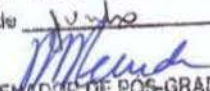


Este exemplar corresponde à redação final da
Tese/Dissertação devidamente corrigida e defendida
por: Alysson Bolognesi Prado
e aprovada pela Banca Examinadora.
Campinas, 06 de junho de 2001

COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO
CPG-IC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**Contribuições da abordagem Semiótica
ao estudo de Interfaces de
Sistemas de Informação Geográfica**

Alysson Bolognesi Prado

Dissertação de Mestrado

Contribuições da abordagem Semiótica ao estudo de Interfaces de Sistemas de Informação Geográfica

Alysson Bolognesi Prado

Março de 2001

Banca Examinadora:

- Prof.^a Dr.^a Maria Cecília Calani Baranauskas (Orientadora)
- Prof. Dr. Jair Cavalcanti Leite
Departamento de Informática e Matemática Aplicada – UFRN
- Prof.^a Dr.^a Claudia Maria Bauzer Medeiros
Instituto de Computação – Unicamp
- Prof. Dr. Neucimar Jerônimo Leite (suplente)
Instituto de Computação – Unicamp

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Prado, Alysson Bolognesi

P882c

Contribuições da abordagem semiótica ao estudo de interfaces de sistemas de informação geográfica / Alysson Bolognesi Prado – Campinas, [S.P. :s.n.], 2001.

Orientador : Maria Cecilia Calani Baranauskas

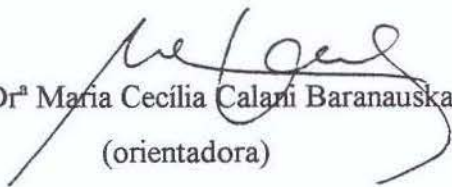
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação.

1. Interfaces (Computador). 2. Interação homem-máquina. 3. Semiótica. 4. Sistema de informação geográfica. I. Baranauskas, Maria Cecilia Calani. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação. III. Título.

Contribuições da abordagem Semiótica ao estudo de Interfaces de Sistemas de Informação Geográfica

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação devidamente corrigida e aprovada pela Banca Examinadora.

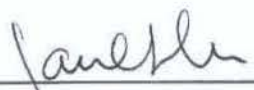
Campinas, 9 de março de 2001.


Profª Drª Maria Cecília Calan Baranauskas
(orientadora)

Dissertação apresentada ao Instituto de Computação, Unicamp, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

TERMO DE APROVAÇÃO

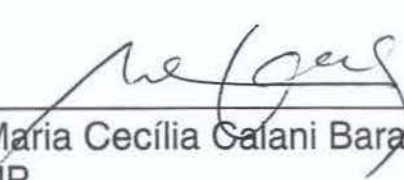
Tese defendida e aprovada em 09 de março de 2001, pela Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores:



Prof. Dr. Jair Cavalcanti Leite
UFRN



Profa. Dra. Claudia Maria Bauzer Medeiros
IC - UNICAMP



Profa. Dra. Maria Cecília Galani Baranauskas
IC - UNICAMP

*Para Cláudia Carolina,
“co-autora e sabotadora”
deste trabalho.*

Agradecimentos

Minhas primeiras palavras de agradecimento são dedicadas à professora M. Cecília C. Baranauskas. Sua atenção, rigor científico e capacidade de motivação foram fundamentais para o andamento deste trabalho. Sinto-me honrado de ter sido por ela orientado neste Mestrado.

A todos os meus amigos, próximos ou à distância, que tornaram estes anos de Mestrado mais agradáveis, minha sincera gratidão. Em especial à Carol e ao Marcelo, pelas muitas conversas e idéias e pela amizade.

Aos membros do LIS, coordenado pela professora Cláudia Bauzer Medeiros, agradeço pelo companheirismo e pelo ambiente ímpar de trabalho que proporcionaram.

Agradeço aos outros alunos orientados pela professora Cecília Baranauskas, pelas férteis discussões sobre Semiótica e interfaces.

Este trabalho não teria se concretizado sem o apoio financeiro da Fapesp (processo 98/15294-8), Pronex II – SAI e CNPq.

Encerro com meu reconhecimento aos meus pais e familiares por todo esforço que fizeram para que eu chegasse até onde cheguei.

Resumo

O presente trabalho explora diversas perspectivas do estudo de Interação Humano-Computador (IHC) baseando-se na teoria Semiótica, tendo como objeto de aplicação destes estudos os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Nossos objetivos são, por um lado, a exploração de possibilidades de aplicação da Semiótica no estudo de interfaces, no que diz respeito aos domínios envolvidos, à avaliação de sistemas existentes e ao *design* de novas interfaces. Por outro lado, ao aplicarmos estas propostas a SIG, pretendemos construir um conjunto de conhecimentos que auxiliem na compreensão e no desenvolvimento de interfaces para tais sistemas.

Mais especificamente, estudamos o processo de construção de mapas na Cartografia e em Sistemas de Informação Geográficas pelo prisma da teoria Semiótica e objetivamos indicar deficiências e sugerir melhorias para este processo em SIG, resultando em uma interação mais eficiente com esses sistemas e em uma saída cartográfica mais significativa para o usuário.

Partindo da literatura da Cartografia Clássica, foi feito inicialmente um levantamento dos elementos expressivos utilizados na construção de mapas. Estes signos foram comparados com os disponíveis nas palhetas de construção de mapas em SIG, e a partir dos resultados desta comparação pudemos apontar discrepâncias no potencial expressivo destes dois sistemas semióticos.

Propusemos um método de avaliação da eficiência na meta-comunicação *designer*-usuário, de acordo com a concepção de interface da Engenharia Semiótica: uma mensagem transmitida do *designer* ao usuário cujo conteúdo descreve as funcionalidades do sistema e o modo de interação com o mesmo. Este método foi aplicado em um SIG e os resultados guiaram a criação de um protótipo que sanasse tais deficiências na meta-comunicação.

O processo de interação com os signos do domínio segundo a Cartografia Clássica foi documentado de forma estruturada através do uso da LEMD (Linguagem de Especificação da Mensagem do Designer). Com estas informações, analisamos a dinâmica de construção de mapas em SIG e propusemos um protótipo mais adequado à produção cartográfica.

Os protótipos de interface foram posteriormente testados com usuários e os resultados dos testes analisados como *feedback* da validade do trabalho.

Abstract

This work explores some perspectives of the Human-Computer Interaction study, based on the Semiotic theory, using Geographic Information Systems (GIS) as object of study. Our goals are, at one hand, to try possibilities of applying Semiotics on the interface study, concerning the activities of the domain, the analysis of current systems and the design of new interfaces. On the other hand, applying this proposal to GIS, we aim to create knowledge that helps on the understanding and development of user interfaces for such systems.

The approach to the domains of Classic Cartography and Geographic Information Systems is divided into the study of the signs of each domain, with which maps are constructed, and the dynamics of work of the map designer, while creating and modifying those signs.

A research on the Classic Cartography literature – in which maps are constructed without the aid of a computer – was carried out, looking for its expressive elements. These signs were compared to the ones available on the palette of visual elements for map construction in GIS, distributing them on an axis of expressive power, proposed using the Semiotic theory.

We proposed a method for evaluating the effectiveness of the designer-to-user meta-communication, according to the way Semiotic Engineering perceives interface: a message sent by the designer to the user whose content describes the functionalities of the system and how the user have access to them.

The interaction with the domain signs according to the Classic Cartography was documented in a structured way using the LEMD (Language for Specification of the Designer's Message), emphasizing characteristics of the process. It allowed a LEMD description of a possible general structure for the map construction task, that can be instantiated on the portion of the interface that deals with cartographic output.

From the results of these steps emerged the creation of interface prototypes, that were tested with users and the results were analysed as a feedback to validate the work.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O CENÁRIO DE ESTUDO	2
1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA	3
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR.....	7
2.2 TEORIA SEMIÓTICA.....	9
A SEMIOLOGIA DE SAUSSURE E HJELMSLEV	9
A SEMIÓTICA NOS TRABALHOS DE UMBERTO ECO	11
A SEMIÓTICA DE CHARLES S. PEIRCE	13
2.3 ABORDAGENS SEMIÓTICAS EM IHC.....	15
A SEMIÓTICA COMPUTACIONAL DE ANDERSEN	16
A ENGENHARIA SEMIÓTICA DE SOUZA	17
A LINGUAGEM DE ESPECIFICAÇÃO DA MENSAGEM DO DESIGNER (LEMD)	18
2.4 PROPONDO A AVALIAÇÃO DA META-COMUNICAÇÃO DO MODELO DE USABILIDADE DE INTERFACE	20
CARTOGRAFIA E SIG COMO SISTEMAS SEMIÓTICOS	25
3.1 CARTOGRAFIA CLÁSSICA – VISÃO GERAL	26
3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	28
3.3 ESTUDO DOS ELEMENTOS EXPRESSIVOS EM MAPAS	31
CARTOGRAFIA CLÁSSICA.....	31
DISCUSSÃO SOBRE O USO DE CORES	32
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	35
COMPARAÇÃO ENTRE PODER EXPRESSIVO DOS ELEMENTOS DE CADA DOMÍNIO	38
3.4 O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS.....	42
ESTUDO DA CARTOGRAFIA CLÁSSICA.....	42
TRANSPOSIÇÃO PARA O MEIO COMPUTACIONAL.....	45
ESTUDO DE CASO.....	49
4.1 O SISTEMA ESCOLHIDO PARA O ESTUDO: SPRING	49
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA META-COMUNICAÇÃO NA INTERFACE	52
4.3 SOLUÇÃO DE <i>DESIGN</i> – PRIMEIRO PROTÓTIPO.....	56

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS DERIVADOS DA CARTOGRAFIA CLÁSSICA E DO SPRING.....	61
4.5 UM SEGUNDO PROTÓTIPO PARA O PAINEL DE CONTROLE	63
REFORMULAÇÃO DA PALHETA DE SIGNOS	68
POSSIBILIDADES DE SELEÇÃO DAS CORES	70
4.6 TESTES DOS PROTÓTIPOS COM USUÁRIOS E RESULTADOS.....	71
METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DOS TESTES	71
DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS TESTES	76
<u>DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....</u>	79
5.1 VISÃO GERAL DO TRABALHO	79
5.2 CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO.....	81
O USO DA LINGUAGEM DE ESPECIFICAÇÃO DA MENSAGEM DO DESIGNER	82
5.3 TRABALHOS FUTUROS.....	84
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	87
<u>ALGUNS TEXTOS QUE DESCREVEM O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS SEGUNDO A CARTOGRAFIA CLÁSSICA.....</u>	95
RAISZ (1969, PÁGS. 132-141).....	95
KEATES (1973, PÁG. 30)	97
<u>DESCRIÇÃO EM LEMD DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS</u>	99
<u>DESCRIÇÃO DETALHADA DO COMPORTAMENTO DO PROTÓTIPO FINAL.....</u>	103
<u>ROTEIRO E QUESTIONÁRIOS PARA TESTES DOS PROTÓTIPOS COM USUÁRIOS</u>	107
OBSERVAÇÕES A SEREM FEITAS AOS USUÁRIOS NO INÍCIO DO TESTE:.....	107
CONFIGURAÇÕES INICIAIS DO SISTEMA NECESSÁRIAS AO TESTE:	108
O CONJUNTO DE DADOS OBTIDO.....	113

Capítulo

1

Introdução

Atualmente, uma atenção cada vez maior vem sendo dada ao *design* de interfaces de sistemas computacionais, tanto no meio acadêmico como no corporativo. Com o crescente aumento da capacidade computacional e a introdução da informática nos mais diversos campos do conhecimento humano, os computadores saíram de um cenário técnico e passaram a ter grande participação na vida cotidiana das pessoas.

Este desenvolvimento da tecnologia de informação tem oferecido, particularmente na última década, 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. Como exemplo, uma nova tendência é embutir SIGs e GPS (*Global Position Systems*) em dispositivos móveis, criando os *Spatial Information Appliances* (SIA), assistentes pessoais para problemas que envolvem o espaço. Tais artefatos moverão a tecnologia do *desktop* em direção ao trabalho de campo e passarão da mão dos cientistas e profissionais especializados para as dos cidadãos em geral.

A diversidade de aplicações e de perfis de usuário de SIGs constitui um grande desafio ao *design* de interfaces para esses sistemas. Seu grande volume de dados e a natureza das informações que manipulam em geral exigem que sua representação seja simbólica e codificada. De um modo geral, as interfaces atuais de SIG refletem a arquitetura interna do sistema e o seu modelo de representação de dados, que nem sempre é compatível com as habilidades interpretativas do usuário e o modelo que ele possui mentalmente.

Pessoas lêem significados em mapas que vão além da identificação literal das entidades geográficas e relações representadas. Assim como diferentes leitores de um mapa são capazes de “ver” coisas diferentes, a representação de uma entidade geográfica pode ser interpretada de várias maneiras, por pessoas diferentes: *O que é um ecossistema de uma floresta para uma pessoa pode ser um recurso econômico não explorado para outra* (Couclelis & Gottsegen, 1997, pág.152). Dessa maneira, a leitura de um mapa não é simplesmente uma questão de reconstituir mentalmente a realidade geográfica objetiva subjacente, mas ser capaz de construir uma **significação** que possa ser relacionada aos interesses e preocupações particulares do usuário do mapa.

Dentre as disciplinas que contribuem para o estudo de interfaces e Interação Humano-Computador (IHC), a Semiótica têm demonstrado um grande potencial para explicitação de fenômenos de significação e interpretação. Há um número crescente de trabalhos sendo apresentados cujas raízes se encontram nesta teoria, indicando quão promissora pode ser a exploração das possibilidades de união da teoria Semiótica e IHC. Considerando a natureza simbólica e codificada dos Sistemas de Informação Geográfica, acreditamos que a utilização da abordagem Semiótica nesse domínio possa contribuir para obtenção de interfaces mais adequadas aos modelos mentais e contextos de tarefas do usuário de SIG.

Esta dissertação apresenta uma nova abordagem aos aspectos de interfaces de Sistemas de Informação Geográfica, através da aplicação do ferramental teórico da Semiótica na compreensão dos fenômenos interpretativos deste domínio. A seguir são apresentados o panorama em que se insere o estudo, a abordagem adotada e a estrutura da dissertação.

1.1 O cenário de estudo

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.

O estudo da interface de SIG vem sendo tratado primordialmente do ponto de vista de Ciência de Computação, no âmbito da Engenharia de Software, preocupando-se com aspectos técnicos e de implementação, como a sua modularidade, acoplamento entre a interface e as demais partes do *software* e a funcionalidade disponibilizada.

Entretanto, outros aspectos igualmente importantes no estudo de interação humano-computador advêm de disciplinas como Filosofia, Psicologia ou Linguística, focando processos cognitivos e interpretativos. Por este prisma, ganham destaque a **maneira como são providas** tais funcionalidades, a **dinâmica de interação** com as mesmas e a **forma de apresentação** dos dados e resultados de processamento ao usuário.

Percebe-se assim a diferença entre projeto de *software* e *design* de interfaces. O primeiro está relacionado à estruturação e arquitetura do sistema, enquanto o segundo procura a concepção de artefatos que se adequem ao pensamento das pessoas que irão utilizá-lo. O termo *design* é então utilizado com um significado mais amplo do que projeto, plano, esquema ou desenho, sendo usado nesta dissertação sem receber tradução.

A apresentação de dados em Sistemas de Informação Geográfica possui características que tornam sua interface de usuário particularmente complexa. Oliveira (1997) cita as dificuldades estruturais, como a ligação entre a interface e os módulos de processamento e armazenamento de dados, e também os aspectos de visualização de dados geográficos, como abstração, generalização e múltiplas representações.

Deve-se considerar a diferença entre uma saída de dados mínima, matematicamente correta, e uma saída eficiente, útil ao usuário do ponto de vista de comunicação da informação e compreensão da mesma para tomada de decisão. Também o processo de interação com o sistema deve ser agradável e transparente ao usuário em relação à resolução do problema no qual a utilização do SIG está inserida.

