

# **Sistemas de Informação Geográfica em Computadores de Pequeno Porte: Aplicações em Planejamento Ambiental**

Celso Nigro Engracia de Oliveira  
Departamento de Saúde Ambiental  
F S P - U S P  
Av. Dr. Arnaldo 715  
01255 São Paulo, SP  
BRASIL

## RESUMO

Após introduzir o assunto, o autor tece um breve histórico sobre o desenvolvimento de alguns dos programas e algoritmos utilizados em Planejamento Ambiental. Em seguida são apresentados os programas de SIG atualmente disponíveis, com ênfase nos de baixo custo, porém com apanhado geral do setor. O trabalho termina descrevendo aplicações em Planejamento Ambiental e Territorial e com a discussão de conclusões.

## ABSTRACT

After introducing the subject, the author states, briefly, the of development chronology of some programs and algorithms used in environmental planning. Next, available GIS software packages are presented, with emphasis on current low cost options, and a general overview of the industry. The work concludes by describing some applications in environmental planning, and with the discussion of conclusions.

## 1. INTRODUÇÃO

Todos reconhecem os benefícios da assim chamada "revolução" provocada pelo advento dos micro-computadores. Estes, entretanto, só muito recentemente passaram a ter utilidade em operações mais complexas, como no processamento digital de imagens obtidas por sensoramento remoto, ou em Sistemas de Informação Geográfica - SIG. Ambas as atividades continuam a ser infinitamente superiores em máquinas de maior porte, mas é inegável a utilidade dos micros para uma gama enorme de usuários potenciais. Dentre estes destacam-se: a Universidade, as Entidades Não Governamentais e até pequenas prefeituras. O autor possui maior experiência com o MAP II™ que opera no Macintosh™ (Mac) bem como com outros programas -- inclusive os ainda não comercializados -- para o IBM-PC™. Tais programas tem sido desenvolvidos exatamente no âmbito universitário, em função da necessidade dos usuários potenciais acima referidos, outrossim premidos pela crescente necessidade de oferecer treinamento.

O objetivo da apresentação será de expôr estas novas opções de software disponíveis no mercado norte-americano, bem como algumas de suas aplicações. O material será apresentado em duas partes distintas:

A primeira, mais simples, consiste em apresentar recentes programas de computador para aplicações de SIG em computadores pessoais. A outra parte da apresentação mostrará aplicações destas ferramentas de baixo custo nas áreas de Avaliação de Impacto Ambiental - AIA, em particular, e Planejamento Territorial em geral.

Portanto, além de 2. Histórico e 5. Conclusões, o trabalho concentra-se nos seguintes tópicos:

3. Programas: Apresentação de programas comerciais principalmente na faixa dos US\$ 100 (são cerca de três: IDRISI™, MAPII, MACGIS™) e programas ou outras rotinas ainda em desenvolvimento no âmbito acadêmico norte-americano.

4. Aplicações: Exemplos de aplicação principais em: Avaliação de Impacto Ambiental e Planejamento Territorial. Os exemplos de aplicação utilizam micro-computadores para realizar as operações de SIG incluindo aí o processamento digital da imagem obtida por sensoriamento remoto. A aplicação em AIA é fruto de pesquisa própria na região de Cubatão - SP, enquanto aquela sobre sensoriamento remoto em planejamento territorial relaciona-se a projeto do Banco Mundial. A outra experiência é mais recente e vem sendo promovida nas cidades de Lobito e Bengela, em Angola. O projeto utiliza o MAP II e imagens SPOT que foram "convertidas" no Canada, na Universidade de Manitoba, onde foi desenvolvido o programa MAPII.

Um aspecto chave no estágio atual é a disponibilidade de imagens nos meios apropriados e o assunto é do interesse do INPE enquanto distribuidor das mesmas. Tanto a EOSAT e outras entidades norte-americanas, bem como a própria SPOT Image, já comercializam imagens em diskettes para serem utilizados em programas do sistema MS/DOS™. Após o advento do MAP II negociações vem evoluindo no sentido de ter esse serviço disponível também para o sistema operacional do Macintosh, melhor equipado na interface gráfica. Obviamente, independente do sistema operacional que o diskette deve obedecer, o conteúdo das imagens não passa de matrizes numéricas em arquivos binários. Por isso a conversão para o micro é de certa forma simples, bastando que se tenha o *tape drive* apropriado ou como tem sido também realizado, através da ligação em rede. Nesse caso o micro funciona como terminal de um *mainframe* e os dados são transferidos sem problema. Entretanto esses equipamentos não estão disponíveis para muitas instituições, sem falar daquela pequena prefeitura referida mais acima; por isso é necessário uma agência capaz de comercializar as imagens já transferidas ao meio adequado.

