

Atlas de Quebec: < <http://www.unites.uqam.ca/atlasquebec/cadres/accueil.htm>>
National Atlas of Canada Online: < <http://www.atlas.gc.ca/english/>>
Atlas de São Paulo: < http://www.prodiam.sp.gov.br/svma/atlas_amb/index.htm>

VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA: O AVANÇO DA CARTOGRAFIA DIGITAL

Profa. Dra. CLAUDIA ROBBI SLUTER
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências da Terra
Departamento de Geomática
Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas
robbi@geoc.ufpr.br

ABSTRACT

An important evolution in digital cartography has taken place during the 1990's. After many years of the development of computer tools for digital cartography, primarily designed to automate the traditional methods of producing topographic maps, the early 1990's saw a significant change in digital map concepts. With the new understanding that computer tools can be employed by map users for generating and transforming maps, and that these maps can be seen as visual analysis tools, an important advance in digital cartography has taken place. If a user can choose a phenomenon to be visualized, and define the classification and symbology to depict the phenomenon on a computer screen, this map is called an interactive map. When a user can interact with a map, map use is broader than communication, the user is no longer just a passive receiver of geographic information but can explore data in order to understanding reality, and the map is transformed into a computer interface between the user and the real world. The exploration of geographic information using computer tools is similar to the exploration of data through scientific visualization tools. The results of studies and research in the areas of scientific visualization, computer graphics and geographic database concepts and techniques in digital cartography is called cartographic visualization or geographic visualization. This paper describes basic concepts about cartographic visualization and interactive maps, and is designed to present the potential contributions of digital cartography in education, planning and scientific research.

INTRODUÇÃO

Após anos de desenvolvimento de ferramentas computacionais para Cartografia Digital, cujo propósito foi automatizar os processos convencionais para produção de mapas, principalmente mapas topográficos, no início dos anos 90, ocorre uma mudança no conceito de mapa digital. O entendimento de que as capacidades computacionais podem ser utilizadas pelos usuários, para gerar e manipular diferentes mapas, e que estes mapas podem ser vistos como ferramentas de análises visuais significa um avanço na cartografia digital. Este avanço ocorre quando o mapa é a interface entre o usuário e a realidade, e esta interface é digital. As ferramentas computacionais permitem que o usuário deixe de ser um elemento passivo no processo de comunicação cartográfica, e passe a interagir ativamente no processo de aquisição de conhecimento com o uso de mapas. O mapa que permite a interação do usuário é chamado mapa interativo. O mapa interativo é dinâmico no sentido

de que o usuário pode desde selecionar quais fenômenos deseja visualizar, até como visualizar tais fenômenos, definindo a simbologia para apresentação das informações por ele selecionadas. Se o usuário pode manipular o mapa, ou os mapas, por ele criados, os mapas não são apenas meios de comunicação de informação, passando a serem utilizados como ferramentas de análises visuais. Quando ferramentas computacionais são desenvolvidas proporcionar aos usuários o entendimento sobre os fenômenos, em situações cujos propósitos podem ser planejamento ou estudos científicos, o uso dos mapas ultrapassa o de comunicação. Os mapas são então utilizados tanto para exploração dos dados, visando aquisição de conhecimento sobre uma determinada realidade, como para apresentar resultados, ou seja, comunicar resultados. Os estudos, conduzidos por alguns pesquisadores cartógrafos, dos aspectos comuns entre a utilização dos mapas para exploração de dados espaciais e visualização científica, resultou no que foi denominado Visualização Geográfica (Geographic Visualization) ou Visualização Cartográfica (Cartographic Visualization). Neste trabalho são apresentados conceitos sobre Visualização Cartográfica, incluindo mapas interativos, com o objetivo de apresentar as potencialidades dos avanços da Cartografia Digital, na última década, tanto para o ensino, como para planejamento e estudos científicos.

VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Por quê avanço da cartografia digital?

A visualização cartográfica vista como o avanço da cartografia digital é apresentada dentro do contexto do desenvolvimento das ferramentas computacionais para armazenamento, tratamento e apresentação das características geométricas das informações representadas em mapas. No início deste processo, décadas de 60 e 70, o desenvolvimento dos processos computacionais ocorre de acordo com duas diferentes abordagens:

- automatização das tarefas convencionais de produção de mapas, cuja preocupação residia na qualidade gráfica e geométrica do produto gerado;
- automatização das tarefas de análises espaciais, comumente baseadas em sobreposição de mapas ("overlay"). Segundo Burrough e McDonnell (1998), muitos destes programas foram projetados para análises de dados rápidas e baratas, baseadas em estruturas matriciais, cujos resultados impressos em impressoras matriciais não eram aceitos por cartógrafos como mapas.