1.2 Objetivos e metodologia

Although the principles of designing displays of spatial data have been investigated for centuries, very little use has been made of such principles in GIS. It is argued here that GIS needs to pay much more attention to visualization research and to the principles of good map design. (Buttenfield & Mackaness, 1991, pág. 28)

O presente trabalho explora diversas perspectivas do estudo de interação humano-computador baseando-se na teoria Semiótica, tendo como objeto de aplicação destes estudos os Sistemas de Informação Geográfica. Nossos objetivos são, por um lado a exploração de possibilidades de aplicação da Semiótica no estudo de interfaces, no que diz respeito ao estudo de domínios, avaliação de sistemas existentes e *design* de novas interfaces. Por outro lado, ao aplicarmos estas propostas a SIG, pretendemos construir um conjunto de conhecimentos que auxiliem na compreensão e no desenvolvimento de

interfaces para tais sistemas. Mais especificamente, estudamos o processo de construção de mapas na Cartografia e em Sistemas de Informação Geográfica pelo prisma da teoria Semiótica e objetivamos contribuir com a indicação de deficiências e sugestões de melhorias para este processo em SIG, resultando em uma interação mais eficiente com esses sistemas e em uma saída cartográfica mais significativa para o usuário.

Conforme será apresentado e detalhado no decorrer desta dissertação, consideramos uma interface computacional como um conjunto de signos – elementos básicos de significação. Estes podem ser de dois tipos: signos do domínio, que representam para o usuário os dados e conceitos que está manipulando, relacionados ao seu contexto de trabalho – por exemplo, o texto em um editor como o Microsoft Word ® – e signos de interface, que intermediam o acesso às funções de processamento do sistema – no mesmo exemplo de *software*, os menus e barras de botões.

Tomamos cada uma destas perspectivas ao abordarmos os Sistemas de Informação Geográfica. Analisamos os elementos visuais utilizados na construção de mapas, pela comparação com os respectivos elementos encontrados na Cartografia Clássica ou Tradicional – onde ainda não havia computadores participando do processo e a confecção dos mapas ocorria basicamente com tinta sobre papel.

A comparação dos conjuntos de signos de cada domínio foi feita com base em taxonomias de signos encontradas na literatura de Semiótica. Pretendíamos assim obter parâmetros para avaliação da capacidade de expressão que cada um dos domínios proporciona ao construtor de mapas. A partir desta comparação sugerimos um novo conjunto de elementos visuais a serem disponibilizados em SIG, visando proporcionar um maior potencial de significação para a construção de mapas.

Do ponto de vista de acesso às funções de SIG, foi feita inicialmente uma avaliação da coerência interna de um destes sistemas, em um estudo de caso, confrontando descrições do *help* com o que pode ser percebido da interação com a interface. Esta avaliação se baseou em um método proposto como parte deste trabalho, a partir de uma das referências de aplicação de Semiótica em computação.

Ainda com relação a acesso às funcionalidades, foi apresentada a pesquisa feita na literatura da Cartografia Clássica a respeito da dinâmica de interação com os signos do domínio durante o processo de construção de mapas, levando à sugestão de uma estrutura geral de interação para a manipulação Cartográfica. Esta estrutura geral foi confrontada com a dinâmica de interação encontrada em SIG, visando analisar a adequação destes sistemas ao processo realizado pelo cartógrafo.

Estes estudos convergiram na criação de protótipos de interfaces de usuário de Sistemas de Informação Geográfica, objetivando adequar sua dinâmica de interação tanto com as funcionalidades e estruturação conceitual dos dados quanto com a estrutura da tarefa segundo a Cartografia Clássica. Os protótipos foram testados com usuários para indicação da validade deste trabalho e novas direções para sua continuidade.

Desta forma, durante o trabalho estudamos tanto os elementos visuais usados na confecção de mapas quanto a dinâmica de manipulação dos mesmos em Sistemas de Informação Geográfica.

1.3 Estrutura da dissertação

No próximo capítulo apresentaremos o referencial teórico em que se baseia este trabalho, incluindo as fontes da Semiótica na Linguística e Filosofia e suas diversas aplicações em sistemas computacionais, além do método proposto para avaliação de interfaces.

No Capítulo 3 temos um panorama histórico da Cartografia Clássica e de Sistemas de Informação Geográfica, ilustrando as fontes de dados usadas neste trabalho. Serão feitas as comparações entre SIG e Cartografia para elementos visuais e dinâmica de interação, apoiadas na teoria Semiótica.

O Capítulo 4 descreve o estudo de caso onde aplicamos as propostas teóricas dos Capítulos 2 e 3 em um SIG, o Spring. Desta análise surgem sugestões de modificações que dão origem aos protótipos. Estes são testados com usuários e os resultados são analisados.

Discussões finais sobre o trabalho, contribuições e possibilidades de extensões se encontram no Capítulo 5.

Referencial teórico

Neste capítulo apresentamos o embasamento teórico deste trabalho. Inicialmente descrevemos os conceitos gerais de Interação Humano-Computador (Seção 2.1), seguindo-se de uma síntese das correntes de estudo da Semiótica (Seção 2.2) e de diversas propostas de aplicação desta teoria no contexto computacional (Seção 2.3).

Encerramos o capítulo (Seção 2.4) com a proposta de um método de avaliação de interfaces que se baseia no ferramental da Semiótica, intencionado a ser aplicado em um contexto de *design* também apoiado nesta teoria. Este método foi descrito originalmente em Prado & Baranauskas (2000 b).

2.1 Interação Humano-Computador

Interação Humano-Computador (IHC) pode ser definida como *a disciplina relativa ao design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e aos fenômenos que os cercam* (Rocha & Baranauskas, 2000, pág. vii). Seu objetivo é contribuir para o desenvolvimento de sistemas que proporcionem aos seus usuários características como confiabilidade, facilidade de aprendizado e uso, produtividade e satisfação subjetiva (Nielsen, 1993).

Dada a multiplicidade de aspectos envolvidos no estudo dessa interação, IHC tem uma natureza interdisciplinar, envolvendo áreas de estudo como ciência da computação, ergonomia, psicologia cognitiva, *design* gráfico e recebendo também influências da lingüística, filosofia, sociologia e antropologia.

O centro dos estudos de IHC está na interface humano-computador. Uma interface é a região de contato entre duas entidades, refletindo em si características de cada uma delas. Existem diversas definições para interface humano-computador – aqui denominada

simplesmente interface. Tais definições vão desde uma visão de intermediário num processo onde o usuário faz alguma coisa e o sistema responde, passando pela idéia de contexto compartilhado física e conceitualmente pelas partes envolvidas (Laurel, 1993), até propostas inovadoras que consideram a interface como um espaço virtual habitado por diversas entidades, humanas e computacionais (Oliveira, 2000).

O paradigma dominante para criação de interfaces é a do *design* centrado no usuário. Procura-se conhecer as capacidades do usuário, através de teorias como a psicologia cognitiva, e com isso estabelecer diretrizes para o processo de *design*. Norman (1986) procura entender “como as pessoas fazem as coisas” distinguindo sete diferentes estágios de uma atividade: estabelecimento da meta, formação da intenção, especificação da ação, execução através dos mecanismos de entrada da interface, percepção do estado corrente da interface, interpretação e avaliação dos resultados em relação à meta. Delineia-se assim dois **golfos**, um de execução e outro de avaliação, e *possibilitar que o usuário atravesse os golfos significa construir uma interface que se ajuste às necessidades do usuário, de forma que possa ser prontamente interpretada e manipulada* (Rocha & Baranauskas, 2000, pág. 106).

Apoiando-se na perspectiva baseada no usuário, surgem modelos de *design* de interfaces, alguns baseados diretamente nas estratégias da Engenharia de Software, como os modelos cascata e espiral (Bohem, 1995), outros propostos especificamente para IHC, como o de Schneiderman (1998). Particularmente popular na indústria de *software* é o uso de *guidelines*, regras gerais de suporte ao *design* que *ajudam o designer a focar no que é necessário e a lidar com restrições e compromissos de design* (Rocha & Baranauskas, 2000, pág. 124).

Os métodos correntes de avaliação de interfaces têm usado como referencial o conceito de usabilidade – “em que medida o produto (artefato/software/interface) pode ser usado por usuários específicos para alcançar metas específicas com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (grupo de trabalho em *Human-System Interaction* da ISO).

Embora o desafio da definição de tais parâmetros de avaliação seja enorme, vários métodos surgiram nos últimos anos, classificados na literatura (Virzi, 1997; Karat, 1997) como métodos empíricos e não-empíricos. Entre os métodos empíricos estão os testes de usabilidade com usuário; métodos não-empíricos são reunidos em uma coleção chamada ‘inspeção de usabilidade’. São assim chamados porque, em lugar de coletar dados de uso ou observar usuários interagindo com os sistemas, são baseados na habilidade de julgamento

de pessoas (em geral *experts* em IHC) que tentam prever os tipos de problemas que os usuários teriam ao interagir com determinada interface. Os métodos de inspeção de usabilidade são predominantemente usados para descobrir problemas de usabilidade na interface. Avaliação Heurística (Nielsen & Molich, 1990) e *Cognitive Walkthrough* (Polson et al., 1992) são exemplos de métodos clássicos de inspeção de usabilidade.

Em complemento às abordagens cognitivas ao estudo de interfaces, surgem novas propostas de avaliação e *design* (Rossler 2000; de Souza et al. 1999; Oliveira & Baranauskas, 1998; Leite, 1998) baseadas no ferramental da teoria Semiótica, apresentada a seguir.

2.2 Teoria Semiótica

Semiótica é a ciência dos signos e suas vidas na sociedade (Oliveira e Baranauskas, 1998, pág. 2). Um signo pode ser definido como qualquer coisa que *está para alguma coisa para alguém* (Peirce, 1990; Santaella, 1996). A semiótica é uma ciência antiga, suas raízes datam de mais de dois mil anos (Eco, 1976), e muito tem sido escrito sobre sua aplicação a diversos campos do conhecimento humano. Existem diversas correntes de teóricos que se ocupam do estudo dos signos, algumas delas são apresentadas a seguir, montando um panorama geral das possibilidades de estudo da semiótica.

A Semiologia de Saussure e Hjelmslev

Uma abordagem para o estudo do signo foi feita pelo lingüista suíço Ferdinand de Saussure, tendo na lingüística a base para seus trabalhos. Saussure não fez, em vida, nenhuma publicação, e o que nos chega é um conjunto de notas de aula feitas por seus alunos em seu curso de lingüística geral.

Denominada **semiologia** pelos estudiosos (Coelho Netto, 1996), a ciência desenvolvida por Saussure estuda os signos no quadro da vida social, uma ciência que é parte da Psicologia Social. A semiologia não se restringe à linguagem verbal, falada ou escrita, mas engloba todos os sistemas usados para estabelecer a comunicação humana. Nesse sentido, a lingüística é apenas um caso particular para a Semiologia visto que, para Saussure, a lingüística oferece um modelo para o estudo de todos os outros sistemas de signos.

Para a Semiologia, um signo é composto de duas partes: um **significante** e um **significado**. O significante se refere à parte material do signo, enquanto o significado refere-se ao conceito veiculado pela parte material, ou seja, a “imagem mental” a que remete o significante.

Na teoria de Saussure, surge a oportunidade e a necessidade de se distinguir entre o social e o individual e entre o essencial e o acessório ou acidental. O social e o essencial recaem no domínio da língua, enquanto que a fala refere-se ao que é individual e acidental. Ou seja, a **língua** é institucionalizada socialmente e impõe-se sobre o indivíduo; já a **fala** é um ato individual, uma forma peculiar de combinar os elementos da língua. É preciso dizer que a denominação “língua” aqui usada não se refere apenas ao idioma falado/escrito por um certo povo ou nação. Aplica-se sim a todo tipo de “linguagem”, ou seja, todo e qualquer sistema de signos, da mesma forma que “fala” indica um subconjunto desse sistema, um “jargão” particular onde certos signos podem vir a ter um significado particular, interno ao contexto onde foi definido esse subconjunto.

Muitos foram os lingüistas que, considerando as idéias de Saussure, ampliaram a semiologia. Louis Hjelmslev, talvez o mais divulgado de todos eles, propôs uma nova teoria denominada **glossemática**. Esta teoria não só propõe algumas terminologias diferentes da de Saussure, mas apresenta um procedimento de análise da linguagem mais detalhado e formalizado (Coelho Netto, 1996).

Uma das diferenças de terminologia está no uso dos termos **esquema** e **uso** para se referir, respectivamente, aos conceitos de “língua” e “fala” introduzidos por Saussure. Essa mudança é necessária devido à possível interpretação errônea de língua como idioma, ao invés de linguagem. A denominação “uso” também é mais propícia para designação de um subconjunto da língua (esquema), o jargão ou dialeto.

No que diz respeito à análise da linguagem, Hjelmslev a vê como um sistema de signos constituídos de não-signos (por exemplo, as letras na linguagem escrita). Porém, entende que a definição de signo, embora realista e útil informalmente, é imprecisa (Hjelmslev, 1943). Ele propõe então o conceito de função *signica* (ou função semiótica), e afirma: *deixaremos de falar de signos, pelo momento, pois não sabemos o que são, (...) falaremos daquilo cuja existência constatamos, isto é, a função signica* (Hjelmslev, 1943, pág. 66 apud Oliveira & Baranauskas, 1998).

Há função *signica* quando uma expressão se distingue no todo do qual ela é parte (o **plano de expressão**) e se correlaciona a um conteúdo distinguido no todo do qual ele é parte (o **plano de conteúdo**). Esta expressão e este conteúdo são denominados fúntivos da função *signica*. Em um dado momento, por convenção social estabelecida de maneira pragmática ou artificial, as substâncias do plano de expressão e de conteúdo adquirem cada qual uma forma. Ou seja, a substância do plano de expressão se materializa e se coloca de um modo particular em relação a um conteúdo, e vice-versa. Chama-se **matéria** (ou *continuum*) ao

meio (som, imagem, etc.) perante o qual uma forma se consubstancia, ou seja, se distingue das demais (Oliveira e Baranauskas, 1998).

A Semiologia estuda a relação entre os signos segundo dois eixos: o dos **sintagmas** e o dos **paradigmas** (Coelho Netto, 1996). Na impossibilidade de se emitir vários signos ao mesmo tempo, as sentenças em uma linguagem são construídas com seqüências de signos, de acordo com regras sintáticas, formando o que se denomina sintagma (Oliveira, 2000, pág. 69). Para construção das sentenças, é feita a escolha de cada signo dentro de um repertório de possibilidades que a língua oferece. Este conjunto de opções semanticamente equivalentes na construção da sentença é denominado paradigma.

A Semiótica nos trabalhos de Umberto Eco

Semiótica não é apenas a teoria de tudo quanto serve para mentir, mas também de tudo quanto possa fazer rir ou provocar inquietação. (Eco, 1976, pág. 54)

A exemplo de Hjelmslev, Umberto Eco entende ser imprecisa a noção de signo, e prefere falar da existência de funções signicas. Não descarta, contudo, o conforto do uso do termo signo nas discussões coloquiais, assim o definindo: *tudo quanto, à base de uma convenção social previamente aceita, possa ser entendido como algo que está no lugar de outra coisa* (Eco, 1976, pág. 11).

Eco entende que quem pretende, hoje, traçar um quadro de Semiótica Geral, o que ele toma por empreitada em seu Tratado Geral de Semiótica (Eco, 1976), deve considerar, em conjunto, pesquisas sob dois pontos de vista: uma Semiótica de Significação, que tem por objeto processos de significação, e uma Semiótica de Comunicação, que leva em consideração os processos de comunicação. Assim, ele estrutura seu trabalho em uma teoria dos códigos e uma teoria da produção signica.

