

INTEGRAÇÃO DE CARTOGRAFIA, VISC E SIG ATRAVÉS DE CONCEITOS COMUNS: PERSPECTIVAS FUTURAS

*Integration of Cartography, Visc and Gis through common concepts:
Future Perspectives*

Marcio Augusto Reolon Schmidt¹
Luciene Stamato Delazari²

^{1,2} **Universidade Federal do Paraná - UFPR**
Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas
Caixa Postal 19001 – CEP 81513-990 – Curitiba – PR, Brasil
¹marcio.schmidt@gmail.com
²luciene@ufpr.br

RESUMO

A análise de dados e informações é realizada pela criação de visualizações. Essas visualizações cada vez mais são realizadas em ambientes digitais e a proximidade com a informática estabelece não apenas novos horizontes de exploração, mas também novos desafios, como o entendimento dos preceitos da comunicação cartográfica em telas de computadores. Entretanto, a visualização de dados tem sido tratada diferentemente na Cartografia e na informática, mesmo utilizando elementos visuais semelhantes. A visualização científica (ViSC) pesquisa técnicas de visualização e aplicação de textura a imagens computacionais de modo a criar imagens bidimensionais e a experimentação do mundo virtual. Na Cartografia, por outro lado, as pesquisas se desenvolvem em entender e sistematizar o processo de comunicação através de mapas sejam analógicos ou digitais. Através desses modelos de comunicação, é possível se ter uma visão geral do processo de comunicação por mapas e propor requisitos para integração dessas ciências. Deve-se procurar a integração de ViSC, SIG e Cartografia durante o processo de criação de representações, e mais amplamente, na criação de ferramentas de análise espacial. Além disso, deve-se identificar quais as vantagens que cada uma dessas ciências e incorpora-las no processo de análise de dados espaciais de modo a aumentar a capacidade de análise dessas ferramentas.

Palavras chaves: Cartografia, Visualização Cartográfica.

ABSTRACT

The spatial data analysis and information analysis is made through the creation of visualization. These visualization are realized in digital environments and the proximity with informatics establishes not only new horizons for data exploration, but also new challenges, as the understanding of the cartographic communication rules in computers screens. However, the data visualization has been handle differently in Cartography and Scientific Visualizations (ViSC), even using similar visual elements. The ViSC researches visualization techniques and application of texture on computational images in order to create bidimensional images and experimentation of the virtual world. In the Cartography, on the other hand, the research develops itself about the understanding and systemization of the communication process through analogical or digital maps. Through the communication models, established from this systematization, it is possible to have an overview from the communication process through map-like images and to consider requirements for integration of these sciences. It should be searched the integration of ViSC, GIS and Cartography during the design representations, and during the creation of geographical analysis tools, through identification of which are the advantages of each one of these sciences and incorporate them in the process of spatial data analysis. It will result in an increase the analysis capacity of these tools.

Keywords: Cartography, Cartographic Visualization.

1. INTRODUÇÃO

A análise de dados e informações é realizada através da criação de visualizações. Estas visualizações são, cada vez mais, realizadas em ambientes digitais. O mesmo ocorre com as informações espacializadas que passaram de representações em papel para representações digitais. A visualização de informações vem sendo estudada e construída ao longo do tempo pela Cartografia e pela informática, porém de modo separado. Mas, apesar de utilizarem diferentes abordagens para a exploração de dados, muitas vezes a visualização científica e visualização cartográfica se utilizam de um mesmo conjunto de elementos visuais como meio de exploração de dados e geração de conhecimento. Segundo Peterson (1995), visualização é a criação de imagens gráficas computacionais que mostram dados para interpretação humana, particularmente de dados científicos multidimensionais, e é baseada na habilidade humana de impor ordem e identificar padrões. Visualização tem sido interpretada como um método computacional que incorpora a coleta de dados, organização, modelagem e representação.

A visualização científica pesquisa técnicas de visualização e aplicação de textura a imagens computacionais de modo a criar imagens bidimensionais e a experimentação do mundo virtual. Na Cartografia, por outro lado, as pesquisas se desenvolvem em entender e sistematizar o processo de comunicação através de mapas. Por meio de modelos desenvolvidos pela Cartografia para realizar essa sistematização, é possível se ter uma visão geral do processo de comunicação por mapas e propor requisitos para integração dessas ciências. O objetivo da integração da visualização científica com a Cartografia é identificar aspectos de visualização científica que possam aumentar a funcionalidade e eficiência das representações em SIG de modo a satisfazer os diferentes tipos de análises para os quais estes vêm sendo aplicados.

