

## O GEOPROCESSAMENTO A SERVIÇO DA ECOLOGIA NO NMA/EMBRAPA

**Batistella, M. (\*)**

(\*) NMA - Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803

13088-300 Campinas, SP, Brasil

Fone (0192) 53.5977 - Fax (0192) 54.1100

E-mail: mb@nma.embrapa.br

### RESUMO

Nos últimos cinco anos, foi expressiva a expansão das atividades de geoprocessamento no Brasil. Paralelamente, as questões ambientais, em países de dimensões continentais, têm suscitado a utilização de novos métodos de abordagem, baseados nas aplicações das pesquisas espaciais e nos conceitos teóricos da ecologia de paisagens. Desde 1989, o Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (EMBRAPA/NMA) têm se destacado pela intensa e extensa geração de produtos temáticos em diferentes níveis de percepção e escalas de trabalho. Este artigo analisa, de forma sucinta, as tendências atuais do mercado de geoprocessamento para aplicações em agricultura e meio ambiente no Brasil, procurando estimular os usuários ao intercâmbio técnico-científico, através de ferramentas modernas para a manipulação, expressão e disponibilização de dados georreferenciados.

### ABSTRACT

During the last years, the geoprocessing activities have increased substantially in Brazil. At the same time, the environmental problems have required new scientific methods of research, based on the application of Remote Sensing and GIS and on the theoretical concepts of the landscape ecology. Since 1989, the Environmental Monitoring Center (EMBRAPA/NMA) has generated several thematic products, at different perception levels and scales of representation. This paper briefly analyses some trends of the Brazilian geoprocessing market in relation to the agriculture and environmental applications.

### 1. ANTECEDENTES

É patente a larga expansão das atividades de geoprocessamento recentemente realizadas no Brasil. Entre os indicadores deste processo, está a multiplicação de eventos relacionados com o tema. Nos últimos anos, presenciamos vários encontros de vulto, reunindo grande parte da comunidade científica que atua neste campo de pesquisa: ISPRS RIO 94, GIS BRASIL 94, SIBGRAPI, WORKSHOP SOBRE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO DO INPE, CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA etc., além da maciça participação brasileira no VII SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA e outros eventos internacionais.

AMT 374  
AINFO 1996  
Cx1 - APC  
28/5/2004



Outro indicador de crescimento deste mercado está relacionado à constante presença na mídia de assuntos relacionados ao geoprocessamento. Um exemplo claro é o sucesso de revistas especializadas no setor, como é o caso da Fator GIS, há mais de dois anos.

A expansão tupiniquim da “ciência da informação geográfica” (Goodchild, 1992) traz consigo algumas questões, expressas a seguir por um usuário à jusante do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e, portanto, contaminado por esta circunstância.

Além disso, a própria modernidade do tema nos induz a um posicionamento crítico, pois são variadas as possibilidades de um mercado que tem cerca de 20 anos no mundo e apenas 10 anos no Brasil. Aqui tivemos ainda a ocorrência de fenômenos circunstanciais, tais como a reserva de mercado dos anos 80. Durante este período, apenas algumas iniciativas isoladas caminhavam contra o distanciamento tecnológico, tanto em relação às pesquisas básicas quanto aplicadas.

Essas considerações tornam-se ainda mais específicas quando dizem respeito às aplicações do geoprocessamento em ciências ambientais, particularmente a ecologia. O presente trabalho pretende realçar algumas destas questões, já conhecidas por parte da comunidade georreferenciada. Neste sentido, os posicionamentos atuais são consequência das atividades desenvolvidas há mais de sete anos pela equipe do Núcleo de Monitoramento Ambiental (EMBRAPA/NMA) e comentada durante o GIS BRASIL 94 (Batistella et al., 1994).

## 2. A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E SUA RELAÇÃO COM O ESPAÇO GEORREFERENCIADO

Nos últimos anos, os problemas ambientais atingiram uma dimensão planetária, realçando a função social da ciência ecológica. Questões como a mudança global consequente do aumento da concentração de poluentes; a alteração dos fluxos de matéria, energia e ciclos biogeoquímicos nos sistemas ecológicos naturais; a dinâmica do uso das terras e a tendência ao desflorestamento; a perda de biodiversidade; a fragmentação de habitats, entre outros fenômenos, têm gerado polêmica e atingido a opinião pública. Tratam-se de temas de importância reconhecida, tanto em seus aspectos científicos quanto sociais.

Paralelamente à evolução dos problemas ambientais ocorre a expansão de novas concepções teóricas em ecologia, modernos métodos de abordagem sobre as dinâmicas do espaço geográfico e muitas possibilidades de aplicação prática ao nível do planejamento e manejo dos recursos renováveis e não renováveis.