Como consequência, observa-se o desenvolvimento de diferentes ferramentas agrupadas genericamente sob as denominações de Cartografia Assistida por Computador (CAC), muitas vezes chamadas genericamente de CAD (Projeto Assistido por Computador); e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Estes desenvolvimentos ocorreram de forma paralela, e suas diferenças podem ser notadas em trabalhos publicados no final dos anos 70 e início dos anos 80, nos quais são abordadas as diferenças entre CAC (ou CAD) e SIG.

Como ambas as abordagens tratam de armazenamento, manipulação e apresentação das características geométricas das informações referenciadas espacialmente, na década de 80 observa-se a incorporação de ferramentas de CAD em SIG. Isto ocorre devido à necessidade de armazenamento de informações da base cartográfica, sendo a digitalização um processo bastante comum na época. Na segunda metade da década de 80, devido a grande difusão dos computadores, consequência do advento dos microcomputadores pessoais, observa-se a popularização dos SIG, e os primeiros Atlas Eletrônicos. Os Atlas Eletrônicos surgiram pelo baixo custo de sua reprodução, e consequentemente dissiminação, quando armazenados em CD-ROM. Inicialmente eram reproduções em meio digital dos Atlas convencionais, ou seja, em papel. Assim, os mapas e imagens eram digitalizados, e apresentados na tela do computador, sem maiores avanços no que diz respeito ao uso das possíveis vantagens de técnicas computacionais, tais como hipermapas.

Com a popularização dos SIG, há também um aumento significativo da produção de mapas temáticos. A facilidade em se produzir mapas, proporcionada pela dissiminação dos microcomputadores, e interfaces de programas computacionais cada vez mais amigáveis, permite aos usuários de SIG produzir mapas. Estes usuários de SIG são chamados por Fairbairn (1994, p.906) de usuário/produtor de mapas, quando cita que “talvez a mudança mais importante na prática do mapeamento, nos últimos dez anos, seja o surgimento do usuário/produtor de mapas”.

Até então, os grandes avanços da pesquisa e consequente, desenvolvimento de ferramentas computacionais, acontecem para os SIG. Por outro lado, havia um sentimento de que não tínhamos muito mais a acrescentar na cartografia digital, além da pesquisa em generalização automática. Esta realidade muda radicalmente quando, no final da década de 80, início dos anos 90, conceitos de visualização científica são incorporados à cartografia digital. A produção e manipulação de imagens para ampliar o conhecimento sobre os dados científicos, além daqueles proporcionados pelos métodos convencionais de análises, é proposto para a cartografia digital. Com isso há uma mudança quanto ao uso dos mapas, que passam a ser vistos como ferramentas de análises, tanto para planejadores, como para cientistas (MacEachren e Kraak, 1997); (MacEachren, 1999) e (ICA, 1999). Este avanço é proporcionado pela utilização de técnicas de computação gráfica, de visualização científica e de sistemas de informações geográficas (Robbi, 2000).

Se ferramentas computacionais permitem que os mapas sejam utilizados tanto para analisar as características dos fenômenos geográficos, e sintetizar soluções, como também apresentar resultados, o uso dos mapas passa a ser mais abrangente que o de comunicação. Assim, o processo de comunicação cartográfica é redefinido, pois os mapas não são apenas meios de comunicar informação, mas também meios de visualização. (MacEachren, 1999) MacEachren et al. (1992, citado por DiBiasi et al., 1992, p.203) define visualização como “uma ação de cognição, uma habilidade humana de desenvolver representações mentais que nos permite identificar padrões e criar ou impor ordem”. Assim, a visualização de imagens (mapas), geradas e manipuladas durante o processo de análise, proporciona o conhecimento sobre os fenômenos geográficos, proporcionado pela análise das evoluções e interações destes fenômenos (Robbi, 2000).

