



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

GEOPROCESSAMENTO

PARA

PROJETOS AMBIENTAIS

2a. Edição - Revisada e Ampliada

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP

MAIO, 1998

Organizado por

Gilberto Câmara

José Simeão de Medeiros

com a colaboração de

Carlos Alberto Felgueiras

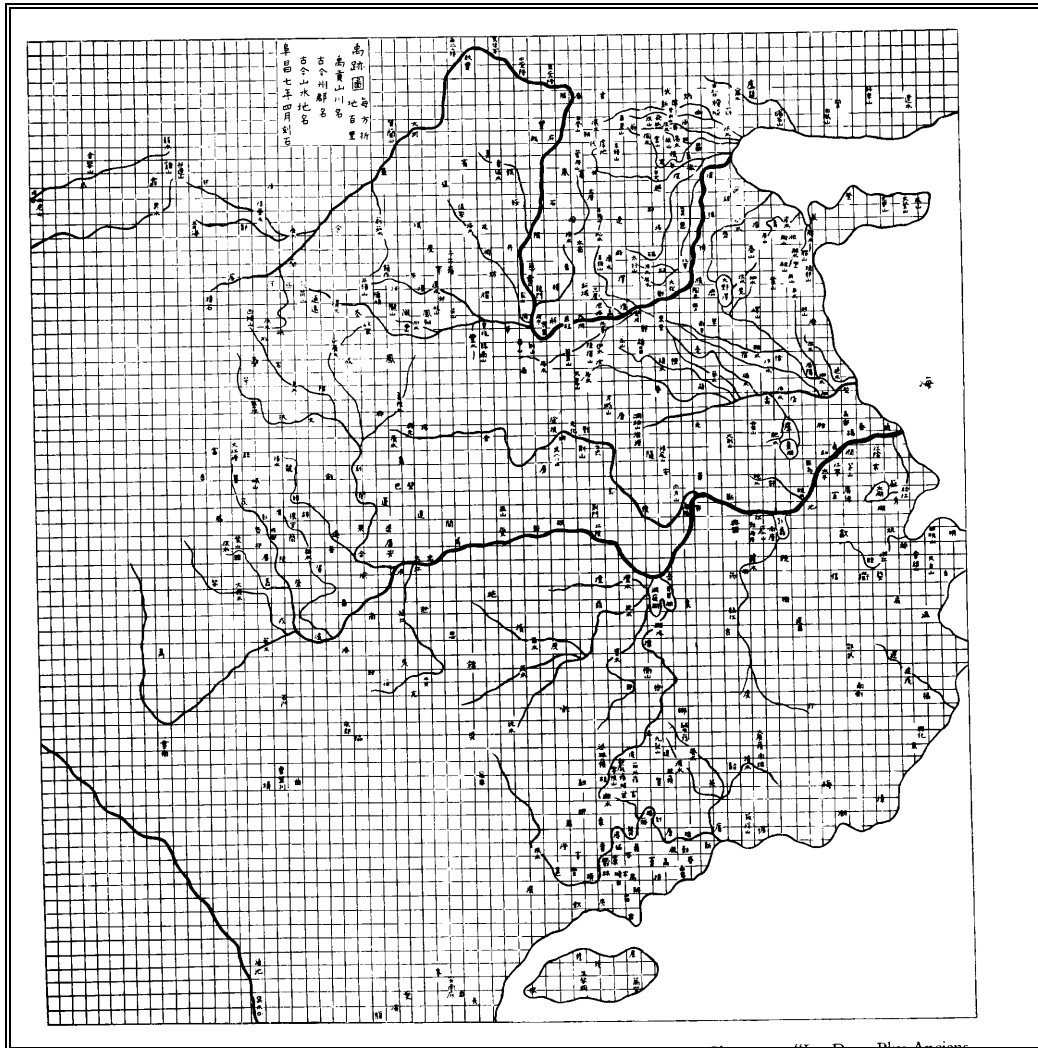
Eduardo Celso Gerbi Camargo

Suzana Druck Fucks

Raimundo Almeida Filho

Cláudio Clemente Faria Barbosa

Ubirajara Moura de Freitas



O Mapa das Trilhas do Grande Yü, descrito como “o mais remarcado trabalho cartográfico da sua época, talhado na pedra por volta do ano 1100. A linha de costa é firme e a precisão da rede hidrográfica extraordinária. A escala da grade é de 100 li por divisão. O original, que agora está no Museu Pei Lin em Xi’an, tem cerca de 1 metro quadrado.” (Citado por Needham, “Science and Civilization in China”). Reproduzido de Tufte (1983).

