

NOÇÕES DE SIG:

CARACTERÍSTICAS E SEUS USOS

20
aula

META

Apresentar as características e os principais usos dos Sistemas de Informações Geográficas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá: reconhecer a atual tecnologia de representação cartográfica.

PRÉ-REQUISITOS

As tendências atuais da cartografia, expostas na aula 19.



(Fonte: <http://www.reallifelog.com>)

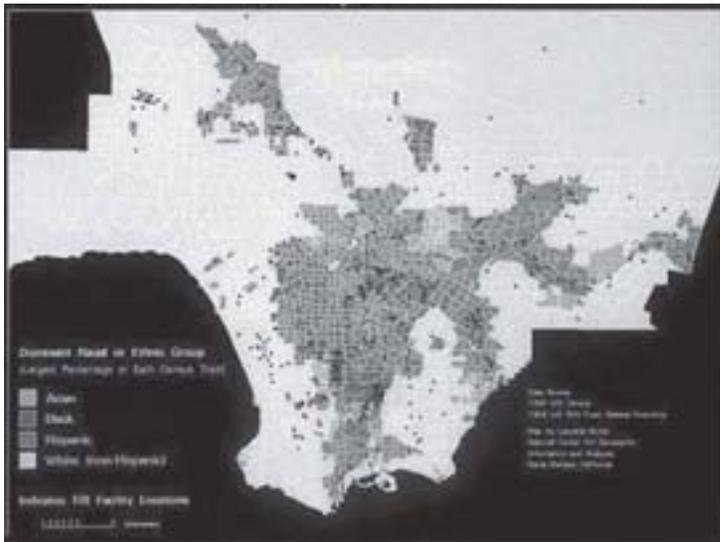
Caros alunos, a última aula da disciplina Cartografia Sistemática inicia apresentando as novas tecnologias de representação cartográfica.

Durante muito tempo os cartógrafos dedicaram estudos no

INTRODUÇÃO

sentido de desenvolver técnicas que permitissem gerar as representações cartográficas de um modo mais rápido e com menores custos. O advento do computador permitiu mudanças tanto qualitativas quanto quantitativas na produção de mapas e cartas. Qualitativamente é possível interagir com a representação em tempo real enquanto que quantitativamente é possível gerar um maior número de mapas em menor tempo (TAYLOR, 1994).

O início da utilização do computador em cartografia ocorreu por volta de 1960, nos Estados Unidos. Nesta época a ênfase estava na criação de algoritmos que reproduzissem tarefas



(Fonte: <http://www.edumedeiros.com>)

muito dispendiosas manualmente, como, por exemplo, o traçado de curvas de nível e de malhas transformadas de paralelos e meridianos segundo certa projeção cartográfica (CLARKE, 1990). Durante os anos 60 fez-se muito esforço para implementar algoritmos que reproduzissem as tarefas manu-

ais, sendo que em 1968 foi lançado o SYMAP, um dos primeiros pacotes gráficos para cartografia.

Juntamente com o desenvolvimento dos algoritmos que reproduziam as tarefas antes executadas manualmente, ocorreu o desenvolvimento dos dispositivos para entrada, visualização e

saída das informações. Com o desenvolvimento dos dispositivos para visualização, o aumento da capacidade de processamento dos computadores e a diversidade de métodos de captura de dados, houve um grande avanço também no desenvolvimento dos softwares para tratar a informação cartográfica.

Inicialmente, os softwares de cartografia digital apenas automatizaram as tarefas que antes eram executadas manualmente, com a utilização de mecanismos que “imitavam” o trabalho humano. Assim, os mapas continuavam a ser produzidos em papel, apenas com o auxílio do computador. Com o passar do tempo, os usuários da nova tecnologia perceberam que ela poderia proporcionar muito mais do que simplesmente reproduzir as tarefas manuais, e deste modo, foram desenvolvidas novas funções para o tratamento da informação geográfica.

Paralelamente ao desenvolvimento dos métodos e técnicas para produção, armazenamento e tratamento da informação geográfica, percebeu-se que a informação poderia ser utilizada para outras atividades além da reprodução de mapas. A sobreposição das informações armazenadas permitia que fossem feitas análises sobre os dados, gerando nova informação. Com isso, surgiram os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Os SIGs são sistemas cujas principais características são: “integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados” (CÂMARA, 1996).

Com a evolução e a popularização dos Sistemas de Informação Geográfica, cada vez mais estes sistemas são utilizados para apoiar os tomadores de decisão. Entretanto, para isto é necessário se dispor de uma base de dados espaciais e de informações associadas que possam ser utilizadas no processo de análise espacial. Hoje os

softwares para produção de mapas, denominados de CAC (*Computer Aided Cartography*), continuam produzindo bases de dados geográficas, e alimentam as aplicações realizadas com os Sistemas de Informações Geográficas.

Por meio dos métodos atuais de levantamento é possível coletar dados espaciais diretamente num formato digital. Entretanto, quase sempre os dados coletados em formato digital não estão adequadamente estruturados para aplicações em sistemas de informação geográfica e necessitam, portanto, ser reestruturados. Em algumas situações não é necessário e nem vantajoso coletar diretamente os dados espaciais para alguma aplicação temática. Uma alternativa neste caso é digitalizar as cartas topográficas existentes para gerar a base de informações espaciais sobre a qual serão sobrepostas as informações temáticas. Nas duas situações apresentadas anteriormente é necessário que se utilize um programa específico que permita no primeiro caso a estruturação dos dados espaciais, e no segundo caso a digitalização e estruturação dos dados digitais.

Deve-ser levar em consideração que a tecnologia computacional modificou o modo de criar os mapas, entretanto, a base teórica envolvida para a produção dos mapas permanece inalterado.



(Fonte: <http://www.ma.fc.up.pt>)

Os programas computacionais destinados à digitalização de cartas e à estruturação de dados espaciais são mais especializados do que os programas normalmente voltados para fazer desenhos e projetos auxiliados por computador, que são chamados de CAD (*Computer Aided Design*).