Os estudos científicos com os quais a conceituação de visualização cartográfica é objetivada, resultaram em diferentes modelos, os quais representam como os mapas são utilizados nas fases de processo de análise. O resultado do desenvolvimento de tais modelos é sistematizado por MacEachren (1994b), com um modelo no qual a visualização cartográfica é definida num espaço tridimensional denominado de (Cartografia)³ (Figura 1) (MacEachren e Kraak (1997). Neste espaço os diferentes usos dos mapas são representados em 3 eixos: interatividade, audiência e propósito. A interatividade pode variar em diferentes graus, desde baixa até alta interatividade com o mapa. O propósito pode variar entre revelar o desconhecido até apresentar o conhecido. A audiência representa a variação entre o uso privado, e o uso público dos mapas, da mesma forma que no modelo apresentado por DiBiasi et al. (1990, citado em MacEachren, 1994a).

As variações de uso dos mapas, consequente da incorporação de técnicas de visualização científica à cartografia, como apresentadas no modelo de DiBiasi (1990, citado em MacEachren, 1994a), são definidas de acordo com as diferentes fases dos processos de análise e planejamento, ou seja, exploração, síntese, confirmação e apresentação (Figura 2). Estas fases são agrupadas em dois domínios: privado e público. No domínio privado os mapas são utilizados pelo usuário, ou grupo de usuários, quando este analisa os mapas para adquirir conhecimento, tendo em vista a tomada de decisão, no caso de planejadores, ou a solução de problemas, em estudos científicos. As conclusões alcançadas, tanto das atividades de planejamento quanto de estudos científicos, são definidas com um conjunto

de informações, as quais incluem mapas. Estas informações são apresentadas, ou seja publicadas, nas fases relativas ao domínio público.

No modelo (Cartografia)³ (Figura 1) observa-se que a variação entre visualização e comunicação é apresentada na diagonal do cubo. Esta variação é contínua pois representa a não existência de fronteiras quanto ao uso dos mapas, somente extremos. Além disso, tanto a visualização como a comunicação estão presentes em qualquer fase do processo de visualização cartográfica, sendo a diferenciação dada pela ênfase a uma ou a outra. Se o uso do mapa está ocorrendo com uma alta interatividade, a audiência é privada e o propósito é revelar o desconhecido, a ênfase é de visualização. Por outro lado, se a interatividade é baixa, a audiência é o público, e o propósito é apresentar o conhecido, a ênfase é na comunicação.

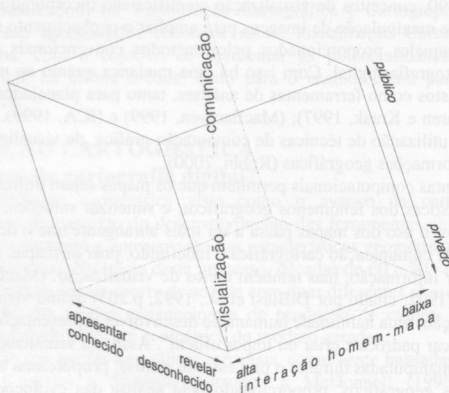


Fig. 1 – (Cartografia)³ – uma representação do ‘espaço’ de uso do mapa.
FONTE: Adaptada de MacEachren (1994b, p.6)

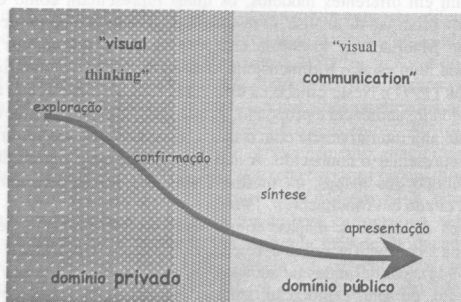


Fig. 2 – Os usos dos mapas na visualização cartográfica.

FONTE: Adaptada de DiBiasi (1990) citado por MacEachren (1994a, p.2)

Segundo VanElzakker (1999), um programa computacional para visualização cartográfica deve atender as seguintes exigências:

- Funcionalidade para visualização múltipla: possibilita a geração de vários tipos de mapas;
- Variáveis visuais dinâmicas: permite a geração de animações de mapas;
- Sistema especialista cartográfico: de forma a orientar o usuário na geração dos mapas temáticos, de acordo com os princípios de projeto cartográfico;
- Comparações estatísticas: comparação visual de distribuições ou padrões espaciais;
- Funcionalidade de sistemas de informações geográficas: necessárias às análises visuais;
- Generalização: pois a tela do computador é limitada em tamanho, e as análises espaciais exigem visualizações em diferentes escalas;
- Metadados: utilizados para informar aos usuários sobre a qualidade dos dados;
- Modelagem espacial: para a construção de modelos que representem hipóteses, sobre as quais as situações futuras possam ser analisadas.