Entende-se por **processo comunicativo** a passagem de um **sinal** – uma unidade de informação (Eco, 1976, pág. 15) – de uma fonte, ao longo de um canal, até um receptor. Pode haver processo comunicativo sem que haja **significação**, isto é, o destinatário pode perceber o sinal e não associar nenhum significado a ele. Há um processo de significação quando, com base em regras culturalmente estabelecidas, algo materialmente presente à percepção do destinatário está para alguma outra coisa.

Estas regras culturalmente estabelecidas formam um código, isto é, um sistema de significação que une entidades presentes a entidades ausentes. O código estabelece estas relações através da definição de tipos gerais de signos (*types*), que são instanciados em um

continuum, sendo cada uma das instanciações chamadas de ocorrências ou *tokens*, o que comumente se denomina signo.

Códigos não são fixos, mas evoluem culturalmente à medida em que surgem novas necessidades ou possibilidades. Dois fenômenos são responsáveis por essa mutação nos códigos: a **hipocodificação** e a **hipercodificação**. A primeira diz respeito ao processo de compreensão de mensagens cujo código não é conhecido com precisão, mas proposto provisoriamente através de um processo abdução (Eco, 1976, pág. 118; Eco & Sebeok, 1991). Pode-se dizer que a hipocodificação parte de códigos inexistentes ou imprecisos para se chegar a códigos genéricos e mais bem definidos. Já a hipercodificação faz o caminho contrário, extrapola a aplicação do código já existente fazendo surgir inovações que *pouco a pouco perdem o seu poder provocativo, produzindo aceitação social* (Eco, 1976, pág. 122).

A teoria de produção signica refere-se ao trabalho realizado ao se produzir signos. Tal trabalho envolve o esforço físico e psíquico requerido na produção do sinal, o trabalho requerido na escolha de sinais entre os sinais disponíveis e, por fim, o trabalho para identificar unidades expressivas a combinar em seqüências expressivas, mensagens, textos, etc. É considerado o trabalho de manipulação do meio ou *continuum*, e não o trabalho de associação da expressão assim formada a um conteúdo.

Eco (1976, pág. 190) propõe uma taxonomia quadridimensional dos modos de produção signica, segundo os seguintes parâmetros:

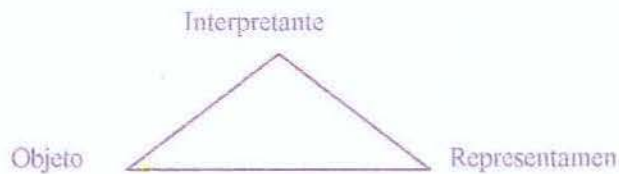
- Trabalho físico requerido para produzir a expressão: vai desde o reconhecimento de um determinado objeto ou evento produzido pela natureza ou pela ação humana (intencional ou não-intencionalmente) até a invenção de expressões inéditas e não codificadas;
- Relação entre tipo e ocorrência: pode ser *ratio facilis*, quando uma ocorrência (*token*) concorda com seu tipo expressivo (*type*) conforme especificado pelo código, ou *ratio difficilis*, quando a ocorrência concorda diretamente com seu conteúdo, seja porque não existe tipo expressivo pré-formado, seja porque o tipo expressivo já é idêntico ao conteúdo;
- O *continuum* a formar: um *continuum* é homomaterico quando a expressão é formada da mesma matéria de seu possível referente, caso contrário é chamado heteromaterico;
- Modo e complexidade de articulação: vai desde sistemas com alto grau de formalização e precisão das unidades combinatorias até textos não analisados e hipocodificados.

A Semiótica de Charles S. Peirce

Peirce (1990, 1972) desenvolveu sua teoria Semiótica dentro de um contexto lógico e filosófico. Ele define o signo como sendo uma relação triádica entre um objeto, um *representamen* e um interpretante (Figura 2.1). 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 do local em papel, 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 2.1:

O signo de
Peirce



Mas o interpretante também é um signo na medida em que, ao ser produzido em uma mente, passa a ser também um *representamen*. E este remete a um (outro) objeto definindo um novo signo e produzindo um novo interpretante, num processo contínuo denominado *semiose ilimitada*. Este processo, teoricamente infinito, na prática é interrompido pelas contingências da vida que fazem com que uma mente interpretadora inicie uma nova semiose (Oliveira, 2000, pág. 78).

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, dependência ou contigüidade;

- símbolo: a associação é arbitrária, estabelecida socialmente ou de forma imposta.

Em complemento a esta primeira classificação, mais divulgada na literatura, Peirce (1972) propôs uma sub-classificação para os ícones, 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.

Peirce propõe também outras classificações gerais para os signos. Uma delas leva em consideração apenas o signo em relação a si mesmo. Assim, um qualissigno é uma qualidade atuando como signo, que produzirá em uma mente interpretadora *alguma coisa como um sentimento vago e indivisível*, já que uma qualidade não representa um objeto (Oliveira, 2000, pág. 79). Um sinsigno é uma coisa ou evento real, singular, tomada como signo. Um legissigno é uma lei tomada como signo pela convencionalidade de seu significado. Todo legissigno significa através de uma ocorrência sua: uma réplica, que é um sinsigno.

Outra tricotomia de signos considera a relação entre o *representamen* e o interpretante. Um rema é um signo que, para seu interpretante, é entendido como representante de uma possibilidade qualitativa. Um dicissigno é um signo de existência real, concreta. Um argumento corresponde a um juízo.

As três tricotomias gerais de signos definem conjuntamente dez classes de signos, apresentadas e exemplificadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1:

As dez classes
de signos
segundo Peirce.

Extraído de
Oliveira (2000,
pág 81)

Classe	Comentário	Exemplos
Qualissigno (qualissigno icônico remático)	Trata-se da qualidade tomada como signo. Em relação ao objeto a qualidade, por ser qualidade, só pode representá-lo por similaridade, isto é, ícone. Como uma qualidade é uma mera possibilidade lógica, só pode ser interpretada como rema.	Sensação de vermelho
Sinsigno icônico (sinsigno icônico remático)	Refere-se a uma coisa ou evento real cujas qualidades fazem com que signifique um objeto. Tendo semelhança com um objeto é um ícone e envolve, portanto, qualidades. Como uma qualidade é uma mera possibilidade lógica, só pode ser interpretada como rema.	Um certo diagrama

Sinsigno indicial remático	Refere-se a uma coisa ou evento real mas tal que dirige a atenção para um objeto pelo qual sua presença é determinada	Um grito de dor
Sinsigno dicente (sinsigno indicial dicente)	Coisa ou evento real que funciona como signo de algo que o afeta diretamente. Combina dois tipos de signos: um sinsigno icônico para corporificar a informação e um sinsigno indicial remático para indicar o objeto ao qual a informação se refere	Cata-vento
Legissigno icônico (legissigno icônico remático)	Refere-se a todo tipo de lei geral, na medida em que exige que cada uma de suas ocorrências se corporifique numa qualidade que o torna adequado para trazer à mente a idéia de um objeto semelhante. Sendo um ícone deve ser uma rema. Sendo um legissigno deverá se fazer através de réplicas	Um diagrama generico
Legissigno indicial remático	É uma lei que requer que cada uma de suas ocorrências seja afetada por seu objeto de tal modo que simplesmente atraia a atenção para esse objeto. Cada uma de suas réplicas será um sinsigno indicial remático. O interpretante de um legissigno indicial remático interpreta-o como legissigno icônico.	Um pronome demonstrativo
Legissigno indicial dicente	É uma lei cujas instâncias são afetadas por seu objeto de modo a dar uma informação sobre este objeto.	A placa de trânsito com um "E" inscrito num círculo vermelho no local onde está colocada
Legissigno simbólico remático	É um signo ligado a seu objeto através de uma convenção de tal modo que sua réplica traz à mente um conceito geral e a réplica é interpretada como um signo de um objeto que é uma instância deste conceito.	Um substantivo comum
Símbolo dicente (legissigno simbólico dicente)	Signo que representa seu objeto através de uma convenção e é interpretado sob a forma de um enunciado.	Toda proposição do tipo "A é B"
Argumento	É um signo cujo interpretante está para seu objeto como sendo uma lei segundo a qual a passagem de premissas para a conclusão tende a ser verdadeira	Toda proposição do tipo "A é B, B é C, portanto A é C"

2.3 Abordagens semióticas em IHC

Ao considerarmos a interface computacional como uma mídia para manifestação de signos, surge a possibilidade de aplicação das teorias Semióticas em IHC. Estas abordagens não são substitutivas às abordagens cognitivas tradicionais, mas sim complementares, no sentido que incorporam todo um formalismo teórico preexistente que auxilia na compreensão dos fenômenos de expressão e interpretação.

Nadin (1988) apresenta uma das primeiras propostas de aplicação da Semiótica em IHC. Ele considera que o processo de *design* significa estruturar um sistema de signos, de tal

maneira a tornar possível se atingir objetivos humanos: comunicação, engenharia, artes, etc. Apresenta uma análise detalhada do ambiente de trabalho no qual se insere o computador e as formas de representação usadas, baseando-se na teoria peirceana. Propõe que no *design* de interfaces seja almejada a **consistência semiótica** das representações.

Familant & Detweiler (1993) propõem um *framework* para determinação da interpretabilidade de um signo. Utilizam a dicotomia entre ícone e símbolo, no que se refere à similaridade entre a parte material do signo e o seu significado e consideram o mapeamento entre estes dois elementos, que pode ser direto ou indireto (Rossler, 2000). As quatro categorias assim formadas auxiliam na escolha de signos durante o processo de *design*.

Jorna & van Heusden (1996) criticam o uso deliberado de ícones em interfaces, sem uma prévia análise das relações entre os signos, ícones ou símbolos. Consideram dois níveis de interação com a interface, um primeiro de apresentação, quando é apresentada ao usuário uma nova informação a ser aprendida, e outro de representação, quando o usuário já conhece a sintaxe e semântica da interface e esta passa a ser parte de um sistema de representação da realidade.

Veremos a seguir algumas das principais abordagens de Semiótica em IHC.

A Semiótica computacional de Andersen

Da aplicação por Andersen (1997) da semiologia em computação, surge uma nova disciplina chamada Semiótica Computacional. Andersen aplicou a semiologia de Hjelmslev não só ao *design* de interfaces, mas também à programação, análise e projeto de *software*. No entanto, vamos nos restringir aqui apenas aos aspectos relacionados ao estudo de interfaces.

A interface é vista por Andersen como uma coleção de signos baseados no computador, isto é, todas as partes do *software* que podem ser vistas ou ouvidas, usadas e interpretadas por uma comunidade de usuários. Para Andersen, o *design* da interface deve emergir dos padrões de uso, isto é, da maneira como o usuário faz uso de um dialeto baseado no computador.

O *design* é visto como um processo iterativo onde propostas são continuamente desenvolvidas, usadas e avaliadas. Pressupõe-se que, em cada ciclo da iteração do *design*, existe um corpo de signos para ser analisado. A Semiologia de Hjelmslev suporta bem este método de *design* porque é descritiva e analítica. Assim, pode-se analisar as relações entre

as unidades que compõem a linguagem e propor, com base nesta análise, possíveis modificações com o objetivo de adequar o design dos signos da interface aos padrões recorrentes de uso do dialeto baseado no computador pela comunidade de usuários (Oliveira e Baranauskas, 1998).

Em computadores, a dicotomia destacada por Hjelmslev (1943) entre forma e substância, no plano de expressão, é útil, por exemplo, para se estudar as várias manifestações (substâncias) do mesmo elemento de expressão (forma – representações verbais e gráficas, vídeo e som, gráficos, etc.). Já a possibilidade de apresentar diferentes características de um mesmo objeto em diferentes *views* (janelas) pode ser entendido como diferentes formas de conteúdo articuladas na mesma substância (Andersen, 1997).

Um exemplo de aplicação da Semiologia como substrato teórico para o levantamento de requisitos e a caracterização de domínio de aplicação, e em particular da teoria de Andersen no processo de *design* de interfaces pode ser encontrado em Prado & Baranauskas (1999), Prado & Baranauskas (2000 c).

A Engenharia Semiótica de Souza

Proposta por de Souza (1993), a Engenharia Semiótica (ES) se baseia na Teoria da Produção Sínica de Eco (1976) e considera a interface um artefato de **meta-comunicação** entre o *designer* e o usuário. Ou seja, a ES pressupõe a existência de uma mensagem na interface dos sistemas computacionais que é emitida pelo *designer* e recebida pelo usuário do sistema. Através desta mensagem são comunicadas ao usuário as funcionalidades disponibilizadas e a maneira como o usuário deve interagir com o sistema de modo a acessá-las, ou seja, o **modelo de usabilidade** que o *designer* planejou para o *software*. Manuais e *help* são outra forma usada pelo usuário para receber este modelo; no entanto a comunicação ocorre de forma **direta** (primariamente escrita) e **externa** à interface do sistema em si – mesmo sendo em uma janela de *help*, trata-se de outra janela.

Cada um dos elementos que compõem a interface de um sistema computacional, com os quais o usuário interage, pode ser por ele interpretado como uma informação construída originalmente pelo *designer* e ali disposta para sugerir como ele deve proceder. Assim, um botão de pressão do padrão Windows, por exemplo, pode ser visto como uma mensagem que o *designer* intencionou transmitir ao usuário e cujo conteúdo seria “clique aqui para acionar uma determinada função”. De maneira semelhante, os outros elementos de interfaces têm um componente semântico associado que pode ser aproveitado pelo *designer*.

A Engenharia Semiótica surgiu com o objetivo inicial de apoiar o processo de *design* de interfaces, complementando abordagens tradicionais por melhor explicitar o papel do *designer* na interação do usuário com o sistema. Seu potencial de uso atualmente é visto também em linguagens de programação para usuário final (Barbosa, Cunha & Silva, 1998), estudo de interfaces multi-usuário (Prates & de Souza, 1999), etc. Alguns passos já foram dados também na direção da avaliação de interfaces, como em de Souza, Prates & Barbosa (1999).

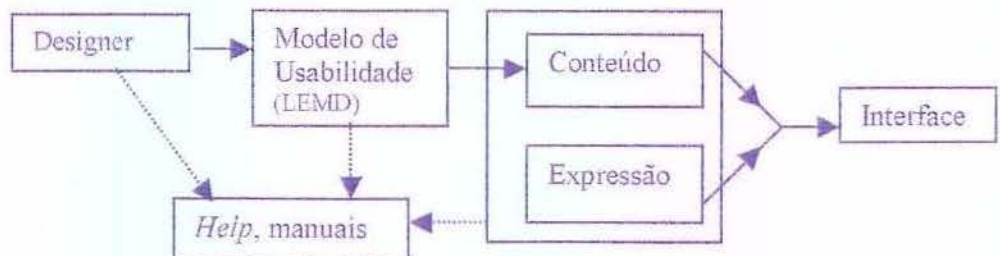
A Linguagem de Especificação da Mensagem do Designer (LEMD)

De acordo com a Engenharia Semiótica, o processo de *design* consiste em estruturar uma mensagem a ser direcionada ao usuário, que transmite o modo de utilização do sistema e o significado dos elementos com os quais o usuário está interagindo. É conveniente ao *designer* poder representar explicitamente esta mensagem durante o processo de construção da interface, para que a mesma seja estruturada e coerente. Para representar o conteúdo desta mensagem, a Engenharia Semiótica incorpora a LEMD (Leite, 1998).

Na Figura 2.2 vemos o processo de *design* pela perspectiva da ES. Ao planejar o sistema, o *designer* concebe seu modelo de usabilidade e o descreve utilizando a LEMD. Este é o modelo a ser meta-comunicado, constituindo o conteúdo da mensagem presente na interface. A todo conteúdo corresponde uma expressão (p. ex. *widgets* e elementos visuais), e ambos constituem a interface. A confecção de *help* e manuais também pode ser considerada parte deste processo, derivando tanto diretamente do *designer*, quanto do modelo de usabilidade por ele estruturado, quanto da própria interface já desenhada.