A atualidade do tema pode ser exemplificada por diversas pesquisas científicas, particularmente em recentes conceituações e resultados da ecologia de paisagens (Turner, 1989), da ciência da informação geográfica (Goodchild, 1992), incluindo as técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise espacial, além dos novos paradigmas da sustentabilidade agroecológica (Goodland et al., 1993).

No entanto, como pode ser conciliada a necessidade de conservação e manejo dos recursos naturais em escalas regionais com o desenvolvimento e teste de abordagens científicas, capazes de integrar as aplicações das pesquisas espaciais com as teorias ecológicas? E como utilizar e aplicar estes métodos para a quantificação e qualificação da heterogeneidade espacial de paisagens brasileiras, caracterizadas pela transição entre diferentes formas de ocupação humana?



Os recentes avanços nos métodos de observação, as novas teorias e modelos sobre a natureza, os caminhos da pesquisa e ensino das ciências do meio ambiente têm alcançado, em alguns países, a maturidade necessária para sua integração com as ciências tradicionais (Dozier, 1995). A visão da Terra a partir do espaço aéreo e orbital, através dos recentes recursos do sensoriamento remoto, têm ratificado o fato de o planeta ser um único, complexo e integrado sistema.

Concomitantemente, os avanços no manejo e interpretação de dados espaciais, acompanhados por modernos recursos computacionais, têm permitido a geração de modelos mais realistas sobre fenômenos complexos em escalas regionais. A relativa facilidade de recobrimento de extensas faixas da superfície terrestre, a sincronicidade e diacronicidade das tomadas de imagens, a possibilidade de manipulação da resolução espacial, temporal e espectral, a variação de escalas de abordagem, o monitoramento de fenômenos globais e a análise da heterogeneidade das paisagens são fatores decisivos para o conhecimento dos efeitos das atividades humanas sobre o meio ambiente e os processos ecológicos envolvidos.

Desde o início do século XX, a integração entre o conhecimento de parâmetros ambientais e sua espacialização geográfica tem representado um extenso campo das pesquisas ecológicas. Novas teorias e métodos de abordagem vieram corroborar ainda mais o grande interesse dos ecólogos nas questões sobre a dimensão espacial dos fenômenos naturais e antrópicos.

Atualmente, já existem elementos para uma análise crítica da interação entre a ecologia e o geoprocessamento (Forman, 1995), com a intenção de avaliar os avanços e propor direções para os próximos anos. Turner et. al (1995) distinguem dois grandes grupos de temas de estudo. O primeiro relaciona-se aos princípios que estas pesquisas estabeleceram em inúmeros trabalhos já publicados:

- Os organismos são influenciados pelo padrão espacial;
- A informação em escala regional pode influenciar a dinâmica da população local;
- Os distúrbios naturais afetam os padrões espaciais e podem ser importantes para a biodiversidade;
- As populações têm importantes *feedbacks* para processos ecológicos e padrões de paisagem;
- As influências humanas podem ser fatores dominantes no controle da dinâmica ecológica em escala regional.

No entanto, os mesmos autores (Turner et. al., 1995) alertam para um extenso campo de pesquisas ainda necessário para a consolidação da ecologia de paisagens:

- Conhecimento das interações entre organismos e processos, especialmente *feedbacks* em termos espaciais;
- Maior integração entre a ecologia de populações e a ecologia de paisagens;
- Entendimento e predição da importância do padrão espacial;
- Desenvolvimento de uma biblioteca de estudos empíricos sobre as interações entre os padrões espaciais e os processos ecológicos;
- Identificação dos controles em processos ecológicos, em escalas temporais e espaciais distintas;
- Integração de dinâmicas sócio-econômicas e ecológicas.

Os desafios para se atingir esses objetivos são, ao mesmo tempo, barreiras e oportunidades de pesquisa. Uma das principais necessidades para estudos desta natureza torna-se cada dia mais operacional, com as bases de dados espaciais estruturadas em sistemas de informações geográficas. Devido à impossibilidade logística de experimentos em escala regional, os modernos recursos do geoprocessamento e do sensoriamento remoto são ferramentas indispensáveis para análises e modelagens espaciais.

O Brasil tem procurado acompanhar estas tendências, a partir da iniciativa de alguns pesquisadores. Em experiências próprias, estes grupos têm encontrado várias dificuldades, pois as aplicações do geoprocessamento em questões ambientais ainda é muito recente no país, apesar dos esforços isolados. Questões como o ordenamento territorial da Amazônia, a dinâmica espaço-temporal da ocupação das terras e os impactos ambientais das atividades humanas, por exemplo, apenas ratificam a necessidade de formação de especialistas nesta área do conhecimento situada na fronteira entre a Geografia e a Ecologia.