Além disso, um sistema para visualização cartográfica deve permitir entrada, edição, integração e representação de dados cartográficos. Porém, Van Elzakker (1999, p.562) afirma que “até o momento, não há programa computacional que atenda a todos estes requisitos”, sendo necessário que estes tópicos a serem pesquisados.

Mapas interativos

Quando os mapas são interfaces entre o usuário e o mundo real, e o usuário pode interagir com esta interface, os mapas são chamados de interativos. Os mapas interativos são possíveis se ferramentas computacionais permitem ao usuário decidir quais fenômenos visualizar, e como estes fenômenos serão apresentados na tela do computador. O usuário pode, então, interagir com a base de dados, como por exemplo, definir e visualizar diferentes classificações para um determinado fenômeno, escolher a simbologia para visualizar as diferentes classificações, visualizar o comportamento de um fenômeno em diferentes épocas. Desta forma, o processo de comunicação no qual o mapa é resultado das decisões do cartógrafo, durante o projeto cartográfico, e o usuário apenas recebe o produto concluído, deve ser redefinido. Portanto, com os mapas interativos, o usuário é participante ativo no processo de comunicação cartográfica (Robbi, 2000). Peterson (1995) apresenta um modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo (Figura 3), e o define como “uma forma de apresentação cartográfica assistida por computador que tenta imitar a representação de mapas mentais. Porém, superam os mapas mentais por incluírem mais características do fenômeno e não conterem distorções ou enganos desses. O mapas interativo é uma extensão da habilidade humana de visualizar lugares e distribuições.”

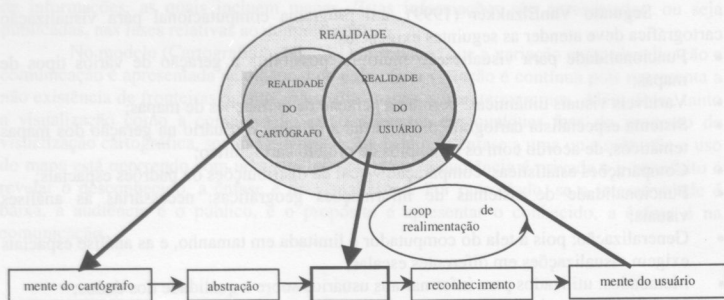


Fig. 3 – Modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo.

FONTE: Adaptada de Peterson (1995, p.6)

No contexto de mapas interativos o cartógrafo projeta e implementa as ferramentas computacionais, que compõem um ambiente de utilização dos mapas, e este ambiente é fornecido aos usuários. Os usuários, por sua vez, decidem como e quais informações serão por eles visualizadas. Portanto, na cartografia interativa os usuários produzem mapas, ou seja, decidem quais informações, como classificá-las, e como simbolizá-las tendo em vista a visualização. Se os usuários não são cartógrafos, e os mapas interativos são utilizados para análise visual de informações geográficas, não é suficiente que programas computacionais permitam aos usuários escolher aleatoriamente as formas e cores dos símbolos cartográficos. A possibilidade de aquisição de conhecimento na visualização de vários e diferentes mapas só ocorre se as soluções gráficas definidas para os mapas proporcionarem a visualização eficiente dos fenômenos geográficos. Consequentemente, as ferramentas computacionais devem auxiliar o usuário a produzir mapas de acordo com os princípios de projeto cartográfico. Para isto, duas soluções são propostas na literatura: tutorias que orientem os usuários sobre as decisões sobre representação cartográfica (Green, 1993); ou sistemas especialistas que automatizem as decisões de projeto cartográfico (SU, 1995); (Zhan e Buttenfield, 1995) e (Wang e Ormeling, 1996).

Exemplo de automatização de decisões de projeto cartográfico

O módulo “geração de informações temáticas” de um protótipo de um sistema para visualização cartográfica, projetado e implementado por Robbi(2000), exemplifica a automatização de algumas decisões de projeto cartográfico temático. Para que as decisões sobre como construir os mapas estejam embutidas no sistema dois princípios foram definidos. Primeiro, o sistema obriga o usuário a seguir uma sequência de etapas estabelecidas de acordo com as fases de um projeto cartográfico temático. Segundo, o conjunto de variáveis visuais disponíveis ao usuário, para cada mapa temático a ser criado, é definido com base na dimensão e nível de medida do tema mapeado.