Figura 2.2:

*A concepção
do design da
interface com
base na
Engenharia
Semiótica*



Através da LEMD é possível declarar os signos do domínio da aplicação que estarão presentes na interface para visualização e manipulação pelo usuário, especificar estruturas de interação que correspondam ao modelo de interação planejado pelo *designer*, e mesmo

representar seqüências completas de passos que o usuário deve executar para atingir uma determinada meta dentro do seu escopo de trabalho.

A descrição a seguir é um exemplo simples de uso da LEMD no *design* da interface de sistemas para consulta de saldos num terminal bancário de auto-atendimento. A estrutura de interação pode ser representada da seguinte forma:

```
Sequence{
  View "insira o cartão"
  Enter information-of senha
  Show information-of saldo
}
```

Como pode ser observado, a representação do conteúdo da mensagem é feito de forma independente de sua expressão, ou seja, da maneira como esta vai ser materializada no *medium* computacional. Para realizar essa materialização, o *designer* necessita de regras de mapeamento semântico que associem cada *statement* da LEMD com um elemento de interface (um *widget*, no caso do padrão Windows) de acordo com o significado que este é capaz de transmitir ao usuário. Exemplos destas regras, extraídos de Leite (1998, págs. 160-168), são mostrados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2:

Exemplos de
regras de
mapeamento
semântico

Elemento da LEMD	Widget associado	Significado
View	Labels ou message-boxes	Mensagem direta do designer para o usuário
Activate	Botões de pressão	Acionamento de uma função da aplicação
Select information-of	Radio buttons ou combo boxes	Escolher uma opção de uma lista
Join	Painéis ou boxes	Agrupamento

A relação de mapeamento não é biunívoca, pois podemos ter diversas opções de elementos de interface para um mesmo *statement* de LEMD, o que dá ao *designer* certa liberdade para decidir sobre a aparência final da interface sem, contudo, deixar de transmitir a mensagem que havia planejado.

A LEMD diferencia diversos tipos de mensagens (extraído de Leite & de Souza, 1999):

- mensagens sobre signos do domínio: revelam o estado do sistema e permitem ao usuário avaliar se sua meta foi atingida (*View information-of <domain-sign>*);
- mensagens sobre funções da aplicação: revelam o estado das funções disponibilizadas pelo sistema (*View State-of <Application-function>*) e o que o usuário deve fazer para controlá-las;
- mensagens sobre a estrutura sintática dos comandos: revelam a estrutura da interação que o usuário precisa desempenhar. A estrutura sintática determina como as interações básicas podem ser articuladas na formação de comandos compostos. As interações podem ser agrupadas em seqüências (*sequence*), repetição (*repeat*), agrupamento (*join*), combinação (*combine*) e seleção (*select*).
- mensagens sobre interações básicas: indicam ao usuário a interação a ser desempenhada. As interações básicas previstas pela linguagem são acionar (*activate*), fornecer informação (*enter*) e selecionar informação (*select*);
- mensagens de meta-comunicação de assistência a tarefas: auxiliam o usuário a realizar tarefas compostas por mais de um comando, apresentando a tarefa decomposta em passos (*Task-Message*);
- mensagens de meta-comunicação para apresentação e controle da leitura da mensagem: comunicam como o usuário deve ler a própria mensagem do *designer*. Corresponde à estrutura de navegação entre telas (*Show Command-message*);
- mensagens de meta-comunicação direta: permitem ao *designer* enviar uma mensagem diretamente ao usuário para se referir a qualquer outro elemento da interface. Estas mensagens são especificadas através do elemento *view* da linguagem.

2.4 Propondo a avaliação da meta-comunicação do modelo de usabilidade de interface

A avaliação de software tem sido historicamente associada a julgamentos de valor, realizados em etapas finais do desenvolvimento, que conduzem a uma aprovação ou reprovação com relação a determinadas características. O entendimento da natureza cíclica do processo de *design*, entretanto, tem conduzido a um novo conceito para o que significa avaliar *software* e, em particular, avaliar interfaces de *software*.

Design visto como um processo iterativo no qual propostas são continuamente desenvolvidas, usadas e “avaliadas”, tem trazido o foco das técnicas e métodos de avaliação para dentro do próprio processo de *design*. Avaliação passa a ter como objetivo a coleta/obtenção de informações que alimentem uma nova fase do processo de *design*.

Métodos e técnicas de avaliação de interfaces devem ser considerados, portanto, no contexto do modelo de *design* do software; subjacente a esse contexto, existe um entendimento para o conceito de interface que orienta objetivos de avaliação.

Partimos da proposta da LEMD de representar o conteúdo da mensagem contida na interface, ou seja, o modelo de usabilidade com o qual o usuário tem contato durante a utilização do *software*. Aproveitando o potencial da LEMD de representação estruturada da mensagem do *designer*, propusemos um método de avaliação para determinar se o modelo de usabilidade que chega até o usuário quando este interage com o sistema é condizente com o modelo pretendido pelo *designer* (Prado & Baranauskas 2000b).

A avaliação é motivada pela necessidade de localizar da forma mais precisa possível partes da interface onde as mensagens do *designer* não refletem o modelo de usabilidade. Tais resultados são importantes em processos de *redesign* de interface de sistemas. A utilização da LEMD como forma intermediária de representação da mensagem do *designer* se mostra promissora por prover independência entre o conteúdo da mensagem e sua expressão. O uso dessa linguagem ajuda a desfazer a visão ingênua de que a interface é apenas a expressão e apenas neste plano se encontram os problemas de interação. Esta abordagem permite focalizar o conteúdo separadamente da expressão.

O procedimento de avaliação consiste em o avaliador assumir a posição de receptor da mensagem, isto é, sem qualquer expectativa sobre a mensagem que deveria encontrar, decodificá-la e documentá-la na forma de LEMD. O avaliador deve, portanto, captar o modelo de usabilidade expresso na interface pela mensagem do *designer*, verificar o grau de dificuldade na sua detecção e compará-lo ao modelo intencionado (Figura 2.3).

O processo de decodificação da interface pelo avaliador leva em consideração o perfil do usuário-alvo, em especial do seu grau de familiaridade com o código que constitui o padrão de *widgets* usado na construção da interface em avaliação. A “tradução” da representação visual da interface para sua descrição correspondente em LEMD é feita segundo a semântica dos *widgets*, do seu *layout* e da própria dinâmica dos elementos. Durante o processo de interpretação da interface e escrita da LEMD, o avaliador destaca pontos onde a mensagem recebida é deficiente ou dúbia, ou seja, onde um usuário com o perfil pretendido não compreenderia a intenção do *designer* expressa através do código visual

(*widgets* e *layout*). Estes pontos são assinalados na escrita da LEMD grifando-se os trechos onde, na visão do avaliador, a comunicação do significado da meta-mensagem é incerta. Eles sinalizam uma possível lacuna na comunicação *designer*-usuário pois o avaliador, ao situar-se em termos das capacidades interpretativas do perfil de usuário pretendido para o sistema, não é capaz de definir exatamente o significado que o usuário conseguiria perceber.

Figura 2.3:

Os elementos envolvidos na abordagem da avaliação proposta



No caso de interfaces complexas, é possível decompô-las em elementos menores, trechos da mensagem que possam ser isolados e trabalhados com uma certa independência. Todo usuário tem limitações perceptivas e cognitivas que não lhe permitem apreender e manter sua atenção sobre uma mensagem muito extensa. Em caso de não se mostrar possível esta decomposição durante a fase de representação via LEMD, isto já seria indício de uma interface cuja mensagem o usuário possivelmente teria dificuldades em decodificar, localizar elementos e identificar seus significados.

Como resultado da descrição de toda a janela, o avaliador possui uma documentação em LEMD do que ele considera ser o modelo de usabilidade mais provável de ser apreendido pelo usuário. Dando continuidade à avaliação da efetividade da comunicação *designer*-usuário da interface, procuramos determinar quão próximo o modelo de usabilidade captado está das intenções do *designer*. Para isso, é preciso ter acesso a outras fontes do modelo de usabilidade para comparação. Estas fontes devem ter um grau de indireção menor que o da meta-comunicação via interface, sendo ideal o contato direto com o(s) próprio(s) *designer*(s); na impossibilidade desse contato direto, documentação *online* e manuais de usuário também são fontes válidas.

Do confronto entre modelo de usabilidade descrito em LEMD (meta-mensagem) e as fontes alternativas, pode-se detectar deficiências na comunicação *designer*-usuário, onde, por exemplo, o usuário entende que deve utilizar um modo de interação com o sistema

diferente do que o *designer* intencionara. Tais pontos da interface sugerem que o usuário não estaria recebendo convenientemente a mensagem do *designer*.

A execução da avaliação em duas etapas (interpretação da interface e documentação da mensagem do *designer*, e posterior comparação com o modelo de usabilidade) se mostra interessante por minimizar predisposições do avaliador na interpretação da mensagem do *designer* presente na interface. Na tentativa de confrontação imediata do modelo de usabilidade dos manuais e *helps* com o da mensagem da interface, o avaliador é levado a localizar na interface as informações sobre o modelo de usabilidade que foram coletadas no *help*. Esse procedimento não permite a desejada “neutralidade” do avaliador como alguém que está recebendo tais informações de usabilidade a partir da mensagem de meta-comunicação do *designer*.

Uma avaliação da efetividade da mensagem do *designer* através de LEMD como a que propusemos é minuciosa e formal, o que nos faz sugerir o seu uso para os trechos mais críticos de um *software* em análise, em complemento, por exemplo, a métodos de avaliação convencionais. Um estudo de caso, apresentado na Seção 4.2, faz uso do método proposto.

Cartografia e SIG como sistemas semióticos

Descrevemos neste capítulo um estudo comparativo entre os domínios de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Clássica, sob o ponto de vista da Semiótica. Analisamos o potencial expressivo dos elementos visuais usados para construção de mapas em cada um dos domínios, através do resgate destes elementos na literatura da Cartografia Clássica e confronto com os encontrados em SIG. Consideramos também aspectos da dinâmica de interação com estes elementos, durante o processo de confecção dos mapas, documentando e representando os procedimentos do cartógrafo através da LEMD. Apresentamos uma discussão baseada nesta documentação, com vistas à transposição para o domínio computacional das características inerentes ao processo.

As Seções 3.1 e 3.2 descrevem em linhas gerais o domínio da Cartografia Clássica e o de Sistemas de Informação Geográfica, respectivamente. Na Seção 3.3 é feita a análise dos signos manipulados em cada um dos domínios, através de um contínuo de significação proposto a partir da teoria Semiótica. A Seção 3.4 discorre sobre a dinâmica de interação com os signos do domínio Cartográfico e aponta direções para sua materialização no meio computacional, em interfaces de SIG.

O conteúdo da Seção 3.3 corresponde ao trabalho originalmente publicado em Prado, Baranauskas & Medeiros (2000 a, b; 1999) e a Seção 3.4 se baseia em estudos descritos em Prado & Baranauskas (2000 a).

3.1 Cartografia Clássica – visão geral

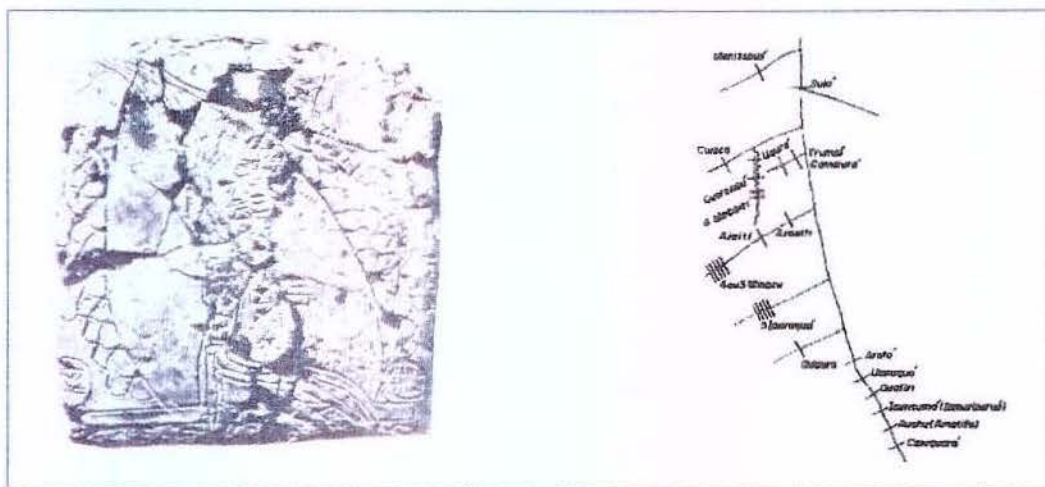
A palavra mapa, de provável origem cartaginesa, significava ‘toalha de mesa’. Os navegadores e os negociantes, ao discutirem sobre rotas, caminhos, localidades, etc., em locais públicos, rabiscavam diretamente nas toalhas (*mappas*), surgindo, daí, o documento gráfico [...]. A palavra carta, igualmente, parece ser de origem egípcia e significa papel [...]. Num caso ou no outro, é o material através do qual a comunicação se manifesta (Oliveira, 1988, pág. 31).

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.

A elaboração de mapas é uma atividade encontrada entre diversos povos e culturas, desde a antiguidade. O mais antigo mapa de que se tem conhecimento é um tablete de argila cozida, de origem babilônica e data provavelmente de 3800 a.C., representando duas cadeias de montanhas e no centro delas um rio, provavelmente o Eufrates (Figura 3.1). Oliveira (1988), exemplificando o caráter de originalidade da confecção de mapas, nos reporta que o pesquisador alemão Karl von den Steinen, no século XIX, descobriu um mapa em que um índio brasileiro esquematizara os afluentes rio Xingu¹ (Figura 3.1). Diferentes povos,

Figura 3.1:

O mais antigo mapa conhecido (esquerda) e um mapa dos afluentes do rio Xingu, criado por índios brasileiros. Extraído de Oliveira (1988)



¹ Nomes dos rios adicionados pelo pesquisador

isolados entre si, e muitas vezes sem o domínio da escrita, desenvolveram a habilidade de representar o mundo ao seu redor através de mapas, *numa forma de retratar um fato local importante* (Oliveira, 1988, pág. 18).

A Cartografia conheceu um grande avanço no período do Renascimento e das Grandes Navegações. A necessidade de precisão e segurança no percurso das rotas marítimas provocou a retomada das técnicas já conhecidas pelos gregos, mas abandonadas durante a baixa Idade Média. O momento determinante da Cartografia moderna ocorreu em 1595, quando o belga Gerhard Kremer, mais conhecido por Mercator, construiu a projeção que recebe o seu nome, para solucionar o problema de traçado em cartas planas de rotas marítimas que respeitassem a curvatura da terra (Oliveira, 1988, pág. 21).

A partir do século XVII têm início os grandes levantamentos da Europa e posteriormente em escala mundial. Grandes esforços foram feitos no sentido de se determinar a forma e dimensões exatas do globo terrestre, destacando-se a Cartografia dos franceses, ingleses e alemães. Houve um notável aperfeiçoamento nos instrumentos de coletas de dados, como o teodolito, um instrumento para medidas de ângulos com grande precisão.

Também houve desenvolvimento no campo da reprodução. Até o século XV os mapas eram construídos de forma única, sem finalidade de obtenção de várias cópias. Daquele século em diante, passou a ser usada a técnica do entalhe em madeira – xilogravura – para construção dos originais. Mas a técnica de reprodução cartográfica que mais evoluiu foi a gravura em metal, que se difundiu a partir do século XVI, atingindo excelente qualidade gráfica e sendo utilizada até o final do século XIX, quando então foi progressivamente abandonada em favor de técnicas fotográficas.

Todos os mapas produzidos cartograficamente atualmente compartilham de um conjunto de atributos: coordenadas geográficas, que permitem a localização de um ponto sobre a superfície terrestre, um sistema de projeção com o qual os dados da superfície esférica da Terra sejam representados de forma plana, um valor de escala, para a correta interpretação das dimensões representadas e uma forma de simbolização visual das características de interesse da região.

