



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

INPE-8984-PUD/62

**CAPÍTULO 11**  
**GEOPROCESSAMENTO**

*José Carlos Moreira*

INPE  
São José dos Campos  
2002

## **CAPÍTULO 11**

# **Geoprocessamento**

**José Carlos Moreira<sup>1</sup>**

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE**

---

<sup>1</sup> [moreira@dpi.inpe.br](mailto:moreira@dpi.inpe.br)



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO AO SPRING .....</b>	<b>11-5</b>
<b>2. QUAIS PLATAFORMAS E PERIFÉRICOS SÃO SUPTADOS? .....</b>	<b>11-7</b>
<b>3. QUAIS OS MÓDULOS DISPONÍVEIS? .....</b>	<b>11-8</b>
<b>4. FUNÇÕES DO SPRING.....</b>	<b>11-9</b>



## 1. Introdução ao SPRING

### ***O que é SPRING?***

- Banco de dados geográfico de 2º geração, para ambientes UNIX e Windows. Os sistemas desta geração são concebidos para uso em conjunto com ambientes cliente-servidor, geralmente acoplados a gerenciadores de bancos de dados relacionais, operando como um *banco de dados geográfico*.

### ***O que é Banco de Dados Geográfico?***

- Banco de dados não-convencional onde cada dado tratado possui atributos descritivos e uma representação geométrica no espaço geográfico. Os dados disponíveis no banco podem ser manipulados por métodos de processamento de imagens e de análise geográfica.

### ***Quais são as características principais?***

- Opera como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suporta grande volume de dados sem limitações de escala, projeção e fuso, mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco.
- Administra tanto dados vetoriais como dados matriciais ("raster") e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num Sistema de Informações Geográficas. Aprimora a integração de dados geográficos, com a introdução explícita do conceito de objetos geográficos (entidades individuais), de mapas cadastrais, mapas de redes e campos.
- Provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra), fornecendo ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos.

- Consegue escalonabilidade completa, isto é, é capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes variando de microcomputadores a estações de trabalho RISC de alto desempenho.
- Sistema inovador, projetado inicialmente para redes de estações de trabalho baseadas na arquitetura RISC e ambiente operacional UNIX. Desenvolvido usando técnicas avançadas de programação, utilizando modelo de dados orientado-a-objetos, que melhor reflete a metodologia de trabalho de estudos ambientais e cadastrais. A interface interativa utiliza o "X Window System" e padrão de apresentação OSF/MOTIF em ambientes UNIX e "Windows" em ambientes PC-Windows.
- Adaptado a complexidade dos problemas ambientais, que requerem uma forte capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais e modelos numéricos de terreno. Adicionalmente, muitos dos sistemas disponíveis no mercado apresentam alta complexidade de uso e demandam tempo de aprendizado muito longo, ao contrário do SPRING.
- Preserva o investimento dos usuários dos sistemas SITIM e SGI, uma vez que todos os dados gerados nestes sistemas podem ser totalmente aproveitados (inclusive com topologia) no novo ambiente.

***Quais são as vantagens do SPRING?***

- Contém algoritmos inovadores, como os utilizados para indexação espacial, segmentação de imagens, classificação por regiões e geração de grades triangulares com restrições, garantem o desempenho adequado para as mais variadas aplicações, complementando os métodos tradicionais de processamento de imagens e análise geográfica.
- Base de dados é única, isto é, a estrutura de dados é a mesma quando o usuário trabalha em um microcomputador na versão Windows e em uma máquina RISC (Estações de Trabalho UNIX), não havendo necessidade de

conversão de dados. O mesmo ocorre com a interface, que é exatamente a mesma, de maneira que não existe diferença no modo de operar o SPRING.

## **2. Quais plataformas e periféricos são suportados?**

- Plataforma PC
  - Software:
    - Microsoft Windows-95 ou Windows-NT versão 3.51, ou
    - Solaris-X86 versão 2.4 ou posterior, ou
    - Linux versão 1.2.13.
  - Plataforma mínima de hardware:
    - Processador 486 DX2 100 Mhz,
    - Memória RAM de 16 Mbytes,
    - Disco rígido de 1 Gbytes,
    - Monitor de vídeo colorido SVGA, 14" NI, dp 0.28 mm,
    - Drive de 3 1/2", 1.44 Mbytes e
    - Unidade de CD-ROM (caso desejar trabalhar com imagens de satélite fornecidas pelo INPE).
- Estações RISC-UNIX
  - Estações SUN de arquitetura SPARC utilizando sistema operacional Solaris 2.4 ou posterior, ou
  - Estações IBM RISC/6000, com sistema operacional AIX 3.2.5, ou
  - Estações Silicon Graphics, series IRIS 4D, com sistema IRIX 4.0, ou
  - Estações Hewlett-Packard, series HP-700, com sistema HP-UX 9.0.
- Hardware mínimo para estações RISC-UNIX
  - 32 Mbytes de memória principal.
  - 50 Mbytes de espaço em disco para instalação mínima do SPRING.
  - 100 Mbytes de espaço em disco para os bancos de dados a serem criados pelo usuário.