Um programa para CAD apresenta, em geral, uma representação simbólica mais simples e só é capaz de lidar com coordenadas referidas

a um sistema cartesiano. Por outro lado, um programa destinado à digitalização e estruturação de dados espaciais deve apresentar mais recursos para representação simbólica e projeto de símbolos, deve ser capaz de lidar com coordenadas geodésicas, com diferentes superfícies de referência (*datum*) e diferentes projeções cartográficas. Os programas com estas características são conhecidos pela sigla CAC (*Computer Aided Cartography*). Embora um programa para CAC possa ser utilizado como um CAD, o inverso não é verdade, e, se não forem tomados os devidos cuidados, isto pode levar à geração de resultados inapropriados.

Para entender a diferença básica entre um CAC e um SIG é preciso entender os conceitos de informação espacial e informação não espacial.

A informação espacial (também denominada base de dados cartográficos ou informação geográfica) é a informação que se refere a algum elemento natural ou artificial que está sobre a superfície terrestre e que tem a sua posição definida em relação a algum referencial geodésico. Tradicionalmente, a informação espacial é representada sob a forma de cartas, imagens de satélite ou fotografias aéreas (Figura 1).

A informação não espacial (também chamada de atributo) é a informação dita semântica porque está relacionada com o significado do que é levantado. Esta informação pode ser qualitativa ou quantitativa. Um sistema de informação comercial manipula somente informação semântica, como, por exemplo, um sistema bancário. Tomando por base a Tabela 1, em que estão apresentadas

CAD X CAC X SIG

informações sobre o cadastro de clientes de um banco, é possível acessar diretamente os vários itens apresentados para cada cliente e obter respostas para uma série de consultas diretas, como por exemplo, nome, sobrenome, sexo, etc. Além disto, é possível também realizar consultas mais sofisticadas, em que sejam relacionados alguns dos diferentes itens. Por exemplo, quais são os clientes do sexo feminino, que têm saldo médio acima de certo valor? Neste caso, a quinta coluna e a sétima coluna seriam utilizadas para obter a resposta desejada.

Carta topográfica



Foto aérea

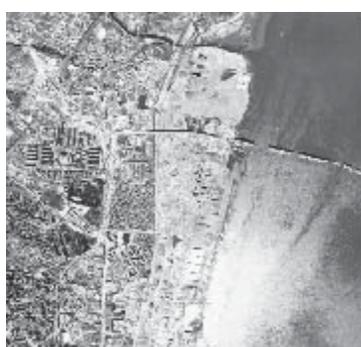


Imagem de satélite



Figura 1. Exemplos de informação espacial.

Reg	Id	Nome	Sobrenome	Sexo	Idade	Renda Média	Endereço Comercial
1	#1234	João	Souza	M	53	5000,00	Rua Euclides, 96
2	#1234	Pedro	Mattos	M	36	500,00	Av. Clara, 123
3	#1234	Maria	Carmo	F	67	1200,00	Rua XV, 12

Conjunto de informações semânticas, ou não espaciais

Deste modo, pode-se afirmar que um SIG, além de manipular dados semânticos (incluem-se nestes os dados estatísticos), manipula também dados espaciais, que são mais complexos, tanto na forma de organização, como nos tipos de algoritmos para sua

manipulação. Com os dados espaciais é possível se responder perguntas diretas envolvendo atributos e localização, bem como realizar análises cruzando informações semânticas com dados espaciais. Mas para que isto seja possível é necessário que estes dados descrevam tanto propriedades semânticas como espaciais, lembrando que estas últimas são relativas à localização de cada fenômeno, sobre a superfície terrestre, e a sua própria forma.

Tomando como base o exemplo da Tabela 1, com a utilização de um SIG se poderia questionar “ONDE moram os clientes do sexo feminino que possuem saldo médio acima de um determinado valor?”. Como resposta, seria obtida não apenas a tabela com as informações do cliente, mas também um mapa com a localização da residência de um dos clientes, como exemplificado na Figura 2.

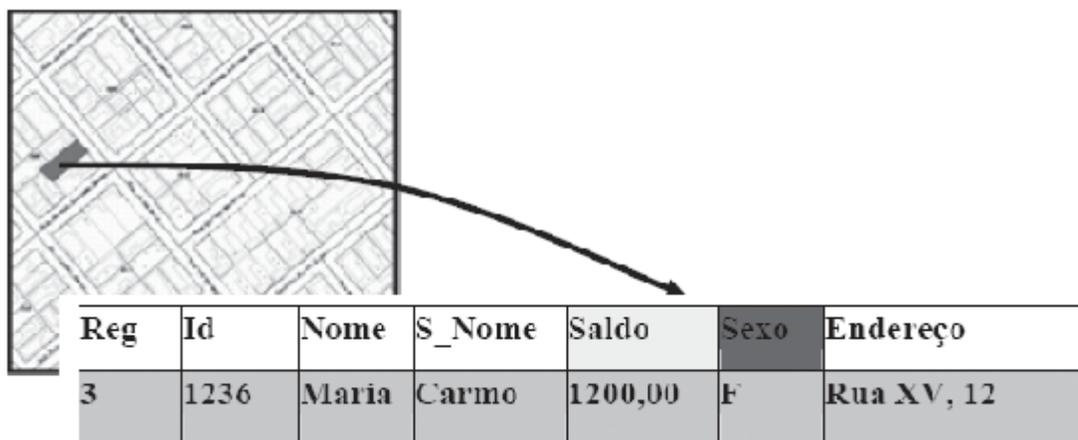


Figura 2. Resultado de consulta espacial.

A capacidade com que um SIG pode manipular dados semânticos e dados espaciais é a grande diferença em relação a um programa do tipo CAC. Um CAC permite armazenar a geometria das informações e associar a informação semântica por meio da representação gráfica. Isso significa que em um CAC, para se informar que uma rodovia é estadual ou federal, é necessário

alterar a sua forma de representação, por exemplo, com uma espessura de traço diferente.

Assim, podem-se distinguir duas diferentes aplicações: aquelas que utilizam programas do tipo CAC e têm como objetivo automatizar os processos de produção cartográfica, e aquelas que utilizam programas do tipo SIG e que têm como objetivo realizar análises em que estão envolvidos dados espaciais e de atributo.

