

Resumo

Este trabalho é o relatório final do Projeto de Pesquisa – PIBIC: Estudos sobre os Sistemas de Informação Geográfica.

Na parte inicial deste relatório temos algumas definições de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) por diversos autores. Fazemos em seguida um estudo dos conceitos básicos necessários para uma melhor compreensão de um SIG. Conceitos como, espaço geográfico, objeto geográfico, plano de informação entre outros, são conceitos iniciais indispensáveis para quem utiliza essa tecnologia.

A seguir apresentamos noções básicas dos tipos de dados usados em Geoprocessamento, como: mapa temático, mapa cadastral, redes, imagens, modelos numéricos de terreno. Citamos também alguns exemplos de aplicações típicas de Geoprocessamento.

Descrevemos o SPRING (Sistemas de Processamento de Informação Georeferenciada), suas características e objetivos; enumeramos os recursos necessários para quem deseja usar o sistema, como também explicamos uma a uma as funções da janela principal da barra de menus.

Na sequência, temos a descrição detalhada da confecção do mapa cadastral do estado da Paraíba, que é o produto final do projeto.

Índice

1 – Introdução	4
2 – Objetivos	5
3 – Metodologia	5
3.1 – O que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG)?	5
3.2 – Conceitos Gerais Sobre Sistema de Informação Geográfica	6
3.3 – Aplicações	9
3.4 – Estrutura Geral de um SIG	9
3.5 – Análise Espacial	11
3.6 – Tipos de Dados em Geoprocessamento	12
3.6.1 – Mapa Temático	12
3.6.2 – Mapas Cadastrais	13
3.6.3 – Redes	14
3.6.4 – Imagens	15
3.6.5 – Modelos Numéricos de Terreno	16
3.7 – Visão Geral do Processo de Modelagem	17
3.8 – Aplicações Típicas de Geoprocessamento	18
3.9 – O que é SPRING?	18
4 – Implementação prática de um Mapa Cadastral	22
4.1. – Obtenção dos dados.....	23
4.1.1 – Digitalização de um mapa político.....	23
4.1.2 – Edição e conserto.....	25
4.1.3 – Consulta ao IBGE.....	26
4.2 – Utilização do SPRING.....	26
4.2.1 – Criação de um Banco de Dados.....	27
4.2.2 – Criação de um Projeto.....	28
4.2.3 – Criação da categoria cadastral e objeto.....	28

4.2.4 – Definição dos atributos da categoria objeto.....	29
4.2.5 – Importação do mapa.....	30
4.2.6 – Identificação de polígonos.....	31
4.2.7 – Inserção de dados.....	33
4.2.8 – Verificação e edição dos dados.....	34
5 – Conclusões.....	35
– Glossário.....	36
– Bibliografia	37
– Anexos	38

1 - Introdução

Em 1854 em Londres, Inglaterra, uma epidemia de cólera assolava a cidade. Na época a forma de contaminação da cólera era desconhecida. Quando já haviam falecido mais de 500 pessoas em função da doença, o doutor John Snow teve a idéia de colocar sobre um mapa da cidade a localização dos doentes e dos poços de água da cidade (naquele tempo, essa era a principal fonte de água dos habitantes da cidade). O mapa obtido revelou uma forte correlação entre o local de residência dos doentes e os poços de água. Essa foi, possivelmente, a primeira utilização prática de informação geo-referenciada.

Atualmente, os Sistemas de Informação Geográfica são ferramentas computacionais que permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e indexando-os espacialmente (Smith et al., 1987).

Os tipos de dados são referenciados geograficamente associados à imagens ou mapas para compor planos de informação. Cada plano individualmente pode registrar espacialmente informações sobre uma variável; por exemplo: o número de habitantes das cidades, curvas de altitude, índices de produção agrícola, mapas de vegetação, etc. A própria imagem ou mapa passa a ser um plano de informação. Esses verdadeiros “bancos de dados estatísticos” podem compor espacialmente “gráficos” multi-dimensionais que não poderiam ser compostos de outra maneira. Possibilitam ainda estudos com complexidade bem maior, como o acompanhamento de infra-estrutura urbana (luz, saneamento básico e telefonia), monitoramento do crescimento de cidades, estudos de áreas alagáveis, cobertura vegetal, fluxos migratórios de populações, etc.

Pela sua grande valia para estudos estatísticos, mas não somente por isso, os Sistemas de Informação Geográfica (ou simplesmente SIG) vem ganhando espaço. O maior problema para a aplicação desse tipo de sistema era o elevado custo dos “softwares”. Recentemente, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – desenvolveu com tecnologia nacional um sistema denominado SPRING. Esse sistema é de domínio público (ou seja, pode ser “baixado” pela Internet), resolvendo o problema de custos. Porém, até a poucos meses, esse sistema era suportado apenas por plataformas UNIX. Com o advento de uma versão para as plataformas Windows, a tendência é a sua rápida popularização e um grande aumento dos estudos no país, envolvendo essa tecnologia.

Esse projeto implementa um mapa cadastral da Paraíba contendo o seguinte plano de informação: mapa dos municípios, população das cidades, escolaridade média e renda per-capita. Por mapa cadastral, entende-se a associação de atributos não gráficos – os dados – a um atributo gráfico – um mapa do estado da Paraíba (Câmara e Medeiros, 1996).

2 - Objetivos

O objetivo principal deste projeto é criar e difundir uma cultura do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Futuramente, um sistema desse tipo, bem estruturado, poderá auxiliar pesquisas sobre o estado da Paraíba por pesquisadores da própria Paraíba, como de outros estados e até mesmo de outros países.

Para atingir esse objetivo estudamos um SIG e utilizamos na confecção de um protótipo de banco de dados da Paraíba utilizando dados do último Censo Brasileiro, criando um mapa cadastral. Os objetivos previstos foram plenamente atingidos, a menos da disponibilização do Banco de Dados na Internet, o que deverá ser efetuado brevemente.

3 - Metodologia

Os tópicos estudados foram os seguintes: Conceitos gerais sobre Sistemas de Informação Geográfica e Aplicações. Estrutura geral de um SIG; análise espacial; tipos de dados em Geoprocessamento (Mapas temáticos e cadastrais, Redes, Imagens e Modelos numéricos de terreno); Visão geral do Processo de Modelagem; Aplicações típicas de Geoprocessamento; O que é SPRING? e Implementação prática de um mapa cadastral.

Cada um desses tópicos será detalhado nas sub-seções seguintes, a exceção do tópico de Implementação que será detalhado na seção 4.

3.1 - O que é um sistema de Informação Geográfica (SIG) ?

Não existe uma definição formal da ferramenta SIG. Diversos autores definiram, cada um à sua maneira, essa tecnologia. Nós temos a seguir algumas definições de Sistemas de Informação Geográfica.

“Um banco de dados indexado espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder à consultas sobre entidades espaciais” (Smith et al., 1987);

“Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (Burrough, 1986);

“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georeferenciados” (Aronoff, 1989);

“Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (Cowen, 1988).

Estas definições de SIG refletem, cada uma à sua maneira a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia.

3.2 - Conceitos Gerais Sobre Sistemas de Informação Geográfica

Para se entender e utilizar o Sistema de Informação Geográfica é necessário que se conheça a definição de conceitos básicos que são utilizados por quem normalmente utiliza essa tecnologia. Os dois conceitos iniciais são os conceitos de *espaço geográfico* e *informação espacial*.

De forma intuitiva, pode-se definir o termo **espaço geográfico** como uma coleção de localizações na superfície da Terra onde ocorrem os fenômenos geográficos. O espaço geográfico define-se portanto, em função de suas coordenadas, sua altitude e sua posição relativa. Sendo um espaço localizável, o espaço geográfico é possível de ser cartografado (Dolfus, 1991).

O **espaço geográfico** se compõe de entidades distintas e identificáveis, os **objetos geográficos**, que possuem propriedades como localização no espaço e relações com outros objetos. Vamos citar exemplos simples para facilitar o entendimento desses conceitos.

Consideremos primeiramente uma pequena cidade do estado que possui sempre componentes urbanos como, praça, escola, Igreja, posto médico, rua principal, etc. Esses componentes são bons exemplos de objetos-geográficos. E de cada objeto-geográfico desses podemos fazer descrições de suas características. Como no caso da escola, o tamanho, a quantidade de alunos, número de funcionários, quantidade de merenda consumida no mês, etc.

Num outro exemplo, temos uma região dotada de componentes espaciais, como uma bacia hidrográfica, montanhas, um delta de rio, plantações, etc. Todos esses componentes são objetos-geográficos que pertencem a um espaço geográfico e que possuem, cada um, uma descrição geográfica própria.

Sendo assim, o espaço geográfico e seus componentes, os objetos geográficos, possuem uma descrição geográfica que incluem desde informações sobre relevo e clima, à informações sobre demografia ou economia. Dessa forma podemos dizer que **informação espacial** ou **descrição geográfica** é tudo o que se pode dizer de um espaço geográfico e está condicionada à existência, às localizações e às relações (de vizinhança, proximidade, distância) dos objetos geográficos.

Agora que já temos noção de alguns conceitos utilizados no SIG, podemos começar a falar sobre ele.

Os Sistemas de Informação Geográfica são ferramentas computacionais que auxiliam o Geoprocessamento no tratamento da informação geográfica. Com o SIG é possível armazenar numa única base de dados diferentes informações sobre determinado espaço geográfico. Essas informações poderão estar à nossa disposição sob as mais diversas formas (mapas, imagens, gráficos, tabelas, etc.) nos bancos de dados geográficos.