DO RIGOR NA CIÊNCIA

...Naquele tempo, a Arte da Cartografia atingiu uma tal Perfeição que o Mapa duma só Província ocupava toda uma Cidade, o Mapa do Império, toda uma Província. Com o tempo, esses Mapas Desmedidos não satisfizeram e os Colégios de Cartógrafos levantaram um Mapa do Império que tinha o tamanho do Império e coincidia ponto por ponto com ele. Menos apegadas ao Estudo da Cartografia, as Gerações Seguintes entenderam que este extenso Mapa era inútil e não sem Impiedade o entregaram às Inclemências do Sol e dos Invernos. Nos Desertos do Oeste subsistem despedaçadas ruínas do Mapa, habitadas por Animais e por Mendigos. Em todo o País não resta outra relíquia das Disciplinas Geográficas.

Jorge Luís Borges
("História Universal da Infâmia").

*Este tutorial é dedicado aos colegas da
Divisão de Processamento de Imagens do INPE.*

RESUMO

Este trabalho apresenta uma visão geral dos principais conceitos de Geoprocessamento para aplicações em Ciências do Ambiente. Em sua organização, procuramos apresentar uma visão completa dos principais componentes de um sistema de informação geográfica (SIG) e de fornecer exemplos concretos de seu uso.

O tutorial está organizado em sete partes. No capítulo 1, apresentamos uma breve introdução ao Geoprocessamento, indicando as principais definições e procurando mostrar as singularidades dos dados geográficos. O capítulo 2 descreve um modelo de dados geral para dados geográficos, que procura descrever de forma geral as grandes classes de dados utilizados pelos SIGs. Para cada uma das grandes classes de dados em SIG, são apresentadas as estruturas de dados utilizadas na representação computacional. O capítulo 3 é consagrado à descrição das operações de análise geográfica típicas de um SIG para aplicações ambientais. O capítulo 4 descreve as questões de modelagem numérica de terreno e suas aplicações. O capítulo 5 discute o uso de técnicas de Geo-Estatística em Geoprocessamento. Questões metodológicas do uso de Geoprocessamento em Meio-Ambiente e alguns exemplos de aplicação são apresentadas no capítulo 6. No capítulo 7 apresenta-se a Bibliografia utilizada.

PREFÁCIO À SEGUNDA EDIÇÃO

Ao retomar o convite feito para oferecer novamente o curso "Geoprocessamento para Projetos Ambientais", foi inevitável que fizéssemos uma reanálise crítica do texto da primeira edição desta apostila, editada em 1996. Decorridos dois anos, com base na experiência de uso do texto em cursos, e principalmente motivados por uma sempre necessária reflexão sobre a natureza teórica e prática do Geoprocessamento, decidimos revisar completamente o texto. Esta revisão decorre da crescente preocupação dos autores em procurar estabelecer uma base metodológica mais sólida para o uso desta tecnologia, em duas grandes frentes de atuação:

- O estabelecimento de um referencial teórico para as diferentes operações utilizadas em SIG, baseado nas formulações de Teoria Geográfica.
- A consolidação do uso de técnicas de Geo-Estatística, como base para uma melhor quantificação dos fenômenos geográficos e das incertezas associadas.

Com base nesta motivação, a segunda edição tem importantes modificações. O primeiro capítulo foi complementado com uma discussão sobre o alcance e as limitações do Geoprocessamento. O segundo e o terceiro capítulos da edição original (estruturas de dados e modelagem) foram fundidos num único, aonde se apresenta uma visão mais sistêmica, partindo da realidade da natureza até chegar no computador. Graças à inestimável colaboração de Carlos Felgueiras e Eduardo Camargo, pudemos incluir nesta nova edição dois novos capítulos (sobre modelos numéricos de terreno e geo-estatística). Finalmente, o capítulo sobre metodologias foi completamente refeito, e o capítulo sobre tendências (que envelheceu mais rapidamente que os demais) foi retirado.

