

SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS  
COM USO DE GEOPROCESSAMENTO

SERGIO HAX

Porto Alegre

2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM SENSORIAMENTO  
REMOTO E METEOROLOGIA - CEPSRM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO

# SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS COM USO DE GEOPROCESSAMENTO

SERGIO HAX  
Engenheiro Agrícola

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, do Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.  
Orientador: Prof. DR. Francisco Humberto Simões Magro

Porto Alegre  
junho/2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM SENSORIAMENTO REMOTO  
E METEOROLOGIA - CEPSRM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO

SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS COM USO DE  
GEOPROCESSAMENTO

SERGIO HAX  
Engenheiro Agrícola - UFPEL

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de  
MESTRE EM SENSORIAMENTO REMOTO  
e aprovada em sua forma final pelo programa de  
Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto.

---

Prof. Dr. Francisco Humberto Simões Magro- CEPSRM  
Orientador

---

Prof. Denise Cybis Fontana.  
Coordenador do CPGSR

---

Prof. Dr. Jorge Ricardo Ducati.  
Diretor do CEPSRM

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vitor Haertel  
CEPSRM

---

Prof. Dr. Ronaldo dos Santos da Rocha  
UFRGS

---

Prof. Dr. Alfredo Luis Mendes D'Ávila  
UFPEL

## OFERECIMENTO

*Aos meus pais, meus primeiros educadores, que me encaminharam no aprendizado da vida e a minha eterna companheira Rose, com a qual divido a satisfação pela realização deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Magro, pela confiança depositada na idéia que originou este trabalho.

Ao Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, personificado pelo seu corpo docente, por ter me dado a oportunidade de avançar.

À CAPES, pelo auxílio no financiamento dos estudos.

A Deus...por tudo.

## LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES

### TABELAS

Tabela 01 – Malha Viária do Estado do Rio Grande do Sul.....	11
Tabela 02 – Modelos de Planilhas em Uso na Secretaria de Obras.....	64
Tabela 03 – Modelos de Planilhas em Uso na Secretaria de Obras.....	64
Tabela 04 – Relação de Estradas do Município de Candiota.....	65
Tabela 05 – Mapeamento Viário do Município de Candiota – Obras de Arte.....	66

### FIGURAS

Figura 01 – Universo Conceitual do Modelo de Dados do SPRING.....	17
Figura 02 – Totalmente Irregular.....	24
Figura 03 – Por Aerolevanteamento.....	24
Figura 04 – A Partir da Drenagem.....	24
Figura 05 – Grade Regular.....	24
Figura 06 – Modelo de Superfície Gerada por uma Grade Retangular.....	25
Figura 07 - Modelo de Superfície Gerada por uma Grade Irregular Triangular.....	26
Figura 08 – Propriedades Texturais de Drenagem.....	28
Figura 09 – Apresentação do SISGEM.....	34
Figura 10 – Itens de Cadastro.....	36
Figura 11 – Cadastro de Máquinas.....	37
Figura 12 – Cadastro de Pessoal.....	37
Figura 13 – Mapa de Localização do Município de Candiota.....	38
Figura 14 – Retângulo Envolvente da Área do Projeto.....	39
Figura 15 – Curvas de Nível – Amostras.....	41
Figura 16 – Rede de Drenagem.....	42
Figura 17 – Hierarquização Segundo Strahler no SPRING.....	44
Figura 18 – Mapa temático contendo a malha viária e a drenagem.....	51
Figura 19 – Mapa temático contendo a malha viária, rede de drenagem, obras de arte e relevo do município.....	52
Figura 20 – Mapa temático contendo a composição colorida, malha viária e rede de drenagem.....	53
Figura 21 – Mapa temático contendo a classificação do solo.....	54
Figura 22 – Mapa temático contendo a capacidade de uso do solo... ..	54

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
1.1 Conceituação.....	12
1.1.1 Geoprocessamento.....	12
1.1.2 Sistema.....	12
1.1.3 Dado e Informação.....	12
1.1.4 Sistema de Informação.....	13
1.1.5 Geografia.....	13
1.1.6 Informação Geográfica.....	14
1.1.7 Sistema de Informação Geográfica.....	14
1.1.8 Plano de Informação e Categoria.....	15
1.2 Histórico do Geoprocessamento.....	15
1.3 Universo Conceitual.....	17
1.3.1 Geo-Objetos.....	17
1.3.2 Geo-Campos.....	18
1.3.3 Plano de Informação e Categoria.....	18
1.3.4 Arco e Nó.....	19
1.4 SIG nos Serviços Públicos.....	19
1.4.1 Possibilidades de Atuação.....	20
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
2.1 Aquisição do Planos de Informação.....	23
2.1.1 Relevo.....	23
2.1.2 Geração do MNT.....	23
2.1.3 Drenagem.....	26
2.1.4 Solo.....	28
2.1.5 Malha Viária.....	31
2.1.6 Obras de Arte.....	31
2.1.7 Mapeamento Temático.....	32
2.1.8 Sistema Periférico.....	32

2.1.8.1	Suporte à Administração.....	32
2.1.8.2	Sistema de Gerência de Estradas Municipais.....	33
2.1.8.3	Características do SISGEM.....	34
2.1.8.4	Base de Dados.....	35
2.1.8.5	Entrada de Dados.....	36
3	ESTUDO DE CASO.....	38
3.1	Local.....	38
3.2	Aquisição do Relevo.....	40
3.3	Aquisição da Drenagem.....	41
3.4	Aquisição das Classes e Uso do Solo.....	44
3.5	Mapeamento da Malha Viária.....	45
3.6	Mapeamento das Obras de Arte.....	46
3.7	Aquisição do Plano de Informação Temático.....	47
4	RESULTADOS.....	48
4.1	Gerais.....	48
4.2	Específico – Planos de Informação.....	49
4.3	Específico – Banco de Dados.....	50
5	DISCUSSÃO.....	56
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	APÊNDICE I.....	64
	APÊNDICE II.....	65
	APÊNDICE III.....	66

# SISTEMA DE GERÊNCIA DE ESTRADAS MUNICIPAIS COM USO DE GEOPROCESSAMENTO

Autor: Sergio Hax

Orientador: Prof. Dr. Francisco Humberto Simões Magro

## RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de fornecer os elementos necessários à montagem de um SIG para gerenciamento e controle de obras públicas, tendo como ponto de partida as relacionadas às estradas de terra, portanto na área rural do município, podendo, ser estendido as outras áreas da gestão pública. A preferência pela questão viária dá-se pelo fato dela ter grande apelo econômico e relativa facilidade de aquisição dos planos de informação, quais sejam: malha viária, pontos notáveis, obras de arte, drenagem, relevo e solo. Planos de informação pertinentes à malha viária, aos pontos notáveis e às obras de arte, adquiridos em levantamento de campo com GPS, e drenagem, relevo e solo adquiridos via vetorização de plantas existentes. Através de um programa de apoio à gerência denominado SISGEM – Sistema de Gerência de Estradas Municipais – pode-se obter dados a respeito da produção, produtividade, custos, etc, gerando atributos aos geo objetos dos planos de informação descritos acima, e, desta forma, permitindo o cruzamento de planos de informações vetoriais com os relatórios gerados a partir dos trabalhos realizados.

Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em  
Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento  
Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
Porto Alegre/RS, 15 de junho de 2003.

# SYSTEM OF MANAGEMENT OF MUNICIPAL HIGHWAYS WITH USE OF GEOPROCESSMENT

Author: Sergio Hax

Orientation: Prof. Dr. Francisco Humberto Simões Magro

## ABSTRACT

This work has the purpose of supplying the necessary elements to the assembly of a SIG for management and control of public works, it has starting point the works related to the dirty road, therefore in the rural area of the municipality, being able, logically, being extended to the other areas of the public administration. The preference by the a road subject it is because its has a big economic appeal and relative ease of acquisition of the plans of information, they are the follows: a road mesh, notable points, works of art, drainage, relief and soil. Plans of information about the road mesh, notable points and works of art acquired in rising field with GPS, and drainage, relief and acquired soil via vector of existent plants. Through a support program to the management denominated SISGEM - System of Management of Municipal Roads - we can obtain data regarding the production, productivity, costs, etc, generating attributes to the geo objects of the plans of information described above, and, this way, allowing the crossing of plans of vectorial information with information generated from the accomplished works.

Dissertation of Master in Remote Sensor, Center State of Researches in Remote Sensor and Meteorology, Course of Masters degree in Remote Sensor of the Federal University of Rio Grande do Sul.  
Porto Alegre/RS, June 15, 2003.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento do universo de atuação, para o planejamento e direcionamento das atividades rurais, inerentes aos serviços públicos, é pressuposto básico para o desenvolvimento de trabalhos consistentes realizados pelos órgãos responsáveis.

O dimensionamento da extensão das estradas municipais, já seria um dado significativo, que ao alcance do órgão responsável, com um corpo qualificado de pessoal, teria um elemento importante como ponto de partida para o planejamento e gerenciamento das suas atividades.

O nível atual de domínio dessa grandeza pelo órgão municipal é questionável quando se pesquisa os números de extensão de sua malha viária, por exemplo. Dados coletados em diferentes governos municipais divergem em números na ordem de até 30%. Na verdade, são informações oriundas de mapas viários desatualizados ou obtidos através de servidores experientes que emprestam sua impressão a respeito da grandeza do número em questão.

Segundo levantamento feito pela Secretaria Estadual dos Transportes, a extensão da malha viária, composta por estradas de terra no estado do Rio Grande de Sul, em 1989, era de 114.626 km (Tabela 01), compreendendo 95% da extensão total. Pode-se estimar um gasto de R\$ 2.000,00 km/ano com manutenção. Contando com um pequeno aumento em extensão da malha viária desde então, pode-se prever em números redondos que sejam gastos anualmente R\$ 300.000.000,00 na sua manutenção. Portanto, o estudo aqui apresentado trata de um setor da administração municipal para onde é canalizado percentual significativo do seu orçamento.

TABELA 01 - Malha Viária do Estado do Rio Grande do Sul

	Malha viária não pavimentada (km)	Malha viária pavimentada (km)	Malha viária total (km)
Malha viária municipal	114.421	205	114.626
Malha viária estadual	5.189	3.192	8.381
Malha viária federal	221	4.950	5.171

FONTE - (Rio Grande do Sul, 1989).

Pretende-se com este trabalho, colocar ao alcance dos administradores municipais, arquivos digitais inseridos em um SIG. Estes arquivos digitais são os planos de informação que compõem os insumos utilizados nos trabalhos em estradas municipais.

Desenvolver ainda um sistema de gerenciamento de trabalhos em estradas de terra, auxiliado por ferramentas de geoprocessamento, propondo a metodologia para a aquisição dos planos de informação que compõem o universo de trabalho nas zonas rurais como malha viária, obras de arte, pontos notáveis, drenagem, relevo e solo e sua ligação com banco de dados específicos de controle e custos. Este banco de dados pode ser uma planilha que esteja sendo utilizada para tabulação de dados, relativo a serviços realizados ou sistemas próprios de cadastro e controle como o aqui proposto denominado SISGEM – Sistema de Gerenciamento de Estradas Municipais. Informações geradas pelo SISGEM, da mesma forma que dados de outra fonte, serão inseridos ao Sistema de Informações Geográficas - SIG - como atributos dos geo objetos que compõem os planos de informação estradas, obras de arte, relevo, drenagem e solo.

Estes planos de informação, aliados a dados meteorológicos e ao dimensionamento das capacidades e produtividade dos insumos dedicados a cada tipo de trabalho realizável, servirão de base ao planejamento das atividades, que através de programa específico permitirá também o acompanhamento dos trabalhos, como, por exemplo, cumprimento de cronograma físico/financeiro, avaliação de desempenho, etc. Com o uso contínuo do Sistema, serão aferidos os dados utilizados para o planejamento, posição físico/financeira do serviço em andamento, e, finalmente, relatórios individualizados dos gastos e demandas por insumos (sistema de filtros). Estes relatórios poderão ser lidos (após gerados) via SIG, agregando ao dado, a variável espacial, e ainda, interagir com os outros planos de informação que compõem o SIG.

# 1 REVISÃO DA LITERATURA

## 1.1 Conceituação

Neste capítulo será tratada a conceituação dos diversos termos inerentes ao estudo em questão. Serão feitas algumas citações clássicas e aceitas na comunidade científica como realmente representativas, e algumas impressões e interpretações a respeito do tema em questão.

### 1.1.1 Geoprocessamento

Este conceito embora amplo pode ser entendido no seu sentido estritamente morfológico, portanto, como sendo o processamento de informações geográficas. O conceito de Geoprocessamento engloba todo o universo de procedimentos e ferramentas utilizados para processar informações geográficas, começando pelo Sensoriamento Remoto e indo até a produção gráfica de mapas temáticos. Em algum momento durante este estudo, por força de reprodução de outros trabalhos, pode ser utilizado o termo Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica como sinônimos. As ferramentas e processos computacionais para o processamento das informações geográficas, chamam-se Sistemas de Informação Geográfica, o qual será definida com maior clareza a seguir.

### 1.1.2 Sistema

Pode-se dizer sucintamente que sistema é a maneira de estabelecer uma ordem, através de estruturas funcionais e significativas. Uma definição que parece interessante é a citada por Arlete (apud Coffey, 1981), quando fala de sistema como *uma construção que é necessária para representar o conjunto complexo de inter-relações que existem no mundo real*. Pode-se afirmar que é uma definição apropriada quando vista sob o enfoque da espacialização das estruturas pertencentes ao mundo real, relacionadas através de uma ordem que tenta reproduzir.

### 1.1.3 Dado e Informação

Hoje o mundo vive muito em função da informação, onde a informação correta no tempo certo pode trazer ao seu detentor grandes vantagens e lucros. Segundo Meneguette (apud Harvey, 1989), *o acesso privilegiado à informação de qualquer espécie passa a ser um aspecto essencial das decisões bem-sucedidas e lucrativas*. A prova disso é o grande crescimento que tem apresentado o segmento de Sistemas de Informações Geográficas, o qual será definido a seu tempo, podendo citar o setor de varejo e vendas, com suas estratégias de marketing, norteadas pelo zoneamento de públicos- alvo por faixa etária, renda, escolaridade, etc.

