

O conteúdo do presente relatório é de única responsabilidade do(s) autor(es).
(The contents of this report are the sole responsibility of the author(s).)

**Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica como
sistemas semióticos: uma análise comparativa**

A.B. Prado M.C.C. Baranauskas C.M.B. Medeiros

Relatório Técnico IC-99-26

Dezembro de 1999

Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica como sistemas semióticos: uma análise comparativa

Alysson Bolognesi Prado¹
M. Cecília C. Baranauskas
Cláudia M. Bauzer Medeiros
Instituto de Computação – Unicamp
{alysson.prado,cecilia,cmbm}@dcc.unicamp.br

Sumário

Sistemas de Informação Geográfica têm experimentado avanços importantes motivados pelas novas tecnologias de informação, que também têm ampliado seu potencial de uso para além dos especialistas no domínio. Nesse sentido, os SIGs deveriam considerar a familiaridade do usuário com a Cartografia e sua forma tradicional de representação dos fenômenos naturais ou construídos pelo homem. Entendendo a construção e interpretação de mapas como atividades de comunicação, este trabalho visa avaliar o poder de expressão de SIGs no que se refere à representação de elementos cartográficos, a partir da abordagem Semiótica. Resultados obtidos da comparação dos sistemas semióticos da Cartografia e dos SIGs constataam uma grade diferença no potencial de comunicação em cada um dos domínios.

Abstract

Several improvements are noticed on Geographic Information Systems, motivated by the general trends in information technologies, expanding their potential uses to domain experts. In that sense, GIS should consider the user's familiarity with Cartography and its traditional way of representing natural phenomena. Understanding the construction and interpretation of maps as communication activities, this paper evaluates the expression power of GIS relatively to their cartographic elements, based on a Semiotic approach. Results obtained from the comparison between Cartographic and GIS semiotic systems show a great difference in the potential for communication for each one of the domains.

1.Introdução

O desenvolvimento da tecnologia de informação na última década tem oferecido oportunidades de melhorar dramaticamente o processo de tomada de decisões e resolução de problemas no domínio geo-espacial. Segundo Egenhofer (1999), embora os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) tenham alcançado um crescimento e popularidade sem precedentes na última década, para torná-los uma contribuição a comunidades mais amplas de usuários, mudanças significativas de *design* devem ocorrer. Em especial, uma nova tendência é acoplar SIGs a dispositivos de telefonia móvel e GPS, criando os *Spatial Information*

¹ Este trabalho tem o apoio da FAPESP (processo 98/15294-8) e PRONEX II MCT - SAI.

Appliances (SIA), assistentes pessoais do futuro para problemas que envolvem o espaço, movendo a tecnologia do desktop para o trabalho de campo e da mão dos cientistas e profissionais especializados para as dos cidadãos em geral.

Problemas sérios de usabilidade e *gaps* entre tarefas do usuário em implementações de SIG têm sido reportados em literatura recente. Câmara et al. (1999) argumentam que, apesar dos avanços ocorridos na modelagem de dados, é o *design* da interface de SIG que desempenha um papel crucial em determinar a aceitação do sistema. Davis & Laender (1999) discutem a utilidade dos SIGs entre diferentes grupos de usuários, cada qual com seu conjunto particular de aplicações e suas necessidades específicas no que diz respeito principalmente à representação dos objetos.

Ainda segundo Davis & Laender (1999, pág. 36) “a representação de um objeto espacial não determina completamente **sua aparência visual**, ou seja, a forma segundo a qual o objeto será apresentado ao usuário, na tela ou em papel. A cada representação correspondem uma ou mais **apresentações**, alternativas de visualização adequadas para comunicar o significado dos dados geográficos de acordo com as necessidades da aplicação”.

SIGs tentam preservar a familiaridade do usuário com a apresentação tradicional do mundo. Dominar o processo de representação da realidade através de mapas há muito tem sido objeto de estudo e pesquisa. A necessidade do homem de compreender o universo que o cerca exige que a cartografia, enquanto “arte de conceber, levantar, redigir e divulgar mapas” (Joly, 1990, pág. 7), seja cada vez mais eficiente.

Baseamos este trabalho na hipótese de que a construção e interpretação de mapas são atividades de comunicação sobre fenômenos e fatos do mundo real, tanto naturais quanto construídos pelo homem. Neste contexto, o objetivo do trabalho é avaliar o poder de expressão de Sistemas de Informação Geográfica no que tange a representação de elementos cartográficos, sob o ponto de vista da Semiótica.