Lawrence (1971) classifica os mapas em topográficos ou temáticos, de acordo com as informações que veiculam e o tipo de uso a que foram planejados. Os primeiros apresentam dados gerais a respeito do terreno e suas formações naturais, como contornos, relevo e hidrografia. Os segundos são mapas em que, sobre um fundo geográfico básico, são representados dados a respeito de um ou mais assuntos específicos da região representada, como demografia, geologia, uso de solos para agricultura, etc.

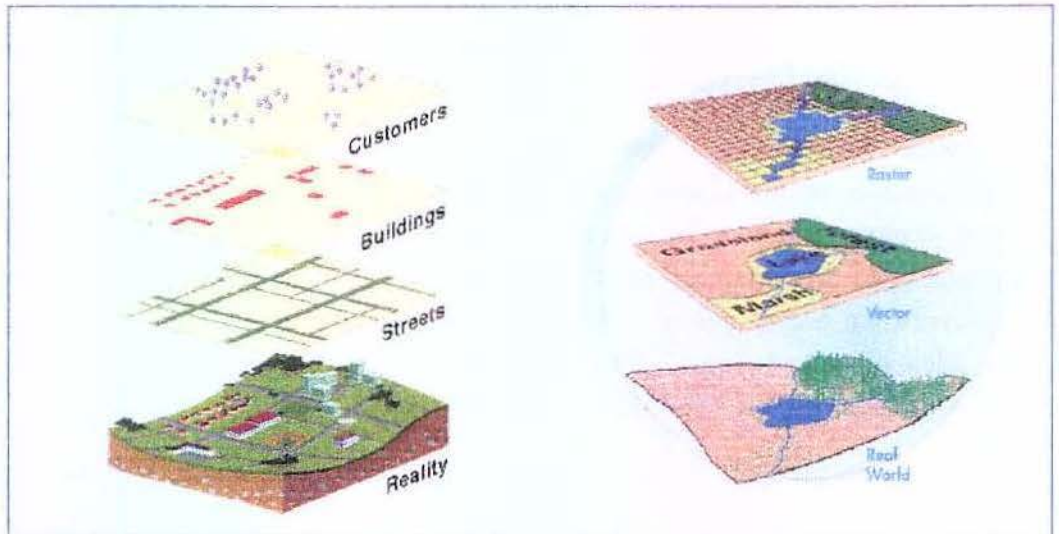
3.2 Sistemas de Informação Geográfica

Um Sistema de Informação Geográfica pode ser entendido como um software ou conjunto de ferramentas de software que manipulam dados geo-referenciados. Estes são dados que representam fenômenos do mundo real e seus atributos em termos de sua posição relativa a um sistema conhecido de coordenadas. As tarefas gerais desempenhadas por tais sistemas são *coletar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real para um determinado propósito* (Burrough & McDonnell, 1998, pág. 11).

SIGs organizam seus dados de forma temática, ou seja, a realidade geográfica é “decomposta” segundo os aspectos de interesse, e os dados relativos a cada um destes aspectos são armazenados independentemente. No exemplo da Figura 3.2, os temas captados são *customers, buildings e streets*. Os temas assim obtidos podem ser sobrepostos de forma combinada para a obtenção de mapas temáticos a respeito daquela realidade.

Figura 3.2:

*Representação
de dados em SIG
(Extraído de Esri
Homepage –
How GIS Works)*



Para representação numérica de cada um dos temas, são dois os formatos básicos utilizados por Sistemas de Informação Geográfica: vetorial e matricial (ou *raster*) (Figura 3.2). O primeiro formato utiliza elementos geométricos como pontos, linhas e polígonos como uma aproximação das características geográficas dos elementos representados. Para cada um desses elementos geométricos podem ser associados dados não-geográficos, como valores numéricos e textuais. O formato matricial divide a região a ser representada através da aplicação de uma grade ou matriz, e cada um dos elementos dessa matriz – um pixel – é um valor que se refere a uma determinada característica do terreno naquela região do plano.

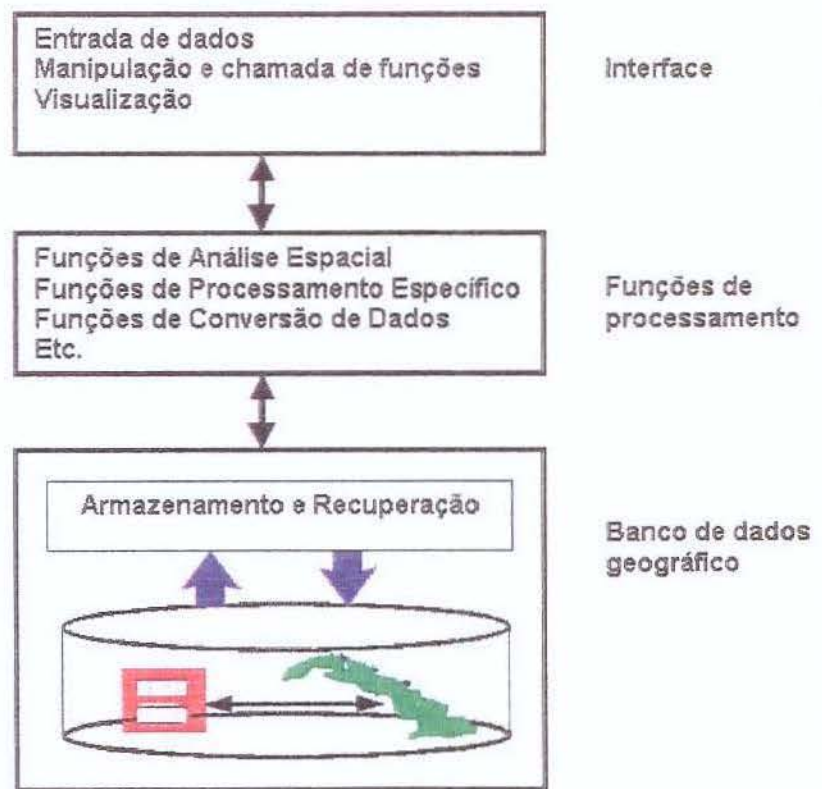
A escolha da forma de representação varia de acordo com a característica que se deseja armazenar. Por exemplo, para a localização de elementos discretos no terreno, como

edifícios ou ruas é mais indicada a representação vetorial. Já para compor a caracterização de uma grandeza do terreno que varia continuamente, como por exemplo seu modelo digital de elevação, a representação matricial é mais usada.

Em linhas gerais, uma possível arquitetura para SIG é apresentada na Figura 3.3. Em um banco de dados geográfico são armazenados os dados do sistema, tanto os geográficos em formato matricial ou vetorial quanto os dados convencionais, na forma de tabelas que podem estar associadas aos dados geográficos. Sobre esses dados são aplicadas funções de análise e processamento espacial, como medidas de distâncias ou determinação de interseções entre regiões.

Figura 3.3:

*Uma possível
arquitetura de
Sistemas de
Informação
Geográfica
(adaptado de
Oliveira, 1997 e
Câmara et al.,
1996).*

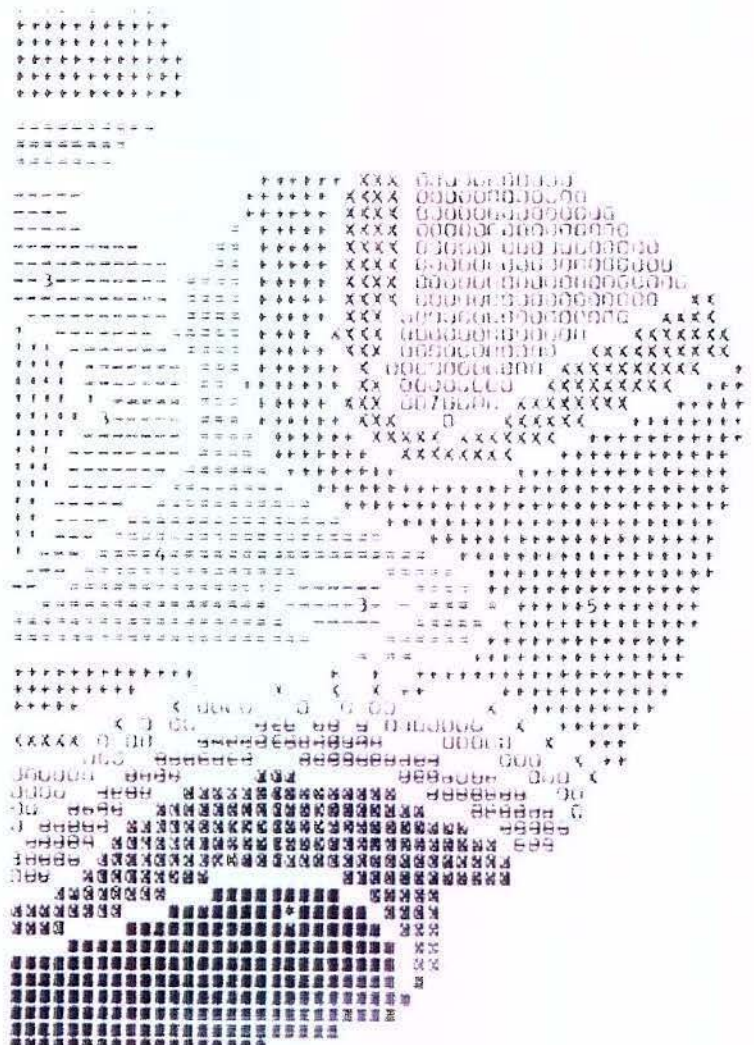
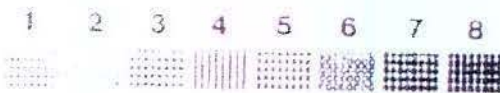


O resultado das funções, bem como a requisição direta de consultas ao banco de dados geográfico, deve ser apresentado ao usuário. Esta visualização pode ser feita através de texto, tabelas, gráficos e, principalmente, através de **mapas** (Burrough & McDonnell, 1998).

Considera-se atualmente a existência de três gerações de Sistemas de Informação Geográfica (Gabinio, 2000). À primeira geração correspondem SIG voltados principalmente para o desenho de mapas ou cartografia eletrônica. São sistemas geralmente baseados em CAD e com limitado suporte a banco de dados. Eram desenvolvidos inicialmente para ambientes da classe VAX e, a partir de 1985, para sistemas PC/DOS² com interação baseada em linha de comando e saída cartográfica através de impressoras (Figura 3.4) ou *plotters*. Os sistemas de segunda geração chegaram ao mercado no início da década de 90, sendo caracterizados pela adoção da estrutura cliente-servidor, com acoplamento a bancos de dados relacionais e uso de interfaces gráficas baseadas em janelas. A terceira geração de SIG surge no final da década de 90 tendo como principal

Figura 3.4:

*Detalhe de mapa
composto através
do programa
Symap, com a
respectiva legenda.
Tonalidades de
preenchimento eram
obtidas imprimindo-
se diversos
caracteres de forma
sobreposta
(Extraído de
Lawrence, 1971)*



² Spring Homepage – Teoria: www.dpi.inpe.br/spring/teoria/introducao/teoria1.htm

característica a interoperabilidade, suportando acesso a diversas fontes de dados e operação através de redes locais e *internet*, como consulta e exibição de dados através de WWW.

3.3 Estudo dos elementos expressivos em mapas

Sabemos que a principal forma de exibição dos dados de um Sistema de Informação Geográfica ao usuário é através de mapas. É importante verificarmos, portanto, a capacidade expressiva destes sistemas, ou seja, a eficiência da apresentação das informações. Para isso, com base em um ferramental semiótico, realizamos um estudo comparativo entre os signos usados em mapas segundo a Cartografia tradicional e aqueles disponíveis em SIG.

Cartografia Clássica

Raisz (1969, pág. 93) deixa clara a preocupação que a Cartografia Clássica tem com a significação dos elementos usados na confecção de mapas ao afirmar que *um bom símbolo [signo cartográfico] é o que pode ser reconhecido sem a legenda*. Oliveira (1988) tem opinião semelhante a respeito da simbologia de mapas; segundo ele

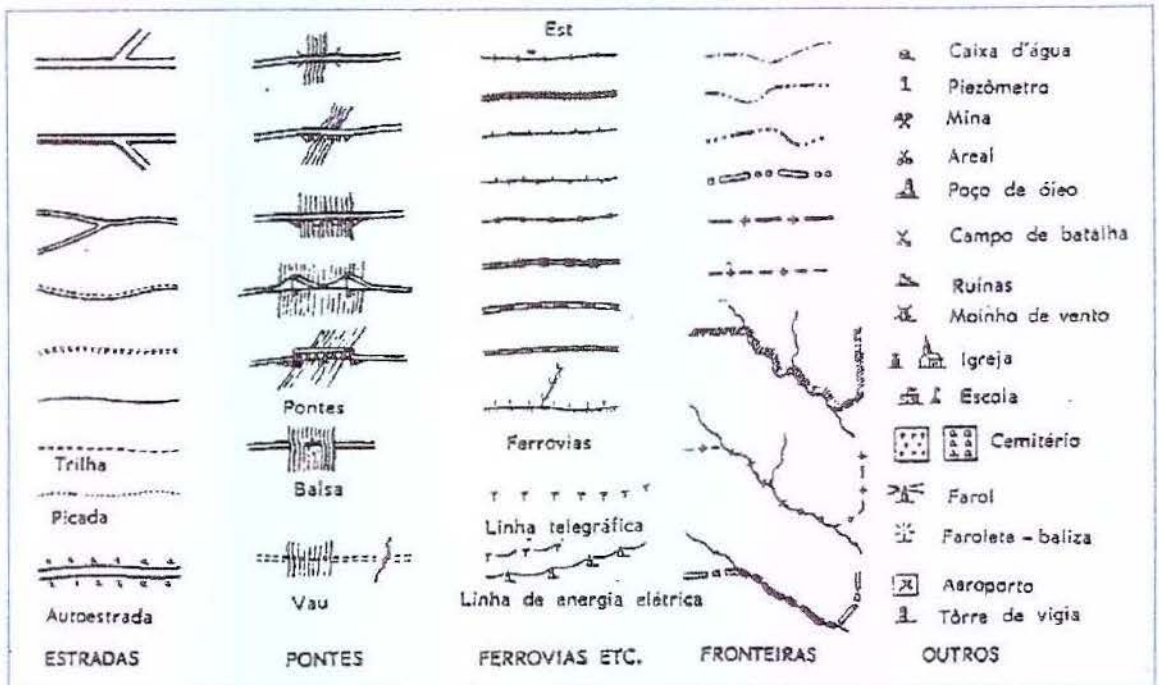
um símbolo cartográfico [...] não pode abdicar, inteiramente, do seu caráter figurativo-associativo, em favor do símbolo geométrico puro, como: o ponto, a linha, o quadrângulo ou o círculo (Oliveira, 1988, pág. 109).

Alguns estudos procuram formalizar o processo de escolha dos elementos visuais de mapas. Raisz (1969) considera que a representação dos objetos pela forma que têm quando são vistos de cima é difícil de entender, apesar de cartograficamente correta. Justifica-se por um teste feito por ele próprio com seus alunos, que

foram capazes de dar o nome de somente 60% dos símbolos de cartas aéreas representadas por suas vistas verticais, mas reconheceram 90% dos representados pelas vistas laterais (Raisz, 1969, pág. 94).

A forma mais freqüente de abordar a escolha de elementos visuais para confecção de mapas, dentro do que foi encontrado na literatura cartográfica pesquisada, é através de tabelas e exemplos de signos (Figura 3.5).

Figura 3.5:
Sugestões de
signos para
construção de
mapas, como
encontrado na
literatura da
Cartografia
Clássica
(extraído de
Raisz, 1969)



Quadros deste tipo são resultados da experiência acumulada pela Cartografia através de sucessivas tentativas e refinamentos. Servem de referência ou mesmo fonte de réplica para o cartógrafo estruturar a representação visual das informações no mapa.