Tivemos a felicidade de contar com muitos colaboradores formais e informais, que muito nos ajudaram. Em particular, agradecemos a Antonio Carlos Robert Moraes, Jurandir Ross e Magda Lombardo, do Departamento de Geografia da USP, pelos consistentes questionamentos em busca de uma melhor relação entre o SIG e a Teoria Geográfica. O uso dos conceitos e técnicas de Geo-Estatística no INPE muito deve a Suzana Druck Fucks, do Centro Nacional de Pesquisa em Solos (EMBRAPA). Antonio Miguel Vieira Monteiro e Ubirajara Freitas, colegas do INPE, fizeram importantes sugestões.

Finalmente, estendemos um preito de reconhecimento a toda a equipe da Divisão de Processamento de Imagens do INPE. No momento em que as próprias bases da ciência e tecnologia brasileiras estão sendo questionadas, a DPI conseguiu manter uma trajetória exemplar de desenvolvimento e disseminação de conhecimento em Geoprocessamento. Sem a realidade palpável e mensurável de sistemas como o SITIM/SGI e o SPRING, nosso trabalho dificilmente teria sentido.

São José dos Campos, maio de 1998

Gilberto Câmara e José Simeão de Medeiros

PREFÁCIO À PRIMEIRA EDIÇÃO

Este texto apresenta uma visão geral da disciplina de Geoprocessamento, com ênfase em aplicações ambientais. Preparado para servir como base a cursos ministrados nos simpósios *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, GIS Brasil e ExpoGeo Nordeste*, destina-se a profissionais com formação básica na área de recursos naturais, preferencialmente com alguma experiência prévia no uso de sistemas de informação geográfica.

Depois de mais de uma década da introdução de SIGs no País (a primeira versão do SGI/INPE foi apresentada no IV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, em 1986), consideramos desnecessário discutir em detalhe alguns conhecimentos básicos para o desenvolvimento de projetos em Geoprocessamento, tais como: as projeções cartográficas, a entrada de dados em SIG ou a geração de documentos cartográficos. Para estes aspectos, o leitor pode consultar os manuais dos diferentes sistemas.

O objetivo deste trabalho é apresentar ao leitor uma visão focada nos problemas de análise espacial, que sirva de motivação para estudos e pesquisas avançadas. Em particular, recomenda-se a leitura do livro de Burrough (1998), por causa de seu excelente tratamento da questão de análise espacial e o livro de Assad e Sano (1993), por sua apresentação muito didática de exemplos reais. Para os mais versados na área de informática, recomenda-se fortemente os textos de Worboys (1995) e de Câmara et al. (1996a). Finalmente, a coletânea de Maguire, Goodchild e Rhind (1991) é um livro de referência, sempre útil para consulta sobre questões específicas e o livro de Star e Estes (1990) serve como leitura complementar.

Os autores agradecem a muitos colaboradores. Em particular, gostariam de registrar seu reconhecimento a toda a equipe da Divisão de Processamento de Imagens do INPE, que vem compartilhando seus sonhos de provar que é possível desenvolver tecnologia de ponta no Brasil. Júlio D'Alge e Flávio Ponzoni foram gentis em revisar este texto. Agradecemos ainda à SEDAM/RO (Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia), ao IEPA/AP (Instituto Estadual de Planejamento Ambiental do Amapá) e a Gerardo Kuntschik pelos dados utilizados nos exemplos. O primeiro autor registra ainda seu preito a Marco Antônio Casanova, seu orientador de Doutorado e grande conhecedor da área de Bancos de Dados.

Finalmente, agradecemos aos organizadores do *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, GIS Brasil e ExpoGeo Nordeste*, o convite para ministrar o curso que redundou nesta monografia.

Gilberto Câmara

José Simeão de Medeiros