## 2. HISTÓRICO

As atividades relacionadas à análise espacial com auxílio de computadores são restringidas por uma série de fatores. Pode-se argumentar que até cerca de dois ou três anos atrás estas estivessem ainda mais restritas. Welch (Welch 1989), ao descrever as mesmas dificuldades no âmbito particular do processamento digital de imagens, cita pelo menos três limitações: 1- custo de

hardware e software; 2- complexidade dos pacotes de software disponíveis e 3- limitações na funcionabilidade do software e na tecnologia de display. Essas dificuldades eram também comuns às outras atividades em SIG, mesmo aquelas mais simples, não envolvendo o processamento automatizado de imagens (classificação etc.).

A primeira dificuldade era e ainda é contornada pelos usuários principais destes sistemas, tais como agências de governos federais e estaduais ou grandes departamentos em universidades de renome; quase sempre com maiores verbas disponíveis. Respeitadas as considerações de escala, o mesmo é válido tanto nos países desenvolvidos como nos outros. No caso das universidades é bom lembrar que os departamentos diretamente ligados a esse campo (p.ex. Geografia, Computação etc.) naturalmente têm maiores chances de contornar o problema de custo; enquanto aqueles não diretamente relacionados -- porém ávidos em aplicar essa tecnologia -- incorrem em considerável frustração.

Por exemplo, o Laboratório de Recursos Computacionais (CRL) do Departamento de Estudos Urbanos e Planejamento do MIT, não contava, até 1989, com um sistema de SIG disponível para os alunos; ainda que outras unidades do mesmo instituto já dispusessem de estações gráficas sofisticadíssimas. No CRL os sistemas disponíveis no mercado eram evidentemente citados e diversas tentativas de desenvolvimento de programas para micro-computadores eram e vem sendo experimentadas. O mesmo vem ocorrendo em diversas outras escolas com resultados já transformados em produtos comerciais, como veremos mais adiante.

Mas, voltando ao CRL do MIT, a maneira de contornar aquela frustração e enfim aplicar SIG em planejamento urbano e regional, era feita através da adaptação do software então disponível. Por exemplo operações do tipo *map overlay* ou mesmo aplicação de modelos matemáticos na análise espacial, eram feitas utilizando-se as planilhas de cálculo comuns, do tipo Lotus-123™. Afinal, o mapeamento de qualquer atributo pode ser representado através das células de uma planilha eletrônica. Outras operações, envolvendo extensa base de dados estatísticos, eram executadas utilizando-se programas também comuns como o DBase™, em combinação com programas de

representação gráfica -- ainda limitados -- do tipo Atlas™, ou mesmo programas comuns de CAD.

Em qualquer caso, as limitações principalmente na apresentação dos resultados, eram tremendas e o tempo consumido impraticável. Hoje o CRL conta com sistemas mais capazes, como o PC-ARC-INFO™, os quais foram finalmente obtidos também por pressão dos alunos de pós-graduação. Estes definiam sua frustração ao comparar os Sistemas de Informação Geográfica em geral e o sensoriamento remoto em particular, à uma "miragem" que sempre parece mais distante quando se pensa estar prestes a nela colocar as mãos. Naturalmente quanto ao sensoriamento remoto a metáfora da miragem continua atual, devido ao alto custo; principalmente no caso das imagens de maior resolução.

Dentre os programas experimentais desenvolvidos no CRL desta-se o LISP-GIS desenvolvido por Steve Irwin, então aluno de pós-graduação e hoje lecionando em Harvard. O programa, escrito em LISP na plataforma MS/DOS, acaba de ser implementado também no sistema operacional do Macintosh e deverá estar disponível brevemente.

Em Harvard, mais particularmente no *Laboratory of Computer Graphics and Spatial Analysis*, que funciona junto ao departamento de Arquitetura Paisagística da *Graduate School of Design*; uma série de outras atividades vem ocorrendo. A mais importante talvez tenha sido o desenvolvimento do programa MAP - *Map Analysis Package* a partir da tese de C. Dana Tomlin, então professor daquele departamento (hoje lecionando na *Ohio State University*). Tomlin havia desenvolvido sua tese em Yale, também com contribuições importantes de professores de Harvard e Princeton. Intitulada *Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning* (Tomlin 1983) a tese -- escrita em 1983 -- complementava contribuições de diversos outros pesquisadores, como Calkins e Tomlinson (1977), Marble e Peuquet (1977), Salmen et al. (1977), Knapp e Rider (1978), Nagy e Wagle (1979), Tomlinson e Boyle (1980) e Dangermond (1982). O MAP foi então desenvolvido inicialmente no ambiente do IBM-PC e posteriormente também no Macintosh, ainda que sem utilizar sua interface característica (menus tipo *pull down*, *mouse*, etc.). Paralelamente era também necessário criar meios para digitalizar mapas e também convertê-los

a raster de forma que pudessem ser analisados utilizando-se o MAP.

Surgiu assim o programa ROOTS™, igualmente implementado nas plataformas Mac e IBM e que vem sendo comercializado. Criado por Jonathan Corson-Rikert e Dennis White este é também utilizado para digitalização e conversão em raster para aplicação em outros programas como o IDRISI. Criado a partir de uma história semelhante de desenvolvimento acadêmico, o IDRISI surgiu na Escola de Geografia da Universidade de Clark e vem se impondo por uma combinação de baixo custo e alta capacidade, incluindo aí a manipulação de imagens de satélite.