Discussão sobre o uso de cores

Cores 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. No passado, a produção de mapas era limitada quanto ao uso de cores por dificuldades técnicas na impressão (Monmonier, 1991). Atualmente, Sistemas de Informação Geográfica são capazes de disponibilizar equivalentemente o espectro visual, facilitando o acesso a uma maior gama de possibilidades de cores. Entretanto, é necessária atenção quanto à disponibilização e uso adequado das escalas de cores em mapas.

A aplicação de cores em mapas impressos é abordada por trabalhos como o de Bertin (1967). Bertin realiza um estudo amplo sobre formas de representação visual, onde identifica e caracteriza **variáveis visuais**: formas de modulação que se pode aplicar a uma marca de tinta sobre papel com o intuito de atribuir-lhe uma determinada percepção, o que ele chama de **propriedades perceptivas**. O quadro da Figura 3.6 sintetiza este estudo.

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.

Uma variável **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 círculos de determinada cor, dos demais. A cor é portanto uma variável seletiva.

Figura 3.6:

Quadro organizado por Bertin (1967) com exemplos das variáveis visuais e suas propriedades perceptivas. Extraído de Martinelli (1991).

AS VARIÁVEIS VISUAIS			MODOS DE IMPLANTAÇÃO			PROPRIEDADES PERCEPTIVAS			
			PONTUAL	LINEAR	ZONAL				
• DA IMAGEM AS DUAS DIMENSÕES DO PLANO						Q	O	*	≡
	TAMANHO					Q	O	*	≠
	VALOR					"c"	O	*	≠
• DE SEPARAÇÃO									
	GRANULAÇÃO					"c"	O	*	≡
	COR							*	≡
	ORIENTAÇÃO							*	≡
	FORMA							*	≡
						as transcrições gráficas que resultam nesta área destroem o significado da imagem.			
						≠	DISSOCIATIVA		
						*	ASSOCIATIVA		
						O	SELETIVA		
						Q	ORDENADA		
						Q	QUANTITATIVA		

Variável **ordenada** é aquela que permite que se perceba 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.

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.

Para se representar numericamente uma cor, são usados **modelos de cores**. Um modelo de cor é um sistema de coordenadas 3D que cobre um determinado subconjunto do espectro visual (Foley et al., 1997). Alguns são considerados *hardware-oriented*, como o RGB usado em monitores de vídeo, o YIQ para transmissão de TV e o CMY usado para impressão. Nenhum destes é de fácil utilização, surgindo então a necessidade de outra classe de modelos cromáticos que se aproximem de noções mais intuitivas do uso de cores. Como exemplo desta nova classe, temos os modelos HSV, HLS e HVC.

O modelo RGB usa a intensidade relativa das cores primárias vermelho, verde e azul como valor para suas coordenadas, delimitando um cubo cujo vértice (0,0,0) corresponde ao preto e (1,1,1) ao branco. Este é um modelo aditivo, ou seja, as contribuições de cada cor primária são adicionadas para que se obtenha a cor final desejada. Por isso se encaixa nas necessidades de dispositivos capazes de emitir luz nos comprimentos de onda correspondentes ao vermelho, verde e azul.

O modelo HSV (*hue, saturation and value*) (Smith, 1978) é considerado *user-oriented*, pois suas coordenadas são mapeadas a propriedades perceptuais e não físicas. É *baseado nos recursos intuitivos de matiz, tom e sombra que tem o artista* (Foley et al., 1997, pág. 590). O sistema de coordenadas é cilíndrico e o espaço de cores corresponde a um cone em cujo plano de base temos $V=1$, onde se encontram as cores de brilho máximo. No vértice do cone está o preto, com coordenadas (0,0,0). O matiz é medido pelo ângulo em torno do eixo vertical, com vermelho em 0° , verde em 120° e azul em 240° – cores complementares ficam distantes 180° . A saturação corresponde a distância radial relativa entre a borda do cone, onde se encontram os matizes puros, e o eixo central, onde estão os tons de cinza.

Conforme encontrado em Raisz (1969, pág. 149), cartógrafos consideram mais adequada a notação HSV, pois variações de matiz geram palhetas qualitativas (seletivas), variações de valor geram palhetas ordenadas, e variações de saturação são usadas para obter os níveis visuais de *background* e *foreground* (Keates, 1973, pág. 30).

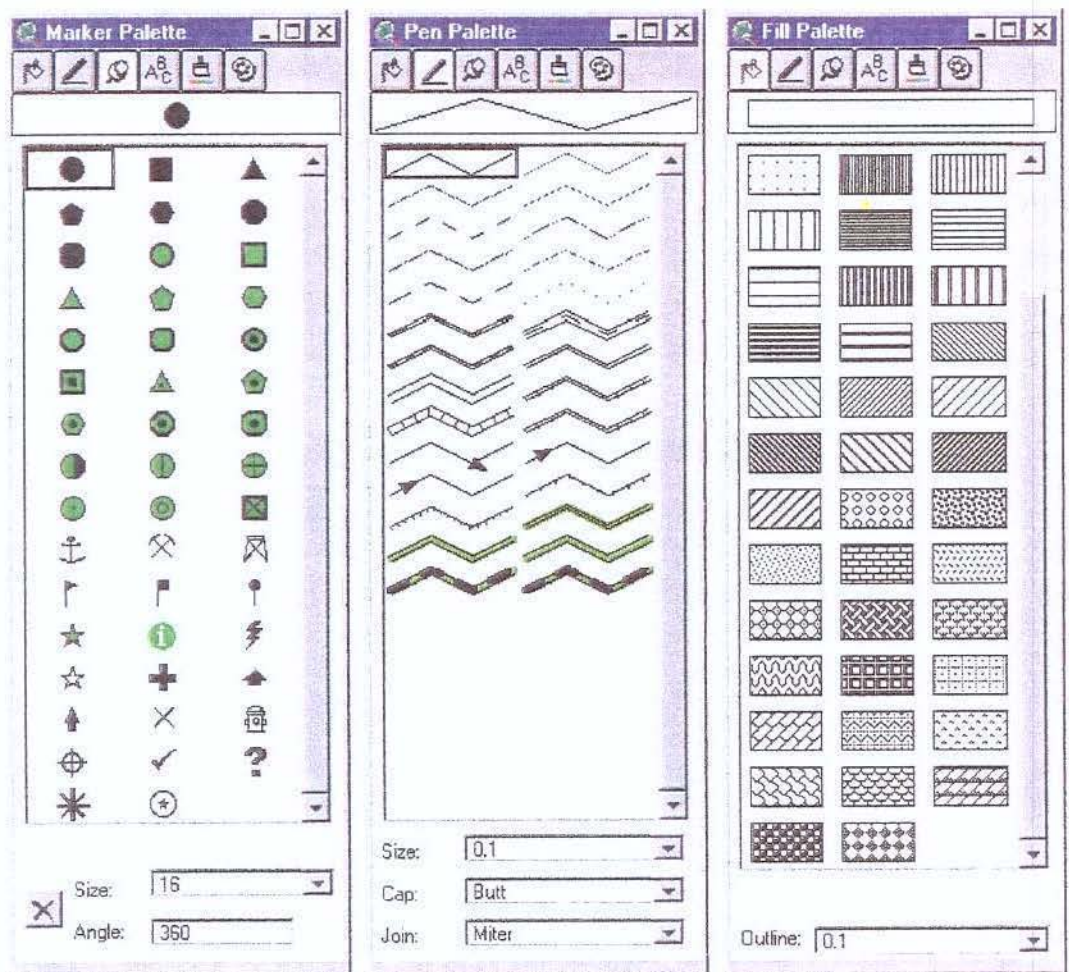
Sistemas de Informação Geográfica

A escolha dos signos cartográficos em SIG é feita através de palhetas de elementos visuais. Para construir o mapa, o usuário deve escolher dentre estes elementos os que serão associados aos resultados de processamento e consultas que se deseja ter visualizados no mapa. É necessário que o usuário tenha esta possibilidade de escolha, desvinculando a forma de apresentação, do armazenamento dos dados no banco de dados geográfico, para que se possa atender necessidades específicas de diferentes grupos de aplicações (Davis & Leander, 1999).

Como fontes de dados para nosso estudo, foram escolhidos os *software* ArcView 3.0, Idrisi 2.01 e Spring 3.2. No ArcView³ temos conjuntos separados de signos para representação de natureza geométrica pontual (*marker palette*), linear (*pen palette*) ou de áreas (*fill*

Figura 3.7

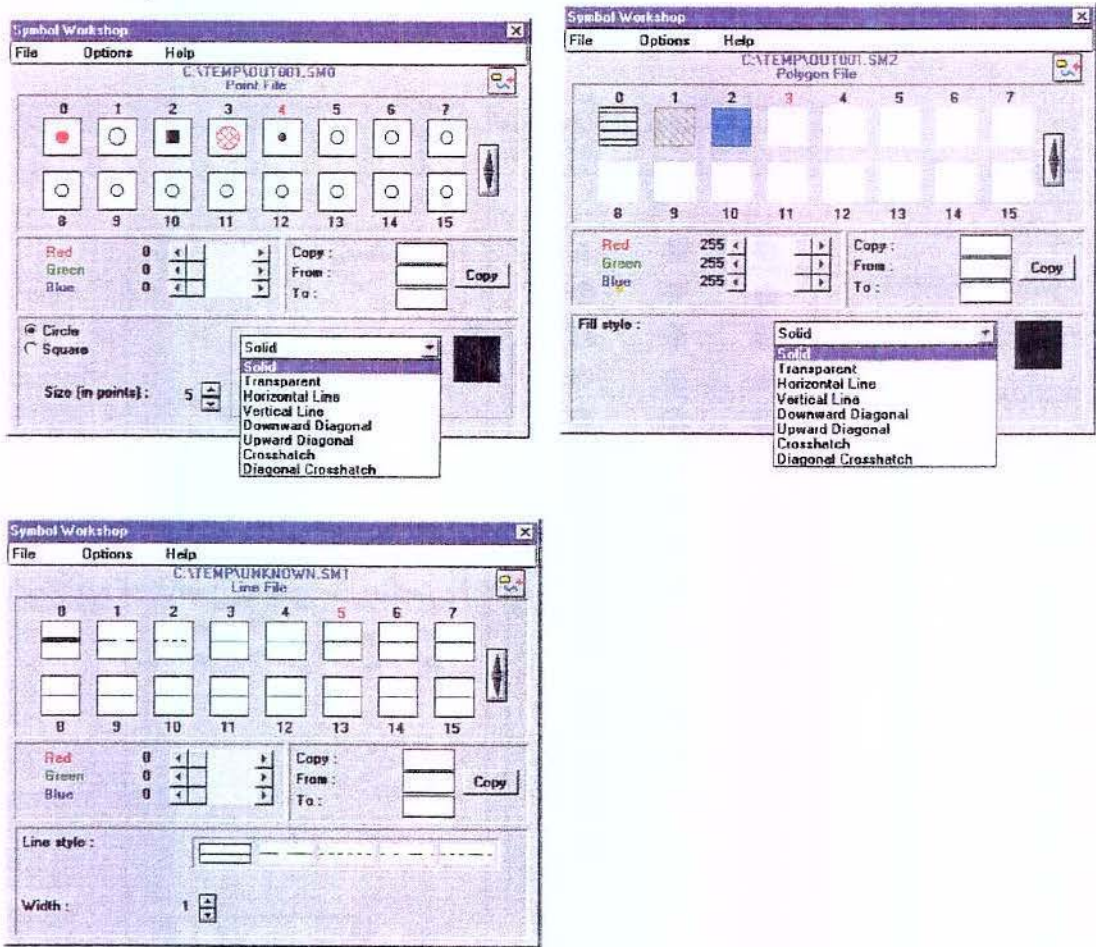
Palhetas de elementos para construção de mapas disponíveis no SIG ArcView versão 3.0



palette), além de opções de formato de texto e cores (Figura 3.7). O usuário conta com uma grande variedade de signos, além da possibilidade de importação de outros conjuntos, gravados em arquivo.

No Idrisi⁴ o usuário constrói uma palheta numerada de signos, também separados pela natureza geométrica da representação, e passa a referenciar os elementos no mapa através destes números (Figura 3.8). Para representar pontos, pode-se escolher entre círculos ou quadrados, que podem ser modulados em cor fornecendo-se os valores RGB da mesma, em tamanho e pela aplicação de hachuras. A representação de linhas conta com as opções de linha cheia, tracejada, pontilhada ou traço-ponto, moduláveis em cor e espessura. O preenchimento das áreas pode ser feito escolhendo-se cor e hachuras.

Figura 3.8:
Telas para
escolhas de
elementos
visuais no SIG
Idrisi 2.01

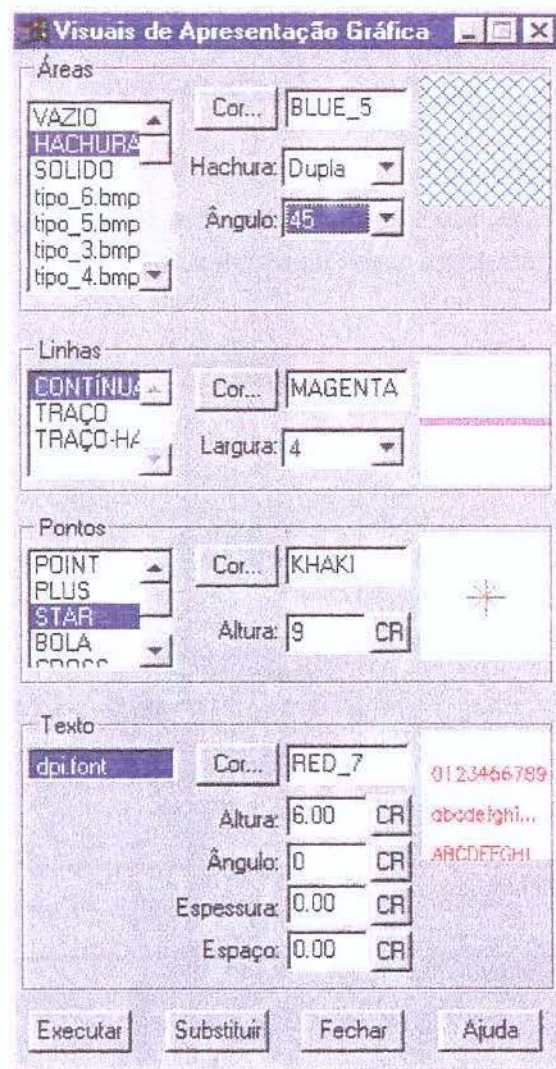


³ Esri Homepage – ArcView: www.esri.com/software/arcview/index.html
⁴ Idrisi Homepage: www.idrisi.com

A escolha da representação visual no Spring⁵ é feita em uma única janela onde simultaneamente são exibidas as opções para áreas, linhas, pontos e texto (Figura 3.9). Cada signo recebe um nome e clicando-se num item da lista de nomes é possível visualizá-lo. A escolha de cores está presente em todas as categorias geométricas e são possíveis outras modulações, como hachuras para áreas, espessura de linhas e dimensão dos pontos. Para o preenchimento de áreas, é possível ao usuário acrescentar seus próprios padrões, criando a figura em um arquivo *bitmap* (.bmp) que deve ser gravado em um certo diretório do sistema.

Figura 3.9:

Janela para
escolhas dos
elementos
visuais no
Spring versão
3.2



⁵ Spring Homepage: www.dpi.inpe.br/spring/

Comparação entre poder expressivo dos elementos de cada domínio

Para o estudo do poder expressivo dos elementos usados para a confecção de mapas pela Cartografia e por SIG fizemos uso de uma classificação de signos proposta por Peirce (1972) e descrita na Seção 2.2. A Tabela 3.1 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 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.

Tabela 3.1:

Uma
ilustração da
taxonomia de
signos de
Peirce em
elementos
cartográficos.
Em Prado,
Baranauskas
& Medeiros
(1999)

significação/especificidade

Ícone	imagem	Abete  Pino italiano 	Figuras extraídas de: Agostini (1972), tabela VIII
	diagrama	 Tree	Lawrence (1971), pág. 30
	metáfora	 Lago intermitente	Oliveira (1988), pág. 110
Índice		 Ancoraggio	Agostini (1972), tabela XIV
Símbolo		 Cobre  Grafita	Martinelli (1991), pág. 58

Esta classificação 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 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.