- O SPRING 2.0 conta com um programa automático para instalação do sistema. Este programa carrega seletivamente os arquivos da fita para o disco, em função de parâmetros fornecidos pelo usuário.
- Periféricos como mesa digitalizadora, traçadores gráficos compatível com HPGL e impressoras coloridas compatível com PostScript também são suportados e podem ser integrados no sistema.

### 3. Quais os módulos disponíveis?

- 3 módulos, IMPIMA, SPRING e SCARTA, com o objetivo de facilitar seu uso, compartimentando as funções de manipulação de dados geocodificados.
- IMPIMA
  - Executa leitura de imagens digitais de satélite, gravadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), através dos dispositivos CD-ROM (Compact Disc - Read Only Memory ), CCT (Computer Compatible Tapes), "streamer" (60 ou 150 megabytes) e DAT (Digital Audio Tape - 4 ou 8mm) adquiridas a partir dos sensores TM/LANDSAT-5, HRV/SPOT e AVHRR/NOAA. Converte as imagens dos formatos BSQ, Fast Format, BIL e 1B para o formato GRIB (Gridded Binary).
- SPRING
  - É o módulo principal de entrada, manipulação e transformação de dados geográficos, executando as funções relacionadas à criação, manipulação de consulta ao banco de dados, funções de entrada de dados, processamento digital de imagens, modelagem numérica de terreno e análise geográfica de dados.
  - As funções da janela principal, na barra de menus, estão divididas em: Arquivo, Editar, Exibir, Imagem, Temático, Numérico Cadastral,

Rede, Objetos e Utilitários. Para cada opção há um menu (janela de diálogo) associado com as operações específicas.

- SCARTA
  - Edita uma carta e gera arquivo para impressão a partir de resultados gerados no módulo principal SPRING, permitindo a apresentação na forma de um documento cartográfico.
  - Permite editar textos, símbolos, legendas, linhas, quadros e grades em coordenadas planas ou geográficas. Permite exibir mapas em várias escalas, no formato varredura ou vector, através do recurso "O que você vê é o que você tem" (What You See Is What You Get, Wysiwyg).

#### 4. Funções do SPRING

O SPRING apresenta um conjunto de novos algoritmos e procedimentos inovadores, resultantes dos projetos de pesquisa do INPE e seus parceiros.

As funções indicadas em "**negrito**" passam a fazer parte do release 3.6.

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>Interface com o<br/>Usuário</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Ambiente unificado para os diferentes tipos de dados geográficos e suas representações;</li><li>○ Menus sensíveis ao contexto;</li><li>○ Linguagem de Álgebra de Mapas LEGAL;</li><li>○ Disponível nos seguintes idiomas: Português, Inglês e Espanhol.</li></ul> |
| <p><b>Processamento de<br/>Imagens</b></p> | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Leitura de Imagens LANDSAT, SPOT, ERS-1 e NOAA/AVHRR;</li><li>○ Registro e Correção Geométrica;</li><li>○ Mosaico de Imagens com equalização dos níveis de cinza;</li></ul>   |

- Realce por manipulação de histograma;
  - Filtragem espacial;
  - Transformações IHS e componentes principais;
  - Operações aritméticas;
  - Leitura de valores de pixel;
  - Classificadores estatísticos pixel-a-pixel;
  - Segmentação de Imagens e Classificadores por Regiões (supervisionado e não-supervisionado);
  - Restauração de imagens LANDSAT e SPOT;
  - Filtros morfológicos para imagens;
  - Modelos de Mistura;
  - Técnicas markovianas para pós-classificação de imagens;
  - Processamento de Imagens de Radar;
- 
- Digitalização, edição e geração de topologia;
  - Conversão matriz de/para vetor de mapas temáticos;
  - Mosaico;
  - Mapas de distância;
  - Tabulação cruzada;
  - Linguagem de Análise Geográfica LEGAL: Reclassificação, Ponderação, Fatiamento, Operações Booleanas, Classificação Contínua e Operadores Zonais;
  - Estatística espacial com análise univariada de pontos;
  - Estimador de Densidade por Kernel;
  - Critério de Decisão AHP;
  - Geoestatística - Krigagem;

