



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA**



**Laboratório de Geoprocessamento**

## **Importação e Exportação de Dados**

Grazielle Anjos Carvalho  
Beatriz Trindade Laender  
Daniel Romeiros  
Maria Tereza de Castro  
Paulo Guerino Garcia Rossi

Profa. Orientadora: Ana Clara Mourão Moura

Belo Horizonte, 2007

## INTRODUÇÃO

Os softwares que dão apoio ao trabalho de geoprocessamento são classificados em 3 grupos: os CADs, os Desktop Mappings e os SIGs – Sistemas de Informação Geográficos. Assim, é importante que o usuário inicialmente se informe sobre o papel da cartografia digital e como estas três gerações de softwares e suas potencialidades e limitações interferem na produção da Cartografia Temática.

O texto abaixo é extraído de Moura<sup>1</sup> (1993) e visa elucidar estas questões iniciais:

### A CARTOGRAFIA ASSISTIDA PELO COMPUTADOR

Coloca-se como desafio fundamental a questão da cartografia e atualização dos dados, tendo em vista que a complexidade urbana exige análises que, por si só, são dinâmicas, promovendo a possibilidade de geração de diferentes sínteses e interpretações, segundo diferentes pontos de vista. As constantes mudanças exigem que os instrumentos adotados se adaptem à necessária atualização dos dados. Segundo SECONDINI et al.(1988:23) *"a realidade está sujeita a contínuas mudanças que modificam, e rapidamente, a projeção territorial dos fenômenos econômicos e sociais."*

Os recursos da cartografia assistida pelo computador, a cartografia digital ou numérica, possibilitam a necessária atualização de dados, fazendo com que as análises produzidas acompanhem a dinâmica e evolução dos fenômenos. Quando o trabalho enfoca questões regionais, o mapeamento com base em informações obtidas por sensoriamento remoto é facilmente atualizado, no que se refere à cobertura do solo e a algumas identificações de uso. Contudo, trabalhando na escala local, a atualização da maioria dos dados exige trabalho de campo, coleta direta das informações. GALETTO (1988:113) acredita ser apropriada a interligação de informações, através do uso de um SIG, de forma que, ao ser detectada uma intervenção no território, a informação não só resulte em seu registro, como, também, seja difundida em rede, a diferentes setores ligados ao estudo e planejamento espacial de um território.

A cartografia assistida pelo computador pode limitar-se aos recursos de editoração gráfica do mapa, o "desenho"; ou trabalhar, dotando certos elementos de uma inteligência, tanto espacial, quanto de características contidas em um banco de dados, de forma a agilizar as interrogações exigidas no processo de análise e síntese. A cartografia digital ou numérica é a que explora os recursos de CAD, enquanto a cartografia que manipula relações topológicas, elementos com uma certa inteligência espacial, explora os recursos de SIG. (*"Computer Aided Design" e "Sistema Informativo Geográfico"*)

---

<sup>1</sup> MOURA, Ana Clara M. **Estudo metodológico de aplicação da cartografia temática às análises urbanas**. Belo Horizonte, IGC-UFMG, 1993. 212 p. (Dissertação de Mestrado).

Segundo CHRISTOFOLETTI et al.(1992:8):

*"Situações complexas como as do sistema urbano que envolve a estrutura urbana, controle de trânsito, saneamento básico, qualidade ambiental, zoneamento, controle de enchentes, ou mesmo os aspectos administrativos de uma prefeitura, podem ser representadas e tratadas através de um SIG, propiciando resultados mais rápidos e confiáveis no tocante à tomada de decisões e planejamento".*

É importante enfocar a questão da computação aplicada à cartografia, e como esse recurso tem evoluído, acompanhando as exigências impostas pela sociedade. Os sistemas informativos territoriais são, segundo SECONDINI (1988:18):

*"Instrumentos apropriados para a elaboração de uma base descritiva articulada, dos recursos territoriais e ambientais, de modo a consentir melhorias significativas nas definições de estratégias de planejamento." (tradução nossa)*

O mesmo autor define o papel da tecnologia da informação como o de instrumento de avaliação, devendo-se atentar para o perigo da valorização dos "meios" em detrimento dos "fins". Deve-se evitar a supervalorização dos instrumentos tecnológicos disponíveis, em detrimento da organização de uma metodologia de trabalho coerente, e que realmente atinja os objetivos propostos para a ação de planejamento.

GERELLI (1988:9), assim defende a exploração dos recursos da informática nos trabalhos de análise e monitoramento territorial:

*"As preocupações sociais com a qualidade de vida do futuro suscitaram a atenção, em diversos níveis, sobre os problemas derivados do mau uso do território, e do ambiente em geral. (...) Um monitoramento contínuo (certamente adequado ao desenvolvimento da tecnologia de informação) representa, de fato, um pressuposto indispensável para as iniciativas voltadas para a proteção do ambiente, guiando as escolhas de planejamento e de programação, e permitindo uma avaliação da eficácia das políticas de intervenção em defesa do ambiente." (tradução nossa).*

O grande dinamismo e as constantes modificações das realidades espaciais exigem a adoção da cartografia assistida pelo computador, como instrumento essencial de sua análise. A técnica agiliza o processo de produção de cartas temáticas, com sínteses e interpretações propostas por um especialista, além de tornar possível que, através de nova determinação de pesos e valores, sejam gerados outros conjuntos de mapas, trazendo uma maior dinâmica para as análises e interpretações. Isto está dentro da consciência de que a realidade não é linear, não é "Booleana", mas é complexa, é "Fuzzy".