Finalmente vale ainda acrescentar que o MAP, cuja algebra é também extensamente descrita no clássico livro de Burrough (Burrough 1986) forneceu a base para o lançamento, finalmente, de pelo menos 3 programas que utilizam plenamente as vantagens do Macintosh. São o MAP II e dois com praticamente o mesmo nome: MacGIS e macGIS (Um de Cornell e outro de Oregon).

Estes, em conjunto com o ROOTS, no Macintosh; bem como o IDRISI, no ambiente IBM, constituem as possibilidades de sistemas de baixo custo, acessíveis a uma gama de usuários antes impedidos de utilizar esta tecnologia. Pouco a pouco as outras duas grandes dificuldades descritas por Welch -- software complicado e pouco funcional, e monitores pobres em qualidade -- vão sendo superadas com estes novos lançamentos e máquinas mais capazes.

### 3. PROGRAMAS

Parker (Parker 1989) listou 64 programas de SIG disponíveis no mercado norte-americano no final de 1989. A lista pode ser classificada, segundo custo, em três categorias principais. Cerca de 28 destes situam-se na faixa de preço acima dos US\$10.000, considerando-se o limite superior (em vários casos é fornecida uma faixa de preço, de acordo com opções) e os programas cujos preços não estão listados (nestes casos levouse em conta o hardware para assumir que o custo fôsse alto). 25 estariam entre os US\$1.000 e 10.000 e os 11 restantes abaixo dos mil dolares.

Parker observa também que a informação por ele coletada deve ser ana-

lisada com cuidado, em função da falta de uma definição mais precisa sobre o significado da expressão Sistemas de Informação Geográfica. Alguns dos programas por ele listados não se encaixam perfeitamente no que seria esta definição, mas foram incluídos por serem úteis, de alguma forma, às análises espaciais. Outra observação é quanto às tendências atuais. A mais importante é que um número crescente de sistemas foram implantados em microcomputadores e estações de trabalho. Aliás, é fato conhecido que a diferença entre estes dois tipos de equipamento é cada vez mais tênue. No total 44 dos 64 programas mencionados já rodam em micros, sendo que muitos escaparam das limitações do sistema MS/DOS partindo para o IBM-OS2™ ou Macintosh.

Por último Parker faz a ressalva de que informações completas sobre os sistemas só mesmo através das próprias empresas argumentando que comparar pacotes de SIG é o mesmo que comparar "cortadores de grama". Isto porque ainda que todos tenham a mesma finalidade básica, a diversidade e quantidade de opções são enormes (nos EUA).

Outra observação inferida daquele artigo é que, em geral, em qualquer das três faixas de preço (>\$10.000, \$1.000 - \$10.000 e <\$1.000 dólares) os sistemas em vector e raster tendem a ser mais caros do que aqueles limitados apenas a raster.

Um ou outro sistema apresenta característica única, como é o caso do DMS™ (*Desktop Mapping System*) desenvolvido na Universidade da Georgia e comercializado pela ERDAS™ (Welch 1989). Este permite a obtenção de curvas de nível a partir de imagens digitais estereográficas, disponíveis tanto nos sistemas Landsat (por passagens sucessivas) como no sistema SPOT (*scanner stereo* no próprio satélite). O DMS foi também elaborado especificamente para o IBM-PC e seu preço varia de US\$1.985 a \$4.750. Na verdade a versão educacional (preço menor) não permite a correlação estereográfica para a geração automatizada de DEMs.

Na mesma faixa outros com certeza apresentam uma boa relação custo/benefício, porém o autor não dispõe de informações no momento e naturalmente todo o cuidado deve ser tomado no momento da escolha. Da lista dos 11

abaixo de US\$ 1.000, objeto principal deste artigo, destacam-se os seguintes:

Para o IBM-PC, o IDRISI (Clark University Cartographic Center 1987) é imbatível no preço (US\$ 50 para estudantes, \$100 para universidades e \$300 em geral) e tem performance quase semelhante ao PC-ARC-INFO, por exemplo, ressaltando-se que o programa trabalha apenas em raster, ao contrário daquele. Feita a ressalva há que se acrescentar que quanto mais acessível se tornam os chips de memória, mais fina se torna a malha de raster possível e mais essa forma de armanezar dados se aproxima do sistema vector. Um dos mapas de demonstração do programa IDRISI chega a confundir tal é a precisão e resolução do traçado de ruas, em tudo semelhante a mapas em vector.

Por outro lado o programa foi desenvolvido tendo em mente a versão mais simples do IBM-PC-XT™ e por isso é, sem dúvida, indicado para o Brasil, onde equipamentos compatíveis abundam. Pode ser implementado com um mínimo de memória RAM e não necessita co-processor. Requer, entretanto, o mouse e cartão gráfico. Pelo menos um trabalho utilizando parcialmente esse software será apresentado neste Simpósio, o que pode ajudar o leitor a conhecer o programa. Trata-se do trabalho de Thomas A. Stone e Peter Schlesinger, do Woods Hole Research Institute, intitulado: *Monitoring Deforestation in the Tropics with NOAA AVHRR and Landsat Data*.

