

CAPÍTULO 2 – CONCEITOS SOBRE PROJETO CARTOGRÁFICO

"Devido às suas diferenças básicas, o projeto de mapas digitais não deve imitar o projeto dos mapas em papel. Cada decisão do projeto deve ser reconsiderada de acordo com seu propósito."

Anderson e Shapiro, 1979.

2.1 Conceitos Básicos

Uma das maneiras de obter informações sobre o mundo real é através de modelos da realidade na forma de mapas. A utilização de um mapa é um processo de comunicação visual, no qual estão envolvidos três elementos: o cartógrafo, o usuário do mapa e o canal de transmissão, neste caso o mapa, conforme mostra-se na Figura 2.1.

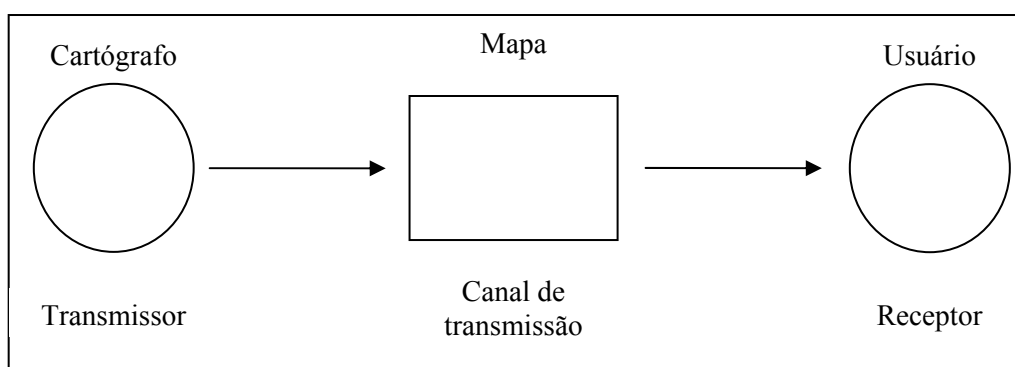


Fig. 2.1 – Conceito básico da teoria da comunicação cartográfica

Fonte: Keates (1980)

Durante muitos anos foram realizadas pesquisas direcionadas às relações entre as atividades dos cartógrafos e dos usuários de mapas. Dentre as teorias desenvolvidas, uma das mais importantes, que influenciou muitas pesquisas e que merece destaque é a proposta por Kolacny (1977), que propõe o modelo de comunicação cartográfica mostrado na Figura 2.2. Este modelo assume que existe uma sobreposição das realidades do cartógrafo e do usuário, para que este entenda o significado da representação da informação. Neste processo, o cartógrafo observa a realidade segundo a sua ótica e a traduz em uma representação (o mapa). O usuário, por sua vez, extrai do mapa uma mensagem.

Para o que o mapa possa comunicar de maneira eficiente a informação que está sendo transmitida é necessário que o projeto do mapa considere todas as condições que influenciam neste processo, ou seja, as necessidades do usuário, o nível de entendimento deste usuário, o meio de apresentação, as circunstâncias de uso, a percepção que o usuário tem dos mapas, a complexidade da informação e as possibilidades técnicas e seus custos. Além disso, o projeto pode ser dividido em duas etapas. Na primeira encontram-se as decisões relacionadas à aparência do mapa e à forma como o conteúdo é apresentado. Na segunda etapa estão decisões detalhadas de como será projetada toda a simbologia empregada.

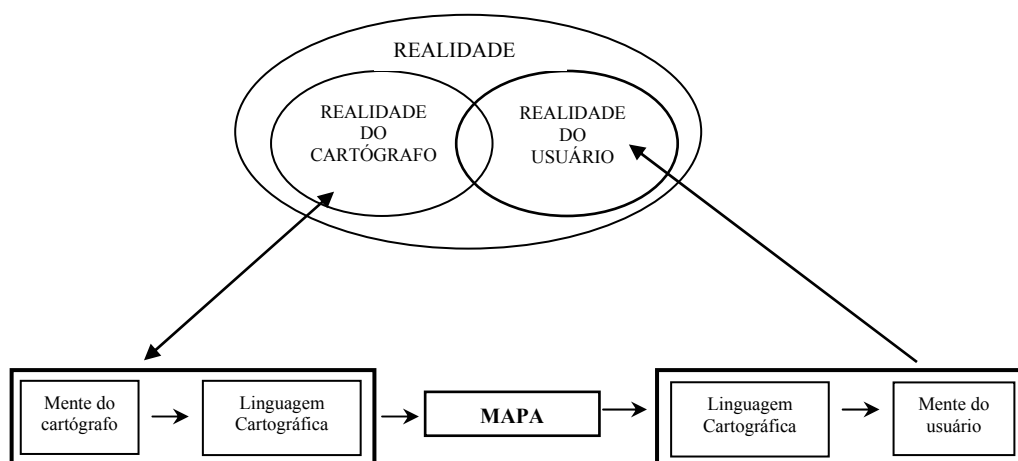


Fig. 2.2 – Modelo de comunicação cartográfica

Fonte: Traduzido de Kolacny (1977)

Os mapas podem ser classificados em mapas de propósito geral e mapas temáticos. O mapa de propósito geral mostra a localização de uma variedade de feições, e um exemplo comum é um mapa topográfico. No caso dos mapas temáticos, o propósito da representação cartográfica é enfatizar a distribuição geográfica de um ou mais atributos ou variáveis. Os mapas temáticos são utilizados de três maneiras básicas (SLOCUM, 1999): para fornecer informação específica sobre localizações particulares, para fornecer informação geral sobre padrões espaciais e para comparar padrões em dois ou mais mapas. Existem diferentes tipos de mapas temáticos, que são projetados em função das variáveis que estão sendo representadas, como por exemplo, mapas coropléticos e mapas de símbolos pontuais proporcionais.