CARACTERÍSTICAS DOS PROGRAMAS CAC

Os programas CAC caracterizam-se por armazenar as informações em níveis de informação, utilizando a estrutura de dados vetorial. Além disso, permitem intercâmbio de informações com outros programas, através de algum formato de dados padrão.

NÍVEIS DE INFORMAÇÃO

Um programa para cartografia digital, denominado de CAC, é uma tecnologia voltada para a produção de mapas como uma alternativa que visa substituir o processo de produção cartográfica tradicional (plástica-gravura). Os dados são organizados em níveis tendo a finalidade de agrupar os elementos que têm afinidade entre si, separando-os por níveis de informação (ou planos de informação). Com isto, tem-se uma forma seletiva que pode ser usada tanto para a análise como para a visualização dos dados. A seletividade da informação é obtida ativando-se os níveis (tornando-os disponíveis) ou desativando-os (tornando-os não disponíveis).

Cada nível de informação agrupa um conjunto de feições que têm correlação. Em cada nível as informações estão posicionalmente relacionadas a outros níveis através de um sistema de coordenadas comum. A organização utilizando ní-

veis de informação é realizada de acordo com a finalidade estabelecida para a carta. Os níveis de informação podem ser definidos de acordo com o tema representado, por exemplo: hidrografia, limites de municípios, divisas de propriedades, cobertura vegetal etc. (Na Figura 3).

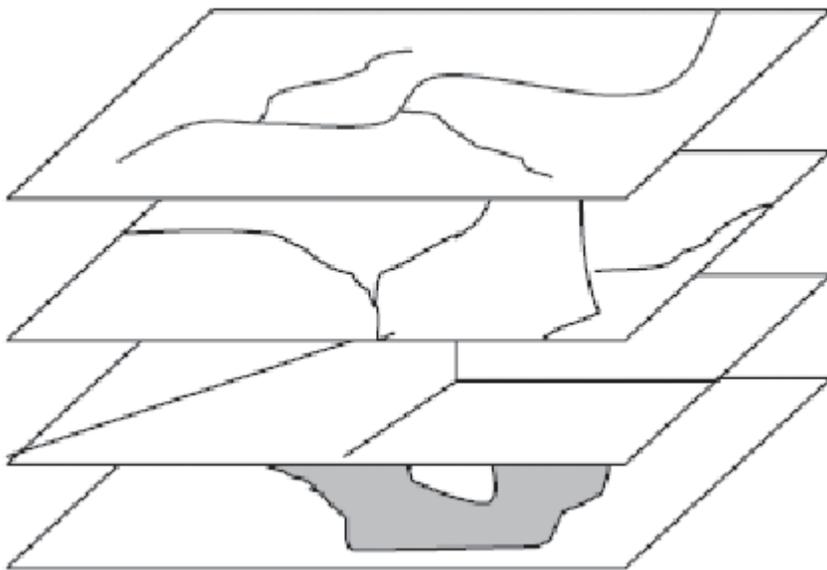


Figura 3. Organização das informações em níveis.

A organização das informações em níveis permite maior flexibilidade e eficiência no acesso aos dados. Nesta organização, cada nível assumirá determinadas características, que permitem identificar os elementos que estão sendo representados. Para cada nível de informação podem ser definidos os seguintes elementos: cor, espessura e tipo de traço, para o caso de símbolos lineares. Para os símbolos de área: o tipo de traço e o tipo de preenchimento, ou textura.

ESTRUTURAS DE DADOS

Uma estrutura de dados permite que se possa representar computacionalmente a informação espacial. As duas principais formas para representar as informações espaciais em meio digital são as estruturas de dados vetoriais e matriciais.

A escolha da estrutura de dados está diretamente relacionada aos tipos de manipulações que serão realizadas sobre os dados geográficos. Além disso, está relacionada ao objetivo pretendido para a carta, ou seja, o usuário observa a realidade e define quais são os elementos importantes para a sua aplicação e como devem ser representados.

Durante muito tempo utilizou-se mais a estrutura vetorial porque os métodos digitais eram similares aos métodos tradicionais e os principais dispositivos de entrada e de reprodução que existiam eram do tipo vetorial. O tamanho dos arquivos digitais com a estrutura vetorial também era muito menor quando comparados com os seus correspondentes na estrutura matricial.

Devido ao tipo de aplicação a ser desenvolvida neste curso, será dada ênfase à estrutura vetorial, visto que para a representação da planta de um imóvel rural esta estrutura é mais adequada. Deste modo, a estrutura matricial será abordada de maneira informativa.

ESTRUTURA VETORIAL

Na estrutura vetorial admite-se que o espaço é contínuo e coordenado. Cada fenômeno inserido neste espaço fica localizado por um par (X, Y) ou terno (X, Y, Z) de coordenadas, respectivamente nos casos $2D$ e $3D$. Tais coordenadas são referidas em relação à origem do sistema coordenado. Embora todos os fenômenos tenham dimensão $3D$, é possível se considerar que os fenômenos podem assumir uma representação: pontual, linear ou de área, em função da aplicação que se tem em mente. Na

Figura 4 são apresentados exemplos de fenômenos topográficos, tais como: marco, córrego e imóvel rural. Para estes fenômenos é possível se adotar, respectivamente, uma representação pontual, linear e de área e, no caso 2D, tais representações se fazem por meio de um código e um par de coordenadas para o marco. Um código e uma seqüência de coordenadas para o córrego e um código e uma seqüência de coordenadas de modo que o primeiro ponto e o último ponto tenham as mesmas coordenadas.

Na Figura 5 é apresentado um exemplo de representação digital segundo a estrutura vetorial, em que as posições são referidas como coordenadas UTM. São destacadas duas feições topográficas uma árvore e uma edificação. A árvore é codificada como um símbolo pontual (código *S* – símbolo) e sua posição é expressa pelas coordenadas $(273165,10; 7506282,50; 0,00)$, enquanto que a edificação é codificada como um elemento de área (código *P* – polígono) e espacialmente por 5 pontos expressos por suas coordenadas UTM. Deve-se observar neste caso que o primeiro e o último ponto têm as mesmas coordenadas.