Para o Macintosh existem os três novos programas já citados, todos desenvolvidos a partir da algebra de Tomlin e seu pioneiro MAP - *Map Analysis Package*. O mais versátil dos três é o MAP II (Pazner 1989) não só por ser o único dos três a suportar cor como também pelo uso feliz da interface característica do Mac em combinação com as operações previstas no MAP. Estas foram também ampliadas com a incorporação de uma série de filtros e outras funções. Pazner e Della Bona (Pazner and Bona 1989) em trabalho no congresso GIS/LIS'89, desenvolvem o conceito de processador de mapas (*map processor*) fazendo a analogia com o crescente uso de processadores de textos. Argumentam que ainda que o MAP II não possa ser considerado um sistema de GIS puro, este cumpre uma função semelhante. Mais ainda, afasta-se do GIS tradicional pela facilidade de uso, permitindo um número ampliado de usuários e não apenas o especialista em

GIS. Assim, o processador de mapas é usado para "ler, marcar, medir e transformar mapas". com precisão adequada para a maioria das aplicações regulares. O MAP II é distribuído pela John Wiley, uma editôra já tradicional no campo do planejamento ambiental, ao preço de US\$ 100.

Quanto aos outros dois não há muito que possa ser dito, neste momento. O MacGIS (Cornell Research Foundation Inc. 1989) da *Cornell Research Foundation* sequer pode ser analisado pelo autor e é o mais caro dos três (US\$ 150). O macGIS (Larsen and Hulse 1989) da Universidade de Oregon suporta apenas as operações previstas por Tomlin e comparado ao MAPII perde por só trabalhar em B&P além de não poder ser utilizado no processamento digital de imagens. Seus usuários fazem-no com o auxílio do Image™, descrito adiante. O custo de US\$ 50, entretanto, é o menor de todos (US\$ 27 para estudantes).

Além destes são também utilizados uma série de outros programas principalmente de desenho e um, em especial, que surpreende pela capacidade de tratamento digital de imagens. É o programa Image. (Rasband 1989), capaz de realizar todas as operações comuns de tratamento digital de imagens. Requer, entretanto, o Mac II (x, cx, ci ou fx) com no mínimo 2 MB de RAM (recomenda-se 4 MB) e cartão de vídeo com 256 cores. Tal equipamento já começa a ficar mais caro principalmente se se levar em conta que o programa é maximizado com a adição de ainda outros periféricos (scanner, câmara de vídeo etc.). O programa em si é de domínio público, podendo ser copiado, distribuído e modificado livremente. Foi desenvolvido inicialmente para fins médicos (análise de tomografia computadorizada, p. ex.) pelo Instituto Nacional de Saúde dos EUA.

#### 4. APLICACÕES

Projeto de Reabilitação Urbana Lobito Benguela (Chavez 1989)

Em 1989, Angola, então preparando-se para se tornar país membro do Banco Mundial, passou a entreter um ambicioso projeto de reabilitação urbana, na conurbação formada pelas cidades de Lobito e Benguela. No início, não sendo Angola ainda país membro, o Banco Mundial não tinha instrumentos legais para adiantar verbas e por isso figurava apenas como órgão executivo e de coordenação.

Os fundos iniciais vieram principalmente de agências de cooperação suecas e eram bastante limitados. Tal entrave constituía o maior dificuldade do projeto, mas de qualquer forma, o malabarismo institucional bem como a ajuda sueca, permitiram o início dos estudos que deverão socorrer a dramática situação daquelas cidades. Com problemas ambientais e urbanos de toda sorte, agravados por anos de guerra, um dos grandes obstáculos enfrentados pelos planejadores era a falta de uma base cartográfica adequada. Os mapas disponíveis haviam sido feitos ainda ao tempo da dominação portuguesa e estavam completamente desatualizados. Sem tempo ou recursos para um levantamento adequado, a opção mais econômica era sem dúvida o sensoriamento remoto

Além disso era preciso escolher uma tecnologia de baixo custo e que pudesse ser implantada rapidamente no país. Não adiantaria propor um sistema muito caro ou, o que seria ainda pior, simplesmente realizar os serviços nos EUA e passar os novos mapas prontos aos técnicos angolanos, no velho estilo da "caixa-preta". Optou-se então por introduzir o Macintosh, também pela facilidade de uso e treinamento e porque à mesma época foi lançado o programa MAP II, capaz de manipular as imagens do sistema SPOT que estavam sendo adquiridas, e tudo à um custo ainda acessível.