### 3. BREVE ANÁLISE DO MERCADO ATUAL DE GEOPROCESSAMENTO PARA APLICAÇÕES EM AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE NO BRASIL

Durante mais de cinco anos, os *softwares* brasileiros (leia-se SGI/SITIM) representaram a principal alternativa ao alcance dos usuários, dominando o mercado nacional de geoprocessamento (Rosa, 1995). Essa hegemonia, catalisada pela reserva da informática, produziu pelo menos duas consequências: uma altamente positiva, derivada do avanço acelerado das pesquisas espaciais no Brasil; e uma negativa, porém momentânea, representada pela limitação de opções disponíveis às instituições que trabalham com processamento de imagens e sistemas de informações geográficas. A dicotomia entre o necessário e o quase obrigatório autoriza algumas reflexões.

Mesmo hoje, com as facilidades de aquisição de *hardware* e *software* importados, a proximidade física e psicológica com o INPE e o suporte técnico oferecido pelos pesquisadores desta instituição, ainda direcionam os usuários brasileiros aos sistemas SGI/SITIM e, mais recentemente, ao SPRING. Por serem aplicativos dedicados a projetos, onde as tarefas correspondem normalmente a uma região limitada, sua ênfase é a alta potencialidade para integrar grande variedade de dados ambientais.

À jusante da área de desenvolvimento estão as aplicações. Neste aspecto, o problema parece ser ainda mais sério, pois há uma grande heterogeneidade entre os usuários. Destacam-se pelo menos três grupos: o das pessoas profundamente interessadas na matéria, mas que pouco contribuem em atividades de pesquisa; os que pretendem utilizar as ferramentas do geoprocessamento para suas aplicações, mas ainda encontram dificuldades, tanto a nível de aquisição de equipamentos e aplicativos, quanto em relação às deficiências de recursos humanos e finalmente os que já realizam trabalhos a partir de procedimentos e métodos definidos.

Como exemplo deste último grupo, os técnicos do Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Satélite (NMA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) permanecem atentos às novas tendências do mercado de geoprocessamento. Estas tendências são continuidade de uma história que o NMA também participa, através de produtos realizados em vários níveis de percepção e escalas de trabalho.



Em grande parte dos projetos, o NMA utilizou os aplicativos brasileiros, superando as dificuldades iniciais com o apoio insubstituível dos pesquisadores do INPE. Atualmente, acompanhando a pluralidade do mercado, parecemos estar em um período de transição que trará grandes desafios a todos. Afinal, não será fácil competir com projetos empresariais já largamente difundidos no primeiro mundo.

A principal mudança no mercado brasileiro de geoprocessamento foi a abertura completa em relação à compra de *hardware* e *software*. Esta liberdade só é hoje limitada, além da variabilidade de custos e aplicações, pela existência de representantes técnicos no Brasil, que continuarão se proliferando a cada dia. Afinal, são produtos com valor agregado relativamente alto e grande demanda, comportando a concorrência. A distribuição dos representantes também influirá no sucesso dos produtos. Hoje, quase todos se concentram no eixo Rio-São Paulo. Ainda há muitos mercados potenciais, tais como o Paraná, terceiro estado brasileiro em número de laboratórios.

Por outro lado, a multiplicidade de escolha tem tornado os usuários mais atualizados, principalmente após a difusão dos meios de comunicação eletrônica. Muitos técnicos já têm discernimento para responder as três perguntas básicas a serem feitas a um possível comprador:

- Quanto quer gastar?
- Em quais aplicações vai utilizar?
- Qual plataforma tem disponível ou pretende investir?

Esta última questão deriva das opções de softwares para Unix, Dos e Windows, principalmente. Enquanto o DOS e o Windows já são bastante populares, com várias opções de aplicativos para estes ambientes, o Unix ainda não é senso comum dos usuários brasileiros, principalmente porque sua manutenção depende de pessoal especializado.

Na prática, existe ainda um grande distanciamento nas tendências de distribuição de *softwares* para processamento de informações georreferenciadas no mundo e no Brasil. Enquanto no mundo as empresas ESRI (Arc/Info) e Intergraph (MCE/MGE) ainda detêm juntas cerca de 54% das licenças de aplicativos de geoprocessamento, no Brasil este domínio ainda é exercido pelo INPE (SGI/SITIM), com quase metade do mercado (Rosa, 1995).

No entanto, muitas mudanças ocorreram no país. Hoje é consenso acompanhar as tendências de utilização de diversos pacotes, de acordo com as demandas e as funcionalidades de cada um, principalmente em aplicações ambientais, que envolvem grande multiplicidade de planos de informação e algoritmos de manipulação.