A metodologia empregada para documentar e avaliar os elementos constituintes de mapas foi baseada em uma abordagem semiótica, tendo sido aplicada tanto a mapas produzidos a partir da Cartografia tradicional quanto aos produzidos por um SIG. Inicialmente, foram resgatados e classificados os elementos expressivos do domínio da cartografia tradicional. A seguir, foram avaliados diferentes SIG e a simbologia que estes disponibilizam para a geração de mapas, para verificar se as interfaces de tais sistemas disponibilizam elementos que possibilitem a comunicação cartográfica com eficiência comparável à dos mapas produzidos sem o uso de SIGs. Esta análise permitiu constatar uma grande diferença no potencial de comunicação em cada um dos domínios.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: inicialmente apresentamos trabalhos relacionados à representação visual cartográfica, objetivando uma melhor compreensão dos elementos cartográficos. A seguir, apresentamos o referencial de semiótica utilizado para a análise proposta. Na seção 4, analisamos comparativamente os dados coletados dos domínios cartográfico e de Sistemas de Informação Geográfica. Concluindo, discutimos os resultados, mostrando uma possível interpretação e projeções de seu uso no *design* de interfaces de Sistemas de Informação Geográfica.

2. Representações visuais em Cartografia

Existe um grande número de trabalhos voltados ao estudo da Cartografia e dos elementos utilizados na produção de mapas, como por exemplo Barkowsky & Freksa (1997), Couclelis & Gottsegen (1997). A seguir, discutiremos trabalhos que se distinguem dos demais pela sua maior preocupação com o processo de percepção e interpretação das representações visuais.

2.1. O conceito de variáveis visuais

O trabalho de Bertin (1967) não se resume à Cartografia, mas trata das representações visuais de um modo geral. O autor coleta e analisa diversas simbologias gráficas e, para cada uma, associa propriedades perceptivas que se pode obter com sua utilização. Como resultado, apresenta uma classificação dos dados a serem representados de acordo com sua natureza geométrica: pontos, linhas e áreas, o que foi chamado de **modos de implantação**. Por estar interessado na expressão no plano do papel, Bertin (1967, pág. 42) limita seu estudo a representações bidimensionais, desconsiderando também fenômenos de natureza temporal.

O ponto inicial do seu trabalho é a afirmação geral de que a comunicação é feita por meio de marcas no papel. A apresentação de um dado ocorre através de variações ou modulações de características dessas marcas, como sua forma, posição ou cor. Deste raciocínio surge a lista das variáveis visuais: tamanho, valor (tons de uma mesma cor), granulação, cor (matiz), orientação e forma, além da posição no plano bidimensional. Forma-se, assim, um conjunto de transformações que aplicadas isoladamente ou em conjunto seriam capazes de transmitir visualmente qualquer tipo de informação, respeitando-se as limitações que o próprio Bertin se impôs – bidimensionalidade e atemporalidade. O quadro apresentado na Tabela 1 sintetiza as categorias de variáveis visuais estudadas por Bertin para os diversos modos de implantação.

Para cada uma das variáveis visuais, são determinadas as possibilidades de percepção da natureza que se deseja imprimir aos dados:

- associativa: uma variável visual é dita associativa quando os dados por ela representados podem ser agrupados de acordo com outras categorias, independentemente das variações provocadas por esta variável. Ex: ao representarmos em um mapa duas informações a respeito de cada cidade, como população através do tamanho da mancha e atividade econômica principal através da forma (círculos para agricultura, quadrados para indústria, triângulos para outros), seremos capazes de visualizar a distribuição populacional independentemente da atividade econômica, identificando regiões com manchas maiores ou menores. Portanto a forma é uma variável associativa, suas variações podem ser tratadas de forma associada quando se analisa a outra variável (tamanho). Uma variável não associativa é dita dissociativa.
- seletiva: permite isolar espontaneamente todos os elementos pertencentes a uma mesma categoria, dentro do conjunto total dos signos representados. Ex: ao vermos

um conjunto de círculos de diferentes cores somos capazes de separar visualmente todos os de uma só cor dos demais. A cor é portanto uma variável seletiva.