A linguagem cartográfica depende da informação geográfica que está sendo representada e do contexto no qual os símbolos aparecerão no mapa. O tipo e a quantidade de contraste entre os símbolos são fatores importantes na definição da linguagem cartográfica. Para tornar os mapas legíveis, é necessário que o contraste entre os símbolos esteja relacionado com o contraste que existe entre as feições que estão sendo representadas.

Existem três questões envolvidas na linguagem cartográfica. A primeira delas diz respeito à dimensão espacial do fenômeno que está sendo representado. Os fenômenos podem ser divididos em pontuais, lineares e de área, que serão representados pelas primitivas gráficas ponto, linha e área respectivamente. As características dos fenômenos geográficos são definidas de acordo com os níveis de medida para os quais os dados são obtidos. A comunicação eficiente da informação cartográfica depende da relação adequada entre o nível de medida e a primitiva gráfica. Os níveis de medida procuram expressar as observações da realidade de maneira estruturada e podem ser divididos em (DENT, 1999):

- 1) Nominal: esse nível permite apenas distinguir igualdades e desigualdades. Exemplos de mapas que retratam informações nominais são: mapa dos tipos de solos, ou mapa dos tipos de culturas agrícolas;
- 2) Ordinal: acrescenta-se ordenação à identificação, gerando uma classificação hierárquica do fenômeno. Um exemplo de mapeamento usando o nível de medida ordinal é um mapa representando a taxa urbanização, mostrando regiões de baixa, média e alta urbanização;
- 3) Intervalar: além da identificação e ordenação, a distância numérica entre as classes é conhecida. Contudo, as magnitudes não são absolutas, ou seja, qualquer ponto inicial pode ser usado, sendo comum exemplificá-la através das escalas de temperatura Celsius ou Fahrenheit. Na escala Celsius, por exemplo, não se pode afirmar que 50°C é duas vezes mais quente do que 25°C;
- 4) De razão: no nível de medida de razão os eventos são ordenados e as distâncias entre as classes são conhecidas. Porém as medidas são absolutas pois possuem o ponto inicial absoluto, permitindo a representação de razões, como a densidade demográfica.

Em resumo, os níveis de medida nominais e ordinais devem ser utilizados para representar informações que possuem características qualitativas, enquanto que os níveis intervalar e de razão devem ser aplicados a informações quantitativas ou numéricas.

No caso de mapas bidimensionais, as variações gráficas dos pontos, linhas e áreas são definidas pelas variáveis visuais. Deve existir uma correspondência direta entre as variações do fenômeno geográfico e as variações gráficas das primitivas gráficas. MacEachren (1994a) apresenta um conjunto de variáveis gráficas, mostrada na Figura 2.3, que procura mostrar a relação entre o fenômeno geográfico e sua representação.

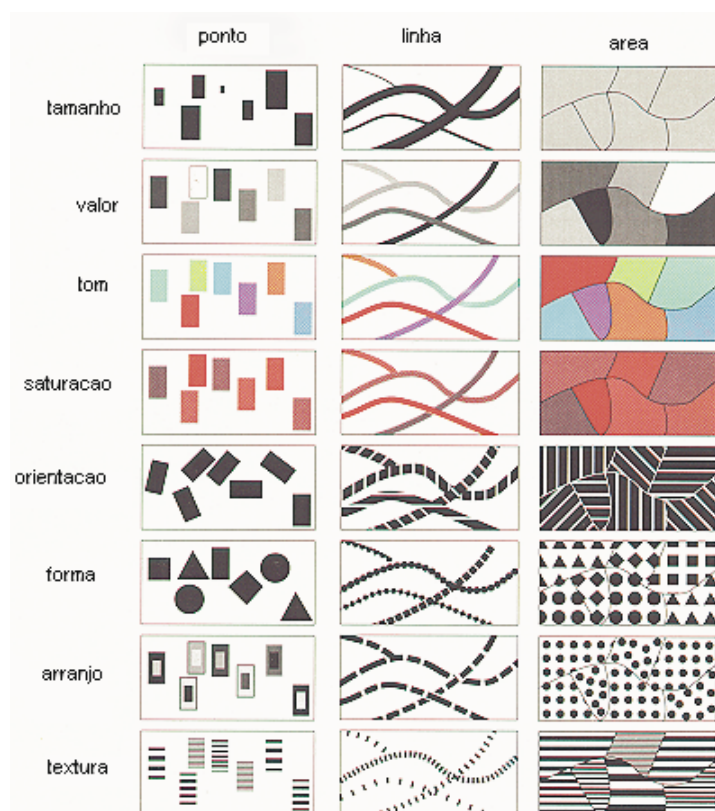


Fig. 2.3 – Variáveis gráficas disponíveis para representação de pontos, linhas e áreas

Fonte: MacEachren (1994a)

A variável tamanho está associada a uma ordem e a quantidades. A sua utilização é eficiente porque diferenças em tamanho são facilmente diferenciadas pela percepção humana e símbolos maiores são mais visíveis do que símbolos menores. O tamanho também é utilizado para representar informação numérica.