O Macintosh será também usado em outras operações principalmente para Data Base e o mais extraordinário é que -- no dizer do gerente do projeto -- os técnicos angolanos estão passando de uma administração feita à lápis e papel diretamente para o micro-computador, sem antes passar pela máquina de escrever. No caso da análise espacial eles estão passando de mapas rudimentares e desatualizados para SIG e sensoriamento remoto, sem passar pela aerofotogrametria. Na verdade esta observação era verdadeira antes da última missão em 1989. Depois disso, um levantamento aerofotogramétrico na escala 1:15.000, mais recente (1987) -- feito pela missão militar soviética -- foi finalmente liberado para uso civil e incorporado na atualização dos antigos mapas, utilizando-se o MAP II. Parte do sucesso da missão deve-se também ao fato de ter sido possível contratar, como consultor, o próprio responsável pelo desenvolvimento do MAP II. Este encarregou-se também da conversão dos dados em fita de 9 faixas, fornecidos pela SPOT. A ope-

ração foi realizada na Universidade de Manitoba utilizando-se um *tape drive* Qualstar Tape Streamer™ de 1600 bpi - 9 track.

## Gestão de Resíduos Industriais Perigosos

Este projeto vem sendo desenvolvido pelo autor, no âmbito do Estado de São Paulo, na forma de tese de doutoramento a ser defendida na Universidade de Harvard. Diversos pesquisadores contribuem com a base teórica para o projeto, destacando-se no campo da análise espacial: Estes et al. 1987, Griner 1989, Ortolano 1984, Sivertun, Reinelt, and Castensson 1988 e Tápanes 1988. O objetivo é o de explorar modelos matemáticos e espaciais, capazes de estabelecer metodologia apropriada para uma melhor gestão dos resíduos industriais perigosos. Um dos sub-produtos será um método para localização mais propícia de instalações para tratamento ou destinação final de resíduos. Esta metodologia deve levar em conta critérios múltiplos, sendo principais os diversos atributos ambientais (solos, relevo, distância etc.) e os riscos ambientais e à saúde. Diversos outros fatores terão que ser considerados como por exemplo a projeção da produção industrial futura e as oportunidades para redução na geração de resíduos, derivando-se a necessidade de novas instalações ou ampliação da capacidade existente. A rede de transportes rodoferroviária também é importante nessa análise de critério múltiplo, sendo que ao final as diversas alternativas terão uma interpretação temporal e espacial. Sem se propor a resolver o problema para todo o estado, a tese se concentrará em um exemplo de aplicação na região de Cubatão, que espera-se seja seguido em outros lugares onde seja oportuno o planejamento regional.

A base cartográfica utilizada é o Carta Ambiental da Baixada Santista, publicado pela CETESB (Cardoso 1985) que foi digitalizado através do programa ROOTS. O hardware consistiu de um micro-computador Macintosh-SE na sua configuração mínima (1 MB de RAM) e uma mesa digitalizadora Summagraphics Microgrid™. Os mapas dos diversos atributos de interesse foram então convertidos ao formato raster para posterior análise utilizando-se o MAP II. Os mapas constituem-se de matrizes de 268x261 quadriculas de 1 ha (total de 27x26Km) perfazendo cerca de 700 Km<sup>2</sup> e são:

- 1- Curvas de nível de 100 em 100 metros (do nível do mar até a altitude de 900m) [figs.1 e 2].
- 2- Areas urbanas (Cubatão, Santos, São Vicente, Praia Grande e Guarujá) com distinção de áreas industriais. [fig. 4].
- 3- Rodovias e Ferrovias com distinção por hierarquia. [fig. 4].
- 4- Vegetação (Mata Atlântica, manguezais e manguezais degradados). [fig. 3]
- 5- Corpos D'agua (Oceano, represas e braços de mar)

As figuras adiante são mostradas apenas a titulo indicativo com o intuito de também mostrar o tipo de *output* obtido com o software, utilizando-se uma impressora Image-Writer™ (tipo dot-matrix) comum da Apple Computers™ [figs. 2, 3 e 4 - a fig. 1 foi impressa em uma impressora laser também da marca Apple]. Outros mapas utilizados durante o trabalho serão exibidos quando da apresentação.

## 5. CONCLUSÕES

Até aqui foi demonstrado que desenvolvimentos recentes na área de software permitem a execução de tarefas antes só possíveis em equipamentos bem mais custosos e com a utilização de programas também de custo elevado. Foram também enfatizados os pacotes de custo bastante reduzido cuja performance já permite trabalhos de responsabilidade na área de Planejamento Ambiental e com possibilidade de manipulação de imagens de satélite. Entretanto, sendo uma limitação destes programas o fato de só operarem em raster, é preciso que se faça uma ressalva sob pena deste artigo induzir a conclusões indesejadas. No caso das aplicações que requerem maior resolução e extensiva base de dados, como é o caso de cadastro fiscal (planta de valores), não há como fugir de pacotes mais custosos. Nos EUA, por exemplo, uma série de pequenas prefeituras vem implantando o ARC-INFO na versão para o IBM-PC, muito embora o Mac-Graphix™ tenha a mesma capacidade (vector) por um terço do preço.