- ordenada: uma variável é ordenada quando se perceber uma seqüência natural nos dados apresentados. Ex: diversos tons de cinza (valor), indo do mais claro ao mais escuro, podem ser percebidos como uma seqüência. Logo, valor é ordenado.

quantitativa: uma variável é quantitativa quando é possível atribuir um valor ao elemento representado a partir da sua representação. Ex: se uma figura é duas vezes maior que outra (tamanho), podemos dizer que a primeira representa um dado que tem duas vezes o valor da segunda.

Variáveis Visuais	Modos de Implantação					
	Pontual		Linear		Zonal	
Posição no plano						
Tamanho						
Valor	(tom claro)	(tom escuro)	(claro)	(escuro)	(claro)	(escuro)
Granulação						
Cor	(azul)	(vermelho)	(azul)	(vermelho)	(azul)	(vermelho)
Orientação						
Forma						

Tabela 1: Classificação das variáveis visuais de Bertin

As variáveis visuais podem ou não conseguir transmitir todas as propriedades perceptivas. A Tabela 2 indica o resultado dos estudos de Bertin, atribuindo a cada variável visual as propriedades perceptivas que ela permite.

Variáveis Visuais	Propriedades Perceptivas			
	Quantitativa	Ordenada	Seletiva	Associativa
Posição no plano	Quantitativa	Ordenada	Seletiva	Associativa
Tamanho	Quantitativa	Ordenada	Seletiva	Dissociativa
Valor		Ordenada	Seletiva	Dissociativa
Granulação		Ordenada	Seletiva	Associativa
Cor			Seletiva	Associativa
Orientação			Seletiva	Associativa
Forma				Associativa

Tabela 2: Propriedades perceptivas das variáveis visuais

Certas formas de representação não permitem detectar determinadas características dos dados (itens em branco na Tabela 2). Por exemplo, o uso da cor (matiz) não é capaz de traduzir o caráter quantitativo de uma representação, pois não existe uma relação natural entre matizes e quantidades na mente do leitor de um mapa. Uma associação desse tipo só seria possível mediante a criação arbitrária de uma escala de cores ou legenda (Monmonier, 1991, pág. 150).

Embora exista um esforço no sentido de criar condições para que o leitor do mapa seja capaz de identificar os diferentes elementos ou perceber sequências nos dados representados, a abordagem de Bertin não leva em consideração o **significado** que certas variáveis, como forma e granulação, podem sugerir ao leitor.

2.2. O conceito de alfabeto cartográfico

Ramirez (1993) coleta e analisa dados do domínio cartográfico visando identificar os elementos básicos com os quais mapas são construídos. Para isso, baseando-se na teoria de níveis linguísticos de Chomsky (1972), decompõe sucessivamente e isola os componentes de mapas até obter um conjunto básico de elementos. A este conjunto (Figura 1), deu o nome de **alfabeto cartográfico**. A seguir, definiu um conjunto de regras de utilização deste alfabeto, o que chamou de gramática cartográfica.

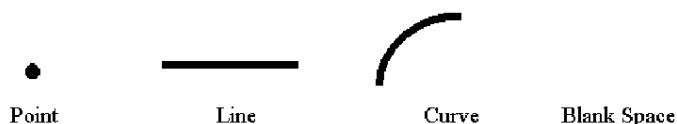


Figura 1: o alfabeto cartográfico de Ramirez

As regras da gramática levam a elementos semelhantes às variáveis visuais de Bertin, ou seja, são modulações a serem aplicadas sobre o conjunto básico de primitivas (afabeto), através dos quais seriam obtidas as possibilidades de representação para a construção de mapas. Sobre um mesmo elemento original - digamos, uma linha - podemos combinar variações de cor, granulação (tracejado, por exemplo) ou tamanho (espessura) e com isso progressivamente construir mapas.

Ramirez considera os mapas como sendo **sentenças**, conjuntos de elementos relacionados de modo a conter um significado específico: a descrição de uma realidade geográfica. Embora esta abordagem sirva ao seu objetivo de permitir automatizar a construção de mapas ao isolar seus elementos mínimos, a granularidade da decomposição atingida é alta, gerando elementos por si desprovidos de significado, o que não dá margem ao estudo dos fenômenos de comunicação que existem quando se constrói ou se interpreta um mapa.