Para se definir um Sistema de Informações Geográficas, primeiro deve-se diferenciar dado de informação. Pode-se definir dado como um conjunto de valores numéricos, alfabéticos, alfanumérico e gráficos, sem um significado por si próprios. Nos setores públicos em geral é normal a coleta de dados. As secretárias de obras em sua maioria, por exemplo, possuem um sistema de planilhas que são preenchidas pelos funcionários (Apêndice I - Tabela 02 e Tabela 03) . Essas tabelas são coletadas e arquivadas, na maioria dos casos. Até esse momento esse amontoado de valores são simplesmente dados. Isso porque se necessitarmos de alguma informação a respeito dos serviços realizados, será necessária uma devassa nos arquivos, reconstituindo datas para ponto de partida e, a partir daí selecionar os elementos registrados e tabulá-los de modo a ter a informação desejada. No processo de manipulação do dado a fim de obter uma informação, necessariamente o dado precisa ser coletado, normatizada a sua entrada, devidamente armazenado, analisado e formatada sua saída. Neste momento é citado o termo informação, porque o dado passou a ter um significado, uma aplicação, o dado passou a ser um valor, podendo assim ser assimilado diante do contexto.

#### 1.1.4 Sistema de Informação

Pelo exposto acima, pode-se definir sistema de informação como um conjunto complexo de inter-relações que visam a coleta, entrada, armazenamento, tratamento, análise e manipulação de informações.

#### 1.1.5 Geografia

Considerada por alguns como uma das mais antigas disciplinas acadêmicas, a geografia surgiu na Antiga Grécia, sendo no começo, chamada de história natural ou filosofia natural. A palavra geografia foi adotada no século II a.C. por Eratóstenes e significa, literalmente, descrição da Terra. Garcia e Caravello (1998, p. 10), definem

Geografia como *a ciência que estuda as relações entre o homem e o meio, ou seja, todas as inter-relações que ocorrem entre o ser humano e o quadro atual que o cerca*. O estudo geográfico compreende o meio físico da superfície terrestre e a relação dos seres humanos com esse meio.

#### 1.1.6 Informação Geográfica

Informação geográfica, será definida como um conjunto de valores numéricos, alfabéticos, alfanumérico e gráficos, sua ordenação e distribuição.

#### 1.1.7 Sistema de Informações Geográficas

Será relacionada uma série de definições de Sistemas de Informações Geográficas – SIG -, formuladas por vários autores, conforme Meneguette em Courseware em Ciências Cartográficas:

- "classe ou categoria de sistema de informações caracterizada pela natureza espacial das informações, tais como a identificação, descrição e localização de entidades, atividades, limites e objetivos" (Tomlinson (1972) apud Queiroz Filho (1993)).
- "sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações referenciadas espacialmente" (Marble, 1984).
- "Sistema Geográfico de Informação (SGI) constitui o tipo de estrutura mais importante em termos de viabilização do Geoprocessamento", este último sendo (um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados ou mais evolutivamente, sobre bancos de dados geográficos executa análise, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis" (Silva e Souza, 1987).
- "um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos" (Burrough, 1989).
- "Sistemas de Informações Geográficas são modelos do mundo real úteis a um certo propósito; subsidiam o processo de observação (atividades de definição,

mensuração e classificação), a atuação (atividades de operação, manutenção, gerenciamento, construção, etc...) e a análise do mundo real" (Rodrigues e Quintanilha, 1991).

- "SIG's são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial; utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais; baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não-espaciais e temporais e na geração de informações correlatas" (Teixeira et al, 1992).
- SIG's são sistemas cujas principais características são: "integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados" (Câmara, 1993).

#### 1.1.8 Plano de Informação e Categoria

Durante o trabalho será usado com frequência o termo Plano de Informação, pois o SPRING - Sistema para Processamento de Informações Geográficas – usa este conceito, que é definido como um conjunto de objetos representados que tem características comuns. Estes Planos de Informação estão relacionados a uma Categoria e esta refere-se a um único modelo de dados (temático, numérico, imagem, cadastral ou rede).

#### 1.2 Histórico do Geoprocessamento

Com o objetivo de reduzir custos de produção e manutenção de mapas, surgiu na década de 50 nos Estados Unidos e Inglaterra a primeira experiência em processamento de dados geográficos de forma automática. Como os recursos de informática ainda eram muito escassos na época, não pode ser chamada a tentativa como um sistema de informações.

Os primeiros Sistemas de Informações Geográficas, que se tem notícia, surgiram no Canadá em 1964 (Canadá Geographic Information System), como parte de um programa governamental para inventário de recursos naturais, por iniciativa do Dr. Roger Tomlinson. Ainda nesta época eram escassos os recursos computacionais e de mão de obra especializada, tornando difícil o uso dos sistemas.

Nos anos 70 com o avanço da informática, começam a ser desenvolvidos sistemas comerciais, surge então o termo *Geographic Information System*.

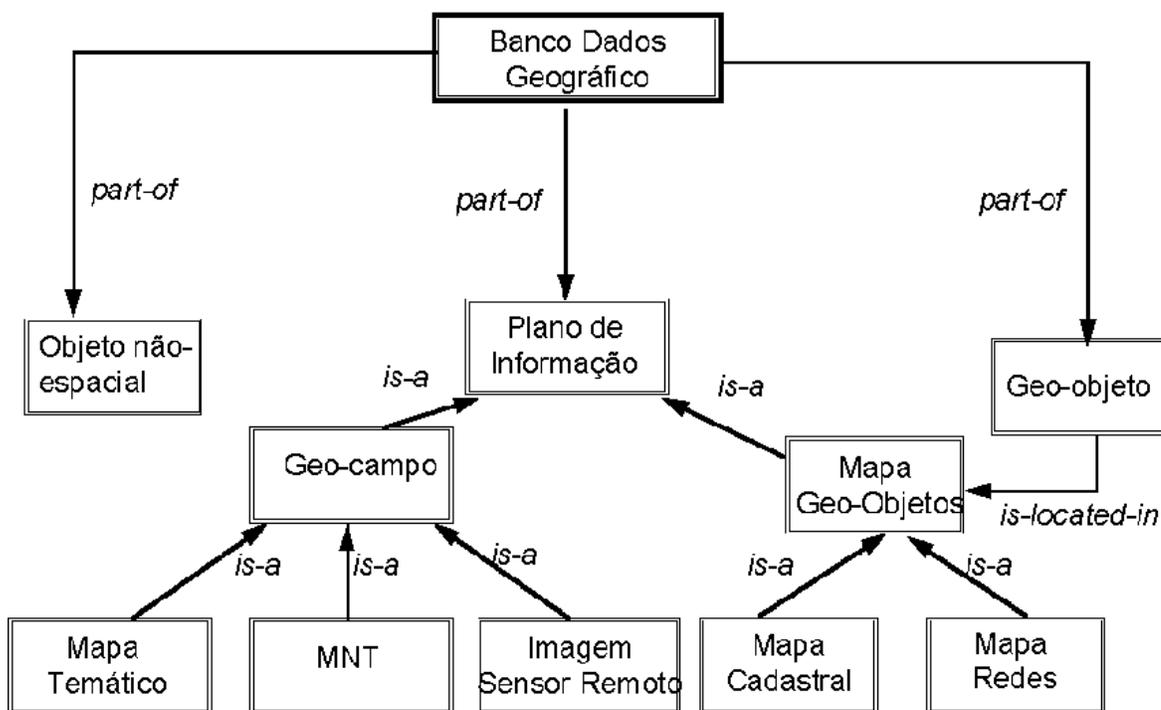
Na década de 80 começa um grande crescimento dos sistemas de informação. Dá-se a criação nos EUA, do primeiro centro de estudos sobre o assunto, formado pelos centros de pesquisa que formam o NCGIA – National Centre for Geographical Information and Analysis – NCGIA – em 1989, o que marca o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente. Com o aumento da capacidade de armazenamento e velocidade dos computadores, com preços cada vez mais acessíveis, maior oferta de mão de obra especializada e a incorporação de novas funções de análise espacial, permanecendo este crescimento acelerado até os dias de hoje.

No Brasil a introdução do Geoprocessamento dá-se no início dos anos 80 na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ – personificado pelo Professor Jorge Xavier da Silva.

A vinda para o Brasil do Professor Roger Tomlinson em 1982, desperta o interesse entre vários grupos em desenvolver sistemas georeferenciados, pode-se citar o desenvolvimento do Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA - pelo Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, orientado pelo Professor Jorge Xavier da Silva; a empresa de aerolevanteamento AeroSul, posteriormente através do segmento MaxiDATA, lança o MaxiCAD, programa amplamente utilizado principalmente em aplicações de Mapeamento por Computador; como aplicação de Geoprocessamento para o setor de telefonia, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS - CPqD/TELEBRÁS- iniciou, em 1990, o desenvolvimento do Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa - SAGRE -; em 1984, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE estabeleceu um grupo para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto, a Divisão de Processamento de Imagens – DPI -, até 1990 a DPI desenvolveu o Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM - e o Sistema de Informações Geográficas – SGI -, e, a partir de 1991, o Sistema para Processamento de Informações Geográficas - SPRING.

### 1.3 Universo Conceitual

Ao longo do trabalho, são feitas referências ao ordenamento e inserção dos dados no banco de dados geográfico. Essas definições dizem respeito ao tipo de dado e seu ordenamento na estrutura criada (Figura 01), situando-se na lógica de como a realidade geográfica é representada no sistema.



Fonte – CD Room SPRING - Tutorial

FIGURA 01 - Universo Conceitual do Modelo de Dados do SPRING

#### 1.3.1 Geo-Objetos

*“Um geo-objeto é um elemento único que possui atributos não espaciais e está associado a múltiplas localizações*

*geográficas. A localização pretende ser exata e o objeto é distinguível de seu entorno.” (manual SPRING).*

A representação gráfica do geo-objeto pode ser dividida em duas classes:

- mapa cadastral - que descreve a localização de elementos de sistemas de informação de cadastro urbano ou rural, e que utilizam a topologia arco-nó-polígono para armazenamento.
- mapas de rede - mapas que utilizam a topologia arco-nó, e armazenam a localização e a simbologia associadas a estruturas linearmente conectadas. Informação adicional neste tipo de mapas inclui direções de fluxo e segmentação dinâmica.

### 1.3.2 Geo-Campos

*“Um geo-campo representa a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica.” (manual SPRING).*

Os geo-campos podem ser especializados em:

- temático - dada uma região geográfica, um *geo-campo temático* associa a cada ponto do espaço um *tema* de um mapa.
- numérico ou MNT - dada uma região geográfica, um *geo-campo numérico* associa, a cada ponto do espaço, um valor real.
- imagem - dada uma região geográfica, é obtida através de discretização da resposta recebida por um sensor (passivo ou ativo) para todos os pontos desta região.

### 1.3.3 Plano de Informação e Categoria

*Um plano de informação é o suporte para a representação geográfica de diferentes tipos de dados geográficos. (manual SPRING).*

Um objeto é uma entidade que possui atributos e uma identidade.

Um conjunto de objetos que tem características básicas em comum forma um Plano de Informação. Em um projeto cada Plano de Informação está associado a uma Categoria

e conseqüentemente refere-se a um único modelo de dados (temático, numérico, imagem, cadastral ou rede).

#### 1.3.4 Arco e Nó

O SPRING trabalha com o conceito de arco e nó. Um nó é um tipo especial de ponto que tem por objetivo definir o ponto de intersecção de dois ou mais arcos. Arco é um conjunto de pontos interligados por segmentos de reta que começa e termina em um nó.

Arcos são usados para modelar as fronteiras dos polígonos. Desta forma, são utilizados para delimitar objetos que definem áreas.

Uma vez ajustados todos os nós, a topologia final deverá ser definida através da poligonalização. As linhas que até então eram entendidas como estruturas isoladas passarão a ser parte integrante dos polígonos, com uma relação de vizinhança entre elas.

A opção poligonalização pressupõe que os nós foram previamente ajustados para posteriormente realizar a identificação dos polígonos como classes temáticas ou objetos cadastrais.

#### 1.4 SIG nos Serviços Públicos

As pesquisas de novas tecnologias, na maioria das vezes, têm como objetivo prestar algum serviço à humanidade. Um dos critérios dos órgãos financiadores para liberação de recursos para pesquisas, é justamente o retorno que a comunidade terá com a conclusão do estudo. Também os Sistemas de Informações Geográficas tem seu maior apelo de aplicação nos setores da administração pública. Será exemplificada a demanda de serviços possíveis junto a órgãos públicos com texto extraído do site <http://federativo.bndes.gov.br> do BNDS, (Vaz) onde no artigo “Ação Administrativa”, discorrem a respeito do uso do geoprocessamento nas administrações municipais conforme transcrito abaixo:

*“Com o uso de geoprocessamento, dirigentes e técnicos da prefeitura passam a dispor de mais informações sobre o município, melhorando o tempo e a qualidade da tomada de decisões”.*

#### 1.4.1 Possibilidades de Atuação

##### Ação Administrativa:

As possibilidades de utilização do geoprocessamento pelas prefeituras abrangem várias áreas. Qualquer setor que trabalhe com informações que possam ser relacionadas a pontos específicos do território pode, em princípio, valer-se de ferramentas de geoprocessamento. As principais aplicações são:

a) Ordenamento e gestão do território (este é o uso mais difundido): na verdade, é uma aplicação básica, porque permite a constituição de uma base cartográfica que servirá às demais aplicações setoriais. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território do município, identificando logradouros, lotes e glebas, edificações, redes de infra-estrutura, propriedades rurais, estradas e acidentes geográficos. A base assim constituída é útil para as atividades de planejamento urbano e ordenação do uso do solo, inclusive para processos de revisão da legislação.

b) Otimização de arrecadação: a atualização da base cartográfica do município para a implantação da base geoprocessada fornece um volume significativo de informações para a revisão da planta genérica de valores. O recomendável é que as duas ações sejam realizadas de forma articulada. Com isso, inclusive, consegue-se gerar um aumento de receita capaz de compensar os investimentos na base geoprocessada e gerar recursos adicionais para o município. Logicamente, será necessário proceder à atualização periódica dessas informações, mas a existência de um bom ponto de partida facilita as ações posteriores.

c) Localização de equipamentos e serviços públicos: a partir de uma base cartográfica que inclua informações sócio-econômicas e sobre equipamentos públicos é possível identificar áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos. Estas decisões podem ser tomadas com base em critérios de necessidade e de acessibilidade aos locais.

d) Identificação de público-alvo de políticas públicas: à medida que se possua uma base de dados que incorpore dados sócio-econômicos, é possível utilizá-la para desenhar políticas públicas, dispondo-se, por exemplo, de informações sobre crianças residentes no município e a incidência de doenças, é possível desenhar ações de saúde específicas para micro-regiões da cidade. Ou, cruzando-se os dados sobre renda das famílias e desempenho escolar, pode-se identificar o público-alvo para programas de renda mínima ou bolsa-escola. Ou, ainda, identificando-se as áreas da cidade com maior concentração de idosos pode-se definir áreas prioritárias para programas de atendimento domiciliar à saúde ou áreas com carências especiais de saúde que possam ser atendidas por programas de médico de família.

e) Gestão ambiental: o geoprocessamento é útil para monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública (acompanhando por área da cidade o volume de resíduos coletado e para análise de roteiros de coleta).

f) Gerenciamento do sistema de transportes: a base cartográfica é indispensável para a gestão do sistema de transportes do município. Sua informatização através de recursos de geoprocessamento pode ampliar a qualidade e a velocidade das decisões tomadas. É possível, por exemplo, realizar estudos de demanda do transporte coletivo ou de carregamento de vias, identificar pontos críticos de acidentes e vias com mais necessidade de manutenção.

g) Comunicação com os cidadãos: ao se constituir uma base de dados mais elaborada, pode-se incorporar a ela informações que permitam identificar necessidades e oportunidades de contato com os cidadãos. Pode-se, por exemplo, identificar com precisão as áreas afetadas por determinada decisão do governo e planejar ações de comunicação específicas para aquele público. Outro uso possível é registrar as solicitações dos cidadãos e analisá-las sobre a base cartográfica, permitindo uma melhor gestão das relações do governo com os cidadãos. Esta mesma aplicação pode funcionar como instrumento de controle social do governo, permitindo que entidades da sociedade civil, a ouvidoria pública municipal ou mesmo cidadãos individualmente possam ter livre acesso às

informações sobre que regiões da cidade estão sendo mais beneficiadas pelas ações do governo municipal.

h) Gestão da frota municipal: com recursos de geoprocessamento é possível obter informações sobre os tipos de usos da frota municipal, conhecendo os trajetos mais comuns e sua intensidade. Estas informações possibilitarão a definição de roteiros otimizados para a frota municipal, gerando economia de tempo, combustível e uso de veículos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Aquisição dos Planos de Informação

Nesta etapa do trabalho serão descritos os planos de informação que farão parte do SIG proposto e a metodologia para o levantamento dos dados.