Os bancos de dados do SIG são divididos em partes denominadas projetos. Cada projeto, por sua vez, é usualmente composto por níveis, camadas ou planos de informação (PI's) que variam em número, tipos de formatos e de temas.

Plano de Informação são conjuntos de dados geográficos de uma determinada região. Representam uma dada região geográfica com informações contidas sobre um tema específico. Como exemplo, podemos ter os planos de informação de vegetação, da classificação climática, das formas de relevo, de Geologia, da rede de drenagem de uma determinada área. O cruzamento das informações existentes nesses PI's pode gerar mapas da integração desses dados como um produto final.

Outros planos de informação podem ser temas como redes de drenagem, rodovias, ferrovias, altimetria, geomorfologia, cobertura vegetal, etc. Podemos ter um mapa da melhor área para construção de estradas com o cruzamento e análise dos PI's de relevo, geologia e de rede de drenagem de uma região como um exemplo prático do uso desses conjuntos de informações.

Os PI's quando superpostos vão formar a cartografia básica da região de estudo. Cada um deles representa a mesma área, porém, contendo informações geográficas diferentes, como mostra a figura 1.

Um banco de dados geográficos é composto por conjuntos de planos de informação, um conjunto de geo-objetos e as suas descrições espaciais (os atributos).

Tome-se, por exemplo, um banco de dados pertencente ao Projeto de Sistematização das Informações Sobre Recursos Naturais do Estado do Amapá, que possui os seguintes planos de informação: divisão política, rede de drenagem, bacias hidrográficas, geologia, formas de relevo, pedologia, vegetação, classificação climática, estradas.

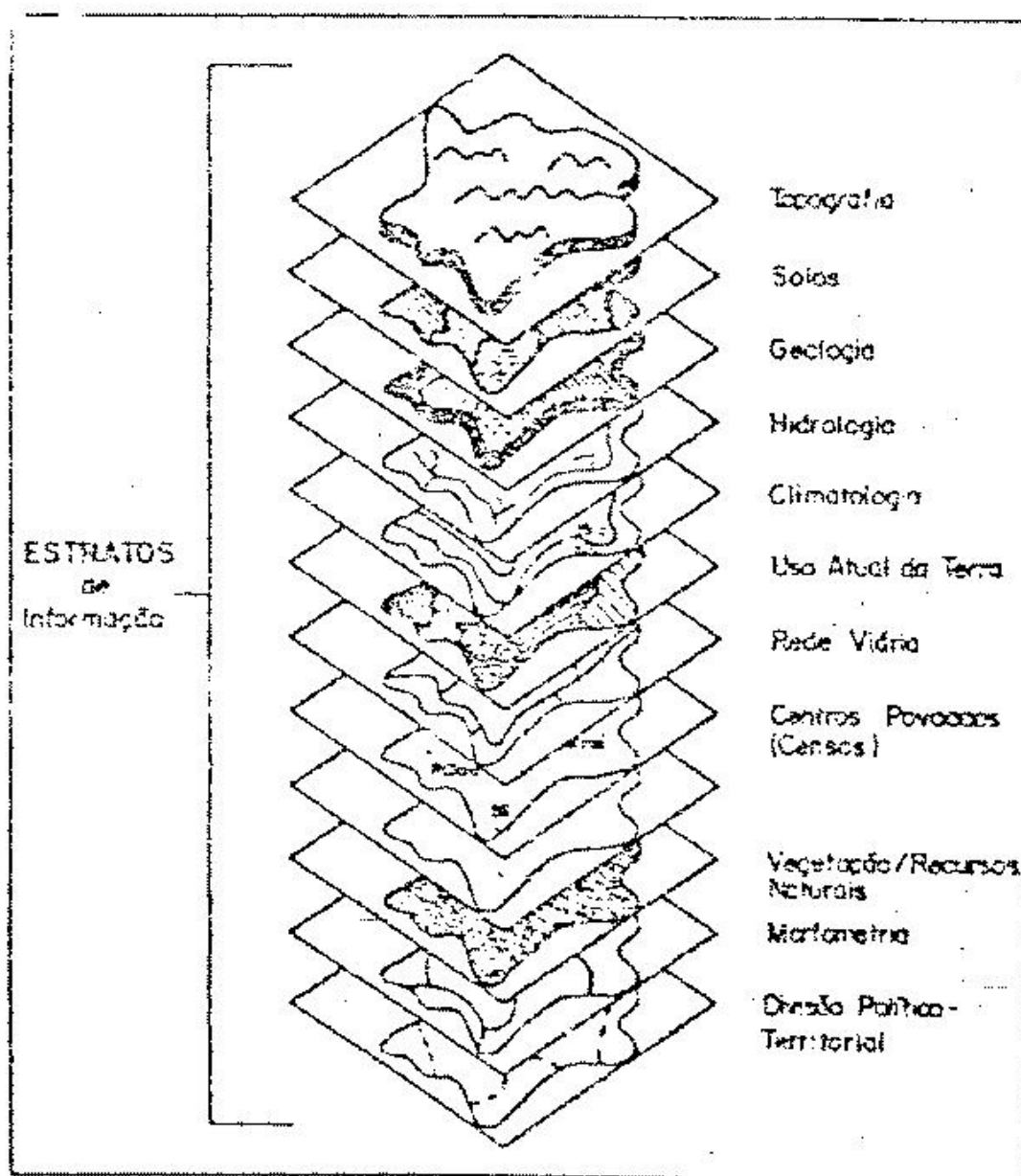


Figura 1 - Planos de informação.

Há no SIG, a possibilidade de armazenamento da geometria dos objetos geográficos e de seus atributos (informações), o que torna mais eficiente a análise e o tratamento dos dados para a solução de problemas. Como "analisar uma situação é, primeiro, levantar ou

examinar cartas dos diferentes fenômenos que ali interferem” (Lacoste, 1993:227), o SIG torna mais eficiente a análise e o tratamento dos dados. Pois a totalidade desses dados pode ser analisada em conjunto, ou por temas específicos, de acordo com a necessidade do usuário.

Além da possibilidade de realização da combinação de vários temas diferentes, gerando novos planos de informação, é possível também realizar simulações para previsão das consequências de determinada ação. Nessas simulações pode-se gerar de forma ágil, poupando todo tempo gasto com desenho, imagens tridimensionais do que será a área, por exemplo, de uma represa depois de inundada.

3.3 - Aplicações

Os Sistemas de Informação Geográfica possuem um amplo campo de aplicação, que inclui temas como agricultura, reforma agrária, análise eleitoral, florestas, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia).

Existem três maneiras básicas de se utilizar um SIG :

- como ferramentas para a produção de mapas;
- como suporte para a análise espacial de fenômenos;
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

3.4 - Estrutura Geral de um SIG

A estrutura de um SIG possui alguns componentes que se relacionam de forma hierárquica, para realizar o gerenciamento das informações armazenadas. Esses componentes são:

Nível 1 - Interface com o usuário;

Nível 2 - Entrada e integração de dados;

- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;

Nível 3 - Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

No primeiro nível, o mais próximo do usuário, a interface homem máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, está um sistema de gerência de banco de dados geográficos que oferece armazenamento e recuperação de dados espaciais e seus atributos. A seleção dos dados geográficos é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados. A figura 2 indica a hierarquia dos principais componentes de um SIG.

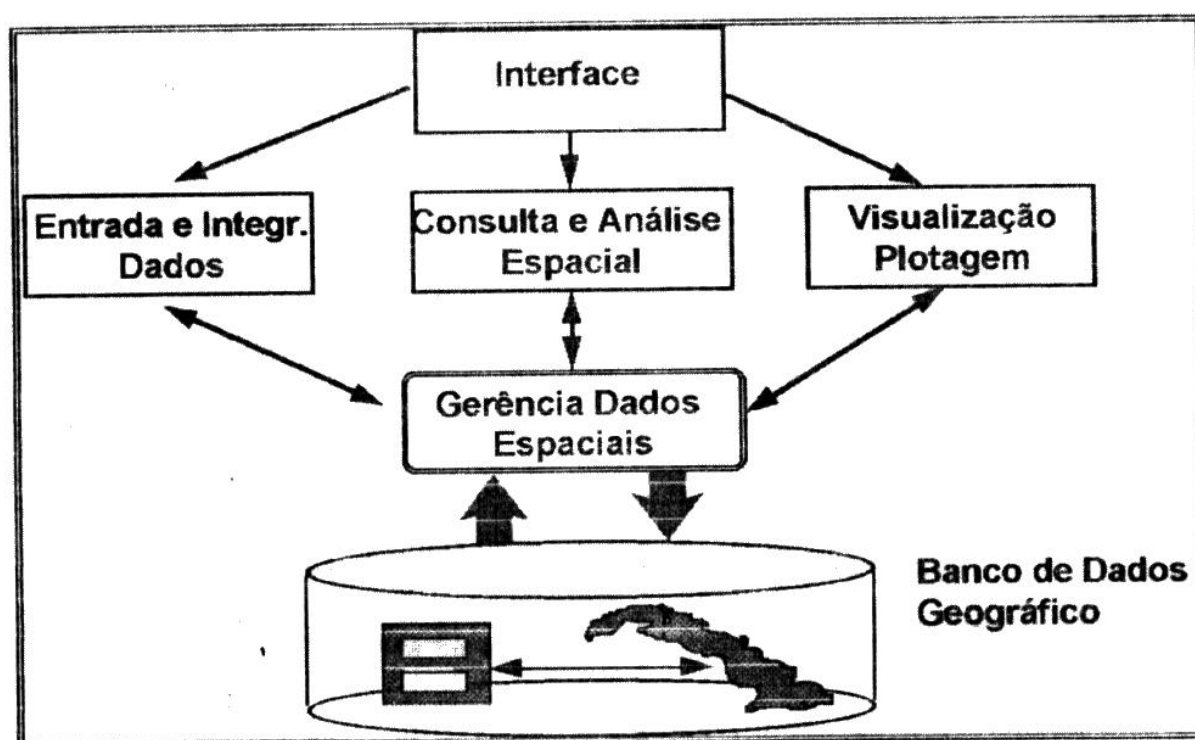


Figura 2 - Hierarquia dos componentes de um SIG.