## **Análise Geográfica**

## **Modelagem Digital de Terreno**

- Análise de Localização pelo método da p-mediana.
- **Cruzamento Vetorial de PI's.**
  
- Digitalização de amostras e isolinhas;
- Geração de grades regulares;
- Geração de grades triangulares (TIN), com a inclusão de restrições.;
- Plotagem de contornos;
- Cálculo de mapas de declividade e exposição de vertentes;
- Geração de mapas hipsométricos;
- Produção de imagens sintéticas;
- Cálculos de volume e perfis;
- Visualização 3D;
- Linguagem de Análise Geográfica LEGAL: Operações Matemáticas;
- **Suavização de Linhas;**
- **Extração de Topos de Morros;**
- **Modelos Hidrológicos;**
  - **Geração de Grades;**
  - **Rede de Drenagem;**
  - **Mancha de Inundação**
    - Com colaboração da CH2MHILL do Brasil.

## **Modelagem de REDES**

- Digitalização de linhas e nós de uma rede;
- Modelagem da rede - Associação com objetos e definição de impedâncias e demandas;
- Cálculo do custo mínimo
- Alocação de Recursos;
- [Análise de Localização - P-Mediana;](#)

- Com colaboração do [Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada - LAC-INPE](#) e [Universidade Estadual Paulista - UNESP/FEG](#) - Faculdade de Engenharia, Departamento de Matemática .

- **Geocodificação de Endereços;**

Apresenta uma nova interface de consulta espacial, semelhante aos sistemas de "desktop mapping", que permite:

- Definição e apresentação do conteúdo de tabelas de atributos dos geo-objetos em BD relacionais;
- Consulta por atributos espaciais e apresentação dos resultados;
- Agrupamento de objetos geográficos por atributos;
- Geração de gráficos com distribuição de valores de atributos;
- Apresentar o conteúdo de uma tabela relacional com atributos dos geo-objetos;
- Relacionar o conteúdo da tabela com a localização espacial dos objetos;
- Gerar gráficos com a distribuição relativa de dois atributos;
- Suporte aos padrões xBASE, ACCESS e ORACLE nativos;
- Ambiente interativo (WYSIWYG) com controle do posicionamento dos mapas, símbolos, legenda e texto;
- Biblioteca de Símbolos em formato DXF-R12 ou BMP;

**Consulta a Bancos de Dados Relacionais (Mapas Cadastrais)**

**Geração de Cartas**

## Intercâmbio de Dados

- Configuração de folhas A0, A1, A2, A3 e A4;
- Suporte para dispositivos HPGL/2 e Postscript;
  
- Importadores
  - Vetores : ARC/INFO (ungenerate), ASCII-SPRING, DXF-R12, ShapeFile
  - Grades Numéricas : ARC/INFO (ungenerate) e ASCII-SPRING
  - Matriz Temática : ARC/INFO (ungenerate) e ASCII-SPRING
  - Imagens : RAW, TIFF, SITIM, **JPEG e GeoTIFF**
  - Tabelas : ASCII-SPRING e DBF
  
- Conversores para ASCII-SPRING
  - **MID/MIF (Mapinfo), ShapFile (ArcView) e E00 (ArcInfo)**
  
- Exportadores
  - Vetores : ARC/INFO (ungenerate), ASCII-SPRING, DXF-R12, ShapeFile e E00
  - Grades Numéricas : ARC/INFO (ungenerate) e ASCII-SPRING
  - Matriz Temática : ARC/INFO (ungenerate) e ASCII-SPRING
  - Imagens : RAW, TIFF, **JPEG e GeoTIFF**
  - Tabelas : SPACESTAT e ASCII-SPRING
  
- Suporte para 14 Projeções Cartográficas;
- Mosaico de Dados Vetoriais e Imagens;
- Conversão de Dados entre Projeções;
- Edição de toponímia (textos) em todos modelos de dados;
- Registro vetorial.

## Gerenciamento de Mapas

### **Ajuda On-line**

- Limpar Vetores - elimina linhas duplicadas, polígonos e elementos menores que uma dimensão fornecida pelo usuário, e quebra automática de interseção de linhas;
- Geração de Pontos - conversão de mapas temáticos (pontos e polígonos) ou cadastrais (pontos e polígonos com atributos) para mapas de pontos temáticos (pontos 2D) ou numéricos (amostras 3D).
  
- Ajuda em formato HTML - necessário o navegador Internet Explorer;
- Roteiro de "Como Iniciar ?" para iniciantes;
- Roteiro em 10 aulas para utilização das principais funções;