#### 2.1.1 Relevo

O estudo do relevo de uma região pretende descrever como o terreno varia nas suas feições, se formando planaltos, planícies ou depressões e ainda com suas subdivisões. Demonstrar como uma superfície tri dimensional se comporta nem sempre é fácil. Para descrever a distribuição desse fenômeno espacial usa-se o Modelo Numérico do Terreno – MNT – como sua representação matemática computacional.

Dados de MNT servem também para outras aplicações além de representarem formas de relevo, podendo citar como exemplos informações geológicas, de temperatura, profundidades de cursos d'água, etc.

Conforme Felgueiras (apud Burrough, 1986), alguns usos do MNT:

- armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio a análise de geomorfologia e erodibilidade;
- análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

#### 2.1.2 Geração do MNT

O processo de geração de um MNT possui três etapas distintas que são:

- 1) aquisição das amostras – compreende a aquisição de um conjunto de amostras que representem o fenômeno espacial dentro do espaço geográfico de interesse. A aquisição pode se dar por levantamentos de campo, digitalização de mapas, medidas fotogramétricas a partir de modelos estereoscópicos e dados altimétricos adquiridos de GPSs, aviões e satélites. Essas amostras geralmente são curvas que representam cotas de mesmo valor denominadas isolinhas ou simplesmente um ponto com coordenada tridimensional, que podem ser adquiridas de forma regular ou irregular. (Figuras 02, 03, 04 e 05).

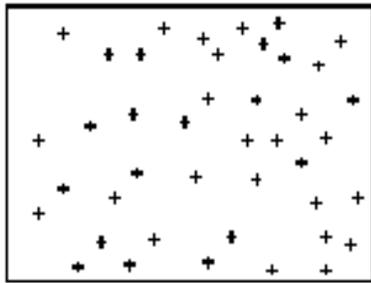


FIGURA 02 – Totalmente Irregular

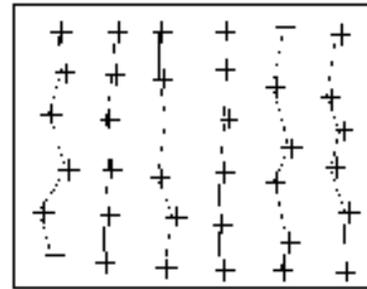


FIGURA 03 – Por Aerolevanteamento

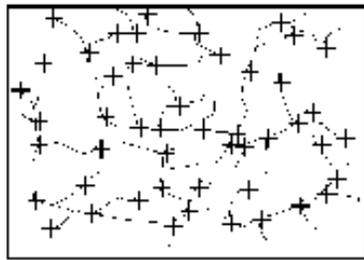


FIGURA 04 – A Partir da Drenagem

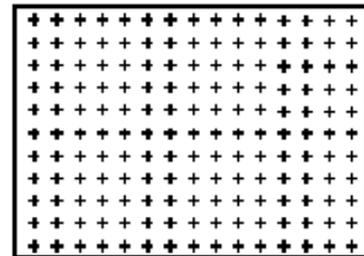


FIGURA 05 – Grade Regular

- 2) modelagem – a modelagem compreende a criação de estruturas de dados e a definição de superfícies de ajuste objetivando uma representação contínua do fenômeno a partir das amostras adquiridas. Os modelos mais utilizados são os modelos de grade regular retangular (Figura 06) e os modelos de grade irregular triangular (Figura 07). A grade retangular é um modelo digital que aproxima superfícies através de um políedro de faces retangulares. São geralmente utilizadas em aplicações qualitativas, ou seja, para visualização da superfície. Deve ser

efetuada quando os dados amostrados na superfície não são obtidos com espaçamento regular, desta forma a partir das informações contidas nas isolinhas ou nos pontos amostrados, gera-se uma grade que representa de maneira mais fiel possível a superfície.

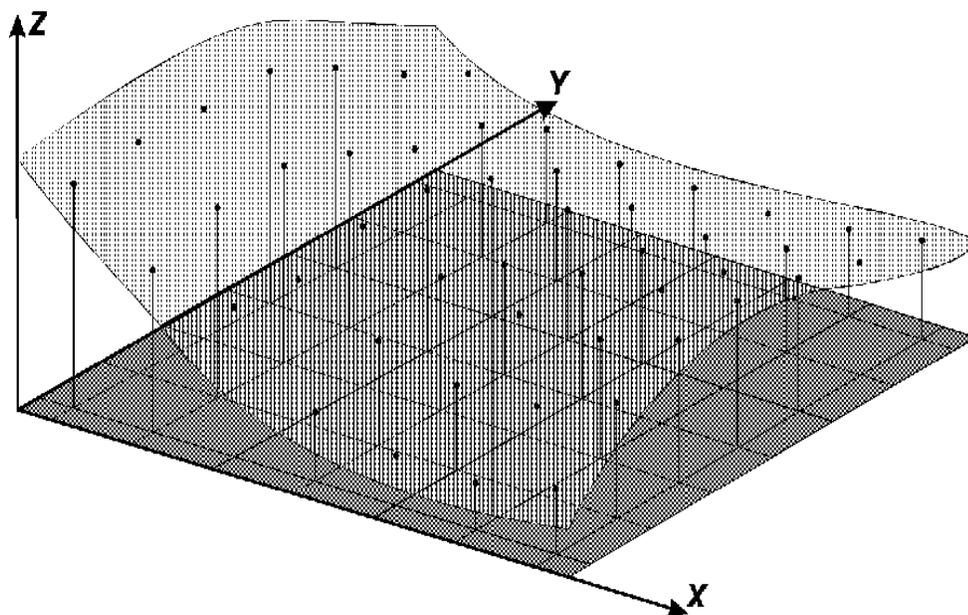


FIGURA 06 - Modelo de Superfície Gerada por uma Grade Retangular.

Na grade irregular triangular, cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo. Os vértices do triângulo são geralmente os pontos amostrados da superfície. Esta modelagem, considerando as arestas dos triângulos, permite que as informações morfológicas importantes, como as discontinuidades representadas por feições lineares de relevo e drenagem, sejam consideradas durante a geração da grade triangular, possibilitando assim, modelar a superfície do terreno preservando as feições geomórficas da superfície. As discontinuidades da superfície podem ser modeladas através de linhas e pontos característicos. Esta grade tem a vantagem de utilizar os próprios pontos amostrados para modelar a superfície

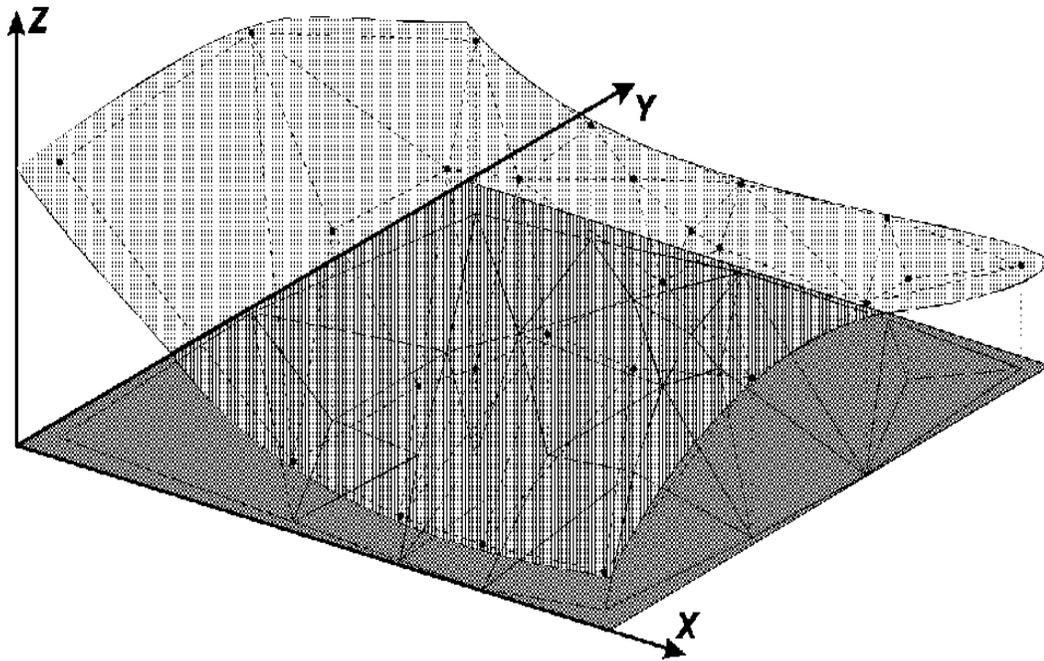


FIGURA 07 - Modelo de Superfície Gerada por uma Grade Irregular Triangular.

Com as isolinhas e os pontos cotados adquiridos, gerou-se a grade retangular e a grade irregular triangular, portando obtendo um Modelo Numérico para o Terreno

- 3) aplicação – as aplicações são procedimentos de análise executados sobre os modelos digitais. Podem ser qualitativos, como a visualização do modelo usando projeções geométricas planares ou quantitativas como cálculos de volumes, áreas, desenhar perfis e secções transversais, gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de declividade e aspecto, gerar fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais.

### 2.1.3 Drenagem

O Plano de Informação chamado drenagem é de suma importância para a questão de gerência de estradas.

Pode-se concluir sem muito esforço que deve ser construída uma obra de arte – neste trabalho, entendida, como estruturas construídas para possibilitar a passagem d'água através de uma estrada, de maneira a não interromper o trânsito através da mesma.

Pode-se caracterizar a drenagem como o conjunto de canais da superfície do terreno, resultante da manifestação de fatores ambientais como relevo, clima, geologia, cobertura vegetal e características da área como textura, permeabilidade do solo, umidade e estruturas geológicas (Fernandes, 1998).

Dessa forma a apropriação da representação gráfica correspondente a rede de drenagem é fundamental tanto para o dimensionamento como para o monitoramento e gerenciamento dos sistemas de drenagem que compõe as estruturas de escoamento e direcionamento das águas que interferem no sistema viário municipal.

Permite ainda, ser definida, com base nos dados vetorizados, as propriedades texturais da rede de drenagem (Figura 08):

- densidade – número de elementos texturais por unidade de área;
- lineação – segmento contínuo retilíneo dos elementos texturais de drenagem;
- alinhamentos – disposição retilínea dos elementos texturais ou/e das lineações de drenagem;
- angularidade – definida pelos ângulos de confluência dos elementos texturais de drenagem;
- tropia – função da orientação (direção) dos elementos texturais de drenagem. Podendo ser unidirecional, bidirecional, multiordenada e ainda multi desordenada;
- assimetria – dada pela relação entre a extensão dos elementos texturais de drenagem em ambos os lados de um canal principal;
- uniformidade – indicada pelo grau de persistência das propriedades anteriores, a ainda pela constância das dimensões (largura) de um canal.

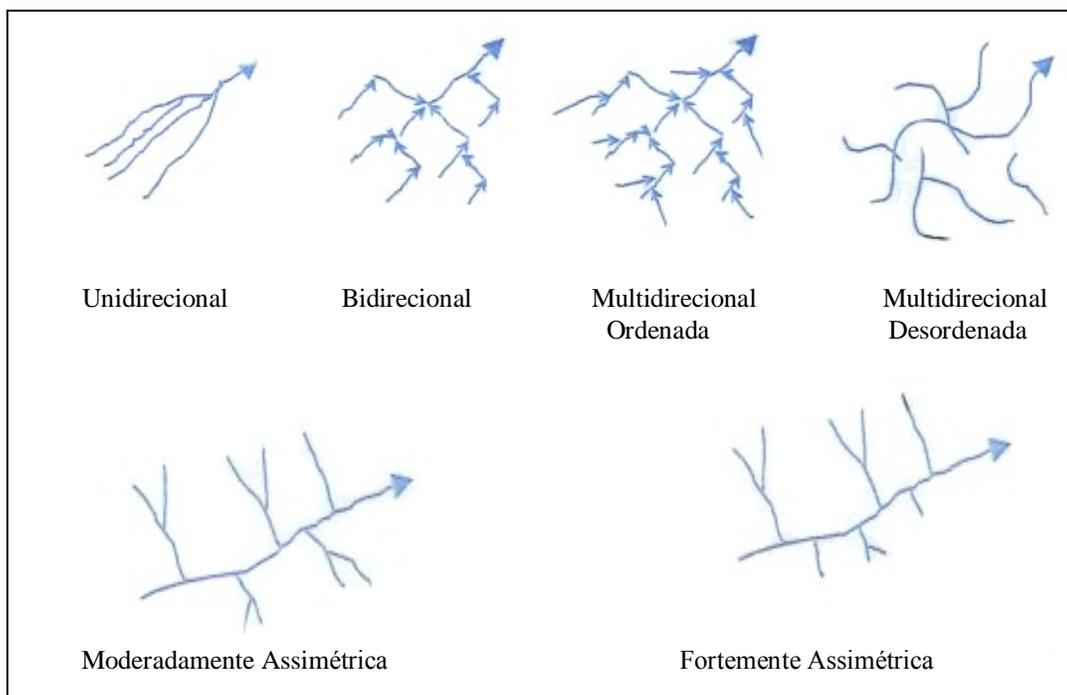


FIGURA 08 – Propriedades Texturais de Drenagem

#### 2.1.4 Solo

As ocorrências de materiais para revestimento primário no município têm enorme influência, tanto no desempenho quanto no custo de manutenção das estradas municipais não pavimentadas.