Entre os recursos, hoje, disponíveis na aquisição e manuseio de informações georreferenciadas existem os CADs, os SIGs e outros sistemas dotados de recursos que fazem com que possam ser considerados de situação intermediária entre um CAD e um SIG, o "computer mapping".

A tecnologia da informação, segundo SECONDINI (1988:24) acrescenta potencialidade às seguintes funções: aquisição e elaboração de informações; análise das informações; formulação de previsões; geração de propostas de controle do sistema; e, identificação de soluções aos problemas que se apresentam.

Segundo GERELLI (1988:10), um SIG é um *"...processo unitario di elaborazione dell'informazione centrato su un data base geografico"*. Um dos objetivos do SIG, segundo SECONDINI (1988:31), é *"...realizzare una organizzazione integrata delle grandezze descrittive del territorio e dei suoi modi d'uso"*. A massa de dados cada vez mais volumosa e as complexas questões relativas ao planejamento e monitoramento do território levaram à evolução

da cartografia computadorizada, principalmente de forma integrada às informações alfanuméricas.

Partindo da conceituação dos SIG como instrumentos de elaboração eletrônica que permitem a coleta, gestão, análise e representação automática de dados georreferenciados, MUZZARELLI et al. (1993:27-38), desenvolve estudo bibliográfico sobre o termo, comprovando que, ainda, não existe uma definição padronizada e universalmente aceita, a não ser o fato de que se refere a informação espacialmente localizada e que permitem o controle e gestão do território. Segundo o autor, a falta de uma definição precisa do termo deve-se a dois fatores: o primeiro que as potencialidades da informática, ainda, não estão completamente exploradas e previsíveis, e o segundo que se percebe uma tendência de que os conceitos de geografia sejam associados ao quadro teórico, enquanto o instrumento operacional para os estudos espaciais seja associado à cartografia. O autor, também, relaciona a rápida difusão dos SIG a dois pontos principais:

*"- um crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações;  
- por uma maior necessidade de informações, asseguradas pelo desenvolvimento tecnológico com uma relação custo/benefício mais vantajosa." (1993:28)*

Nota-se uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e análise quantitativa dos componentes sócio-econômicos e até mesmo análises qualitativas, atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida. Tem-se tornado o principal instrumento de planejamento urbano por possibilitar um retrato mais fiel de sua complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas (do ponto de vista geológico, arquitetônico, econômico, entre outros).

MARBLE e PEUQUET (1991:3) relatam que o primeiro SIG a ser criado foi o CGIS (*Canada Geographic Information System*), nos anos 60, objetivando o inventário territorial, e logo depois foram criados SIGs para os estados de New York e Minnesota. Para TOMLINSON (1990:18-29) os anos 60 podem ser caracterizados como a época do processamento de dados e de resoluções gráficas pobres. A década de 70 foi uma época de consolidação, mais do que um período de inovações, com o desenvolvimento da habilidade dos usuários em interagir com o processo. Nos anos 80 fica clara a importância das descrições geográficas para a compreensão dos fenômenos espaciais e retorno financeiro dos investimentos. A época foi marcada pelo desenvolvimento das capacidades de velocidade, fácil manuseio e flexibilidade dos dados geográficos. A expectativa maior é a de interação de diferentes tipos de dados e bancos de dados, levando à avaliação dos processos de coleta e armazenamento de dados. A tônica principal trazida pela década de 80 e que canaliza os interesses na década de 90 é o desafio de responder à questão "**What if**", de lidar com simulações, providenciando o "Expert Geographic Information System".

Objetivando a caracterização de um SIG, MARINI (1988:145-148) informa que são esperadas dos sistemas as seguintes capacidades:

- gestão de bancos de dados indexados espacialmente;
- obtenção de informações de forma eficiente dos bancos de dados sobre a existência, localização e propriedades de um grande número de objetos;
- flexibilidade do sistema em adaptar-se às exigências de cada usuário;
- possibilidade de adquirir conhecimento sobre os objetos tratados durante o uso do sistema.

Os sistemas, segundo o autor, devem responder às seguintes questões:

- onde está o objeto A?
- onde está A em certa relação com B?
- quantos objetos de tipo A estão a certa distância de B?
- qual é o valor de certa função Z, no ponto X?
- quanto vale certo parâmetro geométrico do objeto A?
- qual é o resultado da interseção de vários tipos de objetos geométricos?
- qual é o percurso de menores custos, resistência ou distância entre A e B seguindo uma rede fixada?
- o que há nos pontos X1, X2, X3...?
- quais são os objetos vizinhos àqueles que têm certa configuração de atributos?
- usando um arquivo digital como modelo do mundo real, simular o efeito do processo P, no tempo T, em um dado cenário C.