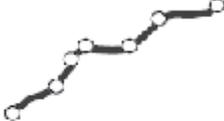
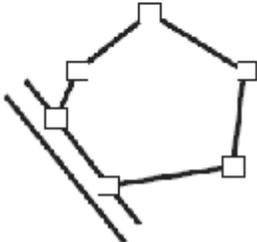
Fenômeno no mundo real	Estrutura de dados vetorial	Representação gráfica
Marco	Código e um par de coordenadas (X, Y) ABC M 0003	
Córrego	Código e uma seqüência de coordenadas $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$	
Propriedade Rural	Código e uma seqüência de coordenadas $(X_1, Y_1), \dots, (X_n = X_1, Y_n = Y_1)$	

Figura 4. Representação 2D de fenômenos numa estrutura vetorial.

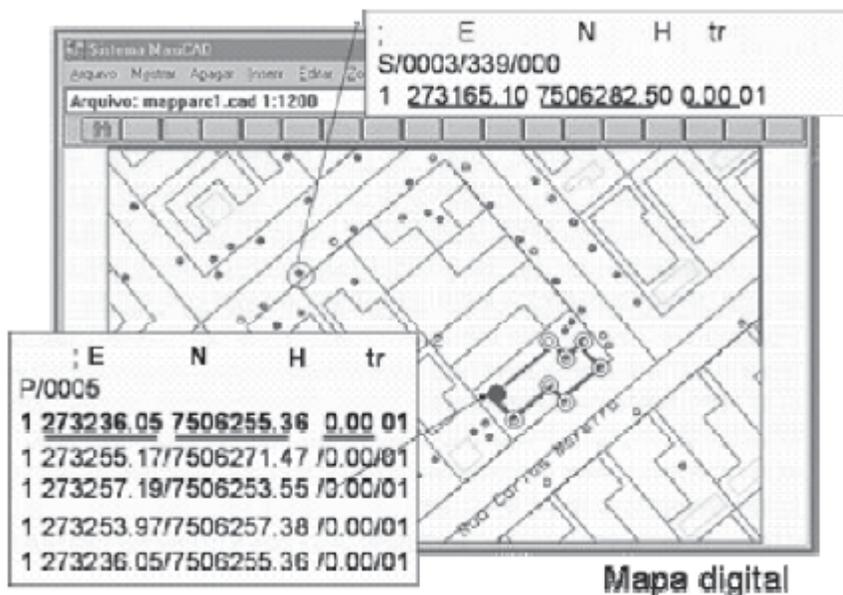


Figura 5. Exemplo da representação de feições na estrutura vetorial.

ESTRUTURA MATRICIAL

Na estrutura matricial o espaço é tido como discreto e representado como uma matriz $P(m, n)$, em que m é o número de colunas e n o número de linhas. A localização de um objeto geográfico é definida pela posição que este ocupa na matriz P . Cada célula da matriz é chamada de Pixel – *Picture Element* – e armazena um valor correspondente ao atributo estudado. Assim, o mundo real representado na Figura 6 quando representado por uma estrutura matricial é subdividido numa matriz de células. Cada célula assume um Código e uma seqüência de coordenadas $(X1, Y1), \dots, (Xn= X1, Yn= Y1)$, valor que representa o objeto geográfico no mundo real. Por exemplo, as células com cor azul representam as feições da hidrografia enquanto as células em verde representam as feições de vegetação.

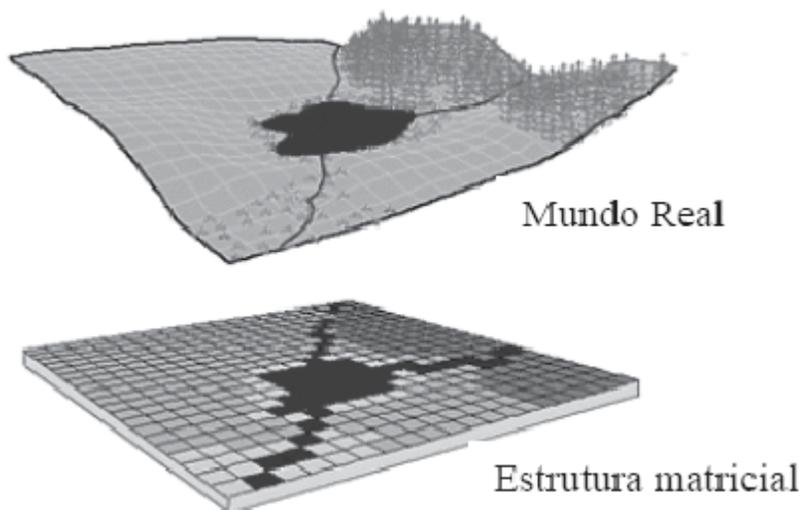


Figura 6. Representação dos elementos na estrutura matricial.

O tamanho da célula define a resolução espacial da matriz, que é a relação entre a área da célula na matriz e a área representada no terreno. Quanto maior o tamanho da célula, menor será a resolução espacial e vice-versa.

Na estrutura matricial a representação dos elementos ponto, linha e área ocorrem em termos das células da matriz. Por exemplo, a representação de uma feição pontual pode ser feita por uma única célula, ou por um conjunto de células, dependendo da resolução da matriz. As feições lineares são representadas por um conjunto de células agrupadas segundo uma determinada direção. A representação de elementos de área é feita por um aglomerado de células que têm o mesmo atributo.

No caso das feições lineares e dos polígonos, a resolução da imagem introduz um “serrilhado” na imagem, como pode ser observado na Figura 7. Nesta Figura, ilustra-se um elemento do mundo real, sobre o qual é colocada a matriz de células. Nesta matriz, nas posições onde existe informação, o pixel é representado em preto, enquanto que as células sem informação são representadas em branco.