Pelo simples fato de tratar-se de estradas de terra, pode-se avaliar a importância da contribuição da informação sobre solos. Partindo da própria localização da estrada, indicando sobre qual tipo de solo está localizada, o que tem relação direta com questões de manutenção.

Após a retirada do horizonte A, normalmente não apta a receber o subleito da estrada por questões de geotecnia, é encontrado o horizonte B, este sim de interesse tanto para locação de novas estradas, como para a previsão de custos de manutenção.

---

■ Subleito - Camada de solo abaixo do horizonte A, exposta nas obras em estradas de terra após a decapagem, sobre a qual será depositado o revestimento primário .

Os levantamentos de solos existentes para a maioria das regiões do Estado são do projeto Radam Brasil, disponibilizadas na escala de 1:1.000.000, escala essa já suficientemente pequena, já que tratamos de zonas rurais, onde a mudança do perfil pedológico não necessita ter necessariamente uma precisão métrica.

Algumas regiões já possuem mapeamentos mais detalhados, normalmente realizados por órgão de extensão ou pesquisa como Emater e Embrapa.

Como os solos constituem uma parte importante do trabalho e de interesse a vários segmentos, como secretaria de agricultura, planejamento, etc., a transcrição das conclusões de trabalho de Cunha (1998), parece ser própria nesta parte do trabalho.

“O município de Candiota, com 953 km<sup>2</sup>, possui duas regiões distintas, separadas, principalmente, pelos aspectos fisiográficos (norte-nordeste e sudoeste) e por seus solos.

A região norte-nordeste, de cotas de 200 a 350m, compõe antigo planalto, formado por rochas sedimentares grosseiras e antigas, em processo acentuado de dissecação. As superfícies tabulares expostas, gradativamente, contêm solos antigos intensamente avermelhados, geralmente de média a baixa fertilidade, bem drenados e com alternâncias de textura, concentração de cascalhos, calhaus, pedregosidade e rochosidade em função da constituição do extrato de arenito (solos litólicos, podzólico vermelho-escuro, fases calhaus-cascalhenta, arenosa e argilosa, podzólico vermelho-amarelo, fases arenosa e hidromórfica e brunizem avermelhado).

No geral, as terras mais rochosas situam-se na classe VIIIse, não sendo próprias ao uso agrícola (7,21%). Nas áreas mais aplainadas, de relevo ondulado e com alguma rochosidade, há alternâncias de solos rasos e profundos, bem drenados, declives acentuados, rochosidade e pedregosidade. As terras situam-se, em grande parte da área, na classe VIse. São próprias, para cultivos perenes (23,61%). As colinas aplainadas, com solos rasos e cascalhentos, pertencem à classe IVse. No geral, permitem cultivos anuais ocasionais e culturas perenes (2,07%). As colinas com solos profundos, pouco férteis, mas sem rochosidade e pedregosidade, situadas em relevo ondulado e suave ondulado, estão agrupadas na classe IIIse. São próprias a cultivos intensivos anuais (6,43%). Na borda desse planalto, em nível inferior, os solos vermelhos, desenvolvidos de rocha sedimentar fina, com níveis maiores de carbonatos, apresentam boa fertilidade e relevo de plano a suave ondulado. São

terras próprias para cultivos anuais, com raras restrições referentes à suscetibilidade à erosão e poucas deficiências de fertilidade – classe IIse (11,01%).

Na região sul-sudoeste, situam-se as denominadas terras negras. Estas compreendem a exposição na superfície de um nível sedimentar antigo de arenitos finos, siltitos e argilitos, com carbonatos situados nas cotas de 200 a 100m. Aparentemente, trata-se de solos que evoluíram no período quaternário, com a remoção progressiva das camadas sedimentares de nível superior, formando sempre solos parcialmente rasos. Os solos argilosos, desenvolvidos de argilitos carbonáticos espessos, são muito férteis, superficialmente pouco ácidos, efetivamente pouco profundos e imperfeitamente drenados (brunizem e brunizem vértico, fases hidromórfica e vertissolo, fase iluvial-hidromórfica). Quando situados em relevo suave ondulado, são muito favoráveis a cultivos anuais, com restrições devido à alta suscetibilidade à erosão e às limitações inerentes à praticidade do uso da terra em função das relações água/solo – classe II<sub>sde</sub> e III<sub>sde</sub> (30,32%). Na parte mais ao sul, esses solos, desenvolvidos de arenitos finos sobrepostos a siltitos e argilitos carbonáticos, constituem, em parte, um relevo ondulado, onde se acentuam as limitações relativas à suscetibilidade à erosão. Além disso, a configuração de extratos de arenitos e siltitos com argilito conduz a solos heterogêneos e rasos nos topos das colinas e variáveis em pequenas distâncias (brunizem vértico, fase hidromórfica, vertissolo, fase iluvial-hidromórfica, solos litólicos vérticos e glei húmico vértico) – classe IV<sub>sde</sub> (12,37%).

As terras planas, ao longo dos rios e riachos, não-inundáveis, com solos argilosos vérticos (vertissolo, planossolo vértico e glei húmico vértico), são próprias a cultivos anuais se drenadas adequadamente e se forem contornadas as adversidades inerentes ao preparo do solo por excesso ou falta de água – classe III<sub>sd</sub> (4,60%).

As áreas de vales de rios com alternâncias abruptas de afloramentos rochosos e solos aluviais indiscriminados pertencem a classe VII<sub>sd</sub>. Seriam próprias a florestamento principalmente (2,35%).

Nesse contexto, concluiu-se que o município de Candiota conta com, aproximadamente, 52% de terras que suportam uma agricultura intensiva contínua com cultivos anuais. Cultivos anuais intermitentes podem dispor de mais de 15% da área. As áreas próprias para cultivos perenes ou pastagem cultivada totalizam 24%; entretanto, se priorizados cultivos perenes, os solos bem drenados totalizam 43%.

Não teriam uso recomendado para cultivo, apenas 10% das terras íngremes ou rochosas”.

#### 2.1.5 Malha Viária

A malha viária é para este trabalho o Plano de Informação mais importante. Além das estradas, propriamente ditas, sobre elas também estão assentadas as obras de arte, formando um grande Plano de Informação, sobre o qual será depositada a maior parte das informações, tanto estáticas (extensão e largura), como informações de maior resolução temporal, como por exemplo, o último trabalho realizado.

A malha viária é composta por todas as estradas ou caminhos, que servem para o acesso às propriedades ou localidades, atendendo à necessidade dos meios de transporte.

Os mapas viários normalmente utilizados pelos administradores municipais, estão desatualizados, não fornecendo as informações necessárias ao bom desempenho das atividades.

Para o caso específico do município de Candiota, nos últimos anos foram abertas muitas novas estradas devido aos novos assentamentos de colonos, feitos pelo Ministério de Colonização e Reforma Agrária, tornando ainda mais obsoleto o mapa viário municipal em uso.

#### 2.1.6 Obras de Arte

Aqui, entende-se por obras de arte, todas aquelas que permitirem a passagem de água através de uma estrada.

Às obras de arte cabe uma parte importante do trabalho e dos recursos dispendidos para construção e manutenção de um sistema viário. O custo da obra pode encarecer sobremaneira se o traçado escolhido exigir grande quantidade de pontes e bueiros.

Conseqüentemente, a manutenção dessas obras também não é barata e quando necessária, normalmente em condições emergenciais, já que a manutenção preventiva praticamente inexistente, quando ocorre o problema o trânsito de veículos está comprometido.

Como está inserida na estrada, a obra de arte faz parte do complexo que compreende a sistema viário. Por se tratar de um ponto onde o comportamento da pista difere do restante da malha, são tidas como pontos notáveis, normalmente necessitando de sinalização por motivo de estreitamento de pista ou como ponto de referência pois atravessa um curso d'água.

### 2.1.7 Mapeamento Temático

Como um dos planos de informação propostos, o mapeamento temático pretende disponibilizar à imagem orbital da área em questão.

A noção da distribuição espacial, dos elementos que constituem a paisagem, em termos em ocupação e organização da ocupação do solo, é obtida com privilégios através de composições coloridas adquiridas através dos satélites artificiais.

Tem a grande vantagem, com relação aos meios gráficos, pois é possível a inferência sobre tamanho, forma, localização e textura.

### 2.1.8 Sistema Periférico

O chamado Sistema Periférico aqui apresentado, trata-se de um programa de gerenciamento de serviços relacionados com estradas municipais.

É proposto como opção de auxílio à gerência para os casos de inexistência de sistemas de controle.

#### 2.1.8.1 Suporte à Administração

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos administradores municipais que trabalham com as secretarias de obras, é a coleta de dados e a disponibilidade de informações. Normalmente são coletadas de forma incompleta, quer por dificuldade de preenchimento pelo funcionário, quer por elaboração simplificada da mesma. Isso leva a uma coleta de dados insuficiente e conseqüentemente uma informação não confiável.

Essa deficiência não é restrita ao ramo obreiro da administração pública. Estende-se por outras áreas importantes como a saúde e educação.

O setor público como um todo vem sentindo a necessidade de aumentar seu controle gerencial. A iniciativa privada está aí competindo com recursos avançados de gerência. Enxugamento, prazos, metas, resultados, são palavras de ordem no mercado de trabalho formal, que agora de forma modesta, começam a fazer parte da linguagem dos homens públicos.

Os desafios dos novos tempos, estes difíceis, não permitem mais incompetência e desorganização.

Este trabalho propõe a opção de coleta e sistematização das informações, de maneira a permitir ao administrador tomar decisões de forma assistida, tendo como suporte a decisão toda uma estrutura de banco de dados e SIG.

#### 2.1.8.2 Sistema de Gerência de Estradas Municipais

O Sistema de Gerência de Estradas Municipais – SISGEM – é um sistema proposto pelo professor Alfredo Luis Mendes D'Ávila, como parte do trabalho de tese de doutorado na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (D'Ávila, 1996), com o trabalho intitulado Bases de um Sistema de Gerência de Estradas Municipais do Estado do Rio Grande do Sul.

Posteriormente foram desenvolvidos pelo Professor Alfredo D'Ávila, através do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Pelotas e o autor deste trabalho, as bases para um banco de dados que pudesse atender às necessidades gerenciais dos administradores municipais.

As bases para esse Sistema, são fruto de anos de trabalho junto às prefeituras municipais, tanto como prestador de serviços como pertencente ao quadro.

As experiências adquiridas junto às secretarias de obras, tanto motivaram como nortearam a elaboração das bases do sistema proposto.

A formatação desse sistema de Gerência (Figura 09) se deu através do aluno Fabrício Ávila da Silva, como trabalho de conclusão do curso de Bacharelado em Ciência da Computação, do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas, denominado Sistema Informatizado de Gerência de Estradas Municipais (Fabrício 2003).



FIGURA 09 – Apresentação do SISGEM

### 2.1.8.3 Características do SISGEN

Como este sistema deverá ser utilizado em ambientes não especializados, como secretarias de obras, onde a qualificação média para o cargo de auxiliar administrativo é de nível médio, não se pode refinar muito sua interface com o usuário. Outro fator é o custo, tanto de implantação como de alimentação/manutenção do sistema.

Portanto devendo requerer pouco investimento e ser de simples operação.

No trabalho de Fabrício (2003), são descritas as características que o sistema deve apresentar:

- facilidade de utilização;
- baixo custo de implementação;
- funcionalidade na grande maioria de equipamentos de hardware e software em uso atualmente.

Segundo o mesmo autor as funções que o sistema deve desempenhar são:

- manipulação da base de dados desenvolvida, permitindo a visualização, modificação e exclusão dos dados existentes, bem como a inserção de novos dados;
- impressão de relatórios personalizáveis, ou seja, permitir que o usuário selecione quais os dados são de seu interesse para que estes sejam impressos;
- geração de cópia de segurança dos dados (backup), bem como permitir a recuperação destes dados previamente salvos, em casos de problemas de hardware ou falhas no sistema;
- gerenciamento do acesso de usuários aos dados do sistema, implementando um sistema de senhas para controlar o uso do software.

O sistema operacional utilizado é o Microsoft Windows, por ser o mais comumente utilizado nas secretarias municipais, e a ferramenta de desenvolvimento, o Borland Delphi.

O Delphi oferece suporte aos mais diversos tipos de bases de dados disponíveis atualmente, dBASE, Access, entre outros.

#### 2.1.8.4 Base de Dados

O SISGEM foi desenvolvido para atender a toda a demanda gerencial relacionada ao gerenciamento do setor viário. Obviamente que muitos outros setores da secretaria podem se beneficiar com o banco de dados, por exemplo almoxarifado, combustíveis e lubrificantes, etc., estando relacionadas a vários segmentos das obras municipais, podendo portanto este sistema servir de suporte a outras atividades realizáveis.

A base de dados foi dividida pelo tipo de dado de entrada, para o caso dos cadastros, e pela categoria gerencial do insumo, de forma organizar a saída das informações.

Os módulos que compõe o sistema são:

- inventário rodoviário;
- estudo de materiais;
- tráfego;
- memória técnica;
- pessoal;
- veículos e equipamentos;
- materiais de construção;
- combustíveis e lubrificantes;

- ferramentas;
- compras;
- custos;
- monitoramento;
- experimentos;
- planejamento dos serviços.

Estes módulos compõe, praticamente, todas as atividades desenvolvidas e permite alocar todos os insumos dedicados às obras em uma categoria específica.

#### 2.1.8.5 Entrada de Dados

A inserção dos dados no Sistema requer tempo. Como pode ser notado nas Figuras 10, 11 e 12, é grande a quantidade de dados de entrada.

Esta parte do trabalho, embora de fácil execução, requer organização e disciplina.