Exemplos de modos de seleção e recuperação de dados:

“Recupere os dados relativos à carta de Guajará-Mirim” (restrição por definição de região de interesse);

“Recupere as cidades do Estado de São Paulo com população entre 100.000 e 500.000 habitantes” (consulta por informação espacial);

“Mostre os postos de saúde num raio de 5Km do Hospital Municipal de São José dos Campos.” (consulta com restrições espaciais).

3.5 - A Análise Espacial

A análise é o “exame de cada parte de um todo, para conhecer sua natureza, suas proporções, suas funções, suas relações, etc.” (Ferreira, 1988:40)

A análise espacial é uma ação complexa, que envolve diversas especialidades, pois “seja qual for a natureza dos fenômenos analisados o pesquisador adota o mesmo procedimento a fim de decompor o seu domínio em conjuntos cuja fisionomia e cujas funções sejam homogêneas; ele os delimita e observa suas articulações e suas interferências” (Dolfus, 1973:32)

O SIG torna mais rápida a solução de problemas de análise, pois fornece ferramentas para a observação de fenômenos geográficos. Como vimos, a análise é a decomposição de um todo em partes. E, como os bancos de dados de um SIG são formados basicamente de um conjunto de planos de informação (partes) de um determinado espaço, essa ferramenta se enquadra perfeitamente para uso em análises.

A solução de problemas de análise torna-se mais eficiente com o uso dessa tecnologia, pois além da observação dos fenômenos é possível também verificar suas evoluções espacial e temporal, além da possibilidade de interrelações entre fenômenos de naturezas distintas. A flexibilidade da manipulação da informação espacial permite que o analista tenha uma visão mais clara do problema em seu aspecto geral.

Aqui estão relacionados alguns exemplos de análises possíveis de serem executadas com o auxílio do SIG:

- cruzamento de informações de tipo de solo, declividade e clima de uma determinada área para a determinação dos riscos de erosão;

- cadastro de espécies vegetais e animais, incluindo habitats, para a demarcação e fiscalização de áreas protegidas;
- controle de áreas de risco, avaliação de impactos ambientais;
- simulação da localização de escolas, postos de saúde, reservatórios de água, visando identificar o grau de utilização dos recursos de acordo com a população próxima, permitindo uma melhor utilização de cada unidade a ser construída;
- em infra-estrutura urbana, destaca-se o controle das redes, como esgoto, comunicação, energia, tráfego, água e gás, determinando quais as partes de uma rede será afetada devido a um problema ocorrido em determinado trecho.

3.6 - Tipos de Dados em Geoprocessamento

Os SIG's compõem-se basicamente de agrupamentos de informações que podem ser inseridas no computador através de diversos tipos de dados. Como exemplo desses dados temos os mapas temáticos, mapas cadastrais, redes, imagens de sensoriamento remoto e modelos numéricos de terreno.

3.6.1 - Mapas Temáticos

Mapas são o resultado da arte de transformar a superfície curva da Terra sobre uma outra plana, o papel, para representar os mais variados fenômenos geográficos desta mesma superfície, a fim de atender a um grupo amplo e diversificado. (Duarte, 1991:15)

Mapa temático, por sua vez, representa sobre uma base, geralmente topográfica, informações quantitativas e qualitativas de assuntos restritos, visando atender às necessidades de um grupo específico ou especial. (Duarte, 1991:23)

Na formação da base de dados um dos fatores que torna possível o bom desempenho do sistema é a compatibilização entre os planos de informação, de forma que eles sejam comparáveis. Por exemplo, o cuidado na escolha das escalas dos mapas a serem utilizados. A escala deve ser a mesma para todos os mapas.

3.6.2 - Mapas Cadastrais

“Um mapa cadastral distingue-se de um mapa temático, pois cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas” (NET GIS, 1998)

Como exemplo de um mapa cadastral, num mapa de uma cidade, os lotes de um certo bairro são elementos do espaço geográfico que possuem atributos como: dono, localização, valor venal, IPTU devido, etc. Como mostra a figura 3.

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados, neste caso, armazena esses atributos convencionais dos objetos geográficos na forma de tabelas e arquivos que estarão disponíveis à manipulação dos usuários para busca, recuperação e análise

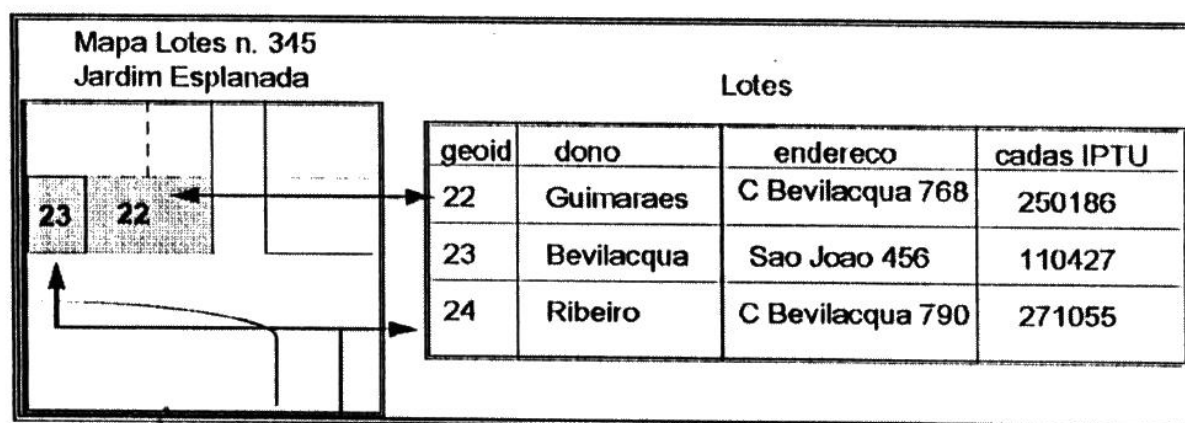


Figura 3 - Concepção de um mapa cadastral.

Num outro exemplo, podemos citar um cadastro urbano com componentes urbanos como lotes, escolas, hospitais, fábricas, universidades, que são armazenados e representados em conjunto. Cada componente urbano desse possui especializações que podem ser mapeadas e acrescidas, dependendo do interesse do usuário. No caso dos hospitais, por exemplo, podemos classificá-los em hospital público e hospital particular.

A figura 4 ilustra um exemplo de um cadastro urbano.

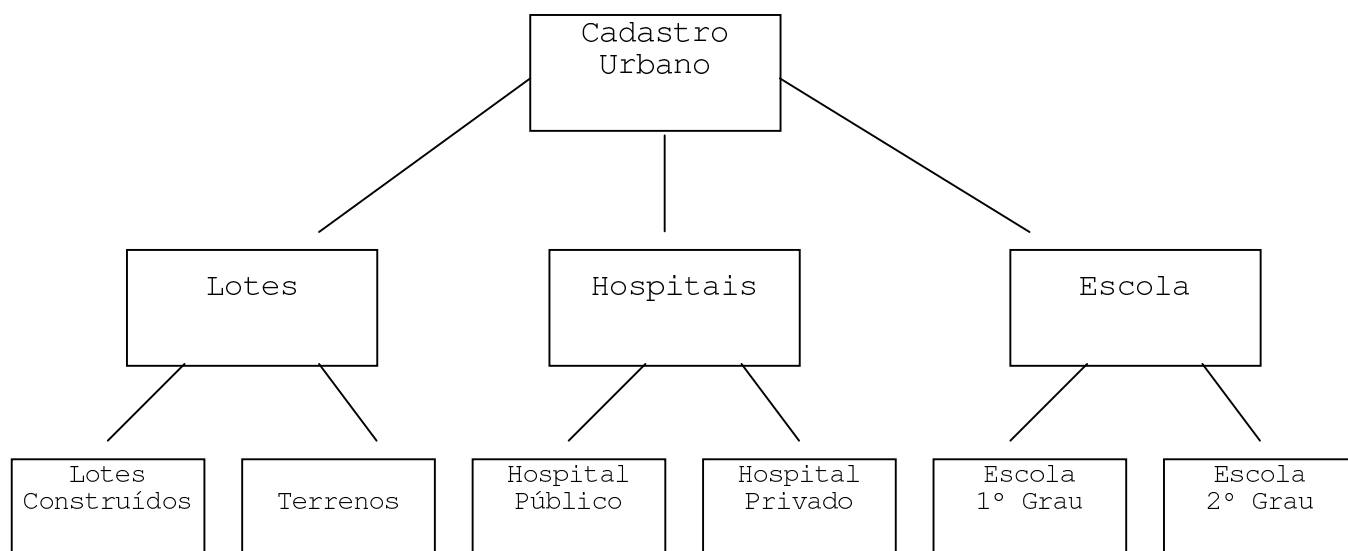


Figura 4- Hierarquia de um cadastro urbano

3.6.3 - Redes

Antes de falarmos de redes, vamos entender um pouco de uma representação gráfica denominada **topologia arco-nó**. A melhor maneira de se entender este termo é fazer uma analogia com a estrutura de uma rede de distribuição elétrica. Uma rede elétrica possui diversos componentes interligados, como: sub-estação, chaves, postes, transformadores, consumidor final, etc. As linhas de transmissão serão representadas topologicamente como os arcos de um grafo orientado, como nos mostra a figura 5. Seus nós serão representados pelas sub-estações, pelos transformadores, ou pelo consumidor final (hospital). Todas as informações ou descrições estão concentradas em seus nós.