Com base na taxonomia de signos anteriormente definida, realizou-se a coleta e classificação dos dados referentes aos dois sistemas semióticos analisados. Foram utilizados livros e publicações voltadas para o ensino de Cartografia e, em paralelo, foi feito o mesmo trabalho de coleta e classificação nos três Sistemas de Informação Geográfica.

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). Também vale deixar claro que neste ponto do trabalho nos preocupamos única e exclusivamente com os elementos visuais usados no mapa em construção; não levamos, pois, em consideração, ícones de botões e outros *widgets* e elementos de interface do SIG.

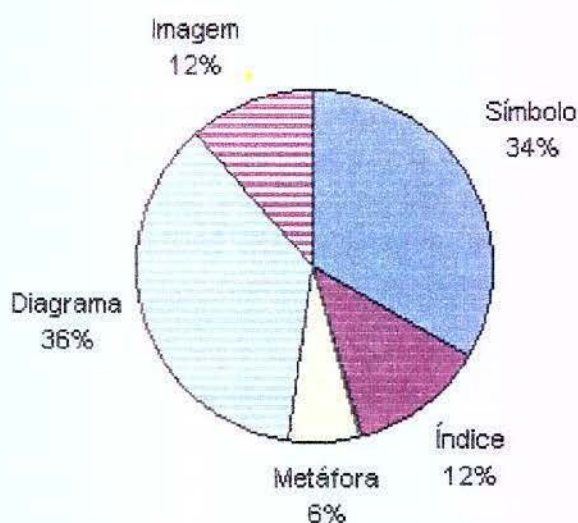
O método adotado para classificação dos signos em cada um dos sistemas semióticos estudados baseou-se no seguinte procedimento: na Cartografia pré-computacional encontramos a relação *representamen*-objeto explícita em descrições didáticas de como construir mapas e representar acidentes geográficos, 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 ícones são de interpretação mais direta que índices.

Foram identificados e classificados 161 signos da literatura cartográfica e 143 dos SIG, e a partir destes dados foram gerados gráficos. O primeiro (Figura 3.10) corresponde 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. Mesmo que 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 freqüentes as representações mais imediatas, por meio das próprias características dos objetos representados.

Figura 3.10:

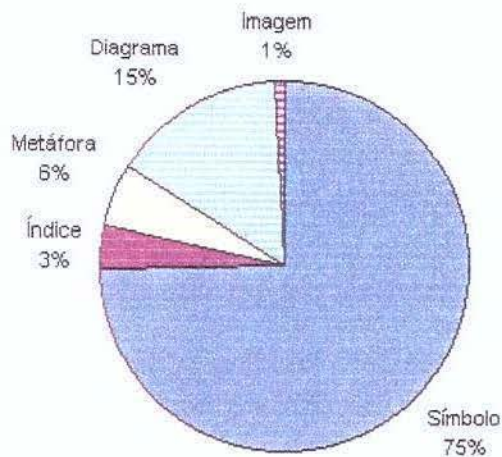
*Gráfico da
distribuição
de signos da
Cartografia*



Já no conjunto de resultados da análise de SIGs (Figura 3.11) 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 3.11:

*Distribuição
dos signos
coletados em
SIG*



Esta nítida incompatibilidade entre os sistemas semióticos da Cartografia clássica e de Sistemas de Informação Geográfica pode ser atribuída a fatores históricos de SIG. A análise comparativa dos sistemas semióticos da Cartografia e de SIGs mostra que o segundo ainda é tecnocêntrico, devido à herança das restrições iniciais da tecnologia: palhetas genéricas de símbolos ocupam menos espaço e servem a um número maior de objetivos na criação de mapas no computador, figuras geométricas simples (quadrados, triângulos) exigem uma menor capacidade de processamento e armazenamento que signos mais complexos.

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.

Argumentamos que o perfil semiótico da Cartografia deva ser respeitado, ou seja, que haja um **equilíbrio** entre representações icônicas e simbólicas. Mais do que isso, 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 de uma cartografia eletrônica que se limita a

reproduzir mapas previamente criados usando a Cartografia clássica. 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 usuários e aplicações que necessitam de informações geográficas.

3.4 O processo de construção de mapas

Tão importante quanto os elementos expressivos usados em mapas é sua dinâmica de construção, ou seja, o procedimento adotado pelo construtor do mapa na manipulação destes elementos. Em Sistemas de Informação Geográfica, muitas vezes esta dinâmica é determinada por fatores de natureza computacional ou de implementação. Entretanto, é desejável que a estrutura de interação oferecida ao usuário aproxime o processo dos interesses e necessidades do criador/usuário do mapa.

Isso motivou o estudo do processo de confecção de mapas de acordo com a Cartografia Clássica. Sabemos que o modo de execução de uma tarefa é fortemente dependente do substrato tecnológico no qual é desempenhada, por isso procuramos primeiramente extrair dos dados da Cartografia Clássica as características inerentes ao processo, para posterior transposição para o domínio computacional, o que é detalhado a seguir.

Estudo da Cartografia Clássica

Para a caracterização do processo de construção de mapas da Cartografia convencional, foi feita uma busca por textos didáticos e manuais da literatura cartográfica para determinação dos passos seguidos para a construção de um mapa em papel. Os textos transcritos no Apêndice A sintetizam e exemplificam as indicações da Cartografia clássica. Com base em tais textos, identificamos os passos que devem ser executados durante a construção de um mapa: a tarefa tem início com um planejamento mental, a partir do qual é feito um esboço a lápis, posteriormente refinado, seguindo-se do desenho de precisão a lápis e aplicação de tinta.

O **planejamento mental** é um passo com manipulação e visualização de signos totalmente na mente do cartógrafo. São definidos parâmetros que guiarão a execução da tarefa, através de perguntas que o cartógrafo deve fazer a si mesmo. Esta série de questões visa conduzir a elaboração de um mapa mental, uma concepção prévia de como será o trabalho a ser executado.

No **esboço a lápis** são selecionadas as fontes de informação para construção do mapa, como outros mapas já existentes da área a ser representada, mesmo que não estejam na escala desejada ou não tenham todas as características do terreno que se deseja representar. É feito um primeiro desenho, mais simples, dos contornos e formas gerais, apenas para se ter uma visão geométrica do assunto representado, sem muita ênfase na informação que o mapa veicula.

As ações descritas para o **refinamento do esboço a lápis** são relativas a *layout* e complementações da informação geográfica principal auxiliando na sua compreensão, como escolha da forma de representação da escala e dos elementos gráficos para representação dos dados, construindo a legenda.

Finalmente é feito o **desenho de precisão**, quando o mapa toma o nível final de detalhamento geométrico, a lápis, aplicando-se tinta em seguida. A ordem de desenho é bem definida – por exemplo, rios devem ser desenhados a tinta após o desenho das estradas, pois as linhas dos rios devem ser interrompidas pelas das estradas.

Para facilitar a compreensão da estrutura global da tarefa e relacionamento entre as etapas, utilizaremos a LEMD como linguagem de representação. Cada sequência de passos pode ser agrupada em **Command-Message**, ou seja, conjuntos de interações mais elementares associadas à execução de uma **Application-Function**, responsável por criar ou alterar os signos do domínio manipulados. Para a tarefa principal foi criada uma **Task-Message**. A listagem completa da descrição em LEMD para o processo cartográfico, incluindo as definições para as **Command-Message** aqui referenciadas, pode ser encontrada no Apêndice B. Em Prado & Baranauskas (2000 a) são descritos detalhes do procedimento adotado para obtenção dessa descrição estruturada.

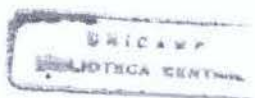
Uma primeira descrição para a tarefa geral de construir um mapa na Cartografia clássica é apresentada a seguir.

Task-message "confecção do mapa - processo básico"

```
Join {
  Sequence {
    //planejamento mental - construção de um mapa mental
    Command-Message "Planejamento Mental"

    //preparação e esboço a lápis
    Command-Message "Esboço a Lápis"

    //refinar e detalhar esboço a lápis
    Command-Message "Refinamento do Esboço a lápis"
```



```

//desenho de precisão
Command-Message "Desenho de Precisão"

}
Select {
  // a tarefa pode ser abandonada a qualquer momento
  Activate discard Task-Message "confecção do mapa - processo
  básico"
}
}

```

No material encontrado na literatura da Cartografia Clássica, nota-se a preocupação com a diversidade de perfis de executores na tarefa. Existe uma estruturação rígida para os menos experientes, na tentativa de minimização da possibilidade de erros tanto de planejamento como de execução. Em vista das restrições advindas do uso de papel e tinta, a constatação de um erro ou necessidade de modificações em fases mais adiantadas do processo levaria a descartar o trabalho e refazer toda a tarefa após um trabalhoso processo de desenho manual. Para o cartógrafo mais experiente, é dada uma maior liberdade, e o *design* do mapa ocorre através de aproximações sucessivas do esboço à versão final. Para esta sugestão aos cartógrafos mais experientes, podemos definir outra estrutura em LEMD para a tarefa, complementar à primeira:

```

Task-message "confecção do mapa - cartógrafo experiente"
Join {
  Sequence {
    //o cartógrafo mantém em mente as perguntas do planejamento
    mental enquanto realiza o primeiro esboço
    // as etapas de planejamento e esboço são executadas
    iterativamente, influenciando-se mutuamente
    Repeat {
      Combine {
        Command-Message "Planejamento Mental"
        Command-Message "Esboço a Lápis"
      }
    }

    //refinar e detalhar esboço a lápis
    Command-Message "Refinamento do Esboço a lápis"
    //desenho de precisão
    Command-Message "Desenho de Precisão"
  }

  Select {
    // a tarefa pode ser abandonada a qualquer momento
    Activate discard Task-Message "confecção do mapa - cartógrafo
    experiente"
  }
}
}

```

Esta característica iterativa e incremental de construção do mapa também é observada na descrição de como obter níveis de contraste de informações. O construtor do mapa deve criar incrementalmente níveis de informação (*background* e *foreground*) para que o leitor seja capaz de interpretá-lo (Keates, 1973, pág. 30; Pratt, 1993).

Transposição para o meio computacional

Podemos pensar no processo de construção de um mapa como uma atividade de *design*, onde o problema é abordado em busca de uma solução inicial, e esta solução é progressivamente confrontada ao problema que destina solucionar, numa série de questionamentos que remetem a novas concepções da solução. Esta visão de *design* é discutida por Schön & Bennett (1996), que analisam a interação com um artefato emergente de forma conversacional, ou seja, onde há um fluxo de informação tanto no sentido do quê o *designer* está intencionando atribuir ao artefato, quanto no sentido contrário, aquilo que o artefato e o meio de onde ele está sendo moldado são capazes de oferecer ao *designer* como possibilidades de criação.

Na Cartografia, a possibilidade de “experimentar” alternativas de *design* no meio físico definitivo pode ser custosa e trabalhosa, daí haver uma etapa inicial de visualização mental. Para o cartógrafo novato o passo de planejamento mental é fixado no início da tarefa, e apenas após encerrar as sucessivas modificações e testes de possibilidades no mapa mental é que se dá início ao trabalho em papel. O cartógrafo experiente é capaz de ter uma visualização mental das conseqüências que uma decisão que ele tome num estágio mais inicial da construção do mapa acarreta no resultado final. Ele é capaz de avançar com cautela no esboço em paralelo ao seu questionamento mental, ajustando seu trabalho aos resultados obtidos.

Segundo Maguire (1991), é desejável que a visualização de dados em SIG seja o mais transparente possível ao usuário, de forma que a tarefa de construir o mapa não interfira no contexto em que se insere, ou seja, no objetivo que o usuário pretende atingir com o uso do SIG. Seria desejável então que o procedimento de *design* de um mapa se aproximasse do adotado pelo cartógrafo experiente, que tem uma maior liberdade e flexibilidade.

Com a transposição da tarefa para o ambiente computacional, podem ser introduzidas novas características e dispensadas restrições que se justificavam pela tecnologia anterior, dando mais flexibilidade ao processo e possibilitando adequá-lo às necessidades e capacidades do usuário. A redução do esforço e tempo de execução permitem que a tarefa antes composta de passos que eram executados com cuidado para que não fossem descartados ou executados mais de uma vez, agora possa ser desempenhada iterativa e incrementalmente.

Em LEMD, isso significa por exemplo que um *sequence* { } pode ser substituído por uma estrutura do tipo *repeat* {*combine* { } }.

Com a transposição para o meio computacional, é interessante que as perguntas da fase de planejamento mental sejam sugeridas ao usuário. Ou seja, mesmo antes de o usuário agir sobre o sistema, a mensagem do *designer* presente na interface deveria dar a ele algumas indicações sobre o que ele deve saber de antemão, ou tornar claro durante a execução: quais são seus interesses, que informações devem ser destacadas, qual o sistema de projeção mais adequado dentre os disponíveis.

Na etapa de esboço a lápis ocorre a escolha decisão do tamanho e forma do mapa. Para a Cartografia em papel, esta decisão deve ser tomada com um bom planejamento da futura utilização do mapa, ainda no início da execução do mesmo, pois uma vez iniciado o processo de esboço, tamanho e forma serão mantidos até a conclusão do trabalho. Para SIG dada a natureza “volátil” da exibição em um monitor ou outro *display*, essa decisão não é tão relevante, podendo ocorrer a qualquer momento durante a construção do mapa e ser alterada se necessário.

Ainda durante esta fase de esboço, ocorre a escolha dos mapas-guia, caso já exista uma representação da região desejada, ou seja, seleção das fontes de informação. Em SIG, isso corresponde à escolha de conjuntos de dados em bancos de dados geográficos.

Em relação à fase de refinamento do esboço, alguns dos passos só necessitam ser executados se o mapa vier a ser impresso – como por exemplo a presença da moldura com informações do sistema de coordenadas e indicação dos valores de latitude e longitude, pois no monitor temos opção de determinar as coordenadas através do cursor do *mouse*. Outros passos, como escolha dos elementos de representação visual ou apresentação do valor de escala, tornam-se importantes à medida que o mapa se aproxima da versão a ser utilizada para interpretação do fenômeno ou conjunto de dados que representa.

Para o desenho de precisão, a grande sequência de passos desta etapa, que no contexto real é executada com muitas alterações sobre signos do domínio, pode ser realizada em uma única ativação de uma função de aplicação na implementação computacional do processo. Toda a sequência é automatizada em uma única *Application-Function*, que pode ser chamada de “Desenhar mapa”.

Passa a haver também uma maior flexibilidade quanto à ordem de desenho das camadas de informação. Não é trivial determinar automaticamente a sequência de desenho em um SIG, já que isso é obtido de forma relativa entre as informações selecionadas e pode variar para

cada execução da tarefa. Entretanto, não existe mais o risco de se descobrir que deveria ter-se interrompido uma linha que foi desenhada contínua, à tinta, e com isso descartar o trabalho. A facilidade de redesenhar todo o mapa com uma nova ordem de desenho dá suporte a essa flexibilidade.