As questões acima colocadas como essenciais para que um SIG seja considerado eficaz e possa ser adotado como ferramenta de trabalho de grande potencialidade, só podem ser respondidas quando o sistema trabalha, operando relações topológicas. Muitos autores vinculam a definição de um SIG à possibilidade de manuseio de suas relações. Quando os sistemas não trabalham com relações topológicas, são definidos como CAD ou cartografia digital.

Segundo MARINI (1988:122), as relações topológicas entre elementos são: vizinhança, pertinência, conexão, inclusão e interseção. É como se o computador trabalhasse com conjuntos e identificasse elementos que pertencem a um mesmo conjunto segundo certas características. Quando se trabalha com dados em formato *raster*, memorizados ponto a ponto de forma a compor uma imagem, é mais clara a compreensão das relações de topologia, pois é fácil verificar a adjacência de dois "pixels" (unidade mínima, cada ponto que conforma a imagem). Contudo, quando os dados estão em formato vetorial, a cada nó que delimita um segmento devem ser adicionadas informações sobre as áreas que eles dividem e, dessa forma, adicionar a estrutura informativa relativa à topologia.

CHISTOFOLETTI et al.(1992:9) defendem que a diferença entre um SIG e um CAD:

*"...consiste basicamente no fato de que o último é principalmente uma ferramenta de desenho digital e não necessariamente de processamento de informação. Um CAD geralmente possui funções que permitem a representação precisa de linhas e formas, podendo ser utilizado, por exemplo, na digitalização de mapas e cartas. Entretanto, apresenta restrições no que diz respeito à atribuição de outras informações às entidades espaciais (elementos gráficos) por ele criados."*

Mostram, ainda, que o SIG:

*"...dispõe de ferramentas que permitem cruzamentos de informação de diferentes temas, bem como análise de natureza espacial complexa como proximidade e conectividade, fundamentais em estudos e projetos que se utilizam desse tipo de dados."*

Os autores, embora associem o conceito de SIG às relações topológicas e os CAD às ferramentas de desenho, deixam fora o caso dos instrumentos que associam dados cartográficos a alfanuméricos e possibilitam a geração de algumas cartas temáticas através da manipulação do banco de dados.

Ainda sobre a relação CAD x SIG, COWEN (1990), acredita na existência de produtos caracterizados como CAD, SIG e o que classifica como "*computer mapping*" ou "*desktop mapping*". O autor mostra que as primeiras definições de SIG levavam à visão errada de que

qualquer mapeamento por computador poderia ser um SIG. Cita os conceitos adotados por TOMLINSON e outros, no início dos anos 70, o que chama de conceitos baseados no "*process-oriented approach*", quando um SIG era visto como um conjunto de subsistemas integrados que ajudariam na conversão de dados geográficos em informações úteis. Segundo o autor, a mesma visão, extremamente ampla do conceito, era adotada por CLARKE em 1986, que conceituava um SIG como "*computer-assisted systems for the capture, storage, retrieval, analysis, and display of spatial data*". Essa visão de CLARKE e outros é chamada por COWEN de "*application approach*", pois associa o SIG à informação manipulada mas, não o diferencia de outras formas de manipulação automática de dados. COWEN detecta, ainda, uma tendência que chama de "*toolbox approach*", para a qual um SIG deveria possuir um conjunto sofisticado de procedimentos computacionais e algoritmos para o manuseio de dados espaciais. Já é o início da associação dos conceitos de SIG ao emprego de relações topológicas na manipulação de dados, conceito defendido, segundo COWEN, por TOMLINSON e BOYLE em 1981 e por DANGERMOND em 1983. Finalmente, o conceito de SIG, segundo COWEN, chega ao que considera "*database approach*", definido como um instrumento para a manipulação de dados georreferenciados e, segundo GOODCHILD (1985, apud COWEN, op.cit p.54) "*...the generic GIS thus can be viewed as a number of specialized spatial routines laid over a standard relational database management system*".

COWEN, após verificar as diferentes tendências da conceituação do SIG ao longo da história, consegue conceituar com clareza SIG, CAD e o que chama de COMPUTER MAPPING. O autor associa o conceito de CAD ao desenho, à representação de informações geográficas, usando diferentes camadas de desenho, cores, estilos de linhas e recursos gráficos. Adverte, contudo, que:

*"...the CAD system by itself, however, could not automatically shade each parcel based on values stored in an assessor's database containing information regarding ownership, usage, or value" (1990:55).*

Já ao conceito de SIG ele associa a capacidade de produzir não só o inventário, como, também, a análise e a manipulação de dados, o que torna possível **gerar** informações e não só **recuperá-las** de um banco de dados. Existe certo número de sistemas que não se enquadram nas definições de SIG ou de CAD acima apresentadas, e que são classificadas pelo autor como uma situação intermediária, o "COMPUTER MAPPING", que é caracterizado pela ligação entre dados cartográficos e alfanuméricos, possibilitando a resposta de algumas questões georreferenciadas, embora não possa ser considerado exatamente um SIG. Nesses casos

*"...combinando operações padrão de manipulação de banco de dados com transmissão automática de símbolos, o sistema "computer mapping" proporciona uma ligação muito melhor entre informações geográficas e a apresentação do que é simplesmente desenho ou sistemas CAD. Contudo, tais sistemas pecam pela pouca capacidade em relação aos tipos que estão agora disponíveis com os sistemas informativos geográficos com características completas." (tradução nossa) (1990:56).*

As conceituações estudadas por COWEN expressam com clareza as características de diferentes recursos disponíveis, pois, existem, hoje, no mercado da informática, software que são ótimos CADs, atendendo às expectativas de produzir mapas com boa resolução gráfica, e que também tornam possível a geração de cartas temáticas através da manipulação do banco de dados associado aos elementos gráficos. Tais sistemas são, muitas vezes, erroneamente classificados como SIG, pois falta uma definição que os caracterize não só como CAD, mas como portadores de alguns recursos de manipulação de dados alfanuméricos. Um SIG completo deve ser capaz de trabalhar com relações topológicas, ou seja, com estruturas geométricas que manipulam relações como vizinhança, conexão e pertinência.