Outro exemplo que pode ilustrar bem a topologia arco-nó, é uma malha viária, com estradas federais e estaduais ligando cidades. Neste caso as cidades seriam os nós e as estradas os arcos do grafo orientado.

Redes são estruturas lineares, que possuem geo-objetos de naturezas diferentes associados em forma de malha, com informações que incluem, o sentido do fluxo e recursos que fluem entre objetos distintos, disponíveis em mapas cadastrais. É um tipo de mapa que possui uma topologia arco nó, ou seja, possui uma geometria semelhante a uma rede linear conectada, onde o nó pode ser definido como o ponto de interseção entre duas ou mais linhas

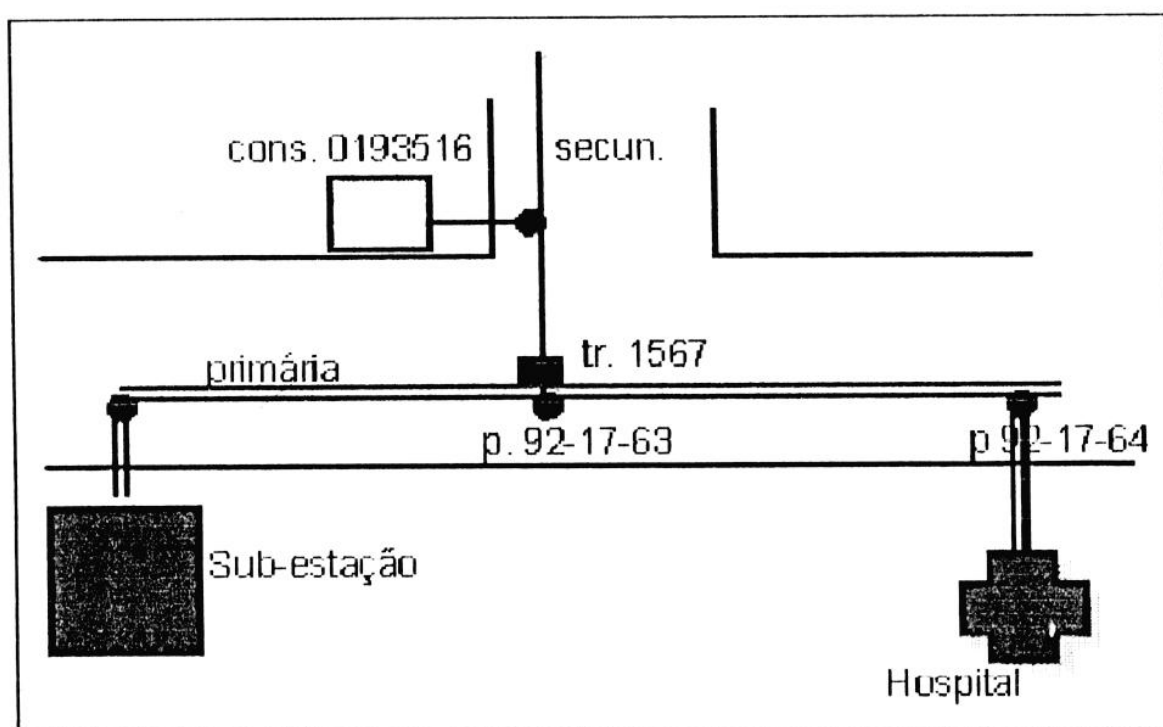


Figura 5 - Estrutura de uma Rede.

3.6.4 - Imagens

As imagens são obtidas por satélites, fotografias aéreas ou “scanners” aerotransportados e representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado “pixel”) tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente.

Cada valor desse é representado na imagem pela variação dos níveis de cinza apresentados. Esses níveis de cinza são a representação visual da radiação própria emitida por cada elemento presente na superfície terrestre. As imagens são fontes atualizadas de informação para a produção de novos mapas.

3.6.5 - Modelos Numéricos de Terreno

Os Modelos Numéricos de Terreno (MNT) reproduzem a superfície real, descrevendo de maneira semelhante a sua contínua variação. São comumente associados à altimetria, mas também podem ter outros usos, como modelagem de grandezas geoquímicas como o teor de minerais, ou propriedades do solo como o teor de matéria orgânica, a acidez ou a condutividade elétrica. Cada ponto da superfície possui um valor que será representado, como vemos na figura 6:

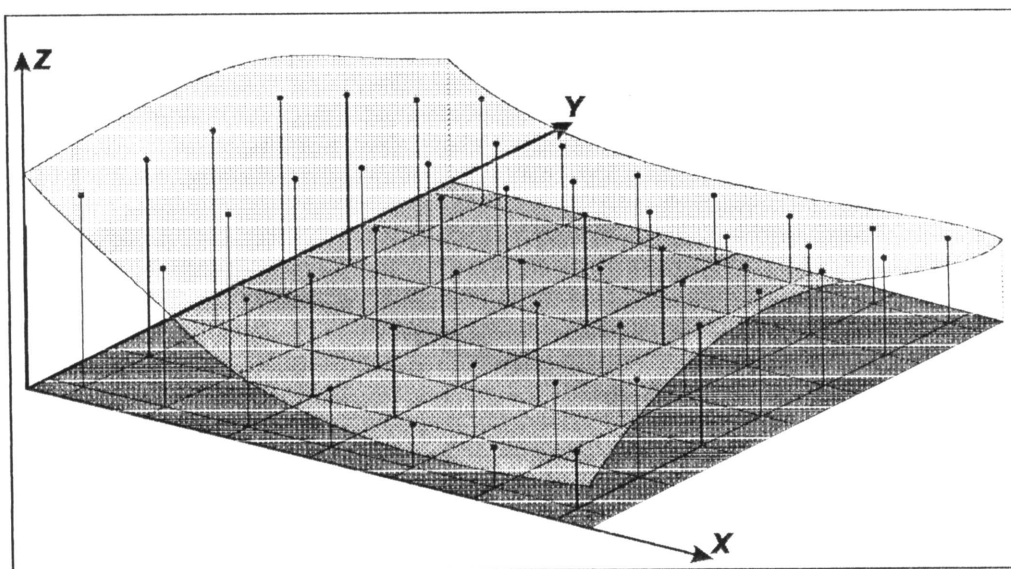


Figura 6 – Representação de uma superfície em três dimensões.

De acordo com Petinati (1983), a criação do modelo matemático de uma superfície, consiste no agrupamento de amostras (x,y,z) que descrevem a superfície real, de maneira que todo o conjunto simule de modo ideal o comportamento da superfície original.

Entre os usos de Modelos Numéricos de Terreno, pode-se citar (Burrough, 1986):

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- Análises de corte-aterro para projetos de estradas e barragens;
- Cômputo de mapas de declividade e exposição para apoio à análises de geomorfologia e erodibilidade;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- Apresentação tridimensional de combinações de variáveis;

3.7 - Visão Geral do Processo de Modelagem

O Processo de Modelagem é a forma que se dispõe para traduzir o mundo real numa linguagem compreensível ao computador. Uma das abordagens mais úteis para este problema, chamado “paradigma dos quatro universos” (Gomes e Velho, 1995), distingue:

- 1 - o universo do ***mundo real***;
- 2 - o universo ***conceitual*** (ou matemático);
- 3 - o universo de ***representação***;
- 4 - o universo de ***implementação***.

Universo do mundo real, inclui-se as entidades e os fenômenos do mundo real a serem modelados e representados no sistema (tipos de solo, cadastro urbano e rural, dados geofísicos e topográficos)

O universo conceitual inclui uma definição matemática das entidades a serem incluídas no modelo. É nesse universo que os dados temáticos e cadastrais, modelos numéricos de terreno, dados de sensoriamento remoto são transformados em dados numéricos e códigos. O universo conceitual diz respeito ao programa do computador.

O universo de representação é onde as diversas entidades são mapeadas e associadas à representações geométricas.

O universo de implementação é onde as estruturas de dados são escolhidas, baseado no desempenho e capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. Este nível é mais familiar ao programador, é onde ocorre a codificação.

3.8 - Aplicações Típicas de Geoprocessamento

A tabela 1 ilustra algumas aplicações de Geoprocessamento, suas escalas, os tipos de dados utilizados nessas aplicações, bem como as operações que podem ser realizadas. No nosso caso, fizemos um cadastro dos municípios da Paraíba e a escala utilizada foi a de 1:100.000.

Tabela 1 – Aplicações típicas de Geoprocessamento, por escala, tipos de dados e operações.

Aplicação	Escalas típicas	Tipos de dados	Operações
Floresta	1:100.000 a 1:500.000	Dados temáticos, Sens. Remoto, Cadastro rural	Classif. Imagens, Consulta espacial
Agricultura	1:25.000 a 1:250.000	Dados temáticos, Sens. Remoto	Análise espacial, Declividade
Geologia	1:100.000 a 1:2.500.000	MTN, Imagens, Dados temáticos	Transf. IHS, Vizualiz. 3D
Redes	1:1.000 a 1:10.000	Redes lineares (topologia)	Consulta espacial, Cálculos dedicados
Estudos Urbanos	1:1.000 a 1:25.000	Redes, Cadastro urbano	Consulta espacial

Fonte: Adaptado de Câmara e Medeiros (1996).