A confiabilidade do dado de entrada determina a qualidade do dado de saída. É claro que novos dados podem ser incorporados ao sistema no decorrer do seu uso, e outros podem ser modificados ou atualizados sempre que se fizer necessário.

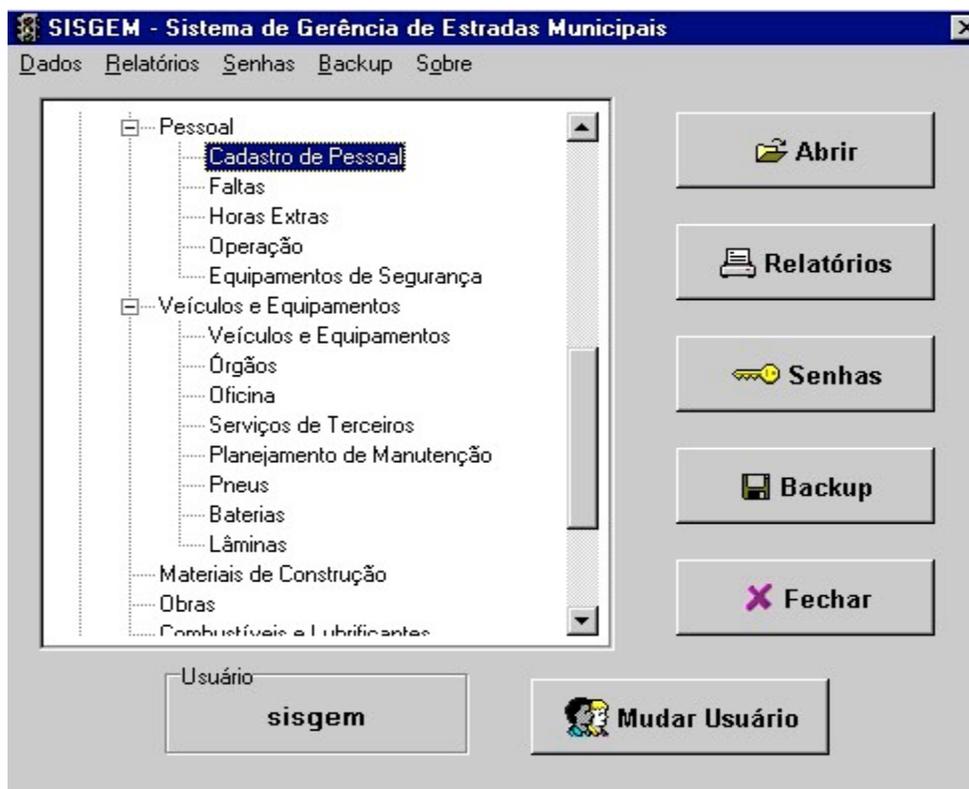


FIGURA 10 – Itens de Cadastro

**Veículos e Equipamentos**

**Identificação**

Adicionar Veículo  
Excluir Veículo  
Mudar Identificação  
Fechar

Tipo

- Caminhão
- Retro
- Motoniveladora
- Pá carregadeira
- Trator
- Rolo Compactador
- Camionete
- Carro
- Britador móvel

Descrição

Outras Informações

Seguro

Nome do seguro

Data de vencimento

Código de custo

Marca

Modelo

Número de série

Motor

Modelo do Motor

Número de série do motor

Ano de fabricação

Data de entrega

Fornecedor

Fornecedor do motor

Preço

Empenho

Chassi

Placa

Patrimônio

Fim da vida útil /

FIGURA 11 - Cadastro de Máquinas

**Cadastro de Pessoal**

Apelido

qaw

Adicionar Funcionário  
Excluir Funcionário  
Mudar Apelido  
Fechar

Nome completo

Endereço

Telefone

Telefone para contato

Tamanho do macacão

Tamanho do calçado

Tipo Sangüíneo

- A +
- A -
- B +
- B -
- AB +
- AB -
- O +
- O -

Cuidados Médicos

Habilidades

Treinamentos

FIGURA 12 – Cadastro de Pessoal

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 Local

O município escolhido para ser desenvolvido o trabalho, foi o município de Candiota, no Rio Grande do Sul.

Distante 380 km da capital, Porto Alegre, com área de 953 km<sup>2</sup>, faz divisa com os municípios de Bagé, Hulha Negra, Pinheiro Machado, Pedras Altas e Aceguá (Figura 13).

As principais atividades econômicas desenvolvidas são a pecuária, ovinocultura, arroz irrigado, sementes olerícolas, milho, batata inglesa, batata doce e mandioca. Também abriga a Usina Termoeletrica Presidente Médice e uma fábrica de cimento.

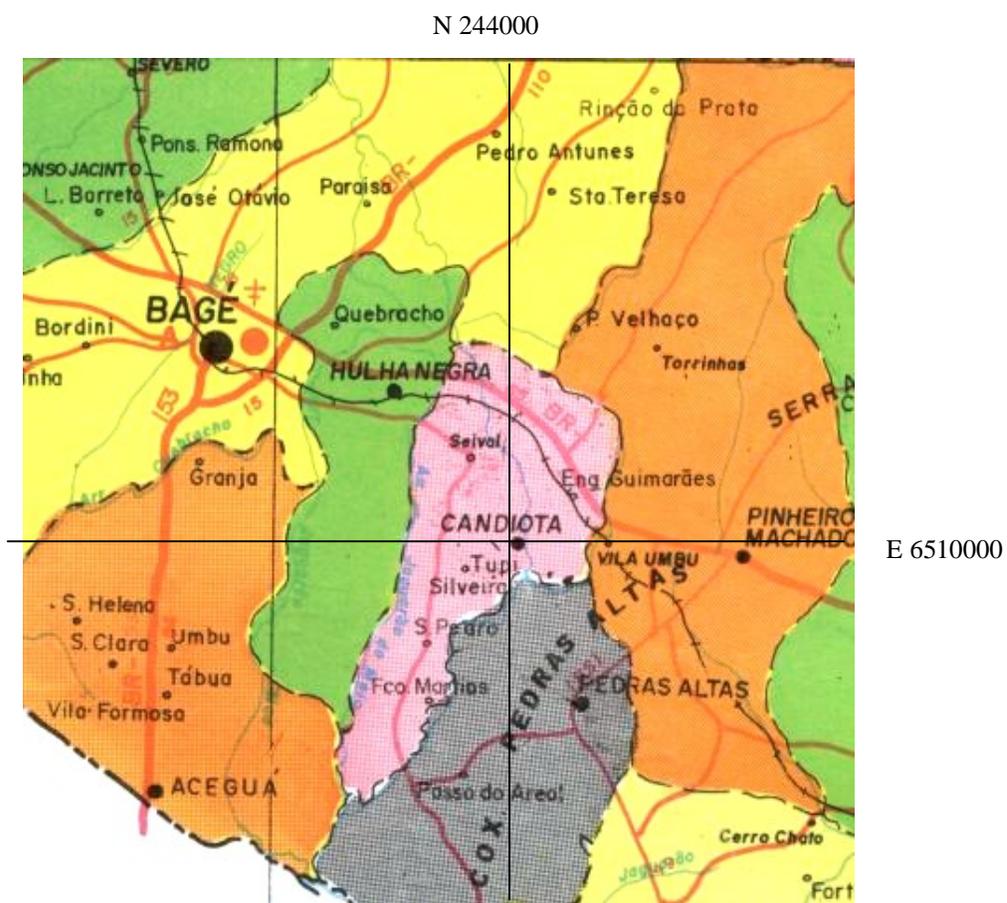


FIGURA 13 – Mapa de Localização do Município de Candiota

Possui uma população de 8.064 habitantes, em constante aumento devido ao assentamento de colonos pelo Instituto Nacional de colonização e Reforma Agrária.

Situado entre as coordenadas Este 220.000 e 257.000m e as coordenadas Norte 6.470.000 e 6.533.000m do fuso 22 do sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) no hemisfério Sul.

O retângulo envolvente delimitado para o projeto, abrange uma área um pouco maior (Figura 14).

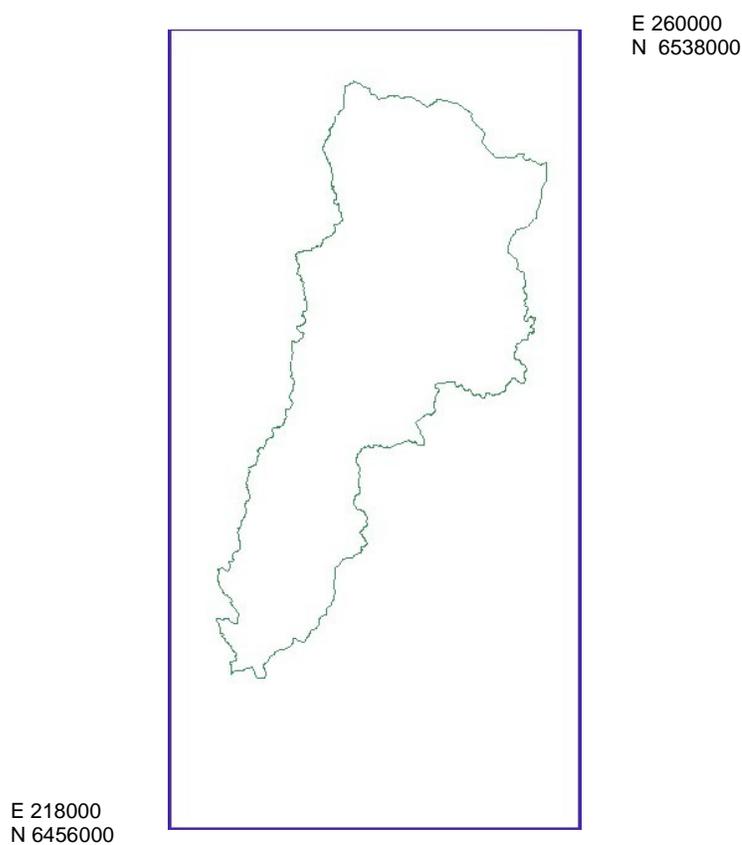


FIGURA 14 – Retângulo Envolvente da Área do Projeto

Foi utilizado o SPRING para o desenvolvimento de todo o trabalho, usando Access como gerenciador do banco de dados e adotando a projeção UTM e referida ao Datum Córrego Alegre.

### 3.2 Aquisição do Relevo

No presente trabalho foram adquiridas as amostras através de isolinhas e pontos que representam picos de relevo (Figura 15).

Primeiramente foram adquiridas as Cartas do Serviço Geográfico do Exército – SGE - que compõem a área do município de Candiota / RS, local eleito para ser desenvolvido o trabalho. As cartas do SGE disponíveis são de vôo realizado em 1975, restituídas em 1976, tendo sido feita a primeira impressão em 1980, na escala de 1:50.000. São as cartas: Passo São Diogo, Hulha Negra, Tupi Silveira, Seival e Pedras Altas.

As cartas foram convertidas para o ambiente digital através de digitalização feita em scanner de rolo, que tem capacidade de scaniar uma carta inteira. A scanerização foi feita com uma resolução de 400 d.p.i e em tons de cinza, o que acarretou maiores dificuldades no processo de vetorização, já que a não existência de diferença nas cores entre as linhas de relevo e drenagem, causava certa confusão que teve que ser suprida mediante visualização da própria carta impressa.

Para o georeferenciamento do arquivo digital referente às cartas do SGE foram tomados nove pontos como pontos de controle, coletados na interseção da grade UTM.

Após o georeferenciamento, procedeu-se ao processo de vetorização propriamente dito, utilizando o próprio SPRING como editor gráfico, inserindo as amostras no Plano de Informação “MNT” e na Categoria “Cotas” do modelo de dados Numérico, que no SPRING é definido como dados que possuem uma variação contínua de seus valores numéricos em função de sua posição na superfície.

Tendo a imagem digitalizada e georeferenciada como pano de fundo procedeu-se a vetorização de todas as curvas de nível pertencentes à área do município de Candiota, identificando a sua altitude, assinalando linhas mestras (curvas de nível de cota cheia) e pontos isolados representando picos de elevações.

As curvas de níveis, nas cartas do SGE têm uma equidistância de 20 metros, variação de altitude perfeitamente aceitável para o trabalho de mapeamento de zonas rurais e compatíveis com a escala do trabalho.

Adotou-se o procedimento manual para a vetorização, com ampliação do pano de fundo suficientemente para que se pudesse clicar dentro da linha que representa a curva de nível.



FIGURA 15 – Curvas de Nível - Amostras

Cada carta foi vetorizada separadamente devido ao peso de arquivo gerado pelo scanner. Depois de todas as cartas vetorizadas, foi realizado mosaico dos cinco arquivos e os devidos ajustes de ligação das curvas de nível.

Após a vetorização e os ajustes devidos, foi alimentado o plano de informação “MNT”, pertencente “à categoria “Cotas”.

### 3.3 Aquisição da Drenagem

A aquisição do Plano de Informação chamado drenagem é de suma importância para a questão de gerência de estradas.

Nesta parte do trabalho, propõe-se a aquisição de toda a representação da rede de drenagem que compõem a área de estudo (Figura 16).

O processo de digitalização e georeferenciamento da rede de drenagem é o mesmo descrito para a obtenção do relevo, já que este procedimento é feito uma única vez, servindo para a extração do plano de informação “relevo”, descrito acima, e para a drenagem.

Foram utilizadas as mesmas cartas e o mesmo retângulo envolvente para delimitar a área do projeto.

Após o georeferenciamento, procedeu-se ao processo de vetorização propriamente dito, utilizando o próprio SPRING como editor gráfico, inserindo as linhas de drenagem no Plano de Informação “Geral” e Categoria “Drenagem” do modelo de dados Cadastral, definido no SPRING como sendo os mapas que contêm a representação de determinado tipo de objeto.

Tendo o arquivo digital georeferenciando da carta como pano de fundo procedeu-se a vetorização de todas as linhas que representam a rede de drenagem na área do município de Candiota.

Adotou-se o procedimento manual para a vetorização, com ampliação do pano de fundo suficientemente para que se pudesse clicar dentro da linha que representa o corpo d’água.

Cada carta foi vetorizada separadamente devido ao peso de arquivo gerado pelo scanner. Depois de todas as cartas vetorizadas, foi realizado mosaico dos cinco arquivos e os devidos ajustes de ligação das linhas.

Tendo sido a vetorização completada, procedeu-se o ajuste arco-nó, para que cada segmento representativo da rede de drenagem possa ser demarcado no seu começo e final por um nó.