Por outro lado há um aspecto importante ainda não explorado ao longo do artigo. Ao levar em conta o custo de operação de equipamentos de maior porte (mini-computadores e *mainframes*) e

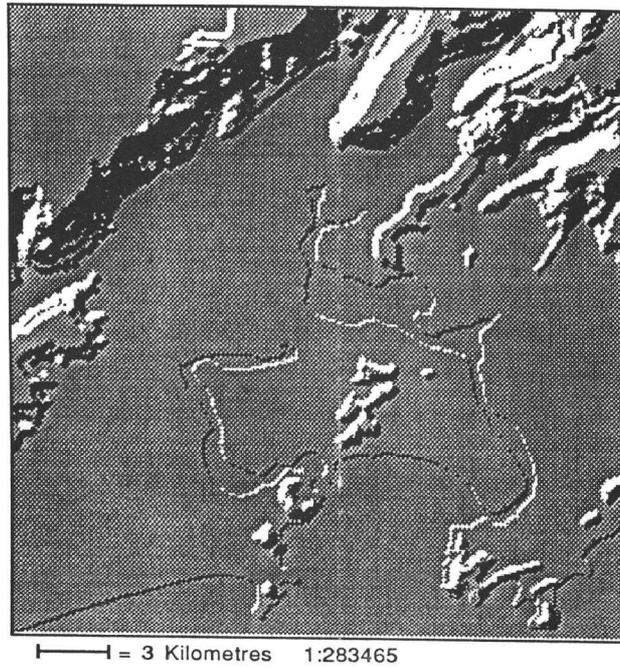


fig.1 - Baixada Santista - Relêvo

Efeito visual de sombreamento de "terraços" obtido com operação filtro Diff-Diag sobre mapa digital de elevação (DEM), programa MAP II.

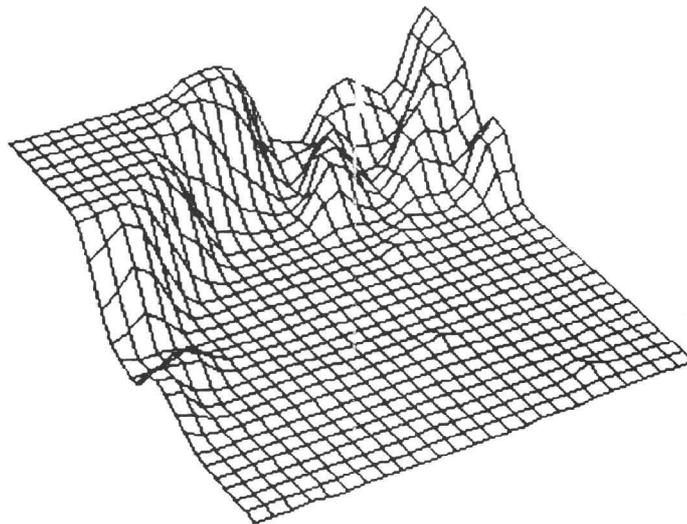
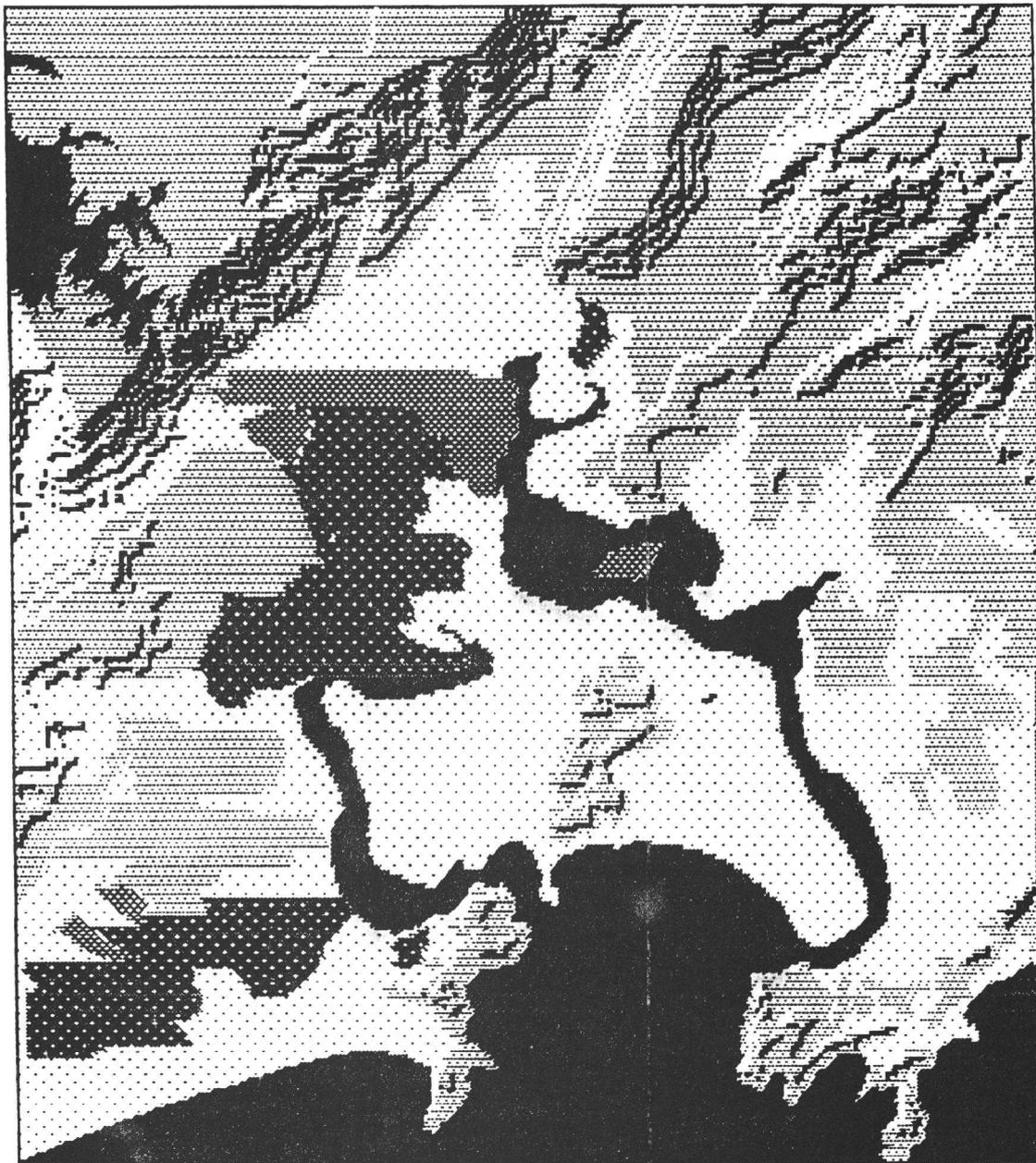