Devido ao tamanho ser facilmente associado com ordem e quantidade, deve-se tomar cuidado quando representar distinções nominais. Ao contrário do tamanho, a variável forma, quando aplicada a símbolos pontuais, não indica ordem, sendo adequada para representar diferenças nominais. Entretanto, a visão humana não é muito sensível a pequenas variações em forma.

O valor de cor é um termo aplicado a variações que vão do branco ao preto. Existe uma ordem associada, sendo apropriado para representação de variáveis ordinais. Com relação à variável tom de cor, é uma boa variável para distinguir entre diferentes tipos de feições. Apesar de existir uma ordem lógica dos tons, dada pelo espectro eletromagnético, grande parte das pessoas não conhece tal ordem, e mesmo para aquelas que conhecem, a percepção das diferenças em valor dos diferentes tons supera a percepção da ordem dos tons.

A variável saturação de cor apresenta claramente uma ordem visual. A saturação é definida somente no contexto da cor. Já no caso da textura existe uma frequência dos componentes de um padrão. Pode ser utilizada para representar diferenças ordinais, quando se varia o espaçamento; e para representar diferenças nominais quando há uma relação entre branco e preto constante.

A orientação é utilizada para mapear diferenças nominais. As diferentes orientações de um símbolo representam as diferentes classes de uma variável. O arranjo, assim como a textura, é um elemento de um padrão, sendo apropriado para símbolos de área. O arranjo depende da posição relativa dos elementos pontuais e quando aplicado a áreas pode variar de regular a randômico. É melhor aplicado para representar diferenças nominais.

Cada uma das variáveis visuais ilustradas na Figura 2.3 pode ser aplicada às três primitivas gráficas, ponto, linha e área. Entretanto, determinadas variáveis são mais adequadas a uma primitiva gráfica do que a outra. Na Figura 2.4 é apresentada a adequação entre o nível de medida utilizado e as variáveis visuais.

	Numérico	Ordinal	Nominal
localização	B	B	B
tamanho	B	B	P
valor de cor	M	B	P
saturação de cor	M	B	P
tom de cor	M	M ^a	B
textura	M	M	B ^b
orientação	M	M ^c	B
arranjo	P	P	M ^d
forma	P	P	B

Fig. 2.4 – Variáveis gráficas adequadas aos níveis de medida

Fonte: MacEachren (1994a)

B = bom M = efeito marginal P = pobre

^a Os tons devem ser cuidadosamente selecionados para que uma ordem ou hierarquia seja percebida

^b As texturas são boas para diferenciar somente duas ou talvez três categorias

^c A orientação fornece capacidade limitada para comunicar informações numéricas e ordinais, quando são usadas marcas padronizadas tais como: um símbolo de relógio para comunicar informações sobre períodos de tempo da ocorrência do fenômeno

^d A variável arranjo é melhor utilizada como uma variável redundante, para representar a diferença visual entre as categorias mais óbvias.

2.2 Mapas Interativos

Mapas em papel somente podem representar um mundo de forma estática e imutável, e as representações mentais que são derivadas a partir dele limitam as interações do usuário com a realidade (PETERSON, 1999). Isso significa que a utilização de mapas interativos, ou de mapas que possuam recursos de multimídia, pode fazer com que os fenômenos e características do mundo real sejam melhor percebidos.

À medida que o usuário pode alterar o mapa para adequá-lo à sua visão da realidade, o mapa deixa de ser um elemento estático no processo de comunicação, transformando-se em uma apresentação interativa e controlada pelo usuário. Se o

produto cartográfico permite ao usuário, por exemplo, a possibilidade de escolher a visualização das informações em diferentes escalas, escolher a simbologia para a representação das feições, efetuar movimentos, este produto é um mapa interativo. Peterson (1995) apresenta um modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo (Figura 2.5), onde o controle do processo de comunicação tem a participação do usuário, e não apenas do cartógrafo. Neste modelo há um ambiente para a utilização dos mapas, mas o usuário decide como e quais informações serão apresentadas.

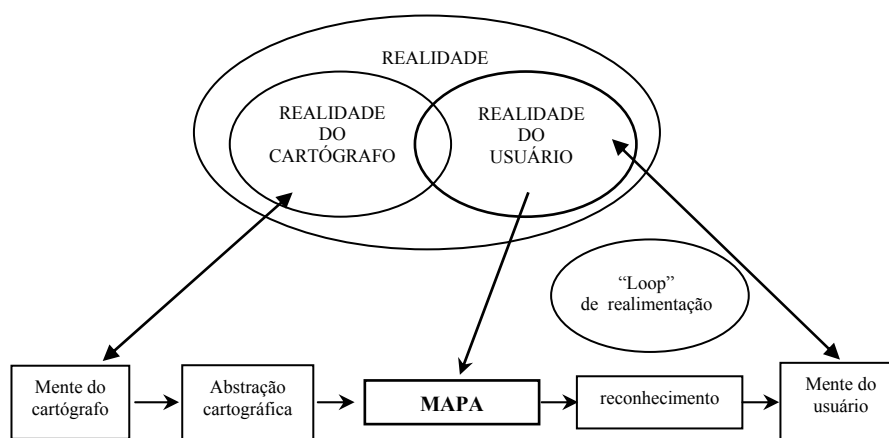


Fig. 2.5 – Modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo

Fonte: Traduzido de Peterson (1995)

Grande esforço tem sido feito no sentido de desenvolver sistemas para mapeamento interativo. Segundo Slocum e Egbert (1994), uma das primeiras pesquisas foi realizada por Turner e Moellering, em 1979, com o objetivo de desenvolver um sistema para a produção de mapas coropléticos. Ainda segundo Slocum e Egbert (1994), o sistema DIDS (*Domestic Information Display System*), desenvolvido por Dalton et al. em 1979, é classificado como o primeiro pacote de mapeamento que utilizou as vantagens da computação gráfica, sendo concebido para dar suporte ao Governo Federal dos Estados Unidos. Entretanto, estava baseado em *hardware* proprietário não disponível à maioria das pessoas e seu uso foi descontinuado.