Também começa a fazer sentido a disponibilização de algum *software* brasileiro em domínio público. Principalmente porque a maioria das instituições que trabalham com as técnicas de geoprocessamento para abordagem de questões ecológicas, são públicas ou sem fins lucrativos.

#### 4. TENDÊNCIAS ATUAIS: O EXEMPLO DO NMA/EMBRAPA

Vários projetos exemplificam o balanço positivo deixado pela utilização do geoprocessamento durante os últimos anos por diversas instituições brasileiras, em aplicações dedicadas a temas agroecológicos.

Atualmente, as novas tendências de utilização destas ferramentas ultrapassam a fase de entrada e visualização de dados para análises espaciais mais complexas, tais como os

procedimentos automáticos para reconhecimento de padrões, as aplicações da álgebra de campos espaciais, as facilidades de importação, exportação e expressão de dados, por exemplo.

Através de projetos de pesquisa em escala nacional, regional, estadual, municipal ou local, o NMA tem gerado diversos produtos georreferenciados. A título de exemplo, apenas em 1995, foram editados 332 mapas sobre temas variados, relacionados às aplicações das pesquisas espaciais para a agricultura e o meio ambiente.

Muitos destes produtos já foram publicados na forma de livros, artigos em periódicos e congressos, comunicações técnicas etc. e foram objeto de inúmeras matérias e reportagens. Entre os mais conhecidos destacam-se:

- Monitoramento Orbital das Queimadas no Brasil;
- Banco de Dados Geocodificados com Base Municipal para a Região Nordeste do Brasil;
- Cartografia dos Biótopos Acridianos no Estado de Mato Grosso;
- Aplicações Espaciais e de Geoprocessamento para o Monitoramento do Uso das Terras no Município de Campinas, SP;
- Cartografia Ecológica do Arquipélago de Fernando de Noronha;
- Planejamento Ambiental da APA de Souza e Joaquim Egídio;
- Monitoramento Ambiental da Mata de Santa Genebra, SP.

Grande parte dos resultados gerados por estes e outros projetos do NMA estão disponíveis através de redes de comunicação eletrônica. Representando uma das principais tendências atuais de intercâmbio entre técnicos, pesquisadores e instituições, o World Wide Web (WWW) já possui a página do NMA há cerca de dois anos, acessível através da Universal Resource Location (URL) <http://www.nma.embrapa.br/> e consultada diariamente por usuários de várias nacionalidades (Figura 1).

Nos próximos anos, as demandas relacionadas às pesquisas espaciais aplicadas a questões ambientais tendem a aumentar. Paralelamente, a Associação Brasileira de Laboratórios de Sensoriamento Remoto (ABLASER) e a recém-criada Rede Brasil de Geoprocessamento (RBGeo) devem representar um fórum apropriado para a organização de enquetes, a identificação de tendências e a sugestão de soluções, com base nas demandas dos usuários.

Por outro lado, todos que atuam neste campo de pesquisa devem estar preparados para uma abertura sem precedentes no mercado brasileiro de geoprocessamento, com concorrentes esperados ou inéditos.

Um grande esforço de formação de recursos humanos também será esperado, apesar das reduzidas opções de treinamento formal de alto nível.

A adaptação aos novos tempos não será isenta de traumas. Vários laboratórios brasileiros terão dificuldades para sobreviver ou adotar rapidamente as tecnologias disponíveis. Mas, apesar de alguns problemas isolados, este desafio certamente trará consequências positivas, em termos de qualidade, à comunidade técnico-científica como um todo.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batistella, M. Coutinho, A. C.; Miranda, E.E. De; Miranda, J. R. As atividades de geoprocessamento do Núcleo de Monitoramento Ambiental da EMBRAPA. In: *Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento (GIS BRASIL 94)*, 17-21 out. 1994, Curitiba, PR. *Anais...* Curitiba: Sagres, 1994. Meio Ambiente e Recursos Naturais, p. 58-67.
- Dozier, J. *Proposal for the master's degree in environmental science and management*. Santa Barbara : UCLA, 1995. 50p.
- Forman, R. T. T. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, Amsterdam, v.10, n.3, p.133-42, 1995.
- Goodchild, M. F. Geographic information science. *Int. J. on GIS*, 6(1), 31-45, 1992.
- Goodland, R.J.A.; Daly, H.E.; Serafy, S. The urgent need for rapid transition to global environmental sustainability. *Environmental Conservation*, v.20, n.4, p.297-309, 1993.
- Rosa, F.S. Softwares de geoprocessamento; quem é quem. *Fator Gis*, 2(8), 21-25, 1995.
- Turner, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, v.20, p.171-97, 1989.
- Turner, M. G.; Gardner, R. H.; O'neill, R. V. Ecological dynamics at broad scales; ecosystems and landscapes. *Bioscience Supplement*, p.29-33, 1995.