3.9 - O que é SPRING?

O Sistema de Processamento de informações Georeferenciadas - SPRING - é um banco de dados geográficos para ambientes UNIX e WINDOWS.

SPRING é um sistema SIG desenvolvido no Brasil e de utilização gratuita. Pode ser obtido pelo seguinte endereço na Internet: <http://www.dpi.inpe.br/spring>

O SPRING é baseado num modelo de dados orientados a objetos, do qual são derivadas sua interface de menus e a linguagem espacial LEGAL.

Sua interface é interativa e amigável, além de textos escritos em português que facilita extremamente a utilização e suporte do usuário. Ele suporta grande volume de dados, mantendo a identidade dos objetos ao longo de todo banco. Como também realiza a integração de dados de sensoriamento remoto num SIG e garante o desempenho adequado para as mais variadas aplicações. O SPRING é capaz de trabalhar com os modelos de dados

descritos anteriormente e, para esse trabalho, nos interessou especialmente o tipo “mapa cadastral”.

No módulo do SPRING - figura 7 - estão disponíveis as funções relacionadas à criação, manipulação de consulta ao banco de dados, funções de entrada de dados, processamento digital de imagens, modelagem numérica de terreno e análise geográfica de dados.

As funções da janela principal na barra de menus do SPRING estão divididas em *Arquivo*, *Editar*, *Exibir*, *Imagem*, *Temático*, *MNT*, *Cadastral*, *Rede*, *Objetos*, *Executar* e *Utilitários*. Para cada opção há um menu (janela de diálogo) associado com as operações específicas.



Figura 7- O sistema SPRING em ambiente UNIX/LINUX

- Na opção *Arquivo*, relacionam-se todas as atividades referentes à manipulação de banco de dados, projetos e esquema conceitual de um banco. Além da importação e exportação de dados de outros formatos e “softwares”.

- A opção *Editar* proporciona ao usuário definir os planos de informações de um projeto específico. A entrada de dados via mesa digitalizadora ou mouse é no item *Vetores*. Toda conversão interna de dados entre projetos, isto é, a troca de dados entre planos de informações é realizada no item *Mosaico*.

- A opção *Exibir* permite o usuário exibir ou não o painel de controle. Neste painel só são apresentadas as categorias as quais existe pelo menos um plano de informação associado, isto é, somente os dados do projeto ativo.

- A opção *Imagem* apresenta funções exclusivas de processamento de imagens, como realce de contraste, filtragem de imagens, operações aritméticas, classificação, segmentação, leitura de pixel e permite ainda processamentos específicos para imagens de radar.

- Na opção *MNT* (numérico), encontram-se funções para modelagem numérica do terreno, tais como: geração de grade regular e triangular, geração de imagem, cálculo de declividade, perfil, volume e visualização 3D.

- Na opção *Utilitários*, encontram-se operações de calibrar mesa, medidas e imprimir dados.

A motivação básica para o desenvolvimento do SPRING baseia-se em duas premissas: *integração de dados e facilidade de uso*. No primeiro caso, constatamos que a complexidade dos problemas ambientais do Brasil requer uma forte capacidade de integração de dados entre imagem de satélite, mapas temáticos e cadastrais e modelos numéricos de terreno.

Podemos citar alguns dos objetivos do sistema SPRING:

- Dar suporte a um banco de dados geográfico de grande porte, sem estar limitado pelo recorte de projeções cartográficas. A identidade dos objetos é mantida em todo o banco de dados.

- Aprimorar a integração de dados geográficos com a introdução explícita do conceito de objetos geográficos (entidades individuais), de mapas cadastrais e mapas de redes.

- Obter completa escalabilidade, isto é, o sistema deve ser capaz de operar com funcionalidade plena tanto em PC's rodando Windows 95 ou em NT como em estações de trabalho UNIX de alto desempenho.

- Prove uma interface que combine aplicações comandadas por menus e uma linguagem de consulta e manipulação espacial.

Baseado nessas características o SPRING tem se mostrado uma opção altamente atrativa na área de Geoprocessamento, pois passa a ser considerado um "software" de domínio público, podendo ser adquirido pela Internet.

O que precisa para rodar o SPRING

Essas são as exigências mínimas de "software" e "hardware" para que você execute o produto SPRING:

Plataforma PC

Como "software" o SPRING requer:

- Windows 95 ou NT
- Linux versão 2.0

A plataforma mínima de "hardware" deve ser:

- Microcomputador IBM/PC Pentium 100 Mhz ou superior
- Memória RAM de 16 Mbytes (recomendado 32 MB)
- Disco rígido de 1 Gbytes
- Monitor de vídeo colorido SVGA, 14" NI, dp 0.28 mm
- Drive de 3 1/2", 1.44 Mbytes.
- Unidade de CD-ROM.

Estações Risc-Unix

O SPRING-2.0 foi testado com os seguintes equipamentos:

- Estações SUN de arquitetura SPARC utilizando sistema operacional Solaris 2.4 ou posterior.
- Estações IBM RISC/6000, com sistema operacional AIX 3.2.5.
- Estações Silicon Graphics, series IRIS 4D, com sistema IRIX 4.0.
- Estações Hewlett-Packard, series HP-700, com sistema HP-UX 9.0.
- Estações DEC-ALPHA, com sistema OSF/1 versão 3.2.

Para operação, o SPRING necessita de equipamentos com no mínimo 32 Mbytes de memória principal. A instalação mínima do SPRING, requer 50 Mbytes de espaço em disco. Recomenda-se reservar pelo menos 500 Mbytes para poder comportar os bancos de dados a serem criados pelo usuário.

O SPRING conta com alguns procedimentos para a instalação do sistema. A instalação pode ser feita através de fitas magnéticas ou pela Internet. Para instalar siga os passos indicados no Manual de Instalação e Configuração ou na home-page em <http://www.dpi.inpe.br/spring>.

Periféricos

Periféricos como mesa digitalizadora, traçadores gráficos compatíveis com HPGL e impressoras coloridas compatíveis com Postscript também são suportados e podem ser interligados no sistema.

Os modelos de mesa digitalizadora em que o SPRING foi testado foram:

- Digigraf (Vangogh, Davinci);
- Digicon 3624;
- Calcomp – Drawing Board III;
- Kurta – XLC36x48
- Summagraphics – Summagrid III e IV

4 - Implementação prática de um mapa cadastral

Depois de todo o estudo conceitual de SIG, descrito até agora, feito através de leitura de bibliografia, discussões, seminários, etc., implementamos o banco de dados proposto no projeto.

O banco de dados que criamos é composto de um plano de informação contendo o mapa do estado da Paraíba com sua divisão política. Onde, cada polígono do mapa representa um município. Um identificador geográfico associa a cada polígono uma tabela contendo os atributos (informações) próprios de cada município paraibano. Estas tabelas foram preenchidas com os dados do Censo Brasileiro de 1991 (www.ibge.gov.br) e as variáveis (os atributos) que utilizamos foram: população, renda e escolaridade.

No projeto estava proposto inicialmente, a Renda Média e a Escolaridade Média dos municípios, porém a riqueza do Banco de Dados do Censo Brasileiro de 1991, disponibilizado pelo IBGE na Internet possibilitou que optássemos por faixas de renda, escolaridade por grau. Esses dados tornam o Banco de Dados ainda mais útil para futuras consultas.

4.1 - Obtenção dos dados

Dados são elementos ou quantidades conhecidas que servem de base para a resolução de um problema (Ferreira, 1988:194).

Os elementos ou quantidades de uma determinada porção do espaço podem ser analisados separadamente ou pode-se fazer interrelações entre eles. Depois de analisados e tratados, vistos e revistos sob as mais diversas formas, gerarão resultados ou conclusões que formarão o conjunto de informações de uma determinada área.

Um dado geográfico no SIG é sempre georeferenciado. Possuindo uma localização geográfica, que será indicada pelas coordenadas do espaço geográfico. E, possui também atributos descritivos, que podem ser inseridos no Banco de Dados. Esses atributos podem ser qualquer tipo de informação, quantitativa ou qualitativa, que se pode obter do elemento geográfico observado.

4.1.1 - Digitalização de um mapa político

O *software* utilizado para a digitalização do mapa político foi o AutoCAD, na versão 12. Este *software*, além de outras indicações, serve para nos auxiliar na confecção de mapas. A seguir faremos uma descrição dos procedimentos que realizamos para efetuar a digitalização:

Após iniciar o AutoCAD, o usuário deverá criar um arquivo:

[File] [New]

Escolher as unidades de precisão (ver figura 8), procedendo da seguinte forma:

[Setting]
[Unit control]
[Decimal]
[Decimal Degree]
[Direction Control]
[East]
[Counter Clockwise]
[Ok] [Ok]

Para iniciar a digitalização o primeiro passo é calibrar a mesa digitalizadora para que ela reconheça as coordenadas. Fixe o mapa sobre a mesa e digite o comando:

(Tablet) [Enter]

(Cal) [Enter]

[Enter]

(para confirmar)

Observando a área de desenho do AutoCad, vê-se no lado esquerdo inferior da tela, um gráfico de coordenadas cartesianas, formado por linhas perpendiculares chamadas de eixos das coordenadas. O eixo horizontal é chamado eixo X e o vertical eixo Y. A origem (0,0) desse sistema de coordenadas cartesianas está localizada no canto inferior esquerdo da tela de desenho.