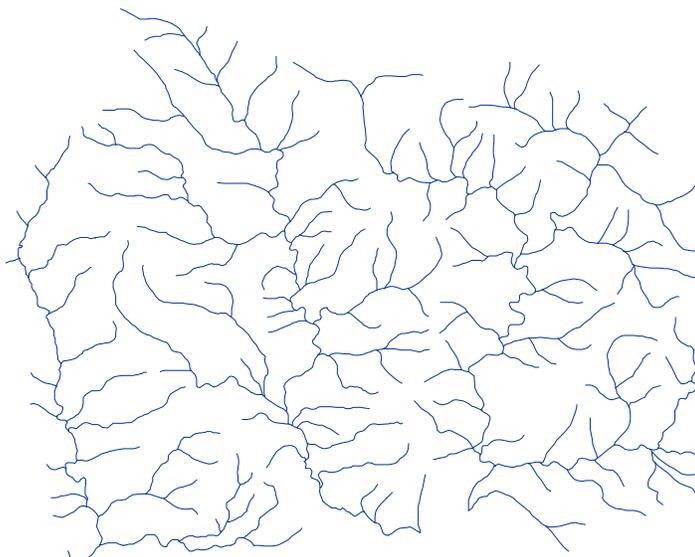


FIGURA 16 – Rede de Drenagem

O passo posterior foi de fazer a hierarquização da rede de drenagem, utilizando o método proposto por Strahler (Strahler, 1964).

De acordo com o referido autor, a hierarquização dos canais de drenagens recebe valores numéricos conforme o número de ordem dos cursos de água que formam o conjunto da bacia ou sub-bacia hidrográfica. Na ordenação proposta por Strahler, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários estendendo-se das nascentes até a confluência; os canais de segunda ordem são aqueles que recebem afluentes de primeira ordem; os de terceira ordem recebem tributários de segunda ordem, podendo também receber canais de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência dos canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, e assim sucessivamente.

No processo de hierarquização da rede de drenagem, como é feito no SPRING, é criada a Categoria de Dados do modelo “Objeto”, onde cada segmento de drenagem, representado pela entidade linha, é associado a um objeto (Figura 17).

Foi então criada a Categoria “Dren” do modelo de dados Objeto. A este objeto é atribuído um nome e um rótulo. O nome pode ser repetido, podendo existir diversos objetos com o mesmo nome. Já o rótulo tem de ser específico para cada objeto. Deste modo o ordenamento conforme Strahler é indicado pelo nome, onde todos os ramos de mesmo ordenamento, têm o mesmo nome, mas uma diferenciação seqüencial dada pelo rótulo. O ramo diferenciado na Figura 17, mostra o processo de hierarquização.

Neste momento o SPRING gera uma tabela de atributos com os seguintes dados: ID que é um identificador usado pelo programa; NOME, aqui sendo o mesmo para cada classe de ordenamento; RÓTULO, inserido como numeração seqüencial; ÀREA, que para o caso é zero, pois não se trata de um polígono; e PERÌMETRO que representa a extensão da linha que representa cada ramo da drenagem.

A partir da criação da categoria objeto, é possível atribuir valores de atributos para os mesmos. Por exemplo para a rede de drenagem pode-se fazer inferência ao segmento com relação ao assoreamento, largura, profundidade, sedimentos em suspensão, etc.

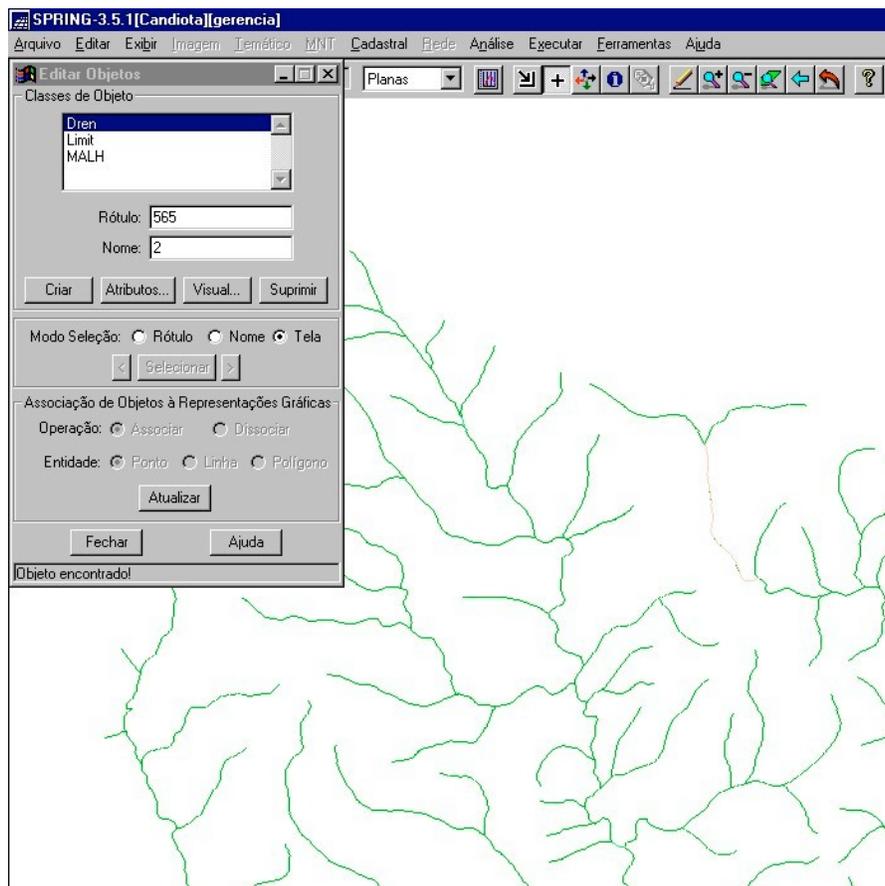


FIGURA 17 – Hierarquização Segundo Strahler no SPRING

### 3.4 Aquisição das Classes e Uso do Solo

Para o município de Candiota, o levantamento mais detalhado existente é o Estudo dos Solos do Município de Candiota realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – através do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado – CPACT, com escala de 1:100.000.

Foram incorporados ao trabalho os mapas temáticos referentes à classificação e ao uso dos solos.

Este levantamento realizado pela Embrapa Clima Temperado, serviu de base para a aquisição do Plano de Informação “Solo” da Categoria “Solos” do modelo de dados “Temático”, Figura 21 e Figura 22.

Primeiramente foi digitalizado a mapa de solos produzido pela Embrapa Clima Temperado em scanner de rolo. Com o arquivo em formato digital, procedeu-se o georreferenciamento da imagem no SPRING, tomando como pontos de controle, interseções da malha de coordenadas, num total de nove pontos.

Para o processo de vetorização das classes de solos e uso do solo, utilizou-se o próprio SPRING como editor gráfico, tendo a carta digitalizada e georeferenciada como pano de fundo sendo primeiramente editados os polígonos que compõe as classes de solos, para posterior ajuste e poligonização.

Adotou-se o procedimento manual para a vetorização, com ampliação do pano de fundo suficientemente para que se pudesse clicar dentro da linha que representa o polígono limite da classe de solo.

Foi feito o ajuste dos nós, para que cada arco tivesse seu começo e final por um nó. Estes arcos então delimitando as fronteiras dos polígonos representativos das classes de solos.

No SPRING, se faz necessária à criação das classes temáticas que comporão o Plano de Informação. Desta forma foram criadas todas as classes do solo e uso do solo para o modelo temático da Categoria “Solos” e posterior edição das classes de solos através de associação com o polígono correspondente.

Com esses procedimentos obteve-se o Plano de Informação relativos aos solos do município de Candiota.

### 3.5 Mapeamento da Malha Viária

Para o mapeamento da malha viária foi utilizando um aparelho de GPS para navegação, modelo Garmim 12XL, tendo sido percorrido o eixo da estrada com automóvel e coletados pontos no início de curva, ponto de tangência da curva e ponto de final de curva. Este processo tornou-se longo e penoso devido ao grande número de pontos a serem coletados, mas obtendo dados mais precisos devido à leitura ter sido feita após o aparelho ter fixado o ponto, portanto em condição de estabilidade.

As coordenadas foram anotadas e posteriormente editada no programa AutoCad, já que o SPRING não permite a entrada de dados via digitação de coordenadas.

Cada estrada foi inserida separadamente, gerando um arquivo com seu nome. Esse processo permite a individualização das estradas, o que pode ser útil à medida que se queira trabalhar com um conjunto restrito de estradas. Na Tabela 04 estão descritas as estradas e suas extensões.

Foram coletadas também, as posições de pontos notáveis ao longo da estrada, que são: igrejas, cemitérios, postos de saúde, escolas e comércios. Estes, tendo suas coordenadas inseridas via AutoCad e representados em planta com sua representação específica.

Os arquivos relativos a cada estrada foram importados para o SPRING e realizado mosaico, para que todos os arquivos fossem alocados no Plano de Informação “Estradas” da Categoria “Malha” do modelo de dados Rede.

Ajustados os nós de cada segmento representativo da malha viária, cada arco representa um trecho da estrada, iniciada e finalizada por um nó.

Foram criados os Planos de Informação BR para conter a representação gráfica da BR 293 que corta o município e o Plano de Informação Linha Férrea que também corta o município paralelamente à BR. Esta separação foi feita por se tratarem de via de acesso de responsabilidade federal e privada, respectivamente.

Para que a entidade linha, representativa de cada trecho que compõe a malha viária, possa receber atributos, é necessário, no SPRING, a criação da Categoria “objeto”. Foi então criada a Categoria “Malh” do modelo de dados Objeto.

Procedeu-se a edição vetorial, onde a cada entidade linha que representa uma estrada, foram associados um nome e um rótulo. Para este caso optou-se por serem os mesmos.

Neste momento o SPRING gera uma tabela de atributos com os seguintes dados: ID que é um identificador usado pelo programa; NOME e RÓTULO atribuídos pelo operador e nesse caso o nome da própria estrada; ÁREA, que para o caso o zero pois não se trata de um polígono e PERÍMETRO que representa a extensão da linha que representa o trecho.

### 3.6 Mapeamento das Obras de Arte

Juntamente com o mapeamento da malha viária, foram levantados os pontos onde foram construídas obras de arte.

Foi percorrida toda a extensão da malha viária com veículo automotor e anotadas as coordenadas de localização das obras de arte, utilizando um aparelho de GPS para navegação, modelo Garmim 12XL.

Em cada obra de arte foram coletadas além das coordenadas, dados físicos e funcionais das mesmas, conforme Tabela 05.

Estes dados referentes ao estado de conservação e ao dimensionamento da obra, foram adquiridos em loco, fazendo medições e avaliando seu estado atual.

Foi inserida a coordenada da obra-de-arte através do programa AutoCad, pois o SPRING não permite a entrada de dados através da digitação de coordenadas.

Os bueiros foram representados por um círculo. Cada círculo preenchido com uma cor, o que identifica o diâmetro do mesmo através de uma legenda. Ao lado deste círculo um número. Este número seguiu um ordenamento seqüencial que é o mesmo do rótulo,

que identifica o objeto. Esta numeração também é representada em planta para facilitar sua consulta na tabela de dados.

As pontes foram representadas na sua convenção habitual. Também, devidamente numerada.

### 3.7 Aquisição do Plano de Informação Temático

Para o mapeamento temático utilizou-se uma imagem orbital do satélite TM/Landsat-5. Este satélite fornece imagens com resolução espacial de 30 metros, o que é uma resolução aceitável para um mapeamento à nível de município.

Após a determinação do retângulo envolvente recortou-se a imagem para que se trabalhasse com um arquivo mais leve.

Este recorte foi georreferenciado com a utilização de nove pontos de controle, obtidos durante o mapeamento da malha viária.

Para delimitar somente a área do município, recortou-se a imagem novamente, usando como mascara o plano de informação que representa o limite municipal. Desta forma, manteve-se informação somente dentro do perímetro do limite do município.

Foi feita uma composição colorida com a utilização das bandas 3, banda 4 e banda 5.

A análise sobre a imagem foi apenas visual, sem execução de classificação nesta etapa do trabalho. Essas informações podem ser adquiridas posteriormente conforme a necessidade da administração municipal.

Na versão impressa do mapa temático, foram criadas legendas para facilitar a identificação visual em planta, conforme pode ser visto na Figura 20.

Desta forma foi acrescentado ao sistema o Plano de Informação “Imagem TM” da Categoria “Imagem”.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Gerais**

Toda a gama de informações resultantes da coleta do dado e sua disponibilidade para consulta e como suporte à decisão, está inserida nos planos de informação aqui expostos.

A ordenação lógica e sistemática dos dados, permite interação entre os planos de informação através de cruzamentos e consultas espaciais, portanto, manipulando as informações de modo a obter uma resultante que atenda a demanda presente.

Alguns desses planos de informação já são de domínio público, como o relevo e a drenagem, extraídos das cartas do Serviço Geográfico do Exército. São informações levantadas por órgãos governamentais, estando portanto à disposição da sociedade. Isso não quer dizer necessariamente que fazem parte do acervo técnico comum dos municípios.

Em alguns casos nem se sabe da existência do material. Em outros, existe a dificuldade em identificar a fonte dos dados e o local de aquisição.

Outro impecilho para o uso dessas informações, é a maneira como ele é disponibilizado. A consulta utilizando material cartográfico impresso hoje está ultrapassada pela cartografia digital.

Quando vetorizados, portanto em formato digital, sua utilização fica em muito acrescida, podendo dispor de todos os benefícios de atualização e manipulação de dados vetoriais como visto ao longo desse trabalho.

Podemos dividir os resultados deste trabalho em dois grupos: o dos planos de informação com seus dados, a princípio estáticos, e o banco de dados, destinado ao gerenciamento dos trabalhos executados em estradas de terra.

#### 4.2 Específico – Planos de Informação

Dos planos de informação aqui apresentados, o mapeamento temático, relevo, drenagem, malha viária e obras de arte, pode-se dizer que são estáticos, ou com baixa resolução temporal, se comparados com um banco de dados sobre serviços executados diariamente.

O mapeamento temático teria uma resolução temporal maior com relação ao uso do solo. Malha viária e obras de arte sofrem poucas variações ao longo do tempo. Relevo e drenagem a princípio não sofrem alterações.

As atualizações podem ser feitas sempre que se fizerem necessárias e com certa facilidade, retirando, trocando ou acrescentando novos elementos cartográficos.