2.3. Semântica cartográfica

Analogamente à abordagem de Ramirez, Pratt (1993) afirma existir muito em comum entre mapas e outras formas de comunicação como linguagens naturais escritas. Ambas as formas de expressão utilizam marcas de tinta sobre o papel, através de um código pré-

estabelecido. Entretanto, ressalta que o que diferencia os mapas é a sua característica geométrica e visual, o que os aproxima dos objetos que se deseja representar no sentido de se utilizar das características de percepção destes para representá-los.

A análise feita por Pratt tem como objetivo a determinação da **semântica cartográfica** (Map Semantics), ou seja, obter um conjunto de regras de validação do conteúdo de um mapa. Para tanto, lança mão da definição de Schlichtmann (1985), em que cada elemento cartográfico pode ser decomposto em dois componentes: o “substantivo” e a “localização”. Ao primeiro cabe transmitir a natureza do objeto representado (citando os exemplos do próprio Pratt, uma casa, uma igreja ou um poço) através de suas propriedades visuais (ainda seguindo o exemplo, \square , \dagger e \circ , respectivamente). Já o segundo transmite a localização do objeto no mundo real, com base na localização no mapa do elemento que o representa.


Para que o leitor de um mapa seja capaz de interpretar os pares substantivo e localização $X+(x,y)$ presentes no mapa, é preciso decodificar a realidade geográfica expressa por tais pares. Para isso, Pratt considera necessárias duas funções: uma função de **interpretação simbólica** $I(X)$, que correlacione cada elemento X do domínio cartográfico com o conjunto de entidades da realidade geográfica que se quer representar e uma função de **interpretação espacial** $\mu(x,y)$ que correlacione os pontos da superfície (x,y) do mapa com posições no espaço. Assim, a função I mapeia \square com o conjunto de casas, \dagger com o conjunto de igrejas, e assim por diante, enquanto μ informa suas respectivas localizações (Pratt, 1993, pág. 80).

A determinação da validade de cada elemento $X+(x,y)$ de um mapa ocorre ao verificarmos a existência no mundo real de seu correspondente $I(X)+\mu(x,y)$. Pratt prossegue no sentido de determinar as condições de validade do mapa como um todo, analisando as implicações da ausência de símbolos em determinada região do mapa, a ambiguidade figura/fundo (*figure/ground*). O próprio Pratt, entretanto, indica que não se aprofunda na descrição da função de interpretação $I(X)$, deixando de considerar formas de representação gráficas como cor e textura (como as variáveis visuais de Bertin), pois para seu objetivo é suficiente conhecer a existência de $I(X)$. No entanto, se pretendemos estudar o processo comunicativo de produção e interpretação de mapas, é justamente nesta função que devemos nos concentrar.

3. A Cartografia como um Sistema Semiótico

A ciência cartográfica sempre esteve atenta quanto à necessidade de utilização de elementos providos de significado, como nos indica Oliveira (1988, pág. 109):

Um símbolo cartográfico [...] não pode abdicar, inteiramente, do seu caráter figurativo associativo, em favor do símbolo geométrico puro.[...] Um mapa não é - não se pode permitir que seja - um diagrama meramente geométrico, em que as distâncias e as relações horizontais estejam corretas; deve, até certo ponto, sugerir a aparência do assunto.

Nosso trabalho adota a teoria semiótica como referencial para análise de representações cartográficas, pela clareza com que trata as relações de significação entre os elementos representantes e representados. A Semiótica se ocupa do estudo dos signos. Um signo é “algo que está para alguma coisa para alguém” (Peirce, 1990, pág. 46; Santaella, 1996). Peirce, um dos teóricos cuja obra serve de embasamento para este trabalho, define o signo como sendo uma relação triádica entre um objeto, um *representamen* e um interpretante (Figura 2). Objeto é a parte do signo a qual se quer referenciar (por exemplo, a existência de uma árvore em um determinado local). Já o *representamen* é a entidade que efetivamente é utilizada na tentativa de comunicação, com a intenção de representar o objeto (no mesmo exemplo, dado um mapa em papel do local, a presença de marcas de tinta na forma  ou mesmo simplesmente um X podem ser *representamens* da existência e localização da árvore). O processo de significação ou **semiose** ocorre quando, ao se apresentar o *representamen* a uma mente pensante, nela é produzida uma idéia que a remete ao objeto, idéia que é chamada **interpretante**.