Em 1986 foi iniciado o desenvolvimento do MacChoro, um programa desenvolvido para Apple Macintosh, com objetivo de produzir mapas coropléticos (PETERSON, 1995). Na versão MacChoroII foram incluídas animações e uma

interface baseada em ícones. Entretanto, o programa nunca foi recompilado para processadores PC.

Em 1988, Slocum et al. (SLOCUM e EGBERT, 1993) desenvolveram um sistema para auxiliar os usuários na aquisição de informações a partir de mapas coropléticos. Este sistema foi estruturado na forma de um menu hierárquico que permite o exame de um mapa de diferentes maneiras, por exemplo, selecionando informações específicas ou gerais.

O sistema Descartes, desenvolvido por Andrienko e Andrienko (1999), foi projetado para proporcionar a exploração visual de dados espaciais, associado a diversos atributos (demografia, cultura, economia). Este sistema, implementado em Java, permite que os mapas sejam visualizados dinamicamente. Entretanto, sua interface é complexa e necessita de conhecimento prévio para sua utilização.

A cartografia moderna está envolvida com um processo complexo de organização, acesso, visualização e uso da informação espacial, sendo que os mapas não são mais concebidos apenas como representações gráficas do espaço geográfico. Segundo MacEachren e Kraak (2001), os ambientes cartográficos são caracterizados pela interação e dinamismo. O principal objetivo dos projetos e pesquisas em cartografia é solucionar os problemas da interação homem-computador, aliado à possibilidade de uso de mapas dinâmicos. Quando se utilizam técnicas computacionais nas diferentes fases dos estudos científicos, os mapas são utilizados tanto para analisar as características dos fenômenos geográficos, oferecer suporte à tomada de decisão e sintetizar soluções, quanto para apresentar resultados. O papel dos mapas ultrapassa a comunicação quando são utilizados como instrumentos para análises visuais, no processo denominado de visualização cartográfica (MACEACHREN e KRAAK, 1997); (ICA, 2001).

O uso do termo visualização na literatura cartográfica teve início há quatro décadas. No entanto, apenas em 1987, com uma publicação do *U.S. National Science Foundation*, foi estabelecido um novo significado para este termo no contexto da pesquisa científica. A visualização cartográfica decorre da evolução da cartografia e utiliza tecnologias de informação visual, incluindo a visualização científica e a computação gráfica, aliada ao desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica. Segundo Earnshaw e Wiseman (1992), a visualização científica é

definida como o uso de tecnologia computacional para criar visualizações, com o objetivo de facilitar a compreensão, o raciocínio e a solução de problemas. A ênfase não está no armazenamento da informação, mas na construção de conhecimento. A visualização científica pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo reconstrução de fraturas ósseas, geração de mapas climáticos, exploração petrolífera, entre outras.

Após a publicação do *U.S. National Science Foundation* vários cartógrafos iniciaram estudos nesta área. De maneira simplificada, visualização cartográfica significa utilização de métodos gráficos para análise e apresentação de dados (DIBIASE et al., 1992). A ênfase da visualização está mais em seu poder exploratório do que em aspectos comunicativos; está direcionada para o descobrimento e entendimento dos fenômenos espaciais. Em 1990, DiBiase propôs um modelo de visualização onde as funções dos mapas estão relacionadas às fases dos processos de análise e planejamento, que são exploração, confirmação, síntese e apresentação, como mostrado na Figura 2.6. De acordo com as diferenças entre o uso dos mapas em cada uma destas fases, pode-se dividi-las como pertencendo a dois domínios distintos, o *privado* e o *público*. Os mapas pertencem ao domínio privado se são utilizados para *exploração* e *confirmação* de dados espaciais. Neste contexto, os mapas são utilizados somente pelo usuário que está desenvolvendo o trabalho de análise ou planejamento. O uso dos mapas tem como objetivo a aquisição de conhecimento por meio da geração e interpretação de representações gráficas, no processo denominado Concepção Visual¹(DIBIASE, 1990 apud MACEACHREN, 1994a). Quando os mapas são utilizados para comunicar resultados, pertencem ao domínio público. Neste caso, os mapas são projetados para serem publicados, e fazem parte do processo de Comunicação Visual².

Os mapas são utilizados em ambos os processos, Concepção Visual e Comunicação Visual, mas os objetivos da simbolização e projeto são diferentes. No processo de Concepção Visual os mapas são ferramentas capazes de provocar a geração de idéias, revelar padrões e apontar anomalias. O projeto e simbolização

¹ Tradução do autor para o termo *Visual Thinking*.

² Tradução do autor para o termo *Visual Communication*.

devem facilitar a capacidade para notar o inesperado. O objetivo do processo de Comunicação Visual é comunicar o que já é conhecido.