fig. 2 - Baixada Santista - Relêvo em 3-D

Obtido pela transposição do mapa digital de elevação à planilha de cálculo WingZ™ que permite gráficos em 3-D. A dimensão vertical é exagerada, porém indeterminadamente.



— 2 Kilometres 1:157480

	VOID	Oceano e Represa		3	Manguezais
	1	Manguezais		127	Áreas urbanas ou campo antrópico
	2	Mata Atlântica			

fig. 3 - Baixada Santista - Vegetação

O mapa de vegetação foi sobreposto à fig.1, programa MAP II.

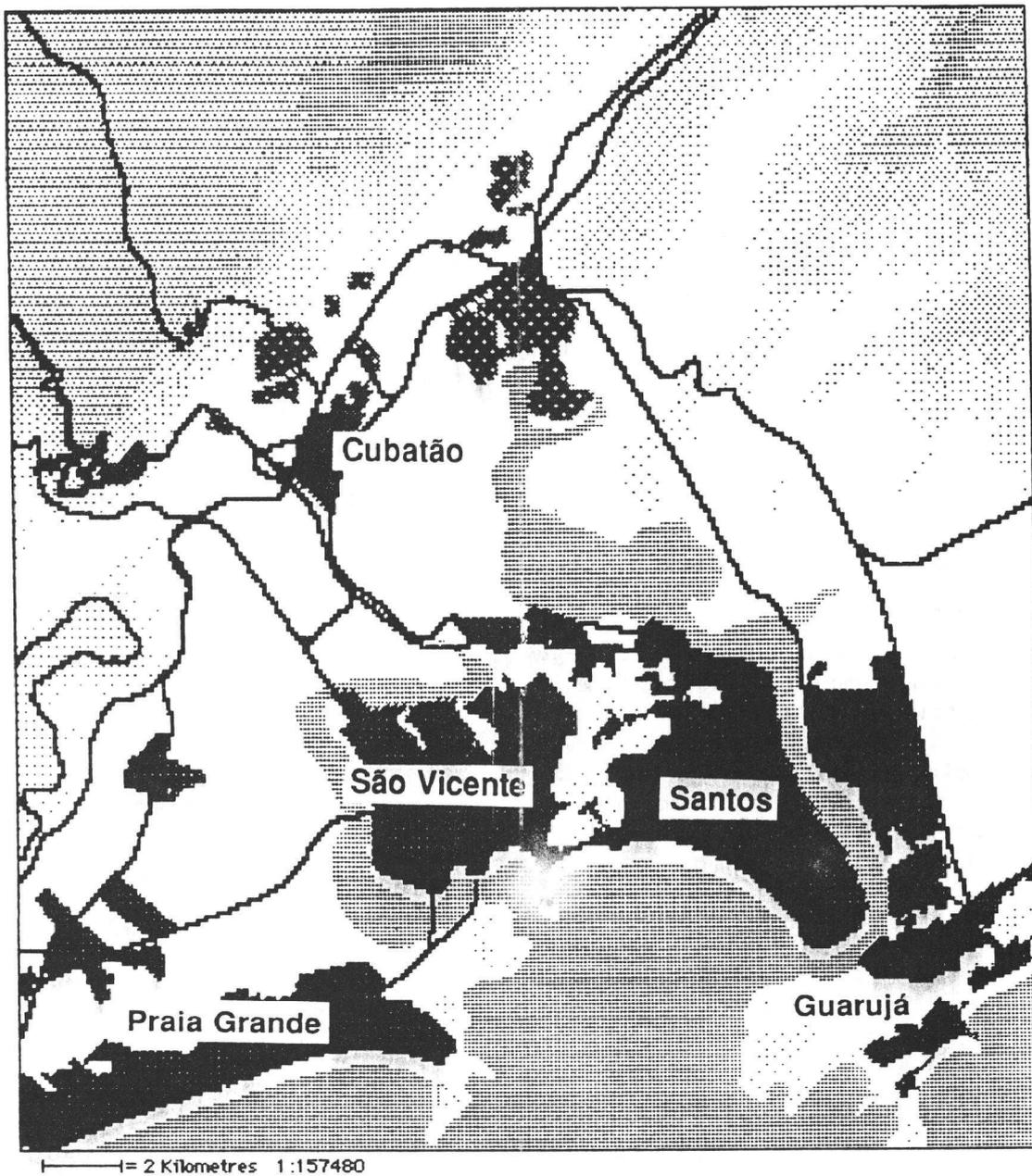


fig.4 - Baixada Santista - Areas Urbanas e Industriais,  
Rodovias e Ferrovias

Os mapas com os atributos do título foram sobrepostos ao DEM, cuja retícula perde em detalhe em função da impressão *dot matrix*; programa MAP II.

constatar que seu uso é quase sempre maximizado pelas instituições que os possuem, percebe-se que os micro-computadores passam a ser úteis também para estes grandes usuários. Por exemplo, técnicos do escritório da Região 1 da USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) estão estudando a aquisição de programas de SIG de baixo custo para utilizar em seus micro-computadores. Argumenta-se que enquanto os computadores da agência estão sendo utilizados para os trabalhos correntes, uma série de análises preliminares (e mesmo digitalização) podem ser executados usando-se os micro-computadores pessoais abundantes na agência. Repete-se portanto, no caso dos Sistemas de Informação Geográfica, os mesmos fenômenos de difusão do uso e substituição de *mainframes* por micro-computadores, ocorrida com inúmeras outras aplicações.

A apresentação oral se fará através de diapositivos que deverão superar a limitação deste relatório, por poder exibir as telas em sua cor. Caso seja possível haverá também a demonstração direta do *software*. Acreditamos que o tema seja de interesse não só da comunidade acadêmica, cada vez mais munido-se de micro-computadores; como também será de extrema utilidade para outros organismos ou agências.