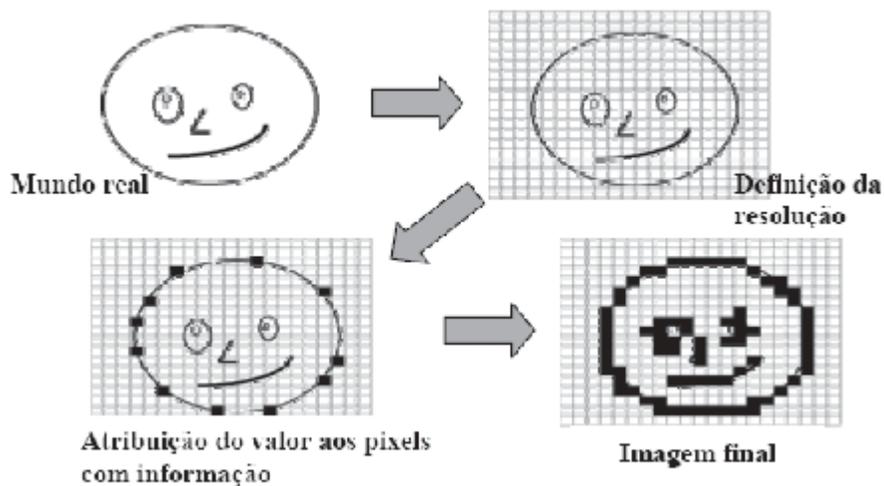
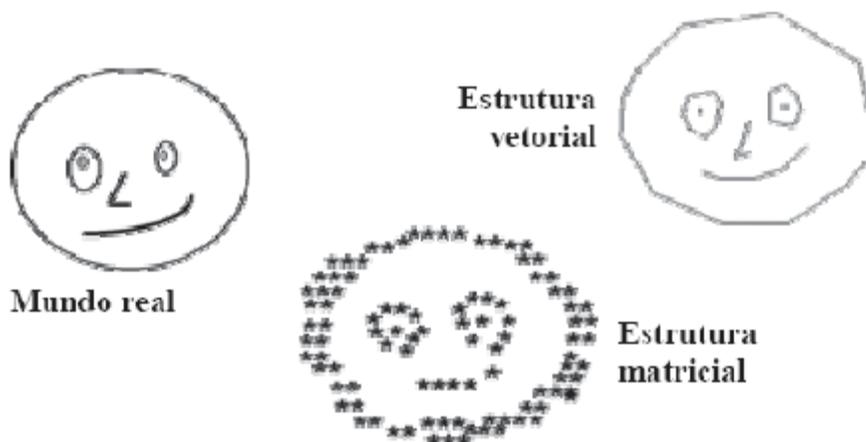


Figura 7. Representação na estrutura matricial.
(Fonte: Adaptado de Burrough (1986)).

Pode-se então, fazer a comparação da representação de um mesmo elemento nas duas estruturas, como se mostra na Figura 8.



FORMAS DE AQUISIÇÃO DA INFORMAÇÃO

Os programas CAC dispõem de várias formas para coletar a informação geográfica. As mais usuais são a digitalização de mapas, a importação de arquivos existentes e a entrada de dados via teclado.

DIGITALIZAÇÃO

Quando os dados espaciais estão representados em cartas topográficas, sobre suporte de papel, para que estes possam ser utilizados em sistemas de informação geográfica é preciso, primeiramente, convertê-los e estruturá-los segundo algum formato digital. Devido à enorme quantidade de cartas topográficas existentes, ainda hoje, a Divisão de Cartografia do IBGE e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército vêm conduzindo as tarefas de digitalização do mapeamento topográfico sistemático. Entretanto, nem sempre o que certo usuário necessita é apropriado ou está disponível para aquisição. Assim, o usuário tem que contratar uma empresa especializada em digitalização, ou então, o próprio usuário tem que se capacitar para realizá-la. O processo de conversão dos dados representados nas cartas topográficas para um formato digital é chamado de *digitalização* e existem três métodos: digitalização manual; digitalização semi-automática; e escaneamento de imagens (*scanning*).

DIGITALIZAÇÃO MANUAL

Provavelmente, a digitalização manual é o processo mais aplicado para conversão de cartas em suporte de papel, para um formato digital. O dispositivo de digitalização usado é a *mesa de digitalização*, que é um equipamento relativamente barato. A mesa de digitalização é composta por duas partes principais: a estrutura plana de digitalização e o cursor de digitalização. Para ser operada deve estar conectada a um computador e neste deve haver um programa do tipo CAC que oriente o processo de digitalização.

A estrutura plana de digitalização é constituída, internamente, por uma malha fina de fios que é capaz de criar um campo elétrico-magnético. O cursor da mesa também

produz um campo eletromagnético. A interação entre estes campos permite determinar a posição do cursor a cada instante, que se traduz em termos de coordenadas retangulares. Esta estrutura plana de digitalização pode ser encontrada em tamanhos distintos, mas a área útil para digitalização segue, normalmente, os padrões $A0$, $A1$, $A2$ e $A3$. Na Figura 9 estão representadas mesas de digitalização, com um detalhe esquemático dos fios internos.