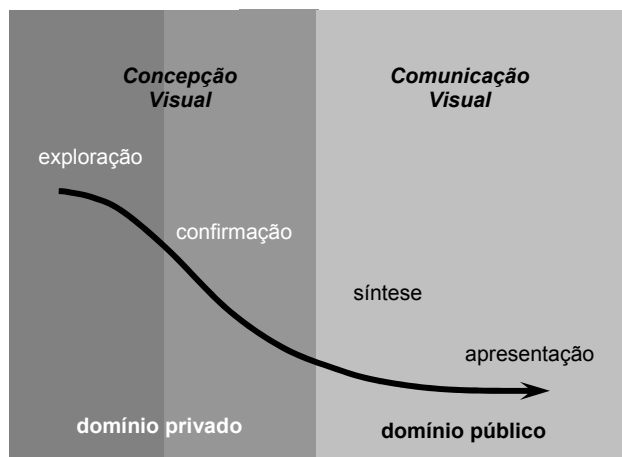


Fig. 2.6 – Uso dos mapas na visualização cartográfica

Fonte: Traduzido de ICA (2001)

Em 1993 a Associação Cartográfica Internacional criou um grupo de trabalho na Comissão de Uso de Mapas para pesquisar a visualização e suas implicações na cartografia. Este grupo de trabalho foi promovido à Comissão de Visualização em 1995, e em 1999 passou a ser denominado de Comissão de Visualização e Ambientes Virtuais.

A abordagem da Comissão de Visualização da ICA direcionou-se, então, para tentar explicar as relações entre cartografia e visualização científica. Um dos resultados desta discussão foi a concepção de um espaço tridimensional denominado por MacEachren (1994b) de (Cartografia)³, que se lê Cartografia ao cubo, mostrado na Figura 2.7. Neste espaço, a visualização é considerada como um complemento da comunicação. Os eixos do espaço são definidos como *privado x público*, *alta interação x baixa interação homem-mapa*, *apresentar o conhecido x revelar o desconhecido*. Até este ponto, a pesquisa orientada à comunicação cartográfica enfatizava o uso dos mapas estáticos produzidos para consumo público, com ênfase na extração de partes específicas de informação. As pesquisas atuais em cartografia tendem a buscar a integração das ferramentas de multimídia aos produtos cartográficos, para gerar visualizações que atendam às fases de exploração e análise de dados do modelo de DiBiase. Esta preocupação pode ser vista na “matriz de uso do mapa”, mostrada na Figura 2.8. Esta matriz apresenta exemplos de diferentes usos

dos mapas no modelo (Cartografia)³. Como uma das possibilidades tem-se o cruzamento do domínio privado com apresentar o conhecido, em alta interação, que neste exemplo, é a hipermídia como interface para acessar um conjunto de mapas em CD-ROM (ICA, 2001).

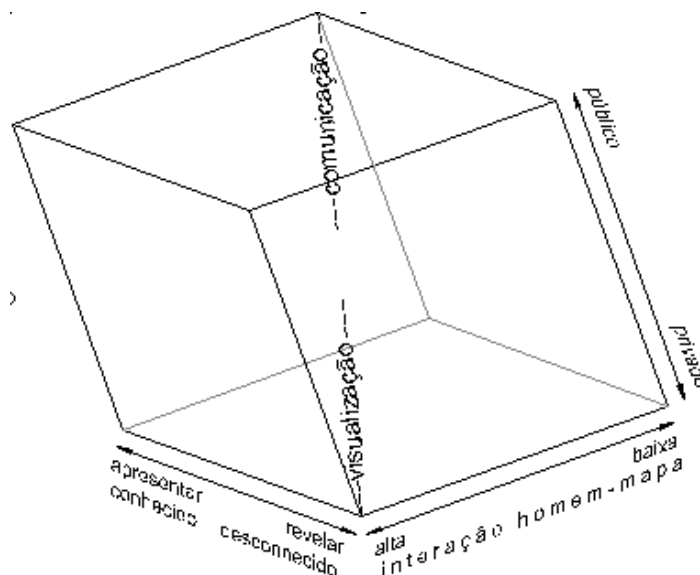


Fig. 2.7 – Cartografia³ - Representação do “Espaço” de uso do mapa

Fonte: Traduzido de ICA (2001)

		ALTA INTERAÇÃO		BAIXA INTERAÇÃO	
		Revelar o desconhecido	Apresentar o conhecido	Revelar o desconhecido	Apresentar o conhecido
PÚBLICO	PRIVADO	Uma manipulação interativa de valores de isolinhas	Uma interface Hipermídia para acessar uma coleção de mapas em CD-ROM	Um “tour guiado” direcionado por um roteiro geográfico	Recuperar informação a partir de um mapa
	PÚBLICO	Uma interação computacional com o software MatLab	Localizar uma loja usando um quiscoque de informações dentro de um shopping center	Análise de superfícies utilizando um programa computacional	Localizar uma loja usando um mapa “você-está-aqui” num shopping center

Fig. 2.8 – Matriz do uso do mapa

Fonte: Adaptado de ICA (2001)

As inovações proporcionadas pela visualização cartográfica exigem que pesquisas sejam realizadas, para que as técnicas computacionais sejam eficientemente aplicadas no âmbito das informações geográficas. Existem possibilidades de manipular bases de dados geográficos, juntamente com técnicas de computação gráfica e interfaces gráficas, permitindo realizar análises por meio da interatividade e animação de mapas. Programas computacionais para cartografia interativa podem fornecer ao usuário desde funções para a seleção das características dos fenômenos geográficos até para a definição da simbologia a ser aplicada na visualização dessas características. A animação de mapas pode ser realizada através de funções computacionais que permitem que os mapas temáticos sejam utilizados como quadros componentes de uma animação.