## 6. REFERÊNCIAS

- Burrough, P.A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Edited by Beckett, P.H.T. Monographs on Soil and Resources Survey. London: Oxford Science Publications.
- Cardoso, R.C.I. 1985. Baixada Santista: Carta do Meio Ambiente e sua Dinâmica. Baixada Santista: CETESB.
- Chavez, R. 1989. Lobito-Benguela Urban Rehabilitation Project. World Bank.
- IDRISI Rel. 3.2, Clark University, Worcester, MA.
- MacGIS Rel. 1.3, Cornell Research Foundation Inc., Ithaca, NY.
- Estes, J.E. et al. 1987. Coordinating hazardous waste management activities using geographical information systems. Int. Journal of Geographical Information Systems 1 (4) : 359-377.
- Griner, A.J. 1989. The Automation of Drastic - A Regional Model for Mapping Susceptibility of Groundwater Contamination. Orlando - FL - USA: ASPRS - ACSM - AAG - URISA - AM/FM International.
- macGIS Rel. 1.0, University of Oregon, Eugene, OR.
- Ortolano, L. 1984. Environmental Planning and Decision Making. New York: John Wiley & Sons.
- Parker, H.D. 1989. GIS Software 1989: A Survey and Commentary. PE&RS 55 (11) : 1589-1591.
- Map II Map Processor Rel. 1.0, John Willey & Sons, New York.
- Pazner, M., and Bona, L.D. 1989. Map Processor. Orlando - FL - USA: ASPRS - ACSM - AAG - URISA - AM/FM International.
- Image Rel. 1.9, National Institute of Health, Washington, D.C.
- Sivertun, Å., Reinelt, L.E., and Castensson, R. 1988. A GIS method to aid in non-point source critical area analysis. Int. Journal of Geographical Information Systems 2 (4) : 365-378.
- Tápanes, J.G. 1988. El Sistema de Información Territorial Para La Planificación Física (SITPF): Su Concepción General. Ciudad de La Habana:
- Tomlin, D. 1983. Digital Cartographic Modelling Techniques in Environmental Planning. Ph.D., Yale.
- Welch, R. 1989. Desktop Mapping with Personal Computers. PE&RS 55 (11) : 1651-1662.

Nota: Os nomes próprios assinalados com o sinal <sup>TM</sup> (na primeira vez em que aparecem), são marcas registradas das empresas ou indivíduos que possuem seus direitos autorais ou de propriedade industrial e foram mencionadas apenas a título indicativo.