De acordo com as etapas de projeto cartográfico, após o usuário decidir quais informações visualizar, este deve selecionar as feições que deverão ser representadas na base cartográfica do mapa temático (Figura 4). Em seguida, serão realizadas as tarefas relacionadas à representação temática propriamente dita. Assim, o usuário deve informar ao sistema tanto a dimensão da primitiva gráfica quanto o nível de medida com o qual as classes representadas são definidas. A próxima tarefa do usuário é então informar ao sistema as classes a serem representadas.

Com estas informações armazenadas, quando o usuário está para definir os atributos gráficos, incluindo forma e cores dos símbolos, o sistema o induz a selecionar uma variável visual. As opções de variáveis visuais, apresentadas ao usuário pelo sistema, são apenas aquelas adequadas à dimensão e ao nível de medida anteriormente definidos. Estas decisões são baseadas em conjuntos de regras, com as quais a adequabilidade das variáveis visuais para cada mapa temático é estabelecida em duas etapas. Primeiro, o sistema decide se cada uma das variáveis visuais será “disponível” ou “não disponível”. Segundo, o sistema define quais variáveis visuais, entre as disponíveis, poderão ser utilizadas para representar as classes do fenômeno (Robbi, 2000).

Exemplificando, se o fenômeno foi definido pelo usuário como “pontual” e “ordinal”, as variáveis disponíveis serão: forma, tamanho, tom de cor, valor de cor e saturação de cor. Com as variáveis tamanho, valor de cor e saturação de cor, as diferenças ordinais serão representadas. As variáveis forma e tom de cor são “disponíveis” porque o sistema deve desenhar todos os símbolos com uma determinada forma e um determinado tom de cor. Assim, 3 diferentes estados são assumidos pelas variáveis visuais: “variável”, “invariável” ou “nulo”, como apresentado na Tabela 1. Portanto, para cada mapa temático que está sendo gerado pelo sistema, as variáveis visuais são valoradas de acordo com estes 3 diferentes estados. As variáveis visuais que serão apresentadas como opções aos usuários são definidas como “variável”.

No exemplo da Tabela 1 são estas: tamanho, valor e saturação de cor. As variáveis visuais que são “disponíveis”, porém não serão apresentadas como opções aos usuários, são definidas como “invariáveis”. No mesmo exemplo são elas: forma e tom de cor. Esta informação é conhecida apenas pelo sistema, para possibilitar a definição completa do símbolo gráfico. O estado “nulo” é assumido pelas variáveis visuais definidas como “não-disponíveis”.

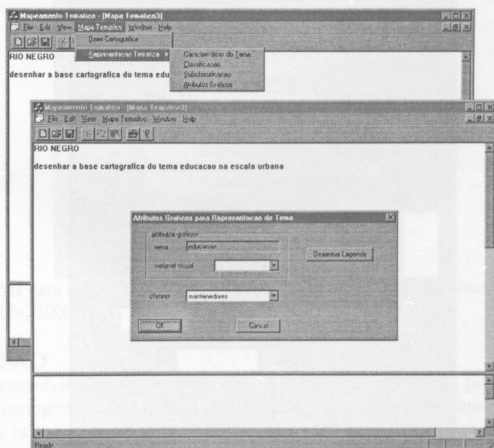


Fig. 4 – Exemplo de uma das interfaces de um sistema para geração de mapas temáticos
FONTE: (Robbi, 2000)

TABELA 1 – Estados das variáveis visuais para com dimensões pontuais

Nível de medida	<u>N</u> umérico	<u>O</u> rdinal	<u>N</u> ominal
Forma	Invariável	Invariável	Variável
Tamanho	Variável	Variável	Invariável
Tom de cor	Invariável	Invariável	Variável
Valor de cor	Variável	Variável	Invariável
Saturação de cor	Variável	Variável	Invariável
Textura	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Variável
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo

As etapas de geração de mapas temáticos são exemplificadas pela Figura 6 abaixo, as quais mostram resultados obtido com o protótipo implementado a partir do software SPRING.

Representação Temática

Tema: EscolastMantenedores

Nível de Medida: nominal Dimensão: pontual

Classes

- 1. municipal
- 2. estadual
- 3. privada

Atributos Gráficos...

Atributos...