Segundo CHRISTOFOLETTI et al.(1992:25):

*"a topologia define a localização dos fenômenos geográficos, um em relação aos outros, não requerendo necessariamente o uso do conceito de coordenadas, mas considerando apenas a sua posição no arranjo da rede, por exemplo".*

MARBLE (1990:10), ao desenvolver uma panorâmica dos sistemas informativos geográficos, lista o que considera características essenciais que definem um SIG:

- "1. subsistema de entrada de dados que coleta e/ou processa dados espaciais derivados de mapas existentes, sensoriamento remoto, etc;*
- 2. armazenamento de dados e subsistema de recuperação que organiza os dados espaciais, de forma a permitir que eles sejam rapidamente acessados pelo usuário para suas análises, bem como permita rápidas e precisas atualizações e correções;*
- 3. manipulação de dados e análises de subsistemas que realizam uma série de tarefas, como mudar a forma de um dado através do uso de regras de agregação, definidas em rotinas ou por estimativas de parâmetros, e potencialidade para vários tipos de otimização espacial ou simulação de modelos;*
- 4. subsistema de saída de dados que é capaz de apresentar todo ou parte do banco de dados original, assim como manipular dados e a saída para modelos espaciais na forma de quadros ou mapas. A criação da apresentação de mapas envolve uma extensão conceitual considerável de abordagens cartográficas tradicionais, e a mudança substancial nas ferramentas usadas na criação das apresentações cartográficas."* (tradução nossa)

Discutindo a questão da adoção de recursos da informática à cartografia, é importante ainda enfocar as relações "raster x vetorial", as suas características e diferenciações no uso.

### **A RELAÇÃO RASTER X VETORIAL**

As diferenças entre software que trabalham com estrutura *raster* e estrutura vetorial ocorrem, principalmente, na forma de armazenamento, manipulação e saída dos dados.

Nas estruturas raster, as informações são armazenadas em unidades mínimas, células, chamadas de "pixel" (*picture elements*), quadrículas, que no conjunto compõem cada elemento gráfico. Sobre as informações contidas em cada quadrícula, "pixel", ou unidade mínima, CHRISTOFOLETTI et al. (1992:17) mostra que *"...ocorre um processo de generalização onde os vários elementos que podem constituir uma quadrícula deixam de ser individualizados"*. Exemplificando, uma imagem de satélite é um produto raster onde cada "pixel", que varia de 10x10m a 120x120m, representa a característica ou o elemento predominante naquela unidade mínima de leitura. Quando uma primitiva gráfica (linha, ponto, polígono, curva etc.) é representada num software de estrutura raster, são memorizados todos os pontos que a compõem. Num software de estrutura vetorial são memorizados os pontos inicial e final que definem a reta.

No software com estrutura raster, a precisão do mapa obtido depende da resolução da quadrícula. A maior dificuldade relaciona-se ao armazenamento de dados, pois como cada elemento é memorizado ponto a ponto, são necessárias eficazes estratégias de compactação dos dados. A memorização de dados raster é feita como se o espaço cartografado fosse "quebrado" em unidades discretas, pequenas. Para os dados vetorizados, por sua vez, são memorizadas as coordenadas dos nós dos mapas e as conexões e informações para reconstruir objetos complexos. Como são memorizados apenas os extremos do segmento, a ocupação de memória é inferior.

Nas estruturas vetoriais, o armazenamento de dados é feito através de primitivas gráficas, e a resolução obtida reproduz mais fielmente os elementos. Segundo CHRISTOFOLETTI et al.(1992:29), usando um software de estrutura vetorial:

*"...as formas de saída convencionais como impressoras e plotter permitem uma apresentação mais adequada dos resultados, não só do ponto de vista estético mas também pelo fato de que o produto final assemelha-se muito mais à forma convencional (analógica) de elaboração de mapas".*

Questionando, ainda, a relação raster x vetorial, os pontos que devem ser considerados, quando da escolha de um ou outro sistema, TOMLIN (1990:44) enfoca bem a questão ao definir: "yes, raster is faster, but raster is vaster, and vector just seems more correcter" e discute, com muita propriedade, essa relação e os recursos disponíveis:

*"...os dados obtidos por satélites são, geralmente, no formato raster, e a maior parte do que está disponível, em organizações de mapas, tanto públicas como privadas, está na forma vetorial. Quadros de digitalização de desenhos (ou mesas de digitalização) são, também, orientadas para dados vetoriais, enquanto que os equipamentos de entrada por vídeo (ou digitalizadores de imagens obtidas pelo scanner) são orientadas para dados no formato raster. Não é verdade que dados cartográficos, em um certo nível de precisão, possam ser armazenados, mais eficientemente, na forma vetorial.*