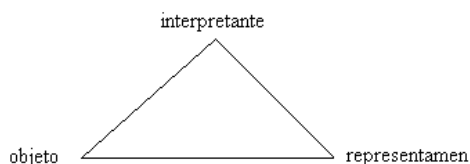


Figura 2: O signo de Peirce

Uma classificação geral dos signos proposta por Peirce os divide em ícones, índices e símbolos, de acordo com o tipo de relação existente entre o *representamen* e o objeto. A importância do estudo dessa relação, conforme salienta Santaella (1989, pág 58), está no fato de ela ser *a base fundamental para se considerar o nível ou grau de interpretabilidade do signo, isto é, seu potencial interpretativo*. A classificação de Peirce é apresentada a seguir:

- ícone: a representação se dá de uma forma direta, por semelhanças das características perceptivas entre objeto e *representamen*;
- índice: o *representamen* se associa ao objeto por uma relação natural de pressuposição ou dependência;
- símbolo: a associação é arbitrária, estabelecida socialmente ou de forma imposta.

Além desta primeira classificação, mais divulgada na literatura, Peirce propôs uma sub-classificação para os ícones (Peirce, 1972), cujo *representamen* passa a ser denominado **hipo-ícone**, e é classificado em:

- imagem : reproduz as qualidades características do objeto;
- diagrama: tem sua representatividade baseada nas relações entre as partes do objeto referenciado;

• metáfora: expressa “o caráter representativo de um *representamen*” (Peirce, 1972, pág. 117) através de um paralelo com algo diverso.

A Tabela 3 ilustra esta taxonomia, através de exemplos que extraímos da própria Cartografia. A seta no eixo vertical indica o sentido em que tanto a capacidade de significação (ou seja, seu poder representativo) como a especificidade de um signo aumentam.

Imagens são signos com um grau maior de especificidade, ou seja, podem ser utilizados como *representamens* de um conjunto menor de objetos. Além disso, estes signos carregam em si um maior poder de significação, pelo fato de sua relação com o objeto representado ser mais perceptível e imediata - são “auto-referentes” (Santaella, 1989, pág. 57). Caminhando em direção ao extremo oposto, temos signos cada vez mais desprovidos de relação direta entre *representamen* e objeto, sugerindo progressivamente uma interpretação menos imediata. Por isso, são signos com um grau de especificidade menor, permitindo que a eles seja associada uma gama maior de significados.

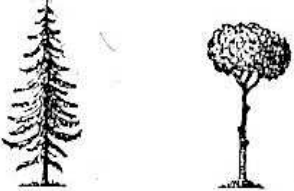
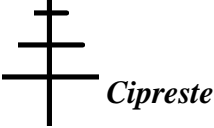

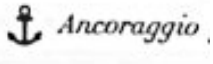
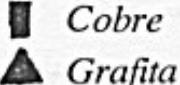
↑ significação/especificidade	Ícone	imagem		Extraído de Agostini (1972), tabela VIII
		diagrama		Agostini (1972), tabela VIII
		metáfora		Oliveira (1988), pág. 110
	Índice			Agostini (1972), tabela XIV
	Símbolo			Martinelli (1991), pág. 58

Tabela 3: Uma ilustração da taxonomia de signos de Peirce em elementos cartográficos


Esta classificação peirceana de signos pode ser usada como forma de traçar um perfil de um **sistema semiótico**, ou seja, de um conjunto de signos em um contexto em que possuem uma certa inter-relação e assumem uma determinada gama de significados.

Definimos **compatibilidade entre sistemas semióticos** como uma relação associativa baseada na distribuição que os signos neles presentes apresentam no eixo acima citado. Dois sistemas semióticos seriam compatíveis, ou seja, possuiriam grau de interpretabilidade equivalente para um mesmo perfil de indivíduo interpretador, se os elementos expressivos que o constituem utilizam proporcionalmente as mesmas formas de significação.

4. O estudo dos sistemas semióticos da Cartografia e de SIG

Com base na taxonomia de signos apresentada na seção anterior, procedeu-se a coleta e classificação dos dados referentes aos dois sistemas semióticos analisados. Foram utilizados livros e publicações voltadas para o ensino de Cartografia, principalmente aqueles editados antes do surgimento de SIG, procurando um maior grau de independência entre os dados dos dois sistemas semióticos aqui estudados.