Continuando com a calibração da mesa, devemos estabelecer primeiramente, um ponto (ponto 1), clicando com o botão 1 do mouse da mesa, sobre o mapa, próximo ao ponto de origem da coordenada. Digita-se, em seguida, os valores das coordenadas desse ponto no espaço existente na parte inferior da tela, separando os valores com vírgula e finalizando com [Enter]. Depois, temos que definir o segundo ponto (ponto 2), levando o mouse para cima no sentido diagonal do mapa e clicando com o botão 1 do mouse da mesa. Digitando, em seguida, os valores das coordenadas desse ponto, separando os valores com vírgula e depois finalizamos com o comando [Enter].



Figura 8 - O Sistema AutoCAD, versão 12

Depois de calibrada a mesa, temos que delimitar a área de desenho, clicando novamente próximo aos pontos X e Y marcados anteriormente, em seguida digitando:

(Limits) [Enter]

Para começar a digitalização propriamente dita, devemos dar um comando específico que define o tipo de linha a ser digitalizado:

(PL) [Enter]

(agora pode começar a digitalizar)

O mouse da mesa possui um visor, onde existe uma cruz que serve como orientação para digitalizarmos com a maior precisão possível. Para começar o trabalho, basta posicionar o mouse no ponto inicial clicar com o botão 1, arrastar o mouse por cima da linha que se pretende digitalizar, até um ponto próximo e clicar novamente o botão 1. Ao acionar o botão 1, estamos registrando pontos que estarão compondo o seguimento correspondente à linha do mapa. Quanto mais curva for a linha, mais próximos deverão ser os pontos digitalizados. As linhas mais retilíneas necessitam de menos pontos para serem digitalizadas. O botão 2 encerra o comando.

Caso ocorra algum erro durante a digitalização, basta digitar:

(U) [Enter]

(para apagar o último comando realizado)

(Clicar no botão 3)

(para abrir a caixa de diálogo)

[End Point]

(e posicionar o mouse no ponto final)

(Clicar no botão 1)

(continuar digitalizando)

(Clicar no botão 2)

(para encerrar o comando)

4.1.2 - Edição e conserto

Qualquer sistema CAD tem a capacidade de modificar a geometria existente. Vários comandos existem para auxiliar a edição das linhas dos desenhos. No caso do nosso trabalho utilizamos apenas alguns comandos básicos do AutoCad para a edição das linhas do mapa. A seguir vamos descrever como procedemos a edição do mapa digitalizado. Para ampliar o desenho e poder observar onde as linhas não estão conectadas, digitamos:

[Z] [Enter]

(Se houver alguma linha que não esteja conectada à outra, digita-se o comando abaixo)

(Pedit)

(J)

(seleciona o final das linhas que se pretende conectar)

[Enter]

4.1.3 - Consulta ao IBGE

Obtivemos os dados que inserimos no Mapa cadastral consultando, via Internet, as tabelas do último Censo Brasileiro (1991), que estão disponíveis no endereço <http://www.ibge.gov.br>

4.2 - Utilização do SPRING

SPRING para o Geoprocessamento é uma opção altamente atrativa não só por ser de domínio público, mas também por ter um ambiente de trabalho simplificado (como podemos observar na figura 9) com menus e janelas escritos em português que facilita a sua utilização. A obtenção do SPRING pode ser feita pela Internet pelo endereço <http://www.dpi.inpe.br/spring>. Depois de instalado o sistema, é só criar o Banco de Dados, logo em seguida criar o Projeto e depois definir os atributos das categorias que serão trabalhadas. A figura 9 apresenta a versão 3.2 do SPRING para Windows 95/NT.

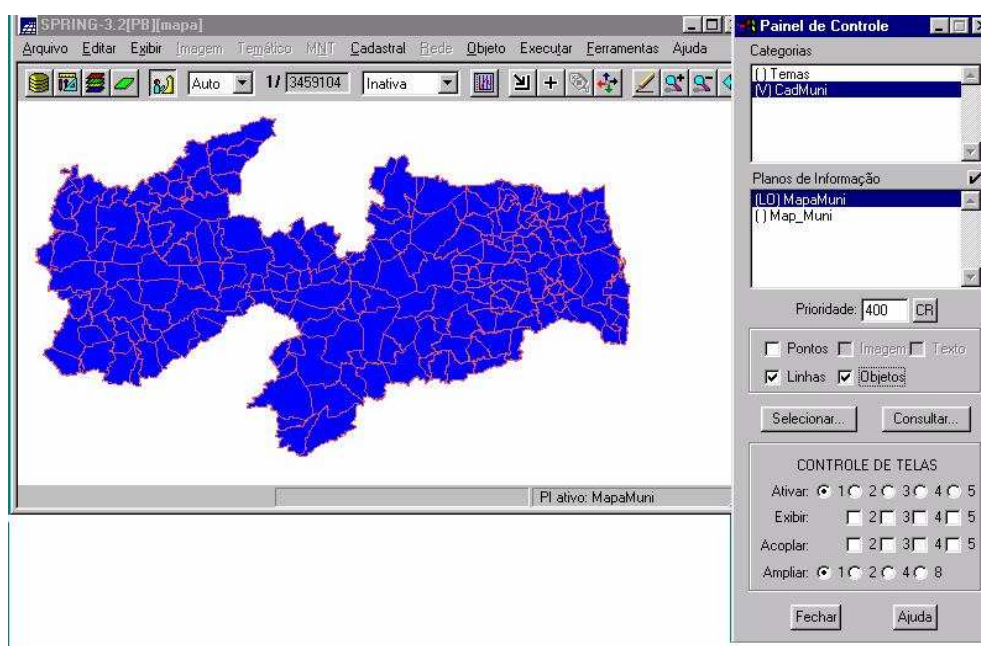


Figura 9 - Ambiente de trabalho do SPRING

Esta versão foi adotada a partir da segunda metade do Projeto, pelas melhorias introduzidas em relação à versão 2.0.5 adotada até então.

4.2.1 - Criação de um banco de dados

Um banco de dados no SPRING corresponde fisicamente a um diretório onde serão armazenados suas definições de Categorias e Classes e os projetos pertencentes ao banco. Entende-se por categorias do banco de dados, arquivos com estruturas próprias, como por exemplo, mapas temáticos, mapas cadastrais, redes, imagens de satélite, modelos numérico de terreno e objeto, que são tipos de dados em Geoprocessamento estudados na seção 3.6.

A figura 10 nos ajuda a entender a hierarquia da estrutura de um banco de dados. Observamos que o projeto pertencente ao banco de dados possui três tipos de categorias e observamos também os planos de informação pertencentes as categorias.

Criando um banco de dados:

```
#spring
[Arquivo] [Banco de Dados]
[Diretório: <usuário>/springdb]
(Nome: PB) (nome qualquer com 8 letras no máximo)
[Criar]
[Ativar]
```

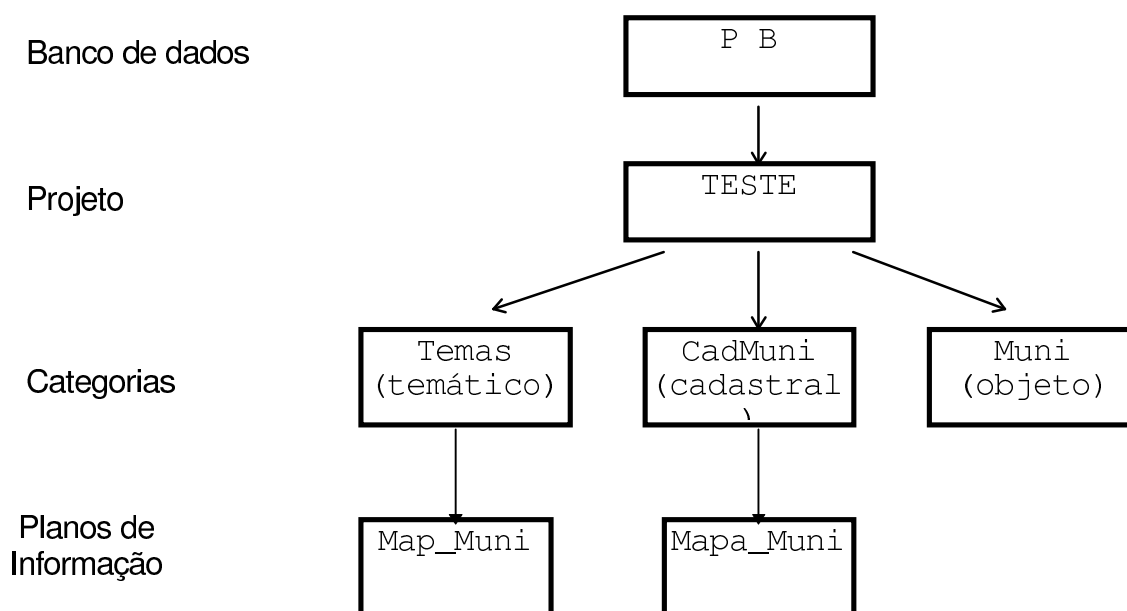


Figura 10 - Estrutura de um Banco de Dados

4.2.2 - Criação de um projeto

Para a criação de um Projeto deve ser fornecido um nome, projeção (ver glossário) e retângulo envolvente. Será criado um sub-diretório, debaixo do diretório correspondente ao banco, e todos os dados referentes a uma determinada região serão armazenados nele. Os projetos do banco de dados são armazenados em sub-diretórios juntamente com seus arquivos de dados, pontos, linhas, objetos, textos, etc.

