Services, Winter 2006, Volume 9, Issue 1. The University of Western Ontario. 2007. Disponível em < http://ssnds.uwo.ca/sscnetworkupdate/2006winter/gissupport.html> Acesso em 23 de junho de 2007.

IBGE, 2007**. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/topograficos/rest50/projeto_SP_MG_GO/pdf> . Acesso em 23 de junho de 2007.

IDOETA, I. V. **Informação espacial atualiza do território**. *In* InfoGEO – Edição Especial Óleo e Gás, pág 12. Janeiro de 2007.

JONES, C. **Geographical Information System and Computer Cartography.** Singapore (COS), 1999.

PAULINO, L. A., CARNEIRO, A. F. T. **Base de dados gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)**. Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC 98, UFSC, Florianópolis, 1998. Disponível em: <http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-Online/arquivo/cobrac98/016/016.HTM> Acesso em 08 junho de 2007.

PROTIC, D., NESTOROV, I. **Development of Digital Cartographic Database for Managing of the Environment and Natural Resources in the Republic of Serbia**. Anais do XXII Congreso Internacional de Cartografia. Coruña, Espanha, 2005. Disponível em: http://mailer.fsu.edu/~xyang/ica/documents/ICC_2005Papers/DRAGUTIN%20PROTIC.pdf Acesso em 22 de junho de 2007.

ROBINSON, A. H., MORRINSON, J. L., MUEHRCHE, P. C., KIMERLING, A. J, GUPTILL, S.C., **Elements of cartography.** John Wiley e Sons, INC. 6 th ed, 1995.

SANGA-NGOIE, K. **Digital Cartographic Database Buiding for Ecossystem Managament in Africa using GIS and Remote-Sensing**. Anais do IV Joint Workshop-Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II, Stuttgart, Germany, 2003.

SMITH, T. R, MENON, S., STAR, J. L., ESTER J. E., **Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Large Scale Geographical Information System**. International Journal of Geographical Information System, vol 1 n°1, pages 13-31, 1987.

THE KINGSTON CENTRE FOR GIS. **Degrees in Geographical Information Systems**. *In* Kingstone University London, 2007. Disponível em: <http://www.kingston.ac.uk/esg/courses/gis.htm> . Acesso em 24 de junho de 2007.

VIECILI, F. L., POMPÊO, C. A. **Elaboração de bases cartográficas em meio digital para o manejo de áreas de proteção ambiental**. In: III Encuentro de las aguas - Agua, vida y desarrollo, 2001, Santiago (Chile). Anais eletrônicos, 2001. v. único.