*Em termos de apresentação dos dados, as vantagens dos formatos raster ou vetorial dependem das necessidades. A resolução gráfica do raster tende a ser como imagens fotográficas, e pode atingir maior realismo do que é possível com produtos vetoriais. A representação gráfica vetorial, por outro lado, tende a ser como desenhos. Dessa forma, esses são mais adequados para o tipo de representação simbólica que é tradicionalmente associada à cartografia.*

*Sobre a interpretação dos dados, as vantagens da estrutura de dados raster ou vetorial é a maneira como cada tipo expressa as relações entre o quê e onde. As estruturas raster são orientadas para a posição, enquanto as estruturas vetoriais são orientadas para o tema. No raster, armazenam-se características que são associadas a localizações, enquanto no vetorial registram-se localizações que são associadas a características. Por essa razão, estruturas raster se adaptam melhor à interpretação do onde, enquanto estruturas vetoriais se adaptam melhor às interpretações de o quê."*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- CLARKE, K.C. (1986). Advances in geographic information systems. *Computers, environment and urban systems*. p. 175-184.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio, MORETTI, Edmar, TEIXEIRA, Amandio L. A. *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*. Rio Claro: Edição do autor, 1992. 80p.
- COWEN, D (1990) . GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? In.: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane. *Introductory readings in Geographic Information Systems*. London: Taylor & Francis, p.52-61.
- DANGERMOND, Jack. A classification of software components commonly used in Geographic Information Systems. In.: MARBLE, Duane, PEUQUET, Donna. *Introductory readings in Geographic Information Systems*. London: Taylor & Francis, 1990. p.30-51.
- GERELLI, Emilio. Prefazione . In. : SECONDINI, Piero (Org.) *La conoscenza del territorio e dell'ambiente; il ruolo delle tecnologie dell'informazione*. Milano: Enidata, 1988. p.9-11. (Coleção Dati & Fatti).
- GOODCHILD, M.F. (1985). Geographic information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma. *The Operational Geographer*, no. 8, p. 34-38.
- MARBLE, Duane, PEUQUET, Donna. *Introductory readings in Geographic Information Systems*. London: Taylor & Francis, 1990. 371p.
- MOURA, Ana Clara M. *Estudo metodológico de aplicação da cartografia temática às análises urbanas*. Belo Horizonte, IGC-UFMG, 1993. 212 p. (Dissertação de Mestrado).
- MUZZARELLI, Aurelio et al. O estado atual as potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos: a difusão e as aplicações na Europa em relação ao planejamento urbano e regional. *ARQUITETURA*; Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.27-38, abr.1993



## **PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS EM CARTOGRAFIA**

Sobre os cuidados na elaboração da cartografia digital, que é a base para elaboração da cartografia temática digital, cabe apresentar a lista dos axiomas em cartografia digital, apresentados na disciplina de Cartografia Digital da Profa Ana Clara Moura:

### **Princípios Fundamentais em Cartografia Digital:**

1. A cartografia digital é sempre em ESCALA 1:1. Não se faz um mapa, por exemplo, na 1:50.000, 1:100.000, etc....

Contudo, NOTE BEM! A qualidade do mapa está relacionada com a escala da fonte: é ela que dá a PRECISÃO do mapa.

Considerar o Padrão de Exatidão Cartográfica:

Qualidade A – 0,2 mm na escala do mapa

Qualidade B – 0,5 mm na escala do mapa

Qualidade C – 0,8 mm na escala do mapa

Exemplo: se a fonte da digitalização é um mapa na escala 1:100.000, não posso representar nem mensurar nada menor que 20 metros ( 1 cm são 1000 metros ou 1 km; 1 mm são 100 metros, logo 0,2 mm são 20 metros).

2. A Cartografia digital é sempre GEORREFERENCIADA em algum sistema de projeção e coordenadas.

3. Quando se desenha em CAD, ele reconhece como malha de trabalho um PLANO CARTESIANO XY. Isto significa que se deve georreferenciar usando como referência coordenadas PLANAS (o mais usual é a UTM). Caso o desenho a ser vetorizado venha em Geográfica, por exemplo (lat/long) converter para UTM usando algum aplicativo (exemplo GPS Track Maker ou outro) e georreferenciar usando estes novos valores.

4. Quando o desenho não é construído em CAD, mas em Desktop Mapping (Mapinfo ou outro) ou SIG (Spring, Arcview ou outro) ele pode ser georreferenciado em sistema de projeção e coordenadas não-planas, pois ele terá modelos de representação da Terra para reconhecer estas malhas diferentes.

5. As UNIDADES DE TRABALHO (Working Units) das coordenadas UTM são:  
metro  
centímetro

6. É importante separar os elementos gráficos por LAYERS ou CAMADAS. Isto irá facilitar depois a importação dos seus dados para o SIG. É interessante, inclusive, separar os textos de seus respectivos elementos gráficos.