Portanto, ao se desenvolverem novas ferramentas é necessário que se compreendam quais as vantagens que cada uma das ciências tem em suas técnicas de modo a incorporá-las no processo de análise de dados espaciais de modo a se atender alguns requisitos que aumentem a capacidade de análise dessas ferramentas. O objetivo deste artigo é discutir as vantagens da integração destas técnicas na análise visual realizada em ambiente digitais.

2. VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA E CIENTÍFICA

A análise de dados e informações espacializadas é realizada pela criação de visualizações através de mapas. Apesar de diferentes abordagens terem sido adotadas pela Cartografia e ViSC, a exploração de dados em ambas muitas vezes se utiliza dos mesmos elementos visuais como meio de exploração dados e geração de “*insight*”. Essa

semelhança gera algumas confusões de interpretação e justifica a comparação das duas técnicas.

Segundo Wood e Brodli (1994), o termo visualização científica apareceu pela primeira vez na publicação da *National Science Foundation*, em um relatório intitulado *Visualization in Scientific Computing*. A partir daí estudos sobre técnicas de visualização e aplicação de textura a imagens computacionais passaram a constituir um segmento de pesquisa chamado *Visualization in Scientific Computing*, ou simplesmente ViSC. Visvaligam (1994) apresenta duas conotações para ViSC. Primeira, o termo visualização representa o uso de informática para explorar dados de forma visual e para experimentar mundos virtuais usando os caminhos sensoriais dos humanos. Nessa conotação estão inseridas todas as possibilidades de exploração de ambientes virtuais, sons e animações, além de imagens bi/ e tridimensionais. Na segunda conotação, a atenção é focada no uso de gráficos computacionais como meio para adquirir um profundo entendimento sobre os dados. Essa conotação, apesar de restrita ao uso de imagens, tem se mostrado a principal linha de pesquisa segundo esse autor. Wood e Brodli (1994) expandem a visão de Visvaligam (1994), afirmando que ViSC pode ser entendida como um conjunto de ferramentas, técnicas e sistemas especificamente desenvolvidos para gerar profundo conhecimento dos dados através da análise visual dos mesmos. Peterson (1995), adotando a segunda conotação de Visvaligam (1994), afirma que visualização é a criação de imagens gráficas computacionais que mostram dados para interpretação humana, particularmente de dados científicos multidimensionais, e é baseada na habilidade humana de impor ordem e identificar padrões. Pode-se entender que essa definição incorpora a coleta de dados, organização, modelagem e representação dos mesmos.

Por outro lado, na Cartografia além da representação em si mesma, há muito tempo se busca sistematizar o processo de comunicação cartográfica de modo a entender o seu funcionamento. Inicialmente, o objetivo do processo da ênfase em comunicação cartográfica era determinar a resposta do usuário aos elementos de um mapa individual para se modificar o processo de desenho do mapa (Robinson, 1952 apud Peterson, 1995). Mais tarde houve a mudança do conceito de mapa como um instrumento de comunicação. Ao invés de se ater somente às técnicas de construção de mapas e ser uma adaptação às inovações tecnológicas, os cartógrafos puderam examinar a função e propósito do mapa. Os mapas se tornaram objeto de pesquisa científica e filosófica.

Segundo Peterson (1995), a pesquisa em comunicação cartográfica teve duas fases principais:

a) inicialmente preocupada com a relação estímulo-resposta de símbolos individuais, a Cartografia incorporou a pesquisa de métodos psicofísicos e tentou determinar como variações perceptivas ajustam escalas de símbolos, e;

b) uma segunda etapa que a partir do final dos anos 1970, dirigiu as pesquisas em Cartografia à psicologia cognitiva e em como os mapas são processados e lembrados.

Entretanto, o objetivo permanece o de encontrar um meio de melhorar os mapas de modo que eles possam comunicar mais, ou mais acuradamente, informações para o usuário. Por isso as pesquisas em comunicação Cartográfica têm sido guiadas por modelos de comunicação. A Figura 1, abaixo, apresenta o modelo simplificado de comunicação cartográfica.