Dados...

Nome: municipal Tabela: CLO00005 CR

Variável Visual: forma tom de cor orientacao

Subclasses

Criar Alterar Suprimir

Nível de Medida: nominal Dimensão Geográfica: pontual

Subclasses

Atributos Gráficos...

Atributos...

Dados...

Nome: Tabela: CR

Variável Visual:

Criar Alterar Suprimir

Executar Fechar Ajuda

Fig. 6 – Exemplo de automatização de decisões sobre variáveis visuais
 FONTE: (Robbi, 2000)

Neste exemplo, após o usuário ter definido a variável temática “Mantenedores das escolas”, as classes a serem representadas: escolas estaduais, municipais e privadas, e a dimensão “pontual” e nível de medida “nominal” desta variável, o sistema apresenta como opções as variáveis visuais: “forma”, “tom de cor” e “orientação”. O usuário seleciona uma destas variáveis visuais, e o sistema apresenta as opções para definição dos símbolos pontuais, de acordo com esta seleção. A Figura 7 exemplifica as opções para definição dos símbolos pontuais, quando o usuário seleciona a variável visual “tom de cor”. Neste caso, a forma definida pelo sistema é “círculo”, ou seja, o usuário não pode, por exemplo, representar as diferentes classes com variação em “tamanho” ou “forma” dos símbolos pontuais. A única possibilidade permitida pelo sistema é a representação de símbolos pontuais, cuja “forma” é círculo, com diferentes tons de cor, como por exemplo, “vermelho”, “azul” e “verde”.

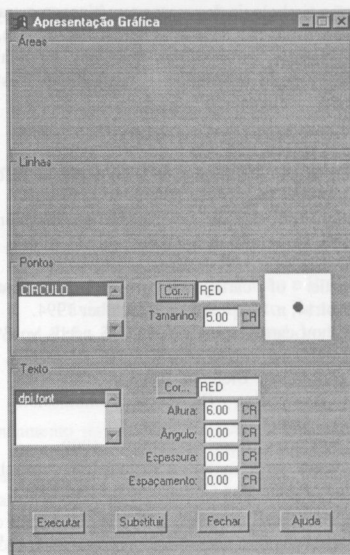


Fig. 7 – Opções para definição dos símbolos pontuais para a variável visual “tom de cor” é FONTE: (Robbi, 2000)

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da cartografia digital, proporcionado pelo conceito de visualização cartográfica, tem consequências tanto para o uso dos mapas, como para as pesquisas em cartografia. As consequências, vistas como vantagens, no que concerne ao uso dos mapas, são apresentadas por Taylor (1994) como diferenças entre visualização em cartografia e cartografia convencional. Taylor (1994) agrupa estas diferenças em quantitativas e qualitativas. As diferenças quantitativas estão relacionadas com produção rápida e barata de mapas. Assim, o usuário pode produzir muitos e diferentes mapas, e visualizar os fenômenos sobre vários diferentes aspectos. A diferença qualitativa está

relacionada à possibilidade de interação com os mapas gerados, e consequentemente a possibilidade de maior conhecimento sobre os fenômenos espaciais.

Quanto às pesquisas em cartografia digital, na medida em que a visualização cartográfica apresenta novas possibilidades de usos dos mapas, principalmente em relação ao uso interativo dos mapas, novas soluções são exigidas para projeto cartográfico. Com visualização cartográfica os mapas são apresentados na tela do computador. Consequentemente, pesquisas sobre percepção de cores em mapas digitais devem ser realizadas, considerando ser as cores resultantes de síntese aditiva, e a tela do computador limitada em tamanho. A limitação do espaço disponível à apresentação dos mapas demandam por pesquisa em generalização automática, pois é sabido que as ferramentas para “zoom” atualmente disponíveis em pacotes gráficos não são adequadas à generalização cartográfica.