7. Pensar sempre se aquele mapa será CARTOGRAFIA de COMUNICAÇÃO (produto final de plotagem) ou CARTOGRAFIA de TRABALHO (que será importada para o SIG). Isto irá definir uma série de tratamentos gráficos.

8. Uma célula, por exemplo, ao se converter o arquivo para exportação (exportar como DXF) o arquivo leva somente a posição da célula (cell node) e, dependendo do software, os símbolos não. Os símbolos serão aplicados novamente no arquivo de plotagem depois de realizadas as consultas no SIG. Isto acontecerá, sobretudo, em softwares onde os símbolos são fontes (exemplo Mapinfo, TrackMaker).

9. Pontos não são visíveis em plotagem, mesmo se usadas canetas de penas grossas. Para o caso de cartografia de comunicação (plotagem) é melhor substituir os pontos por células ou pequenos círculos.

10. Lembrar que para a cartografia ser levada para o SIG depois, a cada elemento gráfico será associado um registro de tabela contendo informações alfanuméricas (exemplo – desenho do lote associado ao seu registro na tabela de IPTU, contendo características do lote). Então o desenho deve ser elaborado com alguns cuidados topológicos:

- Interromper nas intercessões de linhas que fazem fronteiras de regiões;
- Fechar corretamente as linhas que se unem (usar o *tentative* ou *snap*);
- Não deixar pedaços de linhas sobrando;
- Não duplicar linhas de interface de divisas (elas serão reconhecidas como componentes de duas regiões se desenhadas interrompendo nas intercessões);
- Se informar sobre como o seu SIG trabalha com as *shapes* (superfícies). No caso de Mapinfo é interessante que o DXF já vá com as *shapes* fechadas. No caso de ArcView ou outro o DXF pode ir como polilinhas interrompidas nas intercessões e o indicado é que haja já a limpeza topológica. Bons softwares têm ferramentas de limpeza topológica para o caso de ainda passar algum probleminha. Estes que trabalham com polilinhas vão gerar um centróide para cada shape, e através deles será realizada a associação com a tabela de atributos alfanuméricos;
- No caso de desenho de redes, é interessante já desenhar no sentido do fluxo de nascente para a foz (depois vai facilitar muito no SIG para a montagem de redes).

11. Definir se seu objetivo é cartografia de comunicação ou para uso em outros aplicativos. Caso seja só para plotar fica realmente bonito inserir texto cortando as curvas de nível com a cota, mas isto gera complicações para o SIG e para a construção de MDE. Caso seja para SIG ou MDE melhor deixar para informar a cota na tabela de atributos alfanuméricos associada ou desenho, ou mesmo desenhar paralelamente à linha.

12. Para PLOTAR: definir escala em função do formato ou o formato em função da escala. Lembrar que a escala gráfica é sempre mais importante que a numérica, pois ela sempre guarda as proporções do desenho, independentemente da escala de plotagem.

Caso necessite desenhar uma escala gráfica que repita módulos (quadrados) de 1 cm cada, raciocinar assim:

- Defino escala de plotagem a partir da escala de formato ou necessidades de uso.  
Exemplo: plotar na 1:10.000  
Lembrar da fórmula:  $D=d \times E$   
sendo  $D$ = valor na realidade,  $d$ =valor medido no mapa  $E$ =fator de escala  
Para ter um centímetro na plotagem, sendo a escala 1:10.000,  $d=1\text{cm}$ ,  $E=10000$   
 $D=1\text{cm} \times 10000 = 10000 \text{ cm}$  ou 100 metros. Logo, você irá desenhar cada quadradinho com 100 metros de comprimento.

### 13. Caso a sua base cartográfica seja raster, é fundamental definir:

#### 13.1 - A unidade de análise de interesse

Isto significa decidir em qual área você precisará de suas respostas espaciais – a cada metro quadrado? A cada 30 por 30 metros (resolução da Landsat), a cada 100 por 100 metros, etc. Isto é decidido em função das características dos objetos mapeados e de suas representações.

Se o objetivo for, por exemplo, dar apoio a uma gestão urbana, é interessante que a análise espacial contemple a unidade de um lote, o que significa trabalhar com a unidade de 10 por 10 metros ou de 20 por 20 metros. Se o objetivo for a gestão climática, as unidades espaciais podem ser maiores, talvez 500 por 500 metros. Se o objetivo for o controle da instalação de postes, a unidade espacial terá que ser bem menor.

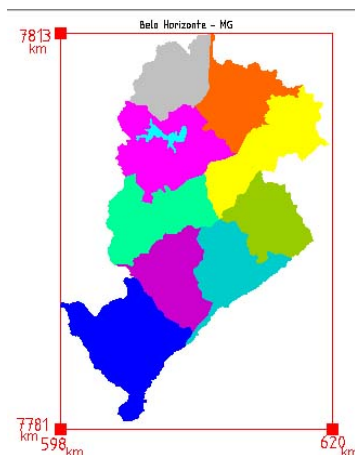
#### 13.2 – A resolução ou pixel da imagem

Muitas vezes a dimensão do pixel para se fazer um mapeamento é definida pelos critérios acima descritos, ou seja: características dos objetos representados e necessidades de análise. Contudo, na maioria dos casos a dimensão do pixel é especificada pela própria imagem (quando é uma imagem de satélite) ou calculada em função da precisão cartográfica.