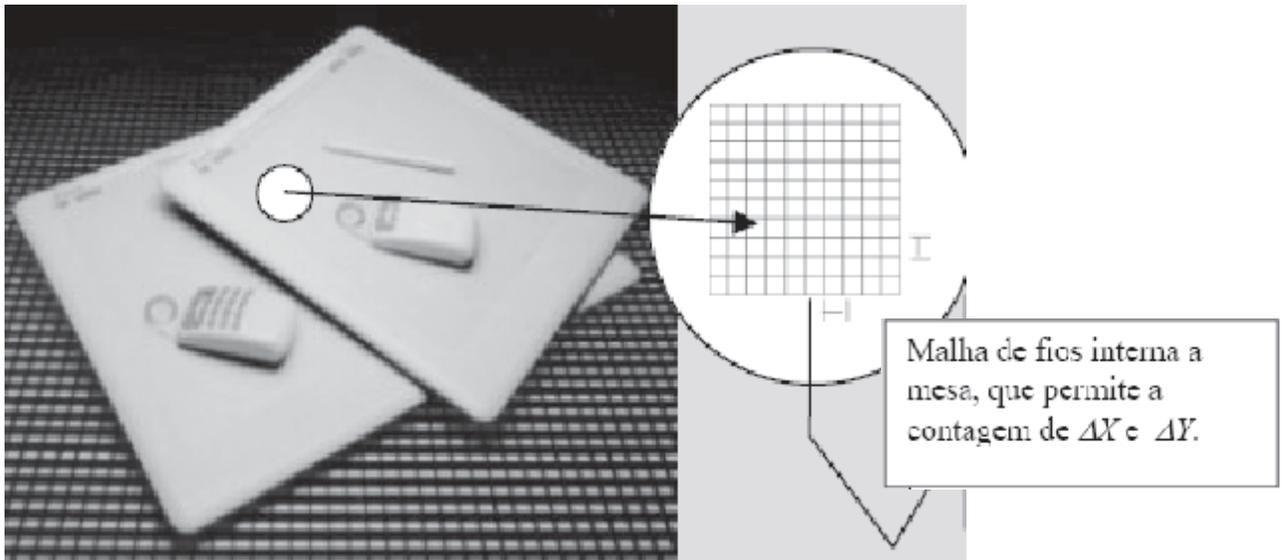


Figura 9. Mesa digitalizadora.

O cursor de digitalização permite também que sejam introduzidos comandos através de um conjunto de teclas próprias do cursor. Por exemplo, estes comandos são para informar ao programa CAC que está se iniciando ou terminando um processo de digitalização, ou então, para informar ao programa CAC que grave uma feição digitalizada.

Estes comandos podem ser também introduzidos através do teclado do computador. Além disso, o cursor possui um visor com pontaria para seguir as feições a serem digitalizadas. Na Figura 10 ilustra-se o cursor da mesa com a indicação da função dos botões.

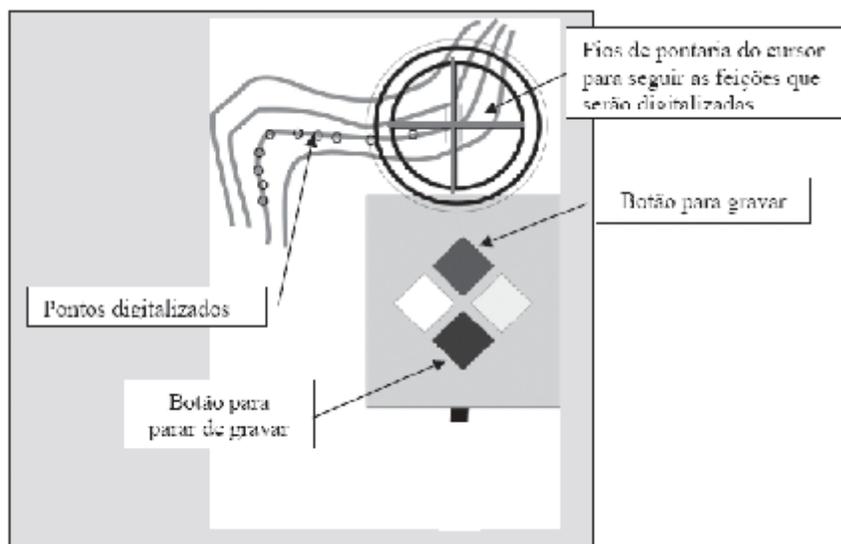


Figura 10. Cursor da mesa digitalizadora.

Para realizar a digitalização de uma carta, inicialmente deve-se fixá-la sobre a estrutura plana de digitalização, o que deve ser feito com o auxílio de alguma fita adesiva. É importante que esta etapa seja conduzida com todo cuidado possível para evitar, principalmente, a formação de dobras sobre a carta. No programa CAC é criado o arquivo digital que receberá as informações a partir da digitalização. Nesta etapa deve ser informada a escala da carta, o sistema de coordenadas, a projeção cartográfica, as coordenadas do limite da área da carta, e devem ser criados os níveis de informação que serão necessários para digitalização das feições topográficas.

O passo seguinte é fazer a orientação da carta, que consiste em estabelecer os parâmetros (ou coeficientes) que transformam as posições medidas com a mesa de digitalização, que estão no sistema de coordenadas planas da mesa, para posições referidas a algum sistema de coordenadas terrestres. Para isto, medem-se sobre a carta ao menos 4 pontos cujas coordenadas terrestres sejam conhecidas. É comum nesta operação se utilizar alguns dos pontos da malha de coordenadas da carta, porque estes são facilmente identificados e têm coordenadas terrestres conhecidas. Na Figura 11 apresenta-se esquematicamente este procedimento. Os pontos P_1 , P_2 , P_3 e P_4 são os pontos de orientação, ou seja, pontos que possuem coordenadas conhecidas em ambos os referenciais. A partir deste procedimento, para toda posição ocupada pelo cursor sobre a carta corresponderá uma posição no referencial terrestre. Realizada a operação de orientação da carta, então é possível digitalizar as feições representadas sobre esta, como é ilustrado na Figura 12.

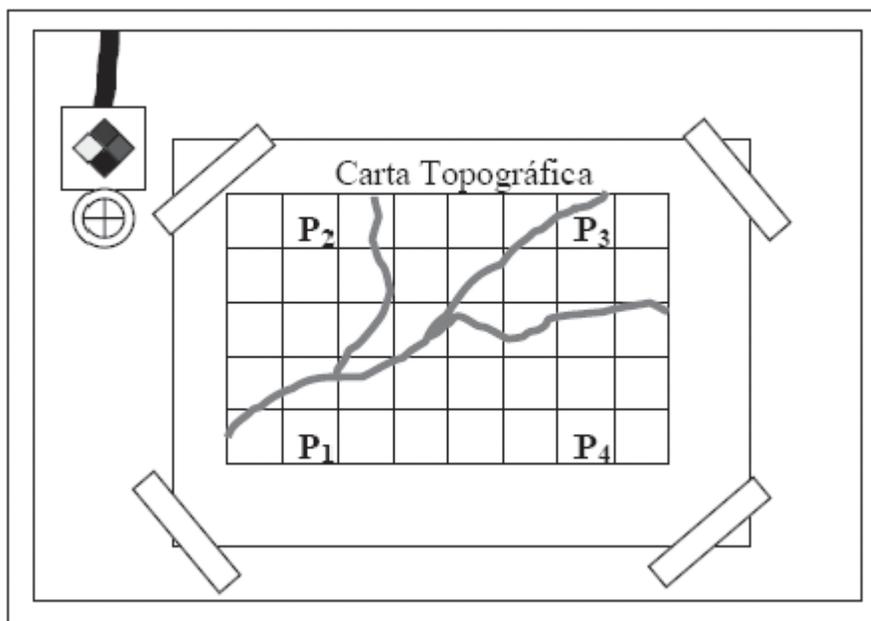


Figura 11. Esquema para orientação do mapa sobre a mesa digitalizadora.