Mais recentemente, foram introduzidos novos elementos no conceito de mapas interativos, com a utilização das técnicas de multimídia (CARTWRIGHT, 1999). Os usuários de Sistemas de Informação Geográfica, e de mapas em geral, buscam cada vez mais a disponibilidade de dados e de procedimentos para a manipulação da informação espacial. Isso leva à necessidade da criação de novos produtos, que possuam funções para suprir esta demanda. Os dados normalmente estão disponíveis em diferentes meios e formas de representação. Uma das maneiras de tratar estes diferentes meios de informação é por meio da multimídia, por exemplo, incorporando a possibilidade de acesso a fotos e textos a uma representação cartográfica.

A multimídia é a integração de múltiplas formas de representação suportadas pelo computador. O termo multimídia não foi muito utilizado até o fim da década de 70, e a sua exploração pelas ciências do mapeamento iniciou-se a partir da metade dos anos 80, com o advento do CD-ROM (CARTWRIGHT e PETERSON, 1999). A forma de multimídia mais utilizada inicialmente foi o hipertexto, que permite produzir textos aparentemente sem estrutura e possibilita ao leitor deslocar-se através do texto publicado com seu próprio ritmo e seguir seu padrão de leitura preferencial

Nas mais diversas áreas do conhecimento há a necessidade de combinar mapas com dados não referenciados. Neste caso, o mapa funciona como uma interface para estes dados de multimídia. Isso introduz o conceito de hipermapa. Segundo Laurini e Milleret-Raffort (1990) apud Kraak e Driel (1997), o hipermapa

permite ao usuário realizar uma busca geográfica somada a uma busca temática. Um dos primeiros trabalhos a incorporar mapas e componentes de multimídia foi o projeto inglês Domesday, que combinou mapas, fotos, texto e som para representar a realidade do país no século XVIII.

No hipermapa, o acesso às demais informações se dá a partir do mapa. A definição de uma janela de busca em uma visualização disponibiliza toda a informação relacionada à área selecionada, como mostrado na Figura 2.9. Nesta figura, uma área em torno da representação de um edifício é selecionada. Ligações a partir deste objeto (edifício) fornecem acesso a outros meios de informação, como por exemplo, mapas detalhados, redes de água e esgoto, fotos, vídeos, entre outras.

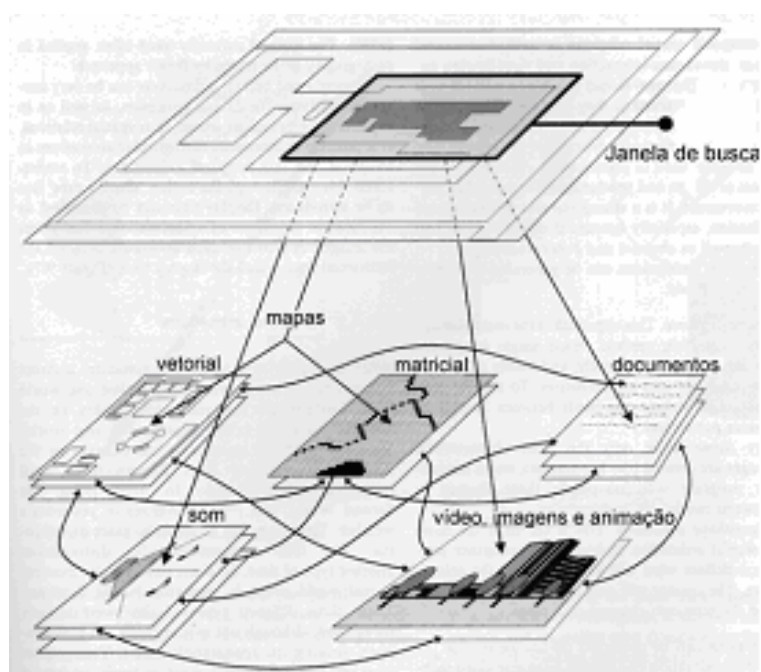


Fig. 2.9 – Conceito de hipermapa, mostrando as ligações entre os componentes de multimídia individuais e o mapa

Fonte: Kraak e Ormeling (1998)

O que a multimídia oferece é a capacidade para criar um mapa diferente, entendendo que “mapa diferente” não é somente algo que está em um documento digital, mas um produto que realmente amplia o uso da tecnologia, permitindo um modo diferente de apresentar a informação geográfica e mudar o acesso à mesma (CARTWRIGHT e PETERSON, 1999). Com a multimídia são criadas condições

para expandir os canais de informação disponíveis para o usuário. Os mapas tradicionais podem ser vistos como uma forma de multimídia, por meio do qual linhas, cores, textos, símbolos, diagramas e conteúdo cuidadosamente escolhidos são usados para comunicar uma “visão” sobre a realidade para uma dada época (MORRISON, 1994 apud CARTWRIGHT e PETERSON, 1999).

Por outro lado, os meios interativos estão se tornando comuns. Através da influência da *World Wide Web (WWW)*, o usuário espera que existam *links* associados a qualquer visualização computacional. Diante disso, uma visualização estática acaba se tornando desinteressante e isso ocorre com os mapas também. As pessoas querem “entrar” no mapa, espacial e conceitualmente; querem explorá-lo em um nível mais profundo. A interação é, hoje, um recurso esperado e, em muitos casos, a chave para a formação do conhecimento.