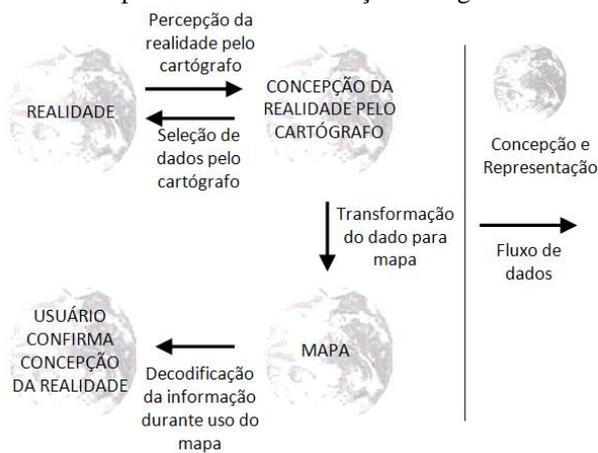


Fig. 1 - Modelo simplificado de comunicação de mapas. Fonte: Dorling e Fairbairn, 1997, adaptado pelo autor.

Esse modelo simplificado, um dos primeiros a serem publicados, coloca o mapa como um produto acabado, isolado em tempo e espaço. O objetivo do cartógrafo era conseguir uma descrição fiel da realidade através de abstrações próprias. Além disso, a produção cartográfica seguia convenções do desenho de mapas que foram desenvolvidas através do tempo, muitas vezes por tentativa e erro, e, às vezes, apoiada pela pesquisa científica em processos cognitivos humanos. Em 1969 Kolacny propôs um modelo de comunicação que integrava o processo de construção do mapa e o processo de extração e interpretação da informação do mundo real.

O modelo de Kolacny assume a necessidade de existirem elementos comuns (linguagem e objetivos) nas realidades do cartógrafo e do usuário para que seja possível o reconhecimento da representação da informação. Neste processo, o modelo de Kolacny de comunicação cartográfica considera níveis diferenciados entre o cartógrafo e o utilizador do mapa. O cartógrafo realiza uma representação que coincide com partes da realidade do usuário através da observação da mesma realidade segundo o seu ponto de vista e traduz essa observação, através da incidência de todo o seu conhecimento e experiência em categorizar, organizar e abstrair a informação a ser representada, na forma de mapa. O mapa é, portanto, o produto que vai permitir ao usuário, utilizador do mapa, extrair do mapa uma mensagem de forma a ter uma idéia sobre as informações coletadas a partir da realidade e permitir inferências sobre essas informações.

Segundo Peterson (1995), o modelo de Kolacny obriga ao usuário do mapa a se ajustar à representação do mundo criada pelo cartógrafo. Pode-se entender que o mapa é uma criação exclusiva para determinado usuário. Esse modelo apresenta uma fragilidade acentuada, pois a comunicação é realizada quando a informação representada é adequadamente entendida pelo usuário, mas esse entendimento ocorre sob a influência de diversos fatores que fazem com que diferentes pessoas percebam o mesmo mapa sob diferentes enfoques. Entretanto, mais recentemente os cartógrafos mudaram a ênfase do modelo de comunicação de mapas para o conceito de visualização cartográfica. Essa alteração de ênfase no modelo começou em 1992 quando MacEachren, Di Biase, Monmonier, e outros, definiram visualização como análise de mapas em forma analógica ou digital. Porém, em 1994, MacEachren revisou seu conceito de modo a estabelecer um modelo que hoje é bastante conhecido em Cartografia analítica como cubo de uso de mapas ou Cartografia ao cubo (Figura 2).

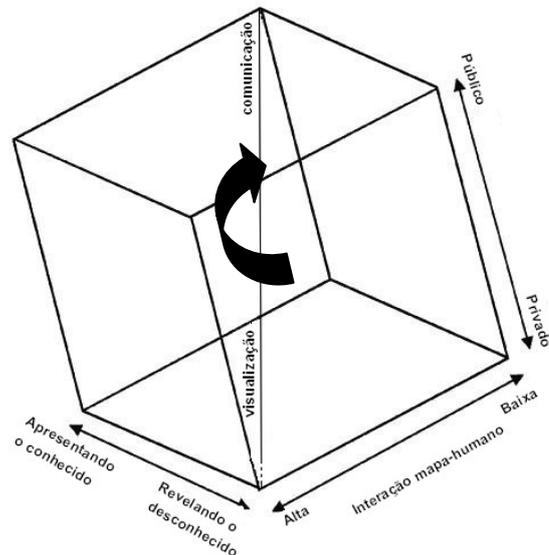


Fig. 2 - Modelo Cartografia³. Fonte: MacEachren e Kraak, 1997, adaptado pelo autor.