Portanto pode-se listar os produtos apresentados à Prefeitura Municipal de Candiota:

- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao relevo do município, com as curvas de nível de 20 em 20 metros, obtendo o MNT;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente a rede de drenagem do município, devidamente hierarquizado;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente às classes de solo presentes na área do município;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente a capacidade de uso das terras presentes na área do município;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao mapeamento da malha viária municipal e pontos de referência;
- arquivo digital contendo o plano de informação correspondente ao mapeamento das obras de arte presentes ao longo da malha viária municipal;
- relatório contendo informações físicas e funcionais das obras de arte;
- arquivo digital contendo a composição colorida da imagem orbital da área do município;
- mapa temático contendo a malha viária municipal, Figura 18;
- mapa temático contendo a malha viária, rede de drenagem, obras de arte e relevo do município, Figura 19;
- mapa temático contendo a composição colorida, malha viária e rede de drenagem, Figura 20;
- mapa temático contendo a classificação dos solos, Figura 21;

- mapa temático contendo a capacidade de uso dos solos, Figura 22;

Os mapas temáticos foram gerados na escala 1:60.000, compatível com o tamanho de papel A0. As figuras representativas destes mapas constantes neste trabalho estão na escala 1:250.000, devido à limitação do tamanho do papel A4.

Todo esse material foi entregue à Prefeitura Municipal, juntamente com a instalação do programa SPRING, e através de um breve treinamento, fornecido subsídios sobre as potencialidades do programa e produtos possíveis de serem gerados a partir dos planos de informações que foram inseridos.

#### 4.3 Específico - Banco de Dados

O SISGEM é um banco de dados apresentado como alternativa à falta de programas específicos para auxiliar no gerenciamento dos serviços relacionados às estradas de terra. Necessita para obtenção dos resultados esperados, uma alta resolução temporal, quer dizer, alimentado diariamente com os dados relativos aos serviços executados no dia anterior.

O SISGEM também foi instalado e realizado breve treinamento para a parte de inserção de dados.

Como o uso do programa, serão criados relatórios específicos de acordo com a necessidade gerencial da secretaria de obras.

Todos esses relatórios serão exportados para um formato compatível com o gerenciador do banco de dados do SPRING, e através da ferramenta “ligação de tabelas”, atualizar as tabela de atributos, criadas no SPRING.