Segundo Peterson (1995), um mapa interativo é “uma forma de apresentação cartográfica assistida por computador que tenta imitar a representação de mapas mentais³. Porém, supera os mapas mentais por incluir mais características do fenômeno e não conter as distorções ou enganos desses. O mapa interativo é uma extensão da habilidade humana de visualizar lugares e distribuições”.

De acordo com o nível de interatividade, os mapas interativos podem ser divididos em três grupos (PETERSON, 1995):

- a) Atlas eletrônico: combinam recursos de multimídia com a visualização dos mapas. Podem permitir desde a seleção de diferentes imagens até recursos de *hot-spot* (links para outros mapas ou explicações sobre um elemento do mapa);
- b) Mapas para navegação pessoal: têm como objetivo substituir os guias rodoviários; permitem ao usuário obter informações sobre percursos, recursos de *zoom-in* e *zoom-out*. Caso sejam integrados a receptores GPS são chamados de sistemas de navegação automática. Exemplos conhecidos são as páginas da Internet Kretta (<http://www.kretta.com.br>) e Maplink (<http://maplink.uol.com.br/index.htm>);

³ Mapa mental: representação pessoal que é similar a um mapa, mas que se origina da memória, isto é, de recordações visuais (Peterson, 1995).

- c) Mapas para análise de dados: são sistemas para mapeamento interativo que permitem aos usuários a geração de mapas com diferentes classificações, observação dos valores máximos e mínimos de cada fenômeno, entre outras funções. Podem também incorporar recursos de animação cartográfica.

Um tipo de representação cartográfica que tem utilizado as ferramentas de multimídia é o Atlas Eletrônico. Muito interesse foi depositado na produção de Atlas Eletrônicos durante o fim dos anos 80 e início dos 90, devido à disponibilidade do software HyperCard, desenvolvido pela Machintosh. Segundo Raveneau et al. (1991) apud Cartwright (1999), vários fatores contribuíram para o desenvolvimento dos Atlas Eletrônicos:

- a) O desenvolvimento de computadores poderosos e baratos, associado a programas computacionais, como mencionado acima;
- b) A criação de bases de dados geográficas que podem conter mapas digitais e dados temáticos relacionados entre si;
- c) Uma renovação no campo da concepção e produção de Atlas educativos, bem como a comunicação da informação geográfica em geral;
- d) A integração da informação geográfica dentro de sistemas de informação computadorizados.

2.3 Projeto cartográfico aplicado a mapas digitais

Na análise visual de informações geográficas a aquisição de conhecimento é possível se as soluções gráficas definidas para cada mapa proporcionarem a visualização eficiente das características dos fenômenos geográficos. As soluções gráficas devem representar tanto o comportamento espacial do fenômeno, como enfatizar as características importantes para cada momento da análise. As possibilidades de digitalmente armazenar, transformar, analisar e visualizar dados espaciais permitem que os usuários produzam seus próprios mapas. Neste sentido, como citado por Fairbairn (1994), “talvez a mudança mais importante na prática do mapeamento, nos últimos dez anos, seja o surgimento do usuário-produtor de mapas”. Apesar do conhecimento de como produzir mapas ainda ser de

responsabilidade do cartógrafo, não se pode esperar que esse seja requisitado sempre que um mapa for produzido computacionalmente.

A questão que se coloca hoje diz respeito a como possibilitar ao usuário a produção de mapas, respeitando os princípios do projeto cartográfico. Ou seja, o programa computacional deve oferecer ferramentas para escolha de formas e cores para os símbolos cartográficos e, além disso, nortear esta escolha. Isso pode ser feito de duas maneiras: a primeira, por meio de tutoriais que orientem o usuário em cada etapa da geração de mapas (YUFEN, 1999b), e a segunda, através de sistemas especialistas que automatizem as decisões básicas sobre projeto cartográfico (WANG e ORMELING, 1996; ARTIMO, 1994; SU, 1995; ZHAN e BUTTENFIELD, 1995; citados por ROBBI, 2000).

Para Van Elzakker (1999), um programa computacional voltado à visualização cartográfica deve atender às seguintes exigências:

- a) Ter funcionalidade para visualização múltipla, o que inclui da capacidade de gerar vários tipos de mapas temáticos;
- b) Permitir o uso de variáveis visuais dinâmicas, para gerar animações a partir de características temporais ou não dos fenômenos;
- c) Ser um sistema especialista cartográfico, para evitar que o usuário venha a obter informações erradas dos padrões espaciais em função de soluções cartograficamente inadequadas;
- d) Permitir comparações estatísticas, para comparar diferentes distribuições espaciais dos fenômenos;
- e) Ter funcionalidades de Sistemas de Informações Geográficas, como consultas, cálculo de distâncias, áreas;
- f) Prever generalização, considerando que é importante haver flexibilidade para mudar o nível de agregação dos dados, mudar a escala ou o método de classificação dos dados;
- g) Admitir metadados, que permitem, entre outras possibilidades, obter informações sobre a qualidade dos dados;
- h) Permitir modelagem espacial, para a construção de modelos hipotéticos das estruturas geográficas.