Em paralelo, foi feito o mesmo trabalho de análise sobre interfaces de três Sistemas de Informação Geográfica, para identificar os conjuntos de signos disponibilizados para o usuário durante o processo de confecção de mapas. Foram usados os SIG ArcView 3.0 (<http://www.esri.com>), Idrisi 2.01 (<http://www.idrisi.com>) e Spring 3.2 (<http://www.dpi.inpe.br/spring>).

O método adotado para classificação dos signos em cada um dos sistemas semióticos estudados baseou-se no seguinte procedimento: na Cartografia pré-computacional encontramos a relação *representamen*-objeto explícita em descrições didáticas de como construir mapas e representar acidentes geográficos, vegetação, construções humanas, etc., bastando classificar esta relação de acordo com a taxonomia já descrita. Já para o conjunto de signos dos SIG dispúnhamos apenas do *representamen* não existindo indicação, na interface dos softwares, dos objetos com os quais o *representamen* estaria relacionado. A determinação da relação *representamen*-objeto nesse caso considerou duas possibilidades: em primeiro lugar, nos casos em que existe elemento semelhante no domínio cartográfico, supomos para o signo do SIG a mesma classificação dada ao da Cartografia. No caso da inexistência de um elemento correspondente, procuramos identificar um conjunto de possíveis objetos com os quais o *representamen* poderia estar relacionado. A classificação foi feita com base na relação *representamen*-objeto com o maior grau de especificidade (mais próximo de imagens). Por exemplo, o signo  do SIG ArcView poderia referenciar apenas a presença de um hidrante (ícone), como o prédio do Corpo de Bombeiros, ou algo para combate a incêndio (índice). Optou-se pela primeira interpretação, pois ícone são de interpretação mais direta que índices (Tabela 3).

Em alguns dos SIG analisados é dada ao usuário a possibilidade de alterar e personalizar o conjunto inicial de signos, como os padrões de preenchimento de áreas no Spring, por exemplo. Isso não foi levado em consideração em nossa análise; restringimo-nos somente aos elementos que por *default* estão disponíveis ao usuário, pois a personalização não

é disponível em todos os *softwares*, e mesmo em um mesmo software podemos não conseguir fazê-la em todos os elementos (ponto, linha e área).

Apesar da importância das cores na construção de mapas, já que são largamente utilizadas para significação, como nos informa Oliveira (1988, págs. 109-111) ao sugerir o uso de verde para vegetação, azul para hidrografia e castanho para relevo, seu uso não foi considerado neste trabalho. No passado, a produção de mapas era limitada quanto ao uso de cores por dificuldades técnicas na impressão (Monmonier, 1991). Já os *softwares* analisados disponibilizam igualmente todo o espectro visual (RGB), não se diferenciando da Cartografia tradicional. Quanto ao uso adequado das escalas de cores que são disponibilizadas pelos SIG, tal problema já foi abordado pelo trabalho de Bertin (1967).

Foram identificados e classificados 161 signos da literatura cartográfica e 143 dos SIG, e a partir destes dados gerada uma série de gráficos. Os dois primeiros (Figura 3) correspondem aos resultados da análise e classificação dos dados relativos à Cartografia tradicional. Podemos notar a predominância de diagramas (36%) e símbolos (34%), demonstrando uma distribuição equilibrada entre os extremos do eixo. Ainda se agruparmos todo o conjunto de ícones, obtemos mais da metade dos signos (54%) utilizando para representação as características primárias dos objetos representados, ou seja, neste sistema semiótico são frequentes as representações mais imediatas, por meio das próprias características dos objetos representados.