Todas as feições digitalizadas são armazenadas sob a forma de pontos, linhas e áreas. Os pontos receberão um símbolo próprio, de modo a identificá-los com a feição correspondente do mundo real, como postes, árvores, marcos, etc. As feições lineares serão representadas por seqüências de pontos que se conectam, com uma cor específica, espessura e tipo de traço. As áreas serão definidas por um polígono fechado com ou sem um preenchimento simbólico, uma textura própria.

Para a entrada dos dados por meio da mesa digitalizadora existem dois métodos: digitalização ponto a ponto e digitalização por fluxo contínuo. No primeiro caso, o operador segue com o cursor a feição a ser digitalizada e insere os pontos clicando sobre o cursor o botão de gravar. Deste modo, são armazenados apenas os pontos relevantes das feições, que são escolhidos pelo operador.



Figura 12. Digitalização de uma carta topográfica com mesa de digitalização.

No caso da digitalização por fluxo contínuo o operador segue com o cursor a feição a ser digitalizada e o programa armazena as coordenadas dos pontos à medida que o cursor se desloca de um certo valor do último ponto digitalizado. O valor da dis-

tância entre os pontos digitalizados pode ser arbitrado pelo operador, mas deve ser compatível com o objetivo da carta que está sendo digitalizada. Este modo de digitalização é mais apropriado quando as feições lineares que serão digitalizadas são irregulares (por exemplo, curso de um rio ou curvas de nível).

ERROS DE DIGITALIZAÇÃO MANUAL

É normal que durante o processo de digitalização se cometam alguns erros, sendo os mais comuns: digitalização duplicada da mesma feição; conexão inapropriada de feições lineares que se bifurcam; feições lineares que são contínuas, mas que estão segmentadas; e feições lineares que deveriam se conectar suavemente, mas não se conectam. Outros tipos de erros que podem ocorrer estão relacionados com a capacidade do operador de manter o cursor sobre a feição digitalizada. Entretanto, este é mais difícil de detectar e quase sempre é negligenciado. O importante é tentar eliminar os possíveis erros durante o processo de aquisição dos dados, porque, posteriormente, isto se torna muito mais difícil, tanto para detectar, como para corrigir.

a) Digitalização duplicada da mesma feição:

É possível que durante o processo de digitalização manual, alguma feição, ou parte desta, seja digitalizada duas ou mais vezes, como exemplificado na Figura 13. Isto pode ser detectado quando se faz uma avaliação visual detalhada no próprio monitor, ou então sobre uma impressão produzida para este fim. Existe uma alternativa que é usar um programa para detectar feições duplicadas.

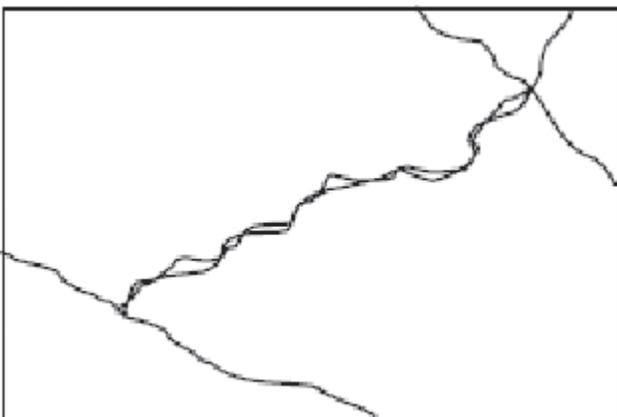


FIGURA 13 - Digitalização duplicada da mesma feição.

b) Conexão inapropriada de feições lineares que se bifurcam:

Este tipo de erro ocorre quando existe uma conexão exata entre dois ou mais elementos lineares. Entretanto, durante a digitalização o operador não consegue parar exatamente no ponto de conexão, ou seja, o último ponto digitalizado fica aquém ou além do ponto de conexão, como é mostrado nas Figuras 14a e 14b.

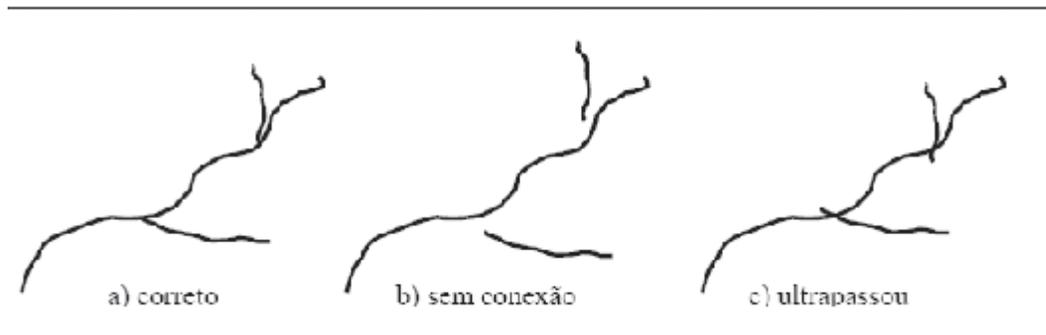


Figura 14. Conexão inapropriada para feições que são bifurcadas.

c) Feições lineares que são contínuas, mas que estão segmentadas

Este tipo de erro é comum quando a feição a ser digitalizada é extensa e o operador durante o processo de digitalização tem de iniciar várias vezes a sua digitalização. O operador, visualmente, não consegue detectar este tipo de erro, mas com o auxílio de alguma função para selecionar e destacar uma feição, sobre o monitor, isto é facilmente identificado e corrigido. Somente para poder exemplificar este tipo de erro, fez-se um realce representando as partes segmentadas da mesma feição com espessuras que se alternam, na Figura 15.