Definindo um projeto:

```
[Arquivo] [Projeto]
(Nome: Mapa)                (nome com 8 letras no máximo)
[Projeção]
[Sistemas | UTM]
[Modelos da Terra | SAD 69]
(Origem - Long: 03900)
[Executar]
```

Obs: A maioria das janelas secundárias é fechada após (executar), porém outras, onde se pode efetuar mais de uma operação, requerem fechar.

```
[Coordenadas - Planas]
(Long 1: 512521) (Long 2: 973580)
(Lat 1: 9062000) (Lat 2: 9346200)
[Criar]
[Ativar]
```

4.2.3.- Criação da categoria cadastral e objeto

Neste tópico, explicaremos como criamos a estrutura para o recebimento dos dados cadastrais (mapa digitalizado, informações, etc.). Inicialmente definimos uma categoria Cadastral e um Objeto, além dos atributos deste objeto. Estudamos anteriormente o conceito de objetos geográficos (na página 06). e podemos entendê-los como sendo entidades distintas e identificáveis, que possuem propriedades como, localização no espaço e relação com outros objetos. No caso de um mapa da Paraíba, podemos citar como exemplos de objetos, rios, uma rodovia, uma estrada de ferro, etc. No nosso projeto, os municípios são os objetos geográficos utilizados.

Definição do modelo cadastral e objeto:

[Arquivo] [Esquema conceitual]
 (Categorias - Nome: *CadMuni*)
 (Modelo - Cadastral)
 (Categorias - Criar)

[Esquema conceitual]
 (Categorias - Nome: *Município*)
 (Modelo - Objeto)
 (Categorias - Criar)
 (Executar)

(para armazenar as categorias criadas)

4.2.4 - Definição dos atributos da categoria objeto

O próximo passo será definir os atributos (informações) da categoria objeto. No nosso mapa cadastral os atributos escolhidos são: população, renda e escolaridade.

Definindo os atributos da categoria objeto:

[Arquivo] [Esquema Conceitual]
 (Categorias - *Município*)
 (Atributos) do tipo inteiro
 (Nome: *Popul*)
 (Tipo - inteiro)
 (Inserir)

(Atributos) do tipo inteiro
 (Nome: *Escolaridade*)
 (Tipo - inteiro)
 (Inserir)

(Atributos) do tipo texto
 (Nome: *Nome_Muni*)
 (Tipo - Texto)
 (Inserir)

(Atributos) do tipo real
 (Nome: *Renda*)
 (Tipo - Real)
 (Inserir)
 (Executar)

Depois de efetuados os procedimentos dos tópicos anteriores, definindo o modelo cadastral e objeto, como também os atributos da categoria objeto estaremos prontos para efetuar a importação do mapa.

4.2.5 - Importação do mapa

O SPRING aceita a importação de arquivos gerados em alguns outros sistemas, como podemos ver na figura 11 . No nosso caso, o mapa que faz parte do Projeto foi digitalizado fora do Spring, num sistema chamado AutoCad, como já sabemos. Dessa forma, foi necessário importar os arquivos, gerados no AutoCad para o Spring. A importação dos dados foi feita da seguinte forma:

```
[Arquivo] [Importar]
(Diretório...c:\arquivos de programa\ spring\springdb)
(Modelo - Temático)
(Formato: dxf)
(PI)
  (Layers: Municípios, sedes)
  (Executar)
(Entidade: Linha s/ ajuste)
(Unidade: Metros)
(Escala: 1:100.000)

(Projeção)
  (Projeção: UTM SAD 69)
  (Longitude: 0 39 0 0 00)
  (Executar)
(Retângulo envolvente: cursor: não PI: ativo)
  (Coordenadas: Planas)  x1 : 512521      x2 : 973580
                        y1 : 9062000    y2 : 9346200
                        Hemisfério: s      Hemisfério: s

(Projeto: Mapa)
(Categoria: Temas)
(PI: MapaMuni)
(Executar)
(Fechar)
```

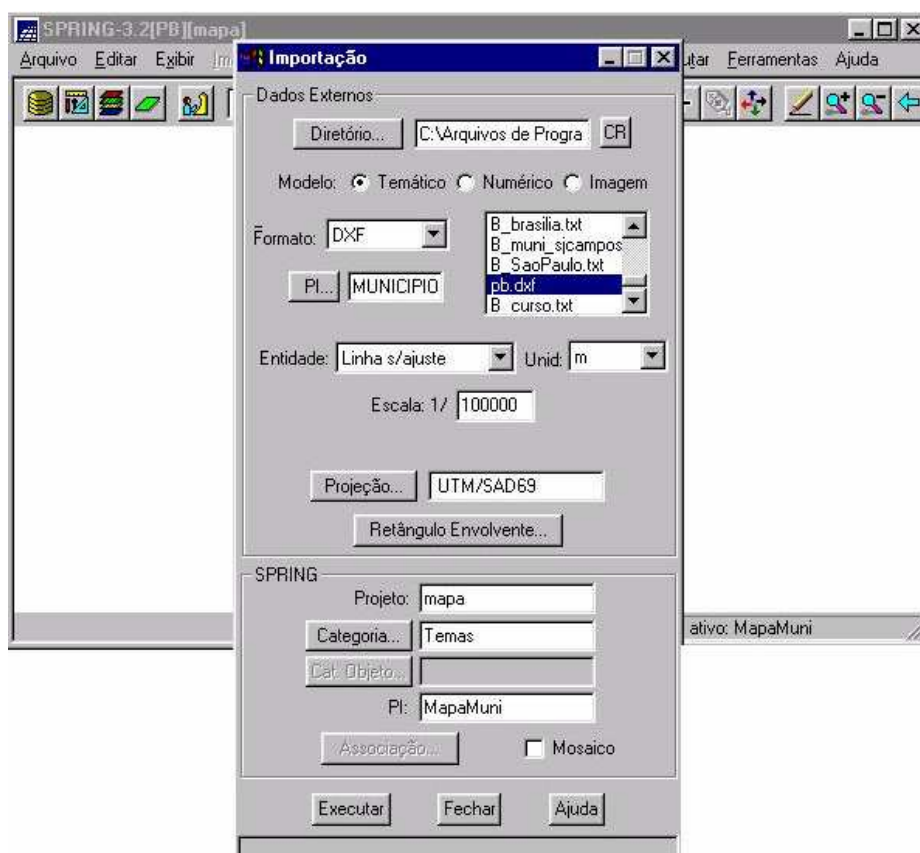


Fig 11 - Janela de importação de dados

4.2.6 - Identificação de polígonos

A próxima etapa será a identificação de cada objeto, ou seja, iremos associar a cada município paraibano o seu respectivo nome. Para isso efetuam-se os seguintes comandos, podendo ser orientados pela figura 12:

- (Exibir)
- (Painel de controle)
- (Categorias | CadMuni)
- (Plano de Informação | MapaMuni)
- (Selecionar: Linhas e Objetos)
- (Exibir na tela principal)

(clicar com o botão esquerdo do mouse no botão do painel de controle onde aparece um lápis)

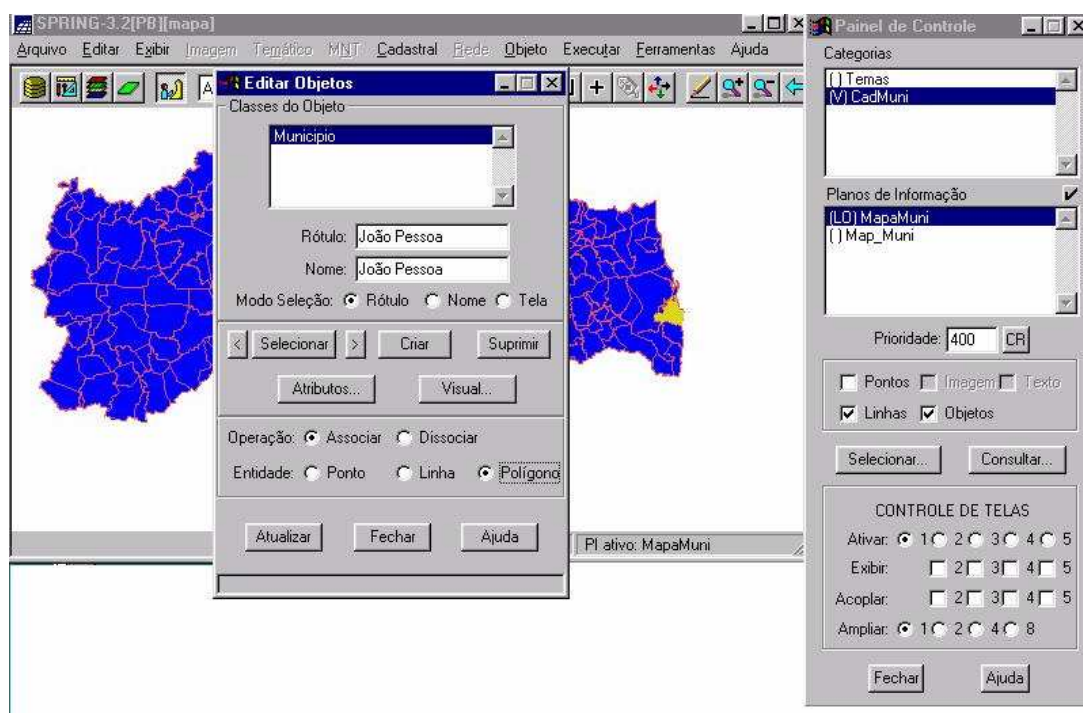


Fig 12 - Janela de identificação de objetos

[Editar] [Objeto]

(Rótulo: *João Pessoa*)

(Nome: *João Pessoa*)

(Operação - Associar)

(Entidade - Polígono)

(Criar)

(clicar em seguida com o botão esquerdo do mouse sobre o polígono que se quer rotular)

(Atualizar)

Repetir os mesmos comandos acima para rotular todos os outros municípios do estado.