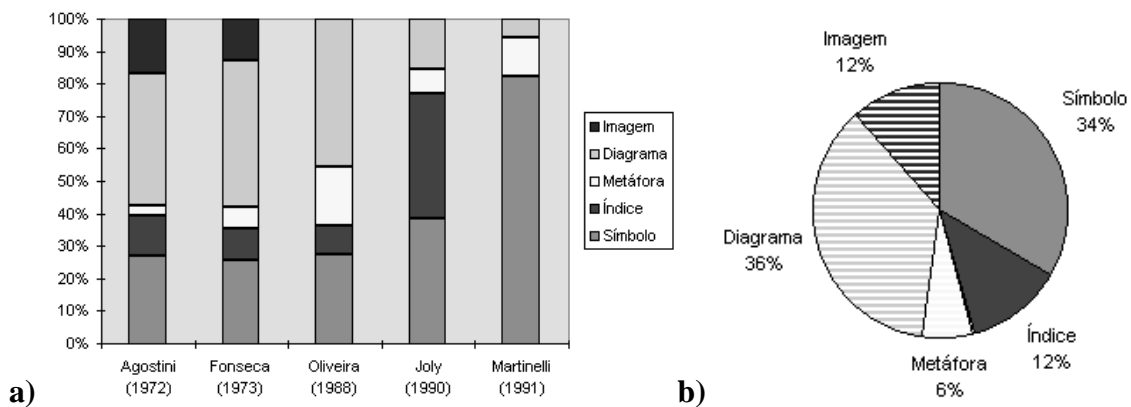


Figura 3: Gráficos da distribuição de signos da Cartografia: (a)por fonte, (b)geral

Já no conjunto de resultados da análise de SIGs (Figura 4) encontramos outra distribuição, com absoluta maioria de elementos classificados como símbolos (75%). Isso revela o caráter generalista deste sistema semiótico, por possuir signos de baixa especificidade. Tais signos são providos de pouco poder de significação, não carregando em si qualquer informação além daquela que lhe é atribuída por convenção. Com isso, torna-se menos imediata a interpretação dos elementos que constituem o mapa e, conseqüentemente, a leitura deste como um todo.

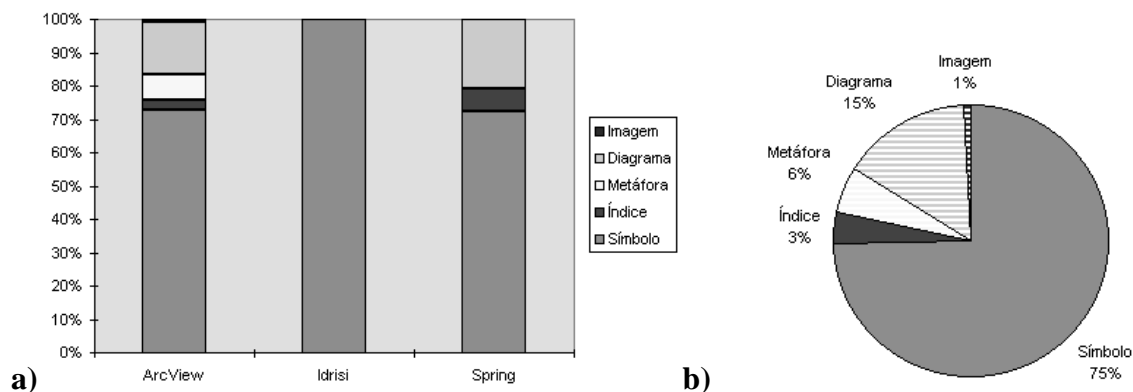


Figura 4: Distribuição dos signos coletados em SIG: (a)para cada software, (b)geral

5. Discussão e conclusões

O presente trabalho contribui ao entendimento de representações visuais em Cartografia, como os apresentados na seção 2, ocupando-se do potencial de significação de representações cartográficas. A abordagem focaliza a **interpretação** que o leitor de um mapa pode fazer de seus elementos visuais.

É desejável que a aparência visual dos componentes do mapa seja adequada ao uso e à categoria de usuário da aplicação. Na produção cartográfica convencional, o processo é baseado no conhecimento empírico do cartógrafo, incluindo seu senso estético. A análise comparativa dos sistemas semióticos da Cartografia e de SIGs mostra que o segundo ainda é tecnocêntrico, o que pode ser explicado pela herança das restrições iniciais da tecnologia de interfaces gráficas (palhetas genéricas de símbolos ocupam menos espaço e servem a um número maior de objetivos na criação de mapas no computador).