Os resultados obtidos com o projeto e implementação de um conjunto de regras, para automatizar as decisões sobre a simbologia dos mapas temáticos, mostram a potencialidade de sistemas especialistas para produção de mapas temáticos. Porém, a pesquisa sobre sistemas especialistas para projetos cartográficos temáticos é, atualmente, incipiente. Algumas soluções apresentadas neste trabalho, nos mostram que estamos no começo, porém podemos avançar consideravelmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burrough, P. A. e McDonnell, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Nova York: Oxford University Press Inc., 1998. 333p.
- DiBiasi, D. et al. Animation and the role of map design in scientific visualization. **Cartography and Geographic Information Systems**, vol 19, n. 4, p. 201-214, 265-266, 1992.
- Fairbairn, D.J. The frontier of cartography: mapping a changing discipline. **Photogrammetric Record**, vol.14, n. 84, p. 903-915, October 1994.
- Green, D.R. Wherefore art thou cartographer? Your GIS needs you! In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 16., Colônia, Alemanha, Maio 1993. **Anais**. Deutsche Gesellschaft für Kartographie. Bielefeld, 1993, p. 1011-1025.
- International Cartographic Association (ICA) – Commission on Visualization. **Commission Overview**. [online]. <[www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAviz_overview\(1\).html](http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAviz_overview(1).html)>. 1999.
- MacEachren, A.M. **Some truth with maps: a primer on symbolization & design**. Washington, D.C.: Association of American Geographers, 129p. 1994a.
- MacEachren, A.M. Visualization in modern cartography: setting the agenda. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994b. p.1-12.
- MacEachren, A.M.; Kraak, M. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. **Computers & Geosciences**, vol.23. n. 4, p. 335-343, 1997.
- MacEachren, A.M. **Visualization – Cartography for the 21st century**. [online] <www.geog.psu.edu/ica/icavis/poland1.html>. 1999.
- Peterson, M.P. **Interactive and animated cartography**. Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice Hall, 1995. 257p.
- Robbi, C. **Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano**. Tese de doutorado apresentada e defendida no Curso de Computação Aplicada, INPE. Março, 2000.
- SU, B. A Generalized frame for cartographic knowledge representation. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 17., Barcelona, Espanha, 1995. **Proceedings**. Barcelona: Institut Cartographic de Catalunya, 1995, p. 761-770.

- Taylor, D.R.F. Perspectives on visualization and modern cartography. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994. p.333-341.
- Van Elzakker, C.P.J.M. Thinking aloud about exploratory cartography. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais**. Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 559-569.
- Wang, Z.; Ormeling, F. The representation of quantitative and ordinal information. **The Cartographic Journal**, vol.33, n. 2, p. 87-91, December 1996.
- Zhan, F.R.; Bittenfield, B.P. Object-oriented knowledge-based symbol selection for visualizing statistical information. **International Journal of Geographic Information Systems**, vol. 9, n. 3, p. 293-315, 1995.

Projeto Educa SeRe III – A Carta Imagem de São José dos Campos

TANIA MARIA SAUSEN¹
BERNARDO T.RUDDORFF²
JOÃO ÁVILA¹

ROMEU SIMI FILHO²
WELLINGTON RODOLFO CASTILHO DE ALMEIDA¹
VIVIANE GOMES C.DA ROSA¹
JOAQUIM GODOI FILHO²

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programas Especiais¹
Divisão de Sensoriamento Remoto²
Caixa. Postal 515 – 12201-970 – São José dos Campos-SP, Brasil
tania@ltid.inpe.br

1. Introdução

Desde o lançamento do primeiro satélite de sensoriamento remoto, em 1972, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais tem se preocupado com a disseminação e transferência desta tecnologia para usuários finais. Apesar de todas as atividades desenvolvidas, esta tecnologia ainda não é amplamente utilizada, como recurso didático, por professores do ensino fundamental e médio. Isto ocorre principalmente pela falta de capacitação de alguns professores, o alto custo das imagens de satélite e a falta de material didático dedicado exclusivamente ao ensino de sensoriamento remoto voltado ao nível fundamental e médio.

É necessário estender-se o processo de disseminação da tecnologia de sensoriamento remoto para estes estudantes, pois é desta comunidade que surgirá o cidadão do futuro, que deverá entender o relacionamento entre meio ambiente e sociedade, para proteger e preservar a Terra. É nesta fase também que eles estão escolhendo a sua futura profissão, sendo pois o momento adequado para motivá-los a trabalhar com sensoriamento remoto.

Para solucionar os problemas referentes a carência de material didático foi criado o PROGRAMA EDUCA SeRe, cujo objetivo é gerar material didático, a baixo custo, dedicado ao ensino de sensoriamento remoto nos níveis fundamental, médio e de graduação, de tal forma que esta tecnologia seja disseminada e torne-se acessível à todas as camadas da sociedade. O PROGRAMA EDUCA SeRe está dividido em cinco Projetos: