

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**TÉCNICAS DE APRESENTAÇÃO  
DE DADOS EM GEOPROCESSAMENTO**

**Lauro Tsutomu Hara**

Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, orientada  
por Dr. Gilberto Câmara Neto e Dr. Raimundo Almeida Filho,  
aprovada em agosto de 1997.

INPE  
São José dos Campos  
Agosto de 1997

*“Visão é a arte de enxergar coisas invisíveis.”*

***Jonathan Swift (1667-1745)***

À minha esposa Elizabeth e filhos Paula e Fernando,  
pelo amor, compreensão e constante incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Dr. Raimundo Almeida Filho, pela orientação, apoio e ensinamentos úteis na elaboração deste trabalho.

Ao Dr. Gilberto Câmara Neto, pelas orientações nas primeiras etapas deste trabalho.

Ao INPE, pela oportunidade de aprimoramento profissional.

Aos amigos, Eduardo Celso Gerbi Camargo, Cláudio Clemente Faria Barbosa, Fernando Yutaka Yamaguchi e José Simeão de Medeiros, pelos apoios técnico e científico e pela oportunidade de discussões.

Finalmente, agradeço a todos que direta e indiretamente colaboraram para a elaboração deste trabalho.

## **RESUMO**

Este trabalho discute e implementa técnicas de apresentação de dados em geoprocessamento, com ênfase nos dados cadastrais armazenados num banco de dados espacial. A partir de uma análise teórica, onde os principais problemas relacionados com a visualização de dados geográficos foram revisados, desenvolveu-se um sub-sistema de recuperação e apresentação de dados para Sistemas de Informação Geográfica (SIG). O sub-sistema desenvolvido permite integrar a parte gráfica e os atributos descritivos, e enseja a associação de representações multimídia. Os resultados obtidos evidenciam que o entendimento da realidade geográfica é beneficiado pela capacidade de acessar novas informações baseadas em atributos contidos em banco de dados, bem como pela interação entre dados tabulares e gráficos proporcionada por interfaces. Mostra-se que a capacidade de integração e interação de dados de diversas naturezas, através da tecnologia de SIG, enriquece o poder de observação e análise.

## **GEOPROCESSING DATA PRESENTATION TECHNIQUES**

### **ABSTRACT**

This work analyzes and implements techniques to present geographical data, concentrating on the access to cadastral data stored in a spatial database. The first part included a theoretical survey, where the main problems related to the visualization of geographic data are reviewed. The second part of the work discusses the implementation of a software module aimed at retrieving and presenting data for Geographic Information Systems (GIS). This system enables the integration of the graphical component of geographical data with its descriptive attributes, and aims at the association of multimedia representations. The results show that the understanding of the geographical reality is improved by the capacity to access new information based on attributes existing in databases, as well as by the interaction between tabular data and graphs available from interfaces. It is shown that the capacity of integration and interaction of data from varying sources, through the SIG technology, enriches the power of observation and analysis.

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
LISTA DE FIGURAS .....	xvii
LISTA DE TABELAS .....	xxi
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Considerações gerais .....	1
1.2 - Objetivos .....	3
<b>CAPÍTULO 2 - CONCEITOS BÁSICOS .....</b>	<b>5</b>
2.1 - Sistemas de informações geográficas .....	5
2.2 - Tipos de dados tratados em SIG .....	6
2.2.1 - Mapas temáticos .....	6
2.2.2 - Mapas cadastrais .....	8
2.2.3 - Redes .....	9
2.2.4 - Imagens .....	10
2.2.5 - Modelos numéricos de terreno .....	10
2.3 - Banco de dados .....	11
2.3.1 - Conexão de dados gráficos e tabulares .....	14
2.3.2 - Conexão com dados multimídia .....	15
2.4 - Interface com o usuário .....	16
<b>CAPÍTULO 3 - CONCEITOS SOBRE APRESENTAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS .....</b>	<b>17</b>
3.1 - Visualização .....	17
3.2 - Apresentação gráfica .....	19
3.2.1 - Tipos de consulta geográfica .....	20
3.3 - Símbolos cartográficos e variáveis visuais .....	22

3.4 - Representação de classes .....	24
3.5 - Legendas .....	25
3.6 - Representação de valores e formas de agrupamento .....	26
3.7 - Contexto .....	33
3.8 - Multimídia .....	33
<b>CAPÍTULO 4 - IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE .....</b>	<b>35</b>
4.1 - Ambiente de trabalho .....	35
4.2 - Implementação .....	36
4.2.1 - Forma de interfaceamento e divisão do trabalho .....	37
4.3 - Módulo de controle de visualização .....	38
4.4 - Módulo de consulta .....	46
4.4.1 - Linguagens de consulta espacial .....	47
4.4.2 - Mecanismos de busca baseados em álgebra booleana .....	47
4.5 - Módulo de agrupamento .....	58
4.6 - Módulo de tabela .....	67
4.6.1 - Seleção de exibição de dados .....	68
4.6.2 - Ordenamento de geo-objetos .....	68
4.6.3 - Exibição de estatísticas .....	69
4.6.4 - Realce de geo-objetos sobre o mapa .....	70
4.6.5 - Exibição de gráficos .....	74
4.7 - Módulo de apontamento e foto .....	79
<b>CAPÍTULO 5 - COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES .....</b>	<b>82</b>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1.1 - Principais componentes do hardware de um SIG .....	2
1.2 - O pacote de software de um SIG .....	3
2.1 - Representação vetorial e matricial de um mapa temático .....	7
2.2 - Exemplo de mapa cadastral, mostrando alguns países da América do Sul com seus respectivos atributos descritivos .....	8
2.3 - Estratégia dual para bancos de dados geográficos .....	13
3.1 - Mapa da Itália central, elaborado a partir de anotações de Peutingerian 393 DC, por Alexandre G. Findlay em 1849 .....	17
3.2 - Apresentação de pontos em forma gráfica e alfanumérica.....	20
3.3 - As variáveis visuais de Bertin.....	23
3.4 - Apresentação gráfica transmitindo informação de classes.....	24
3.5 - Apresentação com dois símbolos diferentes para construções.....	25
3.6 - Apresentação com legendas.....	26
3.7 - Mapa de “choropleth” mostrando o número de reservas indígenas, por situação de demarcação, através de gradação de tons .....	27
3.8 - Mapa de “choropleth” mostrando o número de terras indígenas, por situação de demarcação, através de símbolos de ponto com gradação em tamanho .....	28
3.9 - Número de terras indígenas, por situação de demarcação, representado por gráfico de barras .....	28
3.10 - Agrupamento de valores por desvio padrão.....	29
3.11 - Agrupamento de valores por quebras naturais.....	30
3.12 - Diferentes formas de agrupamentos, por intervalos iguais, mostrando a mortalidade infantil por mil nascimentos em New Jersey, no ano de 1988 .....	31
3.13 - Diferentes formas de agrupamentos, por quantis, mostrando a mortalidade infantil por mil nascimentos em New Jersey, no ano de 1988 .....	31

3.14 - Agrupamento por quantis efetuado em duas partes, tomando-se como valor central a média da mortalidade infantil dos Estados Unidos da América .....	32
3.15 - Apresentação gráfica insuficiente para a consulta “mostre a cidade cujo nome é Curitiba” .....	33
3.16 - Apresentação gráfica para a consulta “mostre a cidade cujo nome é Curitiba” com um contexto mínimo para se localizar a cidade .....	33
3.17 - Exemplo do uso de técnica de apontamento para exibir dado de multimídia...	34
4.1 - Painel de controle do SPRING.....	36
4.2 - Principais módulos da apresentação de dado espacial.....	37
4.3 - Interface de controle de visualização de geo-objetos.....	39
4.4 - Exibição das categorias de geo-objetos, estabelecida pela interface de controle de visualização, conforme ilustrada na Figura 4.3 .....	40
4.5 - Interface de controle de visualização mostrando legendas para escolas, hospitais, centros comerciais e quadras.....	41
4.6 - Apresentação semelhante à ilustrada na Figura 4.4 com alteração da ordem de desenho, onde os geo-objetos do tipo centros comerciais são encobertos pelo desenho das quadras .....	43
4.7 - Interface de controle de visualização mostrando a seguinte ordem de desenho: centros comerciais, quadras, hospitais e escolas .....	44
4.8 - Interface de controle de visualização mostrando a categoria de geo-objetos do tipo escolas em destaque, indicando que está ativa .....	45
4.9 - Interface de consulta.....	53
4.10 - Resultado da consulta mostre as regiões administrativas da cidade de São Paulo cuja população tenha renda média maior ou igual a cinco salários mínimos e tenha duas feiras livres .....	54
4.11 - Interface para salvar e carregar expressões de consulta.....	55
4.12 - Mapa de propriedades rurais do banco Roraima .....	56
4.13 - Módulo de consulta mostrando a consulta formulada para exibir as propriedades que são associadas à empresa “cooperativa” .....	57