Sistemas de Informação Geográfica podem ser usados para produzir infinitas interpretações do mundo real e apresentá-las como mapas. Neste caso, uma parte da interface é dedicada a permitir aos usuários definir sua interpretação (ativando módulos de análise espacial) e a segunda parte à apresentação cartográfica. Poderíamos ser levados a pensar que limitações de escolha dos signos para construção de mapas deveriam ser impostas para não sobrecarregar a interface e confundir o usuário leigo. É fundamental termos em mente que o perfil dos usuários de SIG tem se deslocado do especialista em computação para o especialista em outros domínios do conhecimento que necessitam manipular dados espaciais. Assim, apesar de o usuário de SIG poder ser alguém leigo em Cartografia – tanto a tradicional quanto a digital – ele toma também a posição de usuário do mapa que será produzido. Ou seja, a análise, processamento e apresentação dos dados geográficos deixam de ter a intermediação do especialista em computação e em SIG. Portanto, torna-se desejável que esse SIG disponibilize ao usuário elementos que facilitem a construção de um mapa cuja futura leitura e interpretação para tomada de decisões seja o mais natural e imediata possível.

É importante destacar que, embora o sistema semiótico da Cartografia tenha apresentado resultados mais favoráveis à interpretabilidade dos signos constituintes dos mapas

do que os SIGs, a informação geográfica no computador pode ser muito mais rica do que a informação cartográfica convencional, se exploradas as possibilidades da mídia do computador, e não permanecendo meramente uma duplicação digital de mapas já existentes. A produção de mapas via SIG é, assim, um passo adiante da cartografia eletrônica “padrão”, que se limita a reproduzir mapas previamente criados usando a cartografia tradicional. Estes sistemas permitem a construção de mapas a partir de dados brutos observados no mundo e armazenados em bancos de dados geográficos. Desta forma, a partir de um conjunto básico de dados, uma infinidade de mapas totalmente diferentes pode ser produzida, adequando-se à variedade de aplicações que necessitam de informações geográficas.

Referências

- Agostini, Aminto (1972). *Disegno Topografico*, Ed. Ulrico Hoepli, Milão.
- Barkowsky, Thomas & Freksa, Christian (1997). “Cognitive Requirements on Making and Interpreting Maps”, *Lecture Notes in Computer Sciences 1329*, Springer-Verlag.
- Bertin, Jaques (1967). *Semiologie Graphique: les diagrammes, les reseaux, les cartes*, Gaurhiers-Villars, Paris.
- Câmara, Gilberto et al. (1999). “Handling Complexity in GIS Interface Design”, *anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática*.
- Chomsky, N. (1972). *Syntatic Structures*, The Hague: Mouton & Co., Printers.
- Couclelis, & Gottsegen (1997). “What Maps Mean to People: Denotation, Connotation and Geographic Visualization in Land-Use Debates”, *Lecture Notes in Computer Sciences 1329*, Springer-Verlag.
- Davis, Clodoveu Jr. & Laender, Alberto H. F. (1999). “Múltiplas Representações em Aplicações Urbanas de Sistemas de Informação Geográfica”, *anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática*.
- Egenhofer, Mark (1999). “Spatial Information Appliances: A Next Generation of Geographic Information Systems”, *anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática*.
- Fonseca, Rômulo S. (1973). *Elementos de Desenho Topográfico*, Ed. McGrawHill do Brasil.
- Joly, Fernand (1990). *A Cartografia*, Editora Papirus.
- Martinelli, Marcello (1991). *Curso de Cartografia Temática*, Ed. Contexto.
- Monmonier, Mark (1991). *How to Lie with Maps*, The University of Chicago Press.
- Oliveira, Cêurio (1988). *Curso de Cartografia Moderna*, IBGE.
- Peirce, Charles S. (1972). *Semiótica e Filosofia*, Textos Seleccionados, Editora Cultrix.
- Peirce, Charles S. (1990). *Semiótica*, Tradução de “Collected Papers of Charles Sanders Peirce”, Ed. Perspectiva.
- Pratt, Ian (1993). “Map Semantics”, *Lecture Notes in Computer Sciences 716*, Springer-Verlag.
- Ramirez, Raul J. (1993). “Development of a Cartographic Language”, *Lecture Notes in Computer Sciences 716*, Springer-Verlag.

Santaella, Lúcia (1989). “Por uma classificação da linguagem visual”, *Face*, jan/jun 1989, Editora da PUC-São Paulo.

Santaella, Lúcia (1996). *O que é Semiótica*, Editora Brasiliense, 12ª edição.

Schlichtmann, Hansgeorg (1985). “Characteristic traits of the semiotic system ‘Map Symbolism’”. *The Cartographic Journal*, 22.