Para uma ortofotocarta em escala 1:10.000, por exemplo, não se pode trabalhar com pixel inferior a 2 metros, pois isto representa 0,2 mm na escala do mapa.

#### 13.3 – O retângulo de trabalho

É importante definir a área do projeto através de suas coordenadas de canto. Isto define a matriz raster, através de suas linhas e colunas. No caso a seguir, por exemplo, o mapeamento está previsto para um retângulo de 22 quilômetros por 32 quilômetros. Caso o usuário precise da resolução de 20 metros, a matriz raster terá 1100 colunas por 1600 linhas.



## IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE DADOS

Como já foi tratado nos textos que preparam o leitor sobre as características e princípios da cartografia digital, os mapas podem ser armazenados em formato matricial (raster) ou em formato vetorial.

### **Arquivos matriciais:**

Para os mapas em formato matricial (raster) são geralmente utilizados os formatos TIFF e GEOTIFF. O que diferencia um TIFF do GEOTIFF é a existência de um cabeçalho no arquivo que informa a georreferência do mapa e as características da matriz (linhas, colunas, dimensão do pixel e coordenadas dos cantos). Contudo, o arquivo vem apenas com a indicação da extensão \*.tif, de modo que um usuário, ao receber um mapa tif, não consegue distinguir se é um tiff ou geotiff, a não ser que o abra em algum aplicativo.

Neste caso, é fundamental a existência do Metadado, que são dados sobre os dados e devem informar a fonte, a escala da fonte, o sistema de projeções e coordenadas, o elipsóide e o datum, a data da fonte e a data da elaboração do arquivo digital, ou autor, as coordenadas de canto, entre outras. Os metadados geralmente são arquivos txt contendo os dados, ou em alguns softwares, como o ArcView, são apresentados na própria interface de propriedades do arquivo ou camada. Para ler mais sobre os metadados, indicamos a apostila de Moura (2005)<sup>2</sup>.

Assim, você pode utilizar arquivos de extensão JPG como origem de uma vetorização, mas uma georreferenciado, ele se transformará em um TIF ou na extensão própria do software.

---

<sup>2</sup> MOURA, Ana Clara Mourão. **A importância dos metadados no uso das Geotecnologias e na difusão da Cartografia Digital**. Belo Horizonte, II Seminário Nacional sobre Mapeamento Sistemático – CREA-MG, 2005. 18 p. (Disponível no site [www.cgp.igc.ufmg.br](http://www.cgp.igc.ufmg.br) – publicações – especialização).

Os softwares trabalhados no conjunto de apostilas aqui disponíveis apresentam as seguintes extensões em formato matricial:

- Microstation – recebe qualquer formato de imagem para georreferenciamento, mas transforma em TIF uma vez georreferenciado no Microstation básico e transforma em HMR uma vez georreferenciado no Microstation Descartes. Salva em TIF, mas não trabalha com o conceito de geotiff. Contudo, se foi utilizado o Descartes, o usuário pode recuperar o arquivo contendo os dados do cabeçalho através do arquivo de projeto (PRJ) ou ler as características do arquivo em FILE – IMAGE PROPERTIES – LOCATION. As importações e exportações são feitas através do FILE – DESCARTES IMAGE MANAGER – BATCH CONVERSION. O Microstation Descartes apresenta muitas funções de processamento digital de imagens, tais como ajuste de histogramas, mosaico, equalização de imagens, vetorização automática e semi-automática a partir de filtros de padrões de cores, entre outras. A sua limitação é apenas no que diz respeito ao GEOTIFF. Os procedimentos de importação e conversão de imagens e vetorização com aproveitamento dos filtros em imagens foram explicados na apostila de georreferenciamento e vetorização do Microstation.

- Mapinfo – Não permite trabalhos de processamento das imagens, mas elas ficam somente como fundos dos arquivos vetoriais. Aceita qualquer extensão de imagem para ser georreferenciado, mas não reconhece automaticamente um arquivo já georreferenciado, como é caso do geotiff. Uma imagem para ser utilizada no Mapinfo para ser georreferenciada por procedimento do software. Ao salvar a imagem georreferenciada, gera um arquivo TAB contendo a imagem dentro. Contudo, como está em TAB, não pode ser levada para outros aplicativos. Os procedimentos de importação de imagens foram explicados na apostila de georreferenciamento do Mapinfo.

- TerraView – Trabalha com arquivo raster em formato GEOTIFF, já georreferenciados, que aparecem como extensão TIF, ou com arquivos georreferenciados do Spring, de extensão GRB. Importa as imagens através do

ARQUIVO – IMPORTAÇÃO SIMPLES DO RASTER. Pode ser utilizado também ARQUIVO – IMPORTAR RASTER no qual o usuário deve informar alguns parâmetros para importar a imagem. A imagem tem função de apenas visualização, uma vez que não apresenta recursos para atuar em arquivos matriciais. Assim, é importante que o usuário faça uma imagem SINTÉTICA no Spring ou em outro aplicativo para já trazer para o TerraView com a composição RGB trabalhada. Não exporta arquivos matriciais.