Nesse modelo existem três *continua*, ou domínios:

- o *continuum* da publicidade dos dados que varia de privado, onde indivíduos exploram dados espaciais, a público, onde uma grande quantidade de usuários pode usar o dado publicado;
- o *continuum* da exploração dos dados, no qual o foco é revelar o desconhecido, ao uso do mapa no qual o conhecido é apresentado; e
- o *continuum* do mapa que varia de alta a baixa interação humana.

Por esse modelo apresentado por MacEachren, a visualização cartográfica é enfatizada quando mapas de alta interatividade humana ocorrem no domínio privado com objetivo de revelar o desconhecido. Deve-se entender que o processo do uso de mapas é dinâmico,

ou seja, no momento que a visualização sobre dados privados e desconhecidos é realizada, o usuário está tomando conhecimento dos padrões e relações internas dos dados. Então o processo deixa de ser somente visualização e passa a se deslocar para outro ponto do cubo onde visualização e comunicação ocorrem conjuntamente. Ainda, se o usuário passa a gerar produtos como, por exemplo, imagens estáticas para vinculação em periódicos ou internet então o uso se volta para a comunicação. E todo processo acontece repetidas vezes, de acordo com o tipo de abordagem que o usuário define. Essa idéia concorda com MacEachren e Kraak (1997), que afirmam que:

“Todo uso de mapas envolve visualização (definido livremente como encadeamento do pensamento visual e construção do conhecimento) e comunicação (definido livremente como transferência de informação), mas o uso de mapas pode diferir consideravelmente de acordo com a ênfase que é dada a essas atividades”.

MacEachren e Kraak (1997) retomam a representação da Cartografia³ e afirmam que as estratégias de visualização devem ser diferentes para *display* visuais e para sistemas de suporte ao uso de mapas em vários aspectos no espaço de uso do mapa. Esses autores afirmam que podem ser reconhecidos quatro objetivos de uso de mapas. Cada um requer seu próprio enfoque e tem características dos quais implicam a posição do objetivo no cubo de uso, conforme a Figura 3.

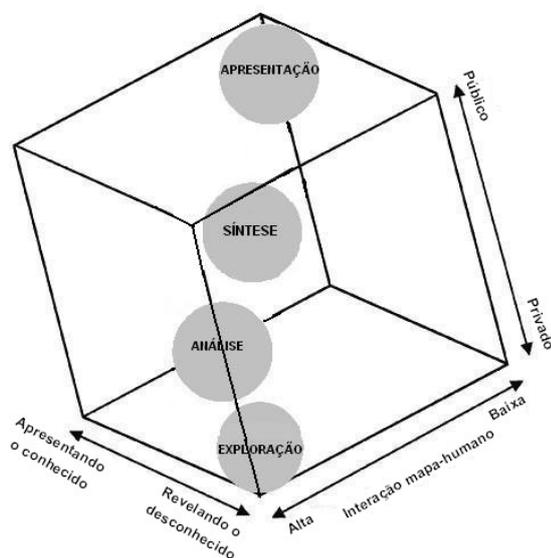


Fig. 3 - Cubo de uso de mapas. Fonte: MacEachren e Kraak (1997), adaptado pelo autor.