Figura 15. Feição que está segmentada, mas que deve ser contínua.

d) Feições lineares que deveriam se conectar suavemente

Este tipo de erro ocorre principalmente nas regiões de limites entre cartas adjacentes, mas que foram digitalizadas separadamente, como exemplificadas na Figura 16.

No caso de feições que são representadas como elementos de áreas, é necessário que estas áreas estejam realmente fechadas e, para isto, tem-se que forçar que o ponto inicial e o ponto final da área tenham as mesmas coordenadas. Normalmente, os programas CAC têm funções específicas para realizar esta operação, assim como as operações de edição para corrigir os erros de digitalização.

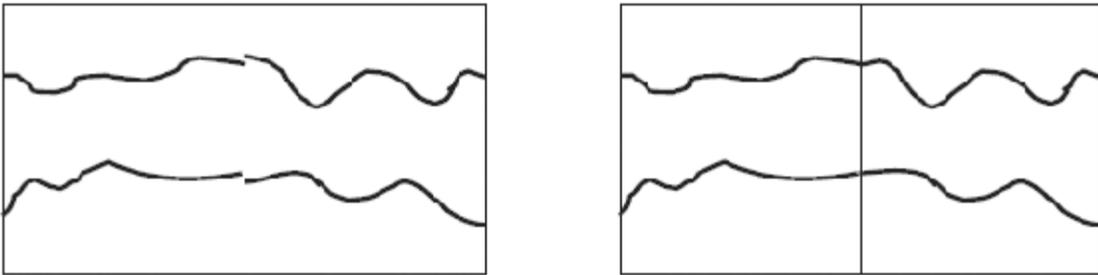


Figura 16. Feições lineares que deveriam se conectar suavemente, mas que estão deslocadas.



Figura 17. Exemplo de *plotter* usado para impressão da carta topográfica.



ATIVIDADES

Através da tarefa on-line de acesso a mapas da web com o auxílio das ferramentas do explorador de mapas que você está usando para visualizar os mapas eletrônicos, faça uma listagem dos dados relacionados às imagens que foram visualizadas. Exemplo: <http://mapas.ibge.gov.br/>

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Na web estão disponíveis para download alguns softwares livres (gratuitos) que contém as ferramentas básicas necessárias para se iniciar o processamento de informações geográficas. No caso dos iniciantes, um bom caminho é Spring ou TerraView, que podem ser acessados a partir do Site de Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dpi.inpe.br/spring/> ou <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>).

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas

CONCLUSÃO

em documentos e mapas em papel; isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo, na segunda metade deste século, da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento dos sistemas de informações geográficas e seu processamento.

Nesse contexto, o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Pode-se dizer, de forma genérica, “Se onde é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. Sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG.

Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

Como ferramenta para produção de mapas - geração e visualização de dados espaciais;

Como suporte para análise espacial de fenômenos - combinação de informações espaciais;

Como um banco de dados geográficos - com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Estas três visões do SIG são antes convergentes que conflitantes e refletem a importância relativa do tratamento da informação geográfica na pesquisa e na gestão.

RESUMO



SIG é uma das muitas tecnologias da informação que vem transformando o modo dos geógrafos conduzirem a pesquisa e oferecerem contribuições à sociedade. Nas últimas duas décadas, estas tecnologias da informação causaram efeitos formidáveis nas técnicas de pesquisas específicas à disciplina, bem como nos modos gerais nos quais os geógrafos se comunicam e colaboram.

SIG é uma base de dados digitais de propósito especial no qual um sistema de coordenadas espaciais comum é o meio primário de referência. Um SIG requer recursos de:

1. Entrada dos dados a partir de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélites, levantamentos de campo, e outras fontes;
2. Armazenamento, recuperação e busca de dados;
3. Transformação de dados, análise e modelagem, incluindo estatística espacial;
4. Comunicação dos dados, através de mapas, relatórios e planos.

Três observações deveriam ser feitas sobre esta definição:

Primeiro - SIG são relacionados a outras aplicações de banco de dados, mas com uma diferença importante. Toda a informação em um SIG é vinculada a um sistema de referência espacial. Outras bases de dados podem conter informação locacional (como endereços de rua ou códigos de endereçamento postal), mas uma base de dados de SIG usa georeferências como o meio primário de armazenar e acessar a informação.

Segundo - SIG integra tecnologia. Entretanto, enquanto outras tecnologias só poderiam ser usadas para analisar fotografias aéreas e imagens de satélite, para criar modelos estatísticos ou para traçar mapas, todas estas capacidades são todas oferecidas conjuntamente no SIG.

Terceiro - SIG, com seu conjunto de funções, deveria ser visto como um processo ao invés de simplesmente como software e hardware. SIGs servem para tomada de decisão. O modo no qual os dados são inseridos, armazenados e analisados dentro de um SIG deve refletir a maneira pela qual a informação será usada para uma pesquisa específica ou tarefa de tomada de decisão. Ver o SIG como somente um software ou sistema de hardware é perder de vista o papel crucial que ele pode desempenhar em um processo amplo de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- CÂMARA, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas, São Paulo. Instituto de Computação, UNICAMP. 1996.
- CLARKE, K. C. **Analytical and computer cartography**. Englewood Clifs: Prentice-Hall, 1990.
- FFUVIROMENT SYSTES RESEARCH INSTTITIVE. **ARC/View User's Guide. Map. Projctctions and Coordinate Setemeo**. 2001.
- TAYLOR, F. Perpectives on visualization and modern cartography. In: MACEACHREN, A; TAYLOR, F. **Modern Cartography: visualization in modern cartography**. v. 2. Oxford: Pergamon Press, 1994.
- VIEIRA, Antônio José Berutti et al. **Módulo III – Cartografia e ajustamento de observações**. Curitiba: CREA-PR / Departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná, 2004.