4.2.7 - Inserção de dados

Editar os atributos não espaciais dos objetos é inserir os dados referentes a cada um dos municípios paraibanos nas tabelas do banco de dados. Podemos preencher as tabelas do banco, usando como guia a figura 13 e executando os seguintes comandos:

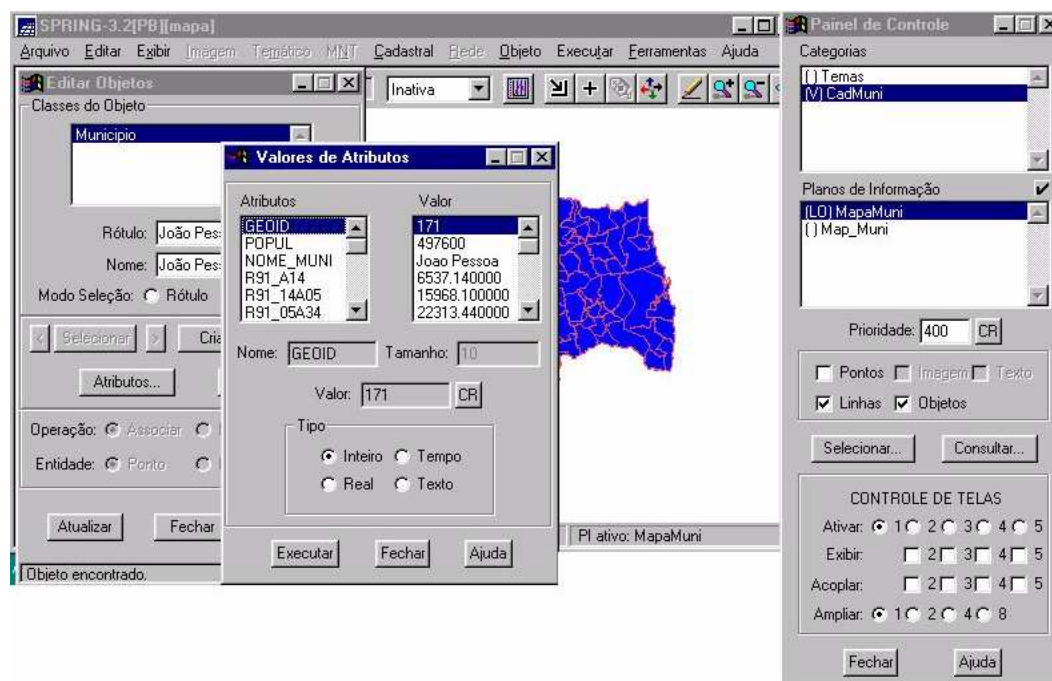


Fig 13 - Janela de inserção de dados

[Exibir] [Painel de Controle]
(Categoria - CadMuni)
(Plano de Informação - MapaMuni)
(Selecionar: Linhas e Objetos)
(Desenhar no painel principal)

(clicar no botão que tem o desenho de um lápis)

[Editar] [Objetos]
(Modo de seleção: Rótulo ou Nome)
(Selecionar)

(para selecionar o primeiro objeto do banco de dados)

(Atributos)

(Aparecerá a tabela dos valores dos atributos que definimos anteriormente)

(Selecionar o atributo que queremos preencher com os dados)

(Atributos/Popul)
(Valor: 1317)
(CR)
(Executar)

(Atributos/Nome_Muni)
(Valor: Bananeiras)
(CR)
(Executar)

Agora, devemos proceder da mesma forma para inserir todos os dados dos outros municípios, até que o banco de dados esteja preenchido.

4.2.8 - Verificação e edição dos dados (consertos)

Durante a identificação dos polígonos, o banco de dados não aceitou o nome de alguns municípios. No momento em que inseríamos o nome de determinados municípios e mandávamos “criar”, aparecia um aviso dizendo que o arquivo já existia no banco de dados. O motivo desse fato talvez seja a semelhança dos nomes desses municípios com outros que já haviam sido inseridos no banco. Por exemplo, quando da rotulação do município de Areia, o banco de dados não aceitou o nome Areia. Possivelmente, a causa desse problema foi a rotulação anterior do município de Areial. Houve esse problema nos municípios de Areia, Belém, Pilõezinhos, Riachão, Cacimba e Cuité. Todos eles possuem nomes semelhantes aos de outros municípios. A solução encontrada foi acrescentar um ponto no final do nome de cada um dos municípios citados.

Se ocorrer de ser rotulados polígonos com nomes trocados, podemos dissociar os nomes e substituí-los por outros (ver figura 12). Para isso basta clicar nos comandos:

[Editar] [Objeto]
(Modo de seleção: Rótulo ou Nome)
(Operação: Dissociar)

Clicar com o botão esquerdo do mouse em: linha, ponto ou polígono, para informar qual entidade será dissociada.

Clique com o botão esquerdo sobre o objeto na tela ativa, ou seja, sobre o município que se quer dissociar e observe que o objeto selecionado muda de cor.

Uma mensagem como “polígono 3 foi retirado”, é apresentada no rodapé da janela “editar objetos”

[Atualizar]
[Suprimir]

(para realmente efetuar a dissociação)
(para que o rótulo seja suprimido do banco de dados.

Agora que o nome do polígono foi suprimido do banco de dados, podemos efetuar a identificação do mesmo, como vimos no tópico 4.2.6.

5- Conclusões

Implementamos um pequeno Banco de Dados da Paraíba no Sistema de Informação Geográfica SPRING. O Banco de Dados contém um mapa digitalizado do estado da Paraíba, bem como dados sobre a população de cada município, renda por faixa de salários mínimos e escolaridade por grau. Estes dados foram obtidos eletronicamente do Censo Brasileiro de 1991 realizado pelo IBGE. Neste período, estudamos o sistema SPRING e nos capacitamos a trabalhar e implementar um mapa cadastral. O objetivo principal de criação da cultura SIG foi plenamente atingido, tendo sido o cronograma do projeto cumprido em sua íntegra. O segundo objetivo, que é a difusão dessa cultura, será atingido com a disponibilização do Banco de Dados na Internet.

- Glossário

Projeções Cartográficas.

A utilização de modelos da superfície da Terra é fundamental para o homem poder estudar os fenômenos que sobre ela ocorrem. A reprodução da Terra através de “Globos Geográficos” consegue representar com perfeição o nosso planeta, porém, com algumas inconveniências, como a impossibilidade de se ter uma visão total da superfície terrestre, o manuseio incômodo, custo bastante alto, etc. (Duarte, 1988). Esses inconvenientes deram popularidade aos mapas, que são a representação em um plano, da superfície curva da Terra. Uma projeção cartográfica surge sempre como um conjunto de linhas (paralelos e meridianos), formando a rede geográfica (Santos, 1988). A maioria das projeções cartográficas baseia-se no princípio de fazer lançar a rede geográfica, inicialmente, sobre a superfície de um Cone, de um Cilindro ou mesmo de um Plano. Os tipos de projeções desenvolvidas diretamente sobre o plano, recebem a denominação de Projeções Planas ou Azimutais.

Sistema de Projeção UTM (Santos, 1988).

Sistema de Projeção UTM significa Projeção Universal Transversa de Mercator. É uma projeção cilíndrica, onde o globo terrestre é posicionado dentro de um cilindro de forma que o eixo da Terra se coloque de maneira transversal ao eixo do cilindro. Havendo, dessa maneira, a projeção da superfície terrestre no cilindro.

- Bibliografia

- Alves, I. A . R.; *Curso: AutoCAD Básico (versão 12).*, Centro de Tecnologia, Laboratório de Microinformática e Computação Gráfica, UFPB, João Pessoa, 1997.
- Aronoff, S.; *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa, WDI Publications, 1989.
- Burrough, P. A.; *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Oxford, Oxford University Press, 1986.
- Câmara, G. e Medeiros, J.S.; *Geoprocessamento para Projetos ambientais*. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996.
- Cowen, D. J.; GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1988, pp 1551-1554.
- Dolfus, O.,; *Análise Geográfica*. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973.
- Dolfus, O.; *O espaço geográfico*. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1991.
- Duarte, P. A.; *Cartografia Temática*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991.
- Duarte, P. A .; *Cartografia Básica*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1988.
- Ferreira, A. B. H.; *Dicionário Aurélio Escolar da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1988.
- Gomes, J. M.; Velho, L.; *Computação Visual: Imagens*. Rio de Janeiro: SBM, 1995.
- Guevara, A.; Dangermon, J.; *Notas de experiências en el diseno e implementación de SIG's*. In: Basic Readings in Geographic Information Systems. I Conferência Latino Americana sobre Sistemas de Informação Geográfica. Universidad Nacional, San José, Costa Rica, 1987 (mimeo).
- Lacoste, Y.; *Geografia: isso serve em primeiro lugar, para fazer a guerra*. Campinas, SP: Papirus, 1993.
- NET GIS; *SPRING: Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas*, Volumes 1, 2, 3 e 4. São José dos Campos: NET GIS, 1998

Pettinati, F.; *Modelamento Digital e Representação Gráfica de Superfícies*. USP. Escola Politécnica. São Paulo: Dissertação de Mestrado, 1983.

Santos, M. C. S. R; *Manual dos Fundamentos Cartográficos e Diretrizes Gerais para Elaboração de Mapas Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1988.

Smith, T.; Peuquet, D.; Menon, S.; Agarwal, P; *KBGIS-II, a knowledge-based Geographical Information Systems*. Vol. 1, N. 2, 1987, pp. 149-172.

ANEXOS

ANEXO 1

- PROJETO -

ANEXO 2

- HISTÓRICO ESCOLAR -