4.14 - Resultado da consulta mostrando as propriedades rurais associadas à empresa “cooperativa” .....	57
4.15 - Interface de agrupamento de geo-objetos .....	58
4.16 - Agrupamento de geo-objetos com alteração manual de valores .....	60
4.17 - Apresentação de agrupamento com modificação manual de valores, onde existe uma região administrativa que não se enquadra em nenhum dos grupos gerados .....	61
4.18 - Interface de agrupamento de geo-objetos mostrando legendas com geração aleatória de símbolos variando em cor e padrão.....	62
4.19 - Interface para alteração manual de simbologias.....	64
4.20 - Resultado do agrupamento em cinco partes iguais efetuado sobre o atributo renda .....	65
4.21 - Resultado do agrupamento por quintil efetuado sobre o atributo renda .....	66
4.22 - Interface de visualização tabular mostrando os atributos das regiões administrativas da cidade de São Paulo .....	67
4.23 - Interface de visualização tabular mostrando apenas as regiões administrativas cuja população possui renda média superior a 5 salários mínimos.....	68
4.24 - Interface de tabelas mostrando a estatística dos dados de população das regiões administrativas da cidade de São Paulo .....	70
4.25 - Interface de tabela mostrando cinco regiões administrativas da cidade de São Paulo, marcados com cinco cores diferentes .....	71
4.26 - Tela gráfica do SPRING mostrando o resultado do realce das regiões administrativas da cidade de São Paulo, equivalente à tabela da figura 4.25 .....	71
4.27 - Tela gráfica do SPRING mostrando o resultado do realce das regiões administrativas da cidade de São Paulo, através da utilização de cores e hachuras .....	73
4.28 - Interface de tabela realçando a coluna “população” da cidade de São Paulo ...	75
4.29 - Gráfico correspondente à tabela acima mostrando o histograma de “população” da cidade de São Paulo .....	75
4.30 - Interface de tabela mostrando a seleção de várias regiões administrativas da cidade de São Paulo para exibir o gráfico de torta com dados de população ...	76

4.31 - Gráfico de torta mostrando a percentagem de população das regiões administrativas selecionadas pela interface de tabela .....	77
4.32 - Gráfico de torta mostrando a percentagem de renda das regiões administrativas selecionadas pela interface de tabela .....	77
4.33 - Interface de tabela com os atributos de população e número de feiras da cidade de São Paulo, selecionados para exibição do gráfico de dispersão .....	78
4.34 - gráfico mostrando o espalhamento de população x feiras das regiões administrativas da cidade de São Paulo .....	78
4.35 - gráfico mostrando o espalhamento de feiras x população das regiões administrativas da cidade de São Paulo .....	79
4.36 - Interface de módulo de apontamento e foto.....	80
4.37 - Interface de módulo de apontamento e foto, mostrando uma lista de fotografias associadas com o objeto geográfico.....	80
4.33 - Utilização do software xv para visualização de fotos.....	81

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
2.1 - Comparação entre formatos para mapas temáticos .....	7
2.2 - Vantagens e desvantagens da grade triangular e regular para representação de MNT.....	11
3.1 - Número de reservas indígenas, por situação de demarcação, segundo as gran- des regiões do Brasil .....	27
4.1 - Esquema funcional dos operadores booleanos .....	49