Um mapa particular, sendo estático ou dinâmico, deve ser usado para alcançar os objetivos de exploração, análise, síntese e apresentação. A distinção entre os objetivos é baseada não no tipo de mapa, mas no público a que se destina, relações entre os dados e nível de interação típicos de cada objetivo (MacEachren

e Kraak, 1997). Neste cubo, pode-se observar os seguintes objetivos:

- Exploração: Visualização para explorar, examina o desconhecido e frequentemente dados brutos, é a estratégia dominante no canto do cubo de uso de exploração privada de dados desconhecidos;
- Análise: Visualização aplicada à análise geralmente envolve manipulação de dados conhecidos na procura por relações desconhecidas e respostas a questões. O uso de estratégias aqui é relativamente o uso privado que é facilitado por sistemas interativos;
- Síntese: Visualização aplicada à síntese de informação move a ênfase para longe da simples investigação e da atividade de revelar o desconhecido para apresentar o conhecido. Com a síntese, entretanto, há ainda consideráveis possibilidades de “insight”;
- Apresentação: Apresentação é comumente comparada à comunicação cartográfica (no sentido cartográfico do modelo de comunicação). Apresentação pode, entretanto, incluir tanto transferência de uma mensagem pré-determinada e fazer o encadeamento de novos “insight” na pessoa que acessa a representação. A visualização aplicada à apresentação enfatiza o uso público e a apresentação da informação é amplamente conhecida para o desenvolvedor do mapa, mas não ao usuário da informação.

Concordando com Turk (1994) que ressalta que a “Cartografia é comumente identificada como uma aplicação da visualização científica quando, na verdade, a Cartografia é a técnica fundamental de visualização que de modo particular é usada em muitas áreas da ciência”, pode-se entender que a Cartografia não apenas previu a moderna ViSC mas também originou muitas das suas técnicas gráficas. A pergunta que surge então é como integrar esses conhecimentos?

O objetivo da integração da visualização científica com SIG é identificar aspectos de ViSC que possam aumentar a funcionalidade e eficiência do SIG de modo a satisfazer os diferentes tipos de análises para os quais estes vêm sendo aplicados. Por isso, a criação de visualizações é um aspecto crítico em SIG, especialmente quando essas imagens são criadas para serem empregadas em sistemas de suporte à decisão. Porém, em SIG, a visualização de dados espaciais tende a ser restrita às soluções dadas a mapas convencionais e perspectivas tridimensionais do terreno ou superfícies estatísticas. Entretanto, há uma demanda da visualização em SIG ser mais sofisticada, bem como a tendência em se obter visualizações mais realísticas, através do aumento do uso de gráficos abstratos para representar a distribuição de fenômenos não visuais e para descrever processos.

Van Elzakker (1999) afirma que para cada tipo de uso do mapa há uma visualização mais eficiente. Essa afirmação concorda com Turk (1994) que propõe a necessidade de estratégias de escolha dos métodos de visualização. Van Elzakker (1999) propõe ainda um número mínimo de requisitos para um programa eficientemente realizar a visualização de dados:

- a) Funcionalidades multi-janelas
- b) Variáveis visuais dinâmicas
- c) Sistema cartográfico especialista
- d) Comparações espaciais
- e) Funcionalidades de SIG
- f) Generalização
- g) Metadados
- h) Modelagem espacial
- i) Interface gráfica interativa
- j) Capacidade de edição via imagem

Em relação a estes requisitos algumas considerações podem ser feitas:

a) Funcionalidades multi-janelas: Basicamente se trata da existência de várias janelas representando vários atributos do mesmo conjunto de dados. Tipicamente, nas abordagens construídas até o momento nos meios acadêmicos, essas janelas são divididas em dois grupos. O primeiro grupo é o da representação cartográfica tradicional, como mapas coropléticos ou de pontos proporcionais, e o segundo grupo é o de janelas com visualização estatística como *data mining*, gráficos de regressão linear e histogramas. Entretanto, mesmo com a capacidade tecnológica, não se encontrou, durante o desenvolvimento deste estudo, um sistema multi-janelas capaz de oferecer ao usuário a possibilidade de usar diferentes tipos de representação cartográfica em um mesmo momento de análise, como por exemplo uma janela com uma representação por pontos proporcionais e outra janela interconectada com uma representação coroplética;

b) Variáveis visuais dinâmicas: Esse tópico é bastante relacionado à interatividade. Pode-se entender variáveis visuais dinâmicas como sendo a adaptação do comportamento das variáveis visuais presentes na representação às condições alteradas pelo usuário durante o processo de análise;