- Spring – Importa arquivos GEOTIFF (formato TIF), mas exige que eles sejam convertidos para o seu formato próprio, o GRB. Exporta as imagens em GEOTIFF. Para que as imagens já possam ser levadas com a composição RGB ajustada, o usuário deve salvar uma imagem sintética. Isto é feito no Spring em IMAGEM – CONTRASTE (aplique o contraste no histograma em R, G e B) – em SALVAR IMAGEM escreva o nome e marque SINTÉTICA – EXECUTAR – SALVAR. Para ter mais informações sobre o procedimento, consulte apostila de PDI do Spring contida no site [www.cgp.igc.ufmg.br](http://www.cgp.igc.ufmg.br).

Os procedimentos de conversão estão explicados na apostila de georreferenciamento no Spring.

O Spring é o software, entre os trabalhados nas apostilas, que se destina especificamente ao processamento digital de imagens, apresentando muitos recursos nesta área.

- ArcView – Importa e exporta arquivos GEOTIFF e reconhece o georreferenciamento ou permite o georreferenciamento de outros arquivos matriciais. No módulo básico não possui ferramentas de processamento digital de imagens, de modo que elas funcionam como apenas visualização. Os procedimentos de importação de imagens foram explicados na apostila de georreferenciamento do ArcView.

## **Arquivos vetoriais:**

Para os mapas em formato vetorial o formato mais usual tem sido o SHAPE FILE (SHP), devido à grande difusão dos aplicativos ArcView.

O formato SHAPE (SHP) significa dados cartográficos associados a dados alfanuméricos, ou seja: para cada elemento gráfico há a associação de índice que o conecta a tabelas de dados.

Antes da grande difusão do SHP, o formato utilizado para a importação e exportação de dados cartográficos associados a dados alfanuméricos era o MID/MIF (formato MID). Na verdade, ele é o padrão universal de intercâmbio de dados trabalhados em softwares SIG e Desktop Mapping.

No que diz respeito a softwares CAD, o padrão universal de intercâmbio de dados (importação e exportação) é o DXF (drawing exchange format). É importante lembrar, contudo, que os arquivos CAD apresentam apenas desenhos (dados cartográficos), sem tabelas associadas.

No que diz respeito a dados alfanuméricos (tabelas) o padrão universal de intercâmbio é o DBF.

- Microstation – Em termos de arquivos vetoriais, trabalha no seu formato que é o DGN. Contudo, importa e exporta as extensões DWG (Autocad) e DXF (padrão de intercâmbio geral). Como é um CAD, não trabalha com formatos de associações de dados cartográficos a alfanuméricos (SHP ou MID).

- Mapinfo – Trabalha o tempo todo em seu formato próprio que é o TAB, mas importa e exporta DXF (desenhos CAD) e MID (MID/MIF que associa desenhos a tabelas). Converte para o formato SHAPE FILE (SHP). Os procedimentos são realizados em TABELA – IMPORTAR ou EXPORTAR. Possui um conversor de formatos muito interessante que é o UNIVERSAL TRANSLATOR que se encontra em FERRAMENTAS. Caso ele não esteja habilitado, carregue-o em FERRAMENTAS – GERENCIADOR DE FERRAMENTAS – TRADUTOR UNIVERSAL.

- TerraView – Em relação a tabelas, importa DBF, MDB e ASC SPRING (SPR). Em relação a vetores importa e exporta MID/MIF, SHAPE ou o formato do SPRING. O procedimento está em: ARQUIVO – IMPORTAR DADOS – importa MID/MIF ou SHAPE FILE (SHP) ou ARQUIVO – EXPORTAÇÃO VETORIAL – exporta em formato do SPRING (formato SPR), MID/MIF (formato MID) ou SHAPE FILE (formato SHP).

- Spring – Recebe arquivos SHP ou DXF através do ARQUIVO \_ IMPORTAR. Para receber arquivos MID é necessário converter para o seu formato próprio, o ASC SPRING (SPR).

- ArcView – O formato próprio do aplicativo é o SHAPE FILE (SHP), mas o software possui bons recursos de conversão de outros formatos. Aceita, entre outros, o DWG, o DXF e o MID. O procedimento é feito através da incorporação do arquivo pelo ADD DATA. Caso as configurações da camada não estejam de acordo com as do projeto (como as projeções e coordenadas) clique com o botão direito do mouse no nome da layer e peça DATA – EXPORT DATA e informe que irá utilizar as mesmas coordenadas do DATA FRAME.

A importação de arquivos MID também pode ser feita no ARC CATALOG – VIEW - TOLL BARS – ARCVIEW TOOLS – MIF TO SHAPE e daí por diante.

A importação de arquivos DBF é feita no TOOLS – ADD XY DATA.

Concluído, sempre que enviar ou solicitar arquivos de outros usuários é melhor:

- Para arquivos vetoriais trabalhados em CAD que não possuem associação de desenhos a tabelas – use DXF. Cuidado com as versões, pois há softwares que não abrem versões superiores ao R12, por exemplo;
- Para arquivos vetoriais trabalhados em SIG ou Desktop Mapping, que possuem associação entre desenhos e tabelas – use o SHP ou, eventualmente, o MID;
- Para tabelas alfanuméricas use o DBF;
- Para arquivos matriciais, imagens, use o GEOTIFF (TIF georreferenciado).