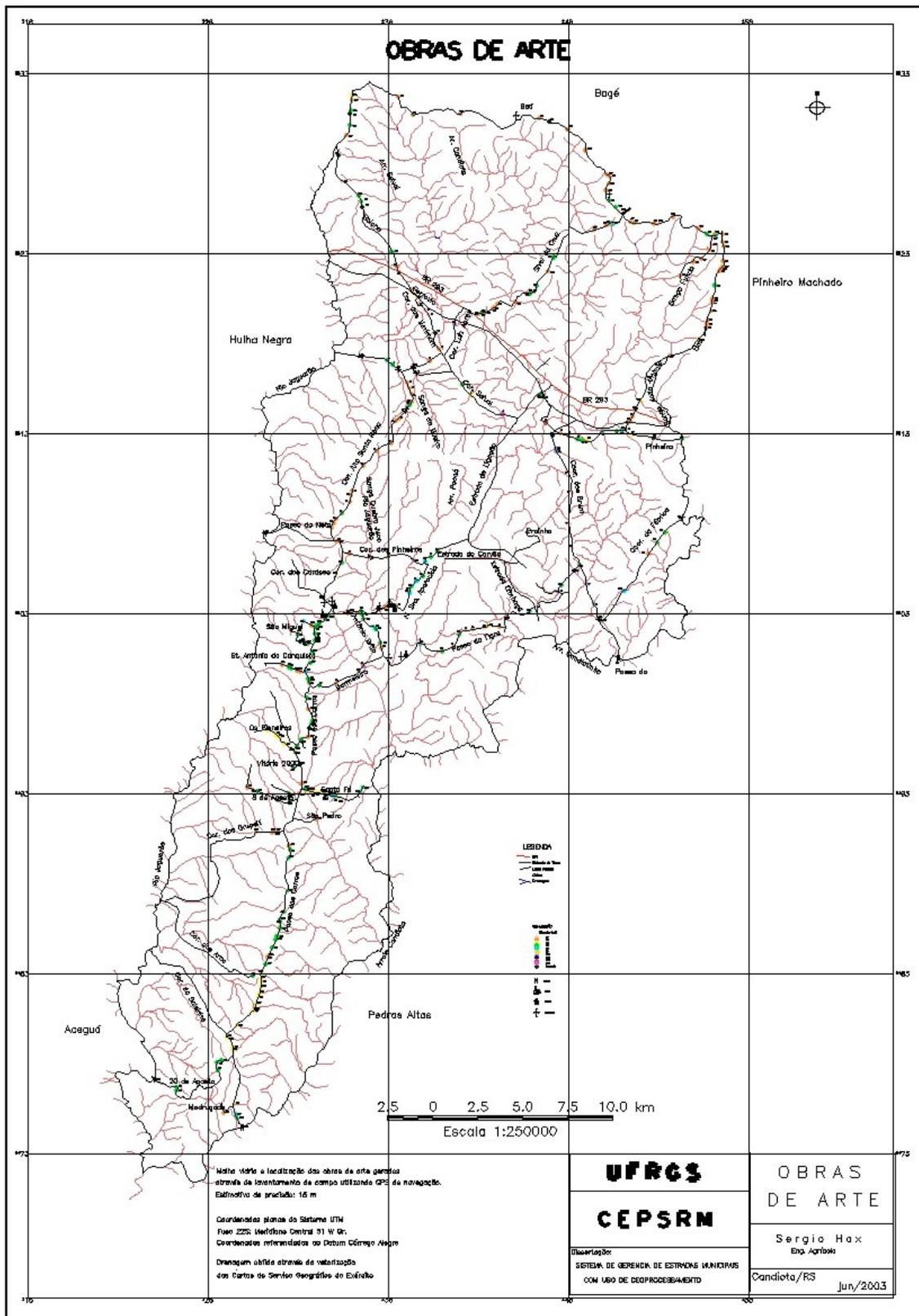


FIGURA 19

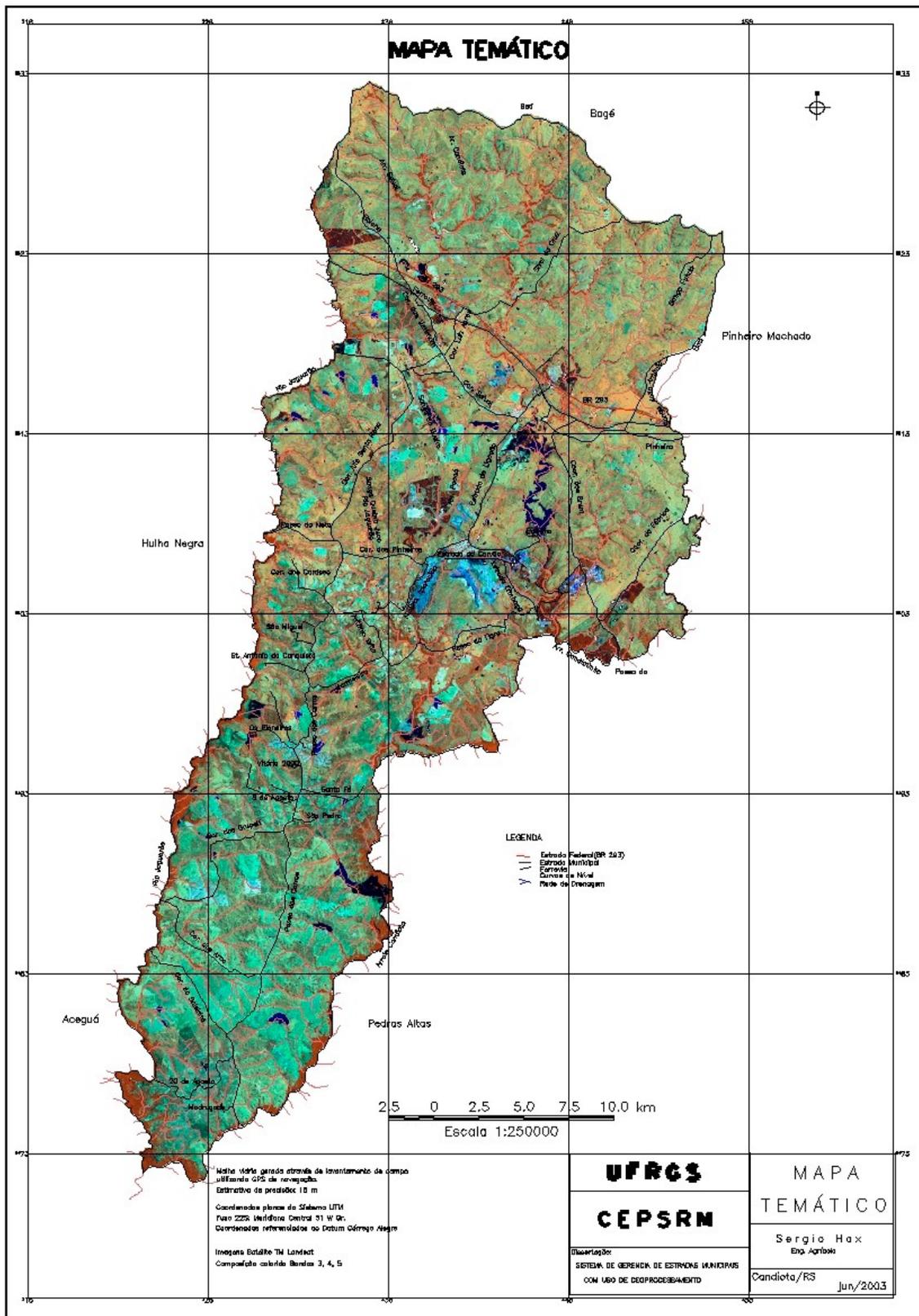


FIGURA 20

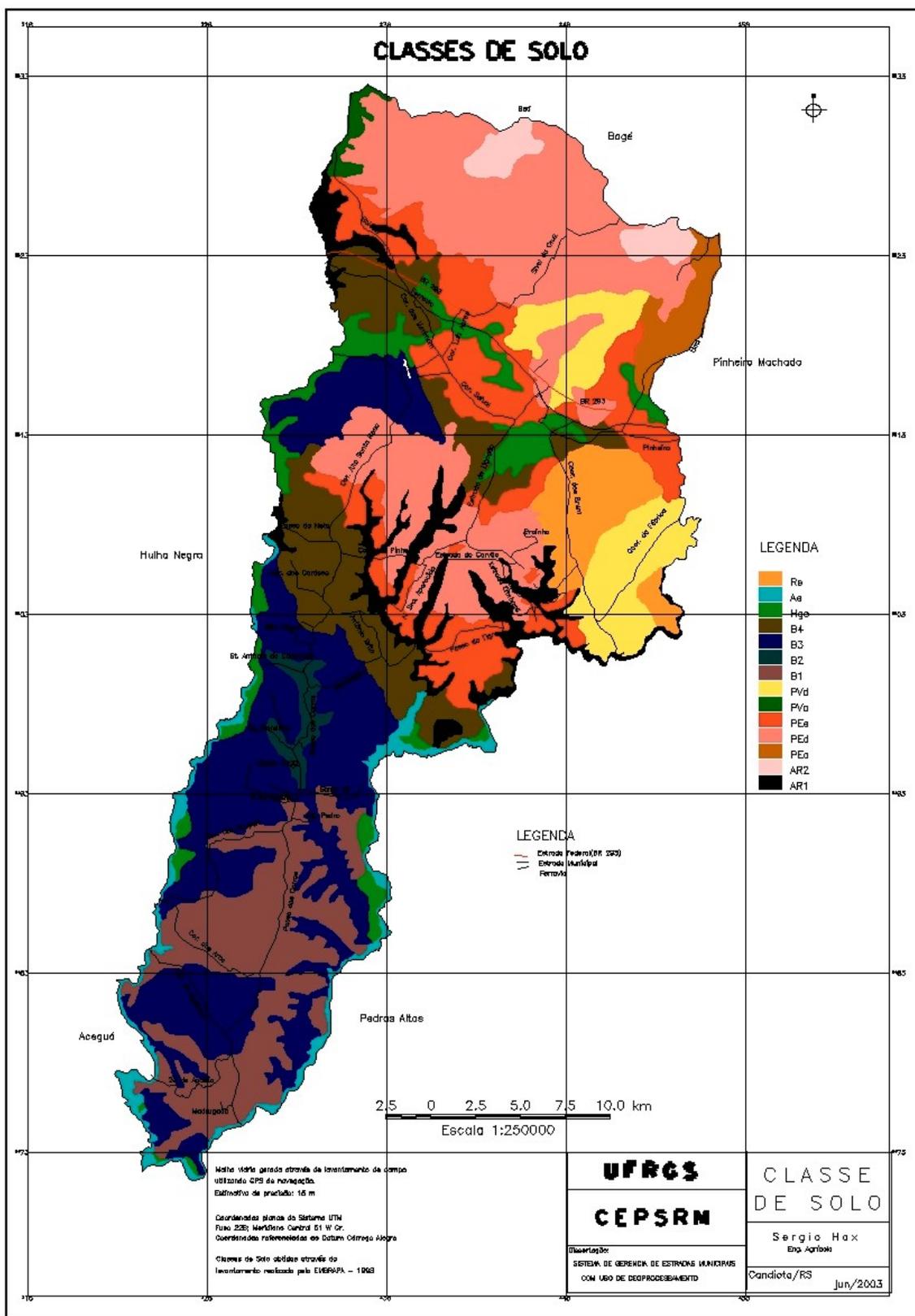


FIGURA 21

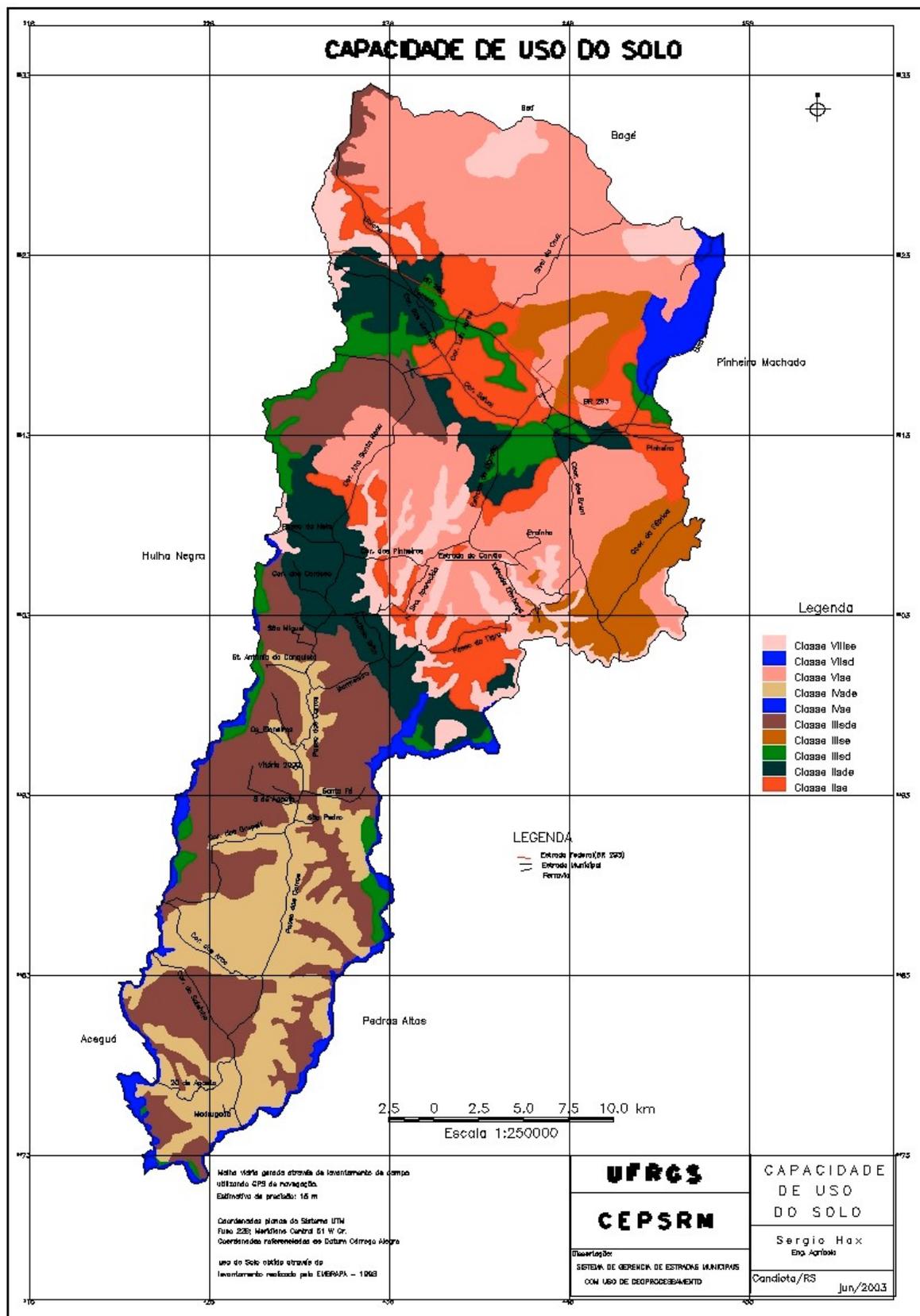


FIGURA 22

## 5 DISCUSSÃO

O pressuposto básico para o desenvolvimento de uma região é, sem dúvida, o conhecimento da sua realidade e, este trabalho, procura reproduzir a realidade através dos recursos cartográficos existentes.

A nível macro, tratando de planejamento e direcionamento de políticas públicas, o grau de detalhamento e resolução dos produtos colocados à disposição é perfeitamente compatível com o uso proposto para o momento.

As informações sobre solo, relevo e drenagem, mantém-se ao longo do tempo, ou seja, será uma informação permanente que, uma vez adquirida e disponível, não necessitará de novos investimentos para poder ser utilizada.

Fica facilitada a elaboração de projetos hidráulicos, como por exemplo o dimensionamento das obras de arte, a determinação de áreas das bacias, greide e cobertura do solo, elementos que podem ser extraídos dos planos de informação apresentados.

Atualizados os dados sobre a malha viária e obras de arte, qualquer modificação em algum desses planos fica facilitada pelo meio digital.

Sendo o caso específico do município de Candiota, local de assentamentos de reforma agrária, a abertura de novas estradas se faz necessária a cada novo projeto de assentamento implantado. O projeto de assentamento compreende a locação das estradas que atenderão aos lotes. Esse dado pode ser adquirido junto ao órgão competente e então feita a atualização do sistema viário municipal.

Da mesma maneira, alterações físicas nas obras de arte são atualizáveis de forma simples, basicamente alterando a tabela de atributos.

Até mesmo a denominação das estradas precisou ser revista durante o trabalho. Algumas eram conhecidas de várias formas. Fez-se necessário, então, promover uma discussão e escolher o nome em consenso.

O mapeamento da malha viária em si já é uma vasta fonte de informação, pois permite identificar as ações mais urgentes e dimensionar o volume de recursos, pessoal e de estruturas que deverão ser empregados.

Pode-se notar ao longo do trabalho que as impressões a respeito das grandezas envolvidas muitas vezes estão equivocadas. Quando os administradores foram questionados sobre a idéia que tinham da extensão da malha viária municipal, os números ficaram entre 450 km e 520 km. Como se viu na Tabela 04, é uma grande diferença em relação aos 302 km levantados.

Para o caso do planejamento das atividades do setor agrícola do município, a Secretaria de Agricultura passará a contar com uma importante ferramenta de planejamento. Com o cruzamento das variáveis solo, relevo e drenagem, pode-se determinar as áreas próprias à determinada cultura.

Para um perfeito zoneamento agrícola, sabe-se que outras variáveis devem ser levadas em conta como: temperatura, umidade, ventos, pluviometria, etc.

A pronta disponibilidade das informações pode auxiliar em muito na busca de recursos externos. Por exemplo, a Lei Estadual número 11.038 de 14 de novembro de 1997, que trata da parcela de cada município da distribuição de ICMS diz o seguinte no seu artigo 1º, parágrafo III: 7% (sete por cento) com base na relação percentual entre a área do município, multiplicando-se por 3 (três) as áreas de preservação ambiental e aquelas inundadas por barragens, exceto as localizadas nos municípios sedes das usinas hidrelétricas, e a área calculada do Estado, no último dia do ano civil a que se refere à apuração, informadas, em quilômetros quadrados, pela Divisão de Geografia e Cartografia da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado – SAA.

Através da imagem temática, com uma simples classificação, pode-se chegar aos valores referentes às áreas inundadas, podendo ainda auxiliar no mapeamento de possíveis áreas de preservação, para o caso de não estarem definidas.

Uma das expressões ouvidas, quando os administradores tiveram contato com o mapa temático, foi a seguinte: “nosso município quase não tem água”. Essa é a consciência que começa a despertar quando se dá o processo de conhecimento da própria realidade.

O incremento do sistema, espera-se, virá com o uso previsto desta forma simples. A necessidade de aperfeiçoar os processos, alimentando-os com novos planos de informação ou refinando os dados, será sentida à medida que as políticas forem determinadas com mais critérios, que os planejamentos tiverem embasamentos mais sólidos, e que a cobrança por resultados passe a ser também uma rotina nos serviços públicos.

A necessidade de aperfeiçoar os processos, alimentando-o com novos planos de informação ou refinando o dado, será sentida à medida que as políticas forem determinadas com mais critérios, que os planejamentos tenham embasamentos mais sólidos, e que a cobrança por resultados passe a ser também uma rotina nos serviços públicos.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As novas tecnologias são desenvolvidas com a intenção básica de servir a população. Os esforços são empenhados no sentido de tornar a vida humana melhor.

Este estudo propôs que uma pequena parte das coisas que são feitas, seja encaminhada de forma a tornar o trabalho mais fácil e eficaz.

A melhoria na qualidade do trabalho visa tanto o emprego de menos energia para sua realização, como a responsabilidade social sobre a ação.

Para tanto, se quer utilizar os conhecimentos científicos gerados e propor aplicações para a efetiva validação da tecnologia, quer dizer, a tecnologia ajudando o homem a trabalhar melhor. Em muitos casos não existe o elo de ligação entre a ponta tecnológica e o usuário comum.

Deve-se ter em mente que na maioria dos casos há falta de recursos e de pessoal qualificado, fazendo com que o administrador público seja absorvido pelas demandas diárias.

Parte deste trabalho versou sobre a sistematização da aquisição de planos de informações, demonstrando a relativa facilidade na obtenção de informações que serão de uso comum aos vários setores da administração municipal.

Pretende-se que os administradores tenham melhores condições de planejamento e gerenciamento com o tipo de informação aqui apresentada.

Para os trabalhos desenvolvidos no âmbito das estradas de terra, o SISGEM tem se apresentado como uma opção para a sistematização dos dados. É claro que qualquer outra forma de organização e tabulação de dados existente e em uso pela prefeitura, pode ser adaptada para gerar dados de saída compatíveis com o gerenciador de bancos de dados utilizado pelo SPRING.

Tendo ainda a possibilidade de espacialização destes, fica estabelecida uma condição que em muito supera os relatórios convencionais. Identificados os pontos de estrangulamento, existe toda uma gama de informações oriundas dos demais planos de informação que auxiliarão no entendimento de determinado resultado.

Custos de implantação e manutenção das estradas, variam de acordo com as condições de solo, relevo, drenagem, distância de transporte dos materiais para revestimento primário, distância da sede do município, etc. Tendo estes insumos devidamente mapeados e formatados, de modo a permitir o cruzamento entre os mesmos, abre-se a possibilidade de identificarmos zonas homólogas para faixas de custos de manutenção, por exemplo.

A maioria das aplicações do sistema - visando trabalhos em zonas rurais, descritas ao longo deste estudo, podem ser transpostas para serviços urbanos com um mínimo de investimento. A aquisição dos planos de informação pode se dar de forma gradativa, com grau de refinamento e precisão crescentes, na mesma medida em que melhorar a qualidade gerencial.

A expectativa é de que o sistema seja ampliado, sendo integrado a ele informações sobre a distribuição da rede elétrica rural, concentração humana, dados de produção agrícola, entre outros.

Conhecer a realidade, nortear as ações necessárias à melhora da condição atual e transformar os ganhos com o bom gerenciamento em benefício da qualidade de vida da população, é no que pretende colaborar a dedicação despendida a este trabalho.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Marx Prestes. Processamento Digital de Imagens. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS.

BARBOSA, Marx Prestes. Comportamento Espectral de Alvos. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS.

BORGES, Karla; DAVIS, Clodoveu. Modelagem De Dados Geográficos. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002.

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CÂMARA, Gilberto. INTRODUÇÃO. Consultado na INTERNETE em 12 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CÂMARA, Gilberto; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria; DAVIS, Clodoveu; FONSECA, Frederico. CONCEITOS BÁSICOS EM GEOPROCESSAMENTO. Consultado na INTERNETE em 24 de novembro de 2002.

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo Gonçalves; CORREA, Virginia. ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; CARVALHO, Marília Sá. Análise Espacial e Geoprocessamento. Consultado na INTERNETE em 20 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel, FUCKS, Suzana Druck; CARVALHO, Marília Sá. ANÁLISE ESPACIAL E GEOPROCESSAMENTO. Consultado na INTERNETE em 30 de novembro de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

CUNHA, N. G. da.; SILVEIRA, R. J. C. da; SEVERO, C. R. S.; SOARES, M. J.; SANTOS, C. N. dos; FONTOURA JÚNIOR, E. R.; SILVA, C. da. Estudo dos solos do município de Candiota. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 73 p. (EMBRAPA-CPACT. Circular Técnica, 11).

D'ÁVILA, A. L. M. Bases de um sistema de gerência de estradas municipais do Estado do Rio Grande do Sul; Dissertação (Dr.) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - São Carlos, 1996.

FELGUERAS, Carlos Alberto. Modelagem Numérica do Terreno. Consultado na INTERNETE em 10 de março de 2002. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>

FERNANDES, Maria de Fátima. Fundamentos de Análise Visual. Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto e SIG. Campina Grande-PB, 1998. UFPB – ABEAS.

GARCIA, Hélio, Carlos; GARAVELLO, Tito Marcio. Lições de Geografia – Iniciação aos Estudos Geográficos. São Paulo: Scipione, 1998.

MANUAL SPRING. CO-ROOM. <http://www.dpi.inpe>

MENEGUETTE, Arlete. Introdução ao Geoprocessamento. Consultado na INTERNETE em 24 de novembro de 2002. [http://www2.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp\\_arlete/courseware/intgeo\\_2.htm](http://www2.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo_2.htm)

RIO GRANDE DO SUL - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem Sistema rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, DAER, 1989.

STRAHLER, A.N. - "Quantitative Geomorphology of drainage basis and channel networks", In: Chow, Ven Te - Handbook of Applied Hidrology, McGraw-Hill Book, NewYork, 1964.

SILVA, Fabrício Ávila da. Sistema Informatizado de Gerência de Estradas Municipais. Instituto de Física e Matemática. Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, 2003

VAZ, José Carlos. Geoprocessamento. Consultado na INTERNETE em 18 de novembro de 2002. <http://federativo.bndes.gov.br/dicas/D094.htm>



## APÊNDICE II

TABELA 04 – Relação de Estradas do Município de Candiota

Relação das Estradas	Extensão (m)
20 de Agosto	7.547,96
8 de Agosto	5.880,26
Antonio Brito	2.987,56
Baú	39.431,32
Corredor	1.045,86
Corredor Alto Santa Rosa	11.406,94
Corredor da Fábrica	7.567,35
Corredor do Salsinho	6.770,48
Corredor dos Arce	7.819,90
Corredor dos Brum	11.279,87
Corredor dos Cardoso	3.179,68
Corredor dos Marimom	5.500,38
Corredor dos Pinheiros	7.733,83
Corredor Luiz Abreu	3.059,34
Corredor Mario Grupelli	10.333,17
Corredor Nossa Senhora Aparecida	7.947,85
Corredor Seival	5.974,85
Corredor Sival da Cruz	11.845,24
Estrada Cimbagé	4.105,63
Estrada de Ligação	14.143,02
Estrada do Carvão	4.172,80
Estrada Engenheiro Guimarães	1.399,42
Estrada Passo do Neto	4.054,68
Madrugada	1.249,05
Marmeleiro	4.695,33
Mineração	6.503,86
Nome	3.548,82
Nova Vitória	2.857,14
Passo do Conceição	2.678,19
Passo do Tigre	8.761,95
Passo dos Carros	36.857,28
Pinheiro	11.868,00
Pioneiros	2.726,09
Prainha	3.116,41
Sanga Funda	3.414,99
Santa Elaine	11.801,15
Santa Fé	4.067,71
Santo Antonio da Conquista	2.463,12
São João	569,50
São Miguel	2.466,48
São Pedro	1.379,07
Seival	4.862,85
Vitória 2000	1.041,65
Extensão Total	302.116,03 m



