c) Sistema cartográfico especialista: Esse é um ponto crítico na criação de programas de visualização cartográfica. A Cartografia para mapas topográficos é bem definida e segue as diretrizes definidas pelo agente nacional de Cartografia de cada país. Entretanto, criar um sistema especialista para criação de mapas temáticos é tarefa bastante complicada. O foco do mapa e o público a que se destina esse mapa definem quais elementos e como serão representados. Ainda que exista a teoria de linguagem cartográfica e projeto cartográfico temático, a implementação de um sistema especialista não é tarefa trivial face a subjetividade inerente ao processo;

d) Comparações espaciais: As comparações espaciais ocorrem com possibilidade de comparar padrões e distribuições espaciais de diferentes fenômenos, ou seja, visualizar diferentes mapas justapostos ou próximos identificando elementos comuns, distribuições e diferenças nos elementos de comparação;

e) Funcionalidades de SIG: São as funcionalidades comuns a todos os sistemas de informação geográfica. Entre elas estão ferramentas de pesquisas a banco de dados e pesquisa posicional entre feições, medições de áreas e distâncias, áreas de influência (“*buffer*”), projeções cartográficas e ferramentas de análise espacial, ainda que esses dois últimos exijam conhecimento técnico por parte do operador;

f) Generalização: Para o caso de programas de visualização científica, a generalização difere um pouco da visão tradicional no que se refere à área a ser generalizada. Na visão tradicional os mapas são generalizados a partir de um mapa base para o mapa final, ou destino, criando-se mapas em escalas intermediárias e, eventualmente, sendo todos os dados derivados armazenados em um mesmo bancos de dados. No caso de programas de visualização cartográfica, a generalização cartográfica, como entendido neste trabalho, deve acontecer somente na área da janela de pesquisa (“*extend*”) que o usuário trabalha no momento da pesquisa e de forma dinâmica. Dessa forma, quando usuário utilizasse uma vista afastada para visualizar uma escala menor, a generalização resultaria em um mapa com elementos generalizados (menor número de elementos e elementos mais simples). Quando o usuário utilizasse uma vista mais próxima para ampliar a escala, os elementos da representação teriam mais detalhes e um número maior deles estaria presente na representação dentro da janela de pesquisa.

g) Metadados: São dados não espaciais relacionados à informação contida no arquivo. Por exemplo, pode-se citar escala, data de aquisição dos dados, Datum, executor e quaisquer outras informações sobre os dados que asseguram qualidade das informações. O programa deve ser capaz de permitir a edição e consulta, se necessário, das informações dos metadados;

h) Modelagem espacial: Esse aspecto se relaciona com os modelos conceituais a serem aplicados sobre os dados. Geralmente os programas têm algoritmos bem desenvolvidos para garantir qualidade e rapidez na aplicação e análise destes dados dentro dos modelos. Programas com algoritmos modeladores de terreno, de volume, de atmosfera, e de superfícies matemáticas, são exemplos de programas que realizam a modelagem espacial. Entretanto, se um usuário desenvolve alguma análise bastante específica, o programa deve ser capaz de permitir a inserção de parâmetros que permitam a realização de testes com o modelo do usuário.

i) Interface gráfica interativa: Um ponto importante é a criação de interfaces que priorizem a interação humano computador (IHC), de modo a potencializar a imersão do usuário no processo de pesquisa. Essa interface compreende botões e acesso a ferramentas de modo mnemônico, possibilitando ao usuário fácil aprendizado do uso do programa e evitando desviar a atenção da pesquisa;

j) Capacidade de edição via imagem: Alguns dos programas de SIG atualmente já oferecem essa possibilidade. É possível ao usuário manipular a representação de uma feição, alterando o valor da área de um polígono, por exemplo, e essa alteração automaticamente se reflete no banco de dados.

Observando e integrando esses requisitos em um sistema de análise de dados como um SIG haverá um grande incremento na capacidade de análise desses sistemas. Schmidt (2008), realizou uma análise em dois programas SIG disponíveis atualmente, ArcGis e Spring, e não foi possível identificar a presença destes requisitos incorporados em um único sistema. Alguns desses requisitos são abordados em profundidade e outros apenas superficialmente, entretanto as funcionalidades multi-janelas e generalização são inexistentes.