Além destas exigências, devem ser previstas funções como entrada, edição, integração e apresentação dos dados. Outro ponto importante é que a interface gráfica deve ser amigável, permitindo, por exemplo, mostrar quais as informações estão visíveis, legenda, funções de *zoom in* e *zoom out* (VAN ELZAKKER, 1999). Porém, este mesmo autor afirma que “até o momento, não há programa computacional que atenda a todos esse requisitos”, e que esses podem ser supridos se pesquisas forem realizadas para se conhecer quais as necessidades dos usuários quando utilizam ferramentas para a cartografia exploratória.

No ambiente exploratório da abordagem da visualização devem existir, no mínimo, as seguintes funções:

- a) Visualização básica: ferramentas para *zoom*, *pan*, mudança de escala e rotacionar. Estas ferramentas geométricas devem estar disponíveis independente da dimensionalidade dos dados espaciais mostrados;
- b) Navegação e orientação: A qualquer tempo, o usuário deve ter a informação de onde a visualização está sendo feita e o que os símbolos significam;
- c) Consulta aos dados: durante qualquer fase do processo de visualização o usuário deve ter acesso à base de dados para consulta;
- d) Multi-escala: combinar diferentes conjuntos de dados é uma operação comum em um ambiente exploratório. A possibilidade de que estes conjuntos tenham a mesma densidade de dados ou o mesmo nível de abstração, é incerta. Operadores de generalização para resolver os problemas de múltiplas escalas continuam sendo necessários;
- e) Re-expressão: é necessária a implementação de diferentes métodos de mapeamento para apresentar os dados, ou funções de manipulação de dados não-espaciais. Como exemplo está a aplicação de diferentes métodos de classificação de dados;
- f) Vistas múltiplas ligadas dinamicamente: estas ferramentas representam uma combinação de técnicas de multimídia e *brushing*. O usuário estará apto a ver e interagir com os dados em diferentes janelas, visualizadas simultaneamente, todas representando aspectos relacionados aos dados;
- g) Animação: mapas freqüentemente representam processos complexos que podem ser bem expressos por animação. A animação pode ser utilizada para mudanças

temporais e não-temporais dos dados espaciais. Aspectos a serem solucionados estão relacionados à interface e à legenda. Se o usuário for também o criador da animação, deverá estar apto a controlar o fluxo da animação.

Nos sistemas de visualização cartográfica, os mapas são apresentados na tela do computador, o que traz algumas mudanças no projeto cartográfico, relacionadas às limitações e propriedades físicas da geração de imagens digitais. Neste sentido estão sendo realizadas pesquisas em percepção visual para mapas digitais, que estudam a eficiência do uso das variáveis visuais quando o mapa é visto na tela do computador (ROBBI, 2000).

A aparência dos mapas digitais apresenta uma nova forma de leitura dos mapas e um novo ambiente de percepção das informações, diferente dos mapas convencionais impressos. Existem vários problemas associados a um projeto cartográfico para mapas digitais. Um deles está relacionado ao número de cores disponíveis, um problema associado ao *hardware*. Se o mapa for projetado para utilizar 16 ou 24 bits mas precisar ser apresentado em um monitor com 8 bits o resultado será diferente do planejado. Além disso, nos mapas convencionais impressos é utilizada a síntese subtrativa (amarelo, ciano e magenta), enquanto na tela do computador as imagens são criadas a partir da síntese aditiva (vermelho, verde e azul). Isso faz com que a percepção das cores nos mapas digitais seja diferente da percepção dos mapas impressos (YUFEN, 1999a).

O projeto apropriado para mapas na tela do computador constitui-se em um desafio cartográfico, devido à resolução e tamanho dos monitores, normalmente 15 ou 17 polegadas. Este fato, em combinação com a resolução mais baixa do que dos mapas impressos, força o projetista do mapa a ter que escolher entre mostrar uma grande área de forma simplificada ou uma pequena área com maior número de detalhes. Apesar de existirem os recursos de *zoom* e *pan*, estes não resolvem todos os problemas. Se o usuário necessita ampliar uma determinada região do mapa para ver mais detalhes, perde a visão do conjunto. Poder-se-ia pensar em reduzir as possibilidades da função de *zoom* tendo escalas pré-definidas para visualização, que teriam projetos específicos (ARLETH, 1999).

O uso de símbolos e textos em mapas digitais consiste em outra questão a ser resolvida. Os símbolos utilizados em mapas impressos quando convertidos para o

ambiente digital tornam-se ilegíveis ou muito grandes. O tamanho máximo de um símbolo na tela do computador não deve exceder 16 x 16 pixels para que os símbolos não dominem a imagem, e projetar símbolos deste tamanho não é uma tarefa simples. A utilização de textos também é um problema em projeto de mapas. Aplicar uma boa estética para textos em mapas digitais normalmente recai nos problemas já citados do tamanho da tela e da resolução. Segundo Arleth (1999), algumas fontes para texto podem ser utilizadas a partir do tamanho 6, por serem legíveis, como é o caso da fonte Sans Serif. A utilização de fontes grandes também pode influenciar esteticamente a apresentação do mapa digital, por dominarem a imagem. As questões envolvendo a utilização de textos são consideradas em estudos que avaliam a legibilidade dos textos em função do tamanho de visualização. Por outro lado, a utilização de textos em mapas digitais torna-se mais fácil porque os textos podem ser visualizados ou não, de acordo com a escala ou tema em questão.

Associado à questão do projeto dos mapas digitais está o projeto das interfaces para permitir o acesso às informações disponíveis nestas representações. Este assunto será abordado no Capítulo 3.