3. CONCLUSÕES

A integração de ViSC, SIG e Cartografia deve ser procurada durante o processo de criação de representações, e mais amplamente, na criação de ferramentas de análise espacial. Cada uma dessas áreas, com suas filosofias próprias, têm muito a contribuir com o objetivo de melhorar e entender o processo de visualização de dados geográficos e não geográficos, e a construção de conhecimento através de representações gráficas. Visvalingam (1994) afirma que SIG, Cartografia e ViSC são entendidas como disciplinas complementares, pois na medida em que SIG e ViSC se tornaram linhas de pesquisa da informática, a Cartografia tem mantido seu escopo não limitado pela compatibilidade com informática. Assim a ViSC pode aumentar bastante o nível de sofisticação na criação de ferramentas de visualização de dados espaciais, haja vista o potencial de prover conhecimento científico de grande valor já que antes da era computacional esses mapas eram o que havia de mais sofisticado e visualização.

Essa integração se dirige para expandir mais e mais o poder da Cartografia. Por isso estudos devem ser desenvolvidos para entendimento do funcionamento de como as representações em ambiente digital ajudam a comunicar informações e suas relações. Concordante com (Turk, 1994), a visualização não deve ser selecionada meramente baseada em tradição, mas criteriosamente de modo a potencializar o resultado da análise exigindo, para isso, uma metodologia racional para o projeto e desenho de visualizações em SIG. Os

quatro objetivos de uso do mapa definidos por MacEachren e Kraak (1997) (exploração, análise, síntese e apresentação) devem ser diretrizes no momento da seleção de regras, variáveis visuais e composição do mapa ou da representação. Associando diferentes representações em um sistema com capacidade para gerenciar diferentes visualizações sobre os mesmos dados simultaneamente, expandirá a capacidade do usuário de entender as relações entre os dados.

Além destes, considera-se que os requisitos apontados por Van Elzakker (1999) para programa de visualização são válidos como critérios para avaliação e devem ser inclusos em programas gerenciadores SIG por ser essa uma poderosa ferramenta de análise de feições. Com isso será acrescida a visualização cartográfica à capacidade de análise do Sistema de Informações Geográficas, pois a visualização cartográfica tratada nos SIGs atuais é realizada através de símbolos pré-formatados sendo limitado em relação ao número de possibilidades de construção da simbologia usando combinações das variáveis visuais. Por isso, apesar de poderosos para aplicações gerais, em mapas de conteúdo complexo, mesmo com a habilidade do cartógrafo, a visualização pode ficar confusa dificultando a comunicação da informação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIENKO, G. L. & ANDRIENKO, N. V. Interactive maps for visual data exploration. In: **International Journal Geographic Information Science**, vol 13, No 4, 1999, pp 355-374.

DORLING, D., FAIRBAIRN, D. **Mapping: ways of representing the world**. Essex: Longman, 1997. 184p.

MACEACHREN, A. M. & KRAAK, M.J. **Exploratory Cartographic Visualization: Advancing the Agenda**. Elsevier Science Ltd. 1997. PII: S0098-3004(97)00018-6

PETERSON, M.P. **Interactive and animated cartography**. Prentice-Hall, Inc. 1995. ISBN 0-13-079104-0.

ROBBI, C. **Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano**. São José dos Campos. 2000. Tese (doutorado em ciência da computação). 369f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE.

TURK, A. Cogent GIS Visualizations. In **Visualization in Geographical Information Systems**, Organizado por H. Hearshaw and D. Unwin. Chichester, U.K. Ed. John Wiley and Sons. 1994. p 26-33.

VAN ELZAKKER, P.J.M. C. Thinking aloud about exploratory cartography. In: C.P. Keller (ed.), **Touch the Past, Visualize the Future. Proceedings 19th**

International Cartographic Conference, Ottawa, Canada, August 14-21, 1999. Section 5: Capitalizing on new technologies. CD-ROM. Printed version: Vol. 1 of 2, pp. 559-569. Ottawa: Organizing Committee for Ottawa ICA 1999. ISBN 0-919088-54-6.

VISVALINGAM, M. Visualization in GIS, Cartography and Visc. In **Visualization in Geographical Information Systems**, Organizado por H. Hearnshaw and D. Unwin. Chichester, U.K. Ed. John Wiley and Sons. 1994. p 18-25.

WOOD, M., & BRODLIE, K. ViSC and GIS: Some Fundamental Considerations. In **Visualization in Geographical Information Systems**, Organizado por H. Hearnshaw and D. Unwin. Chichester, U.K. Ed. John Wiley and Sons. 1994. p 3-8.