Dessa forma podemos definir uma nova descrição em LEMD para a tarefa de construção de mapas em SIG. Procuramos manter a estrutura geral do processo de construção de mapas encontrado na literatura da Cartografia clássica, adaptando-a às novas necessidades e possibilidades que a mudança de substrato tecnológico acarreta.

```
Task-message "confeção do mapa - via SIG"
Join {
    Repeat {
        Combine {
            Command-Message "Planejamento Mental"
            Command-Message "Esboço"
            Command-Message "Refinamento do esboço"

            Activate start Application-Function "Desenhar Mapa"
            View Information-of "Mapa"
        }
    }

    Select {
        Activate discard Task-Message "confeção do mapa - via SIG"
    }
}
```

Descrevemos também um novo conjunto de *Command-Messages*, complementares à *Task-Message* descrita anteriormente e que refletem de uma forma generalizada a transposição da estrutura da tarefa para o domínio computacional.

```
Command-Message "Planejamento Mental" for Application-function
"construir mapa"
Select {
    Join {
        // o planejamento mental pode ser uma série de meta-
        comunicações diretas que auxiliam o usuário no planejamento do mapa
        View "Tenha em mente os interesses do usuário do mapa"
        View "Tenha em mente a área a ser representada"
        View "Tenha em mente a área de impressão"
        View "Tenha em mente a escala"
        View "Tenha em mente o sistema de projeção"
        View "Tenha em mente os destaques desejados para o mapa"
        View "Tenha em mente o estilo de representação"
        View "Tenha em mente o processo de reprodução"
        View "Tenha em mente a escala de reprodução"
    }
}
```

```

Command-Message "Esboço" for application-function "desenhar esboço"
Join {
    Select {
        //decisão do tamanho e forma - opcionais para exibição
        na tela
        Enter information-of "tamanho"
        Enter information-of "forma"
    }

    //escolha das fontes de informação - temas
    Repeat { Select information-of "fonte de informação" }
}

```

```

Command-Message "Refinamento do Esboço" for application-function "Refinar
esboço" // informações gráficas complementares - opcionais
Select {
    Enter information-of "Título"
    Show command-message "Construir Legenda"
    Select information-of "Tipo e indicação da escala"
    Activate start Application-Function "desenhar moldura"

    Command-message "inserir gráficos"
    Command-message "inserir tabelas"

    Select information-of "Rosa dos ventos"
}

```

Estas **Command-Messages**, juntamente com a **Task-Message**, formam uma possível definição da meta-mensagem que deveria ser encontrada na parte da interface responsável pela confecção e exibição de mapas de um Sistema de Informação Geográfica.

Estudo de Caso

Para verificarmos o comportamento do método de avaliação da meta-comunicação proposto na Seção 2.4 em um contexto real de uso, ele foi aplicado em um Sistema de Informação Geográfica. Sobre o mesmo sistema, promovemos um estudo da sua dinâmica de interação para construção de mapas, a partir da estrutura geral da tarefa descrita na Seção 3.4. Todo este processo resultou na criação de protótipos que, testados com usuários, nos dão indicações da validade das propostas.

Inicialmente apresentamos o SIG utilizado; na Seção 4.2 descrevemos a aplicação do método de avaliação da meta-comunicação, seguido da primeira proposta de protótipo. Na Seção 4.4 nos voltamos para os aspectos da dinâmica de interação, com posterior proposta de um segundo protótipo. Concluimos o capítulo com a descrição dos testes realizados e discussão dos resultados.

4.1 O sistema escolhido para o estudo: Spring

O SPRING⁶ (Figura 4.1) é um SIG desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. Seu uso vai desde aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, até Planejamento Urbano e Regional.

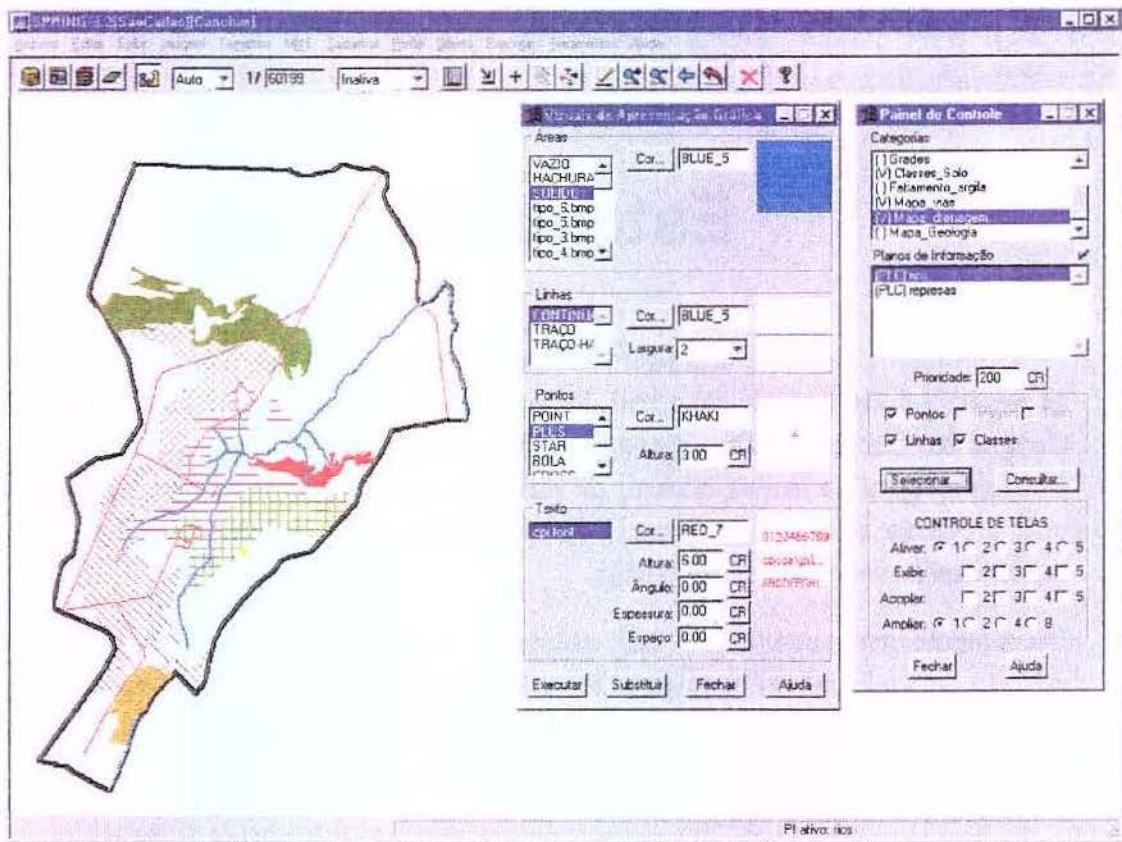
Seus dados estão organizados hierarquicamente em Categorias e Planos de Informação. Cada Categoria pertence a um dos modelos: imagem, numérico, temático, objeto, cadastral, rede ou não-espacial. Para cada um destes modelos de dados, o Spring disponibiliza um

⁶ Spring Homepage: www.dpi.inpe.br/spring/

conjunto de funções de processamento. Por exemplo, para uma Imagem (dado do tipo *raster*) é possível aplicar filtros, segmentação e eliminação de ruído. Já para Planos de Informação temáticos existem funções de cálculo de áreas, distância, conversão para formato matricial, etc.

Figura 4.1:

Cópia de tela
de janelas do
Spring 3.2



O acesso às funcionalidades é feito através dos menus e barra de botões da janela principal (Figura 4.2). Na barra de botões é possível acessar arquivos e estrutura do Banco de Dados geográfico, visualizar e escolher o valor da escala, selecionar o tipo de coordenadas a ser

Figura 4.2:

Detalhe da
barra de
botões da
janela
principal

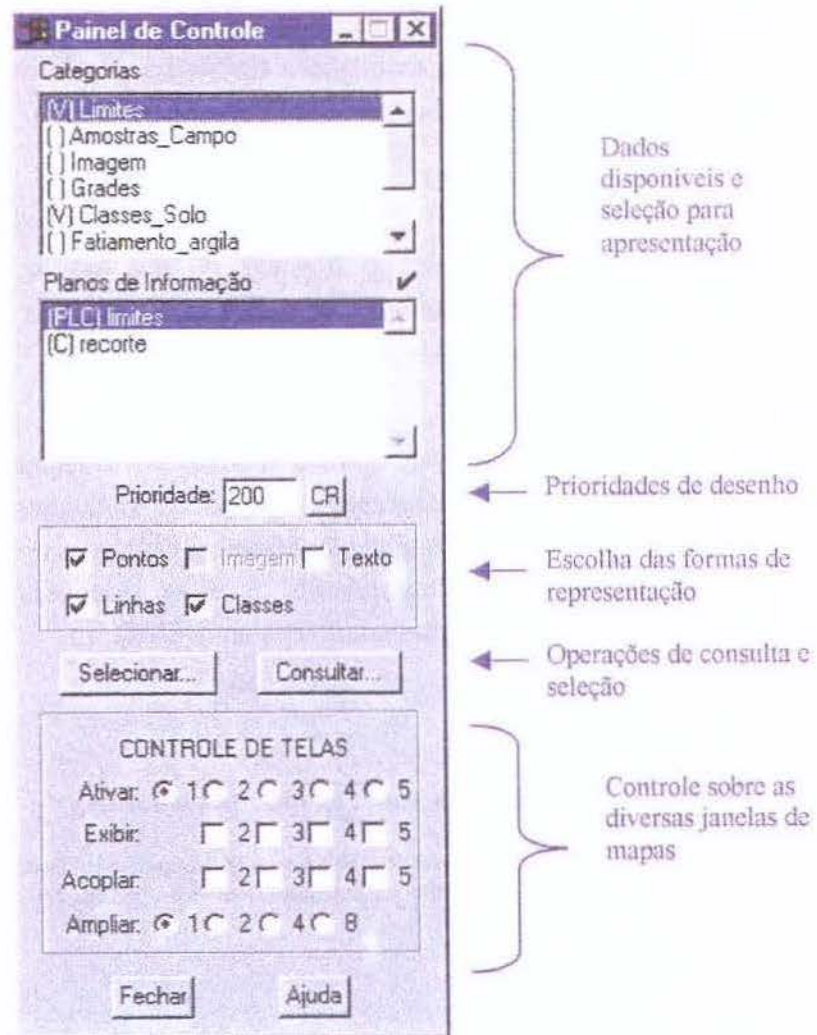


exibido, escolher o cursor, efetuar funções de *zoom* e *pan* no mapa, além de acionar o desenho deste. Nos menus, além destas funcionalidades, encontram-se também todas as relacionadas ao processamento dos diversos modelos de dados, edição de objetos, edição de operações de consulta espacial, exibição de legenda e *help*.

É na janela principal que ocorre a exibição dos resultados da maioria das funções de processamento. O Spring, entretanto, possui outras 4 janelas onde o usuário pode construir mapas. O acesso a estas janelas é feito através da janela Painel de Controle (Figura 4.3). No Painel de Controle o usuário seleciona dentre os dados disponíveis aqueles que serão utilizados para construção do mapa que representa o resultado das funções de geoprocessamento.

Figura 4.3:

A janela "Painel de Controle" do Spring, que concentra as funcionalidades relativas à apresentação cartográfica, foco de nosso estudo



Na próxima seção aplicamos ao Paine! de Controle o método de avaliação da meta-comunicação da interface, proposto na Seção 2.4

4.2 Aplicação do método para avaliação da meta-comunicação na interface

Tomamos como interface objeto de avaliação a janela “Paine! de Controle” (Figura 4.3) do Spring, pois ela centraliza as operações relativas à escolha das informações (Categorias e Planos de Informação) usadas na exibição dos mapas, bem como o modo de representação (pontos, linhas, etc.) destes dados. Desta janela é possível ativar outras, onde são feitas consultas e seleções sobre tais dados. Também permite o controle de cada uma das 5 janelas de exibição do sistema, onde podem ser estruturados e visualizados até 5 mapas diferentes simultaneamente, gerados a partir de um mesmo banco de dados. Trata-se, portanto, de uma janela vital para a utilização do Sistema de Informação Geográfica, o que nos motivou a escolhê-la para avaliação.

O perfil de usuário adotado, no qual o avaliador se baseia para a decodificação da mensagem da interface, é o de alguém com conhecimento médio no padrão WIMP (*Windows, Icons, Menus and Pointing devices*), ou seja, que já teve algum contato com processadores de texto, *Web browsers*, etc., e portanto conhece a dinâmica de utilização de botões de pressão, *combo boxes*, *radio buttons*, etc.

Seguindo os passos do método descrito na Seção 2.4, obtemos primeiramente uma possível descrição da mensagem do *designer* para o modelo de usabilidade da janela em estudo, apresentada a seguir⁷. Durante o processo de escrita da mensagem em LEMD, há situações em que o avaliador pode não conseguir identificar, apenas pelo contato com a expressão da interface, a meta-mensagem correspondente. A esses casos correspondem os elementos grifados pelo próprio avaliador durante a escrita em LEMD.

u>

```

1      Command-message "painel de controle"
2      Join{

3          Sequence{
4              Select information-of "categorias"
5              Join{
6                  Activate start application-function "check"
7                  Select information-of "planos de informação"
8              }
9          }

```

⁷ os números de linha à esquerda são apenas para facilidade de referência no texto, não fazendo parte da linguagem

```

10      Join {
11          Enter information-of "prioridade"
12          Activate start application-function "CR"
13      }

14      Sequence{
15          Combine {
16              Enter information-of "Pontos"
17              Enter information-of "Linhas"
18              Enter information-of "Imagem"
19              Enter information-of "Classes"
20              Enter information-of "Texto"
21          }
22          View information-of "pontos", "linhas", "imagens",
"classes", "texto"
23      }

24      Activate show command-message "selecionar"
25      Activate show command-message "consultar"

26      Join{
27          View "Controle de Telas"
28          Select information-of Ativar (1,2,3,4,5)
29          Enter information-of Exibir (2,3,4,5)
30          Enter information-of Acoplar (2,3,4,5)
31          Select information-of Ampliar (1,2,4,8)
32      }

33      Activate discard command-message "painel de controle"
34      Activate start Application-Function "Ajuda"
35  }

```

A descrição pode ser dividida em três partes gerais: a primeira (linhas 2 até 13) é relativa à parte da interface relacionada à escolha (*select information-of*) sequencial (*sequence*) de Categorias e Planos de Informação, e também a atribuição de valor de Prioridade. A segunda parte (linhas 14 até 23) refere-se à escolha dos modos de implantação dos dados – pontos, linhas, etc. – de uma forma inter-relacionada (*combine*, linha 15) e a correspondente exibição dos modos selecionados na *listbox* de Planos de Informação. A terceira parte (linhas 26 a 34) corresponde ao Controle de Telas.

Após captar e representar com a LEMD o conteúdo da mensagem do *designer*, é preciso verificar a consistência da mensagem com relação ao modelo de usabilidade planejado pelo *designer*. A fonte alternativa de obtenção do modelo de usabilidade adotada foi o *help*

online. Selecionamos alguns trechos que descrevem o modo de utilização das funcionalidades presentes na janela Painel de Controle da referida aplicação⁸:

- 1 É através da janela "Painel de Controle" que os Planos de Informação e suas diferentes representações são selecionados tanto para a visualização quanto para uma operação desejada.
- 2 Para selecionar um PI sobre o qual deseja-se efetuar alguma operação é necessário ativá-lo, ou mesmo, dependendo da operação é necessário apresentá-lo na tela ativa. Assim utilize as duas listas do "Painel de Controle": Categorias e Planos de Informações.
- 3 Os parênteses "()" ao lado da categoria serão preenchidos com (V) quando algum PI daquela categoria estiver selecionado
- 4 NOTA: Observe que sempre existirá um PI ativo do Projeto ativo, e seu nome será apresentado no rodapé da janela de desenho que estiver ativa no momento, ou como uma tarja escura sobre o nome na lista de Planos de Informação do "Painel de Controle".
- 5 Para apresentar um ou mais PIs em uma das cinco áreas de desenho, deve-se definir quais Pis serão apresentados para visualização. Para tanto é necessário ativar a tela desejada antes de escolher os dados
- 6 Para cada representação selecionada, uma letra equivalente é introduzida nos parênteses antes do nome do PI, indicando a seleção. As representações variam conforme a categoria do Plano de Informação [P, L, I, C, T, etc.]
- 7 A Prioridade estabelece a seqüência de visualização dos dados e é associada uma para cada Plano de Informação. Quanto maior o valor da prioridade de visualização, será apresentado por último, assim, um PI com prioridade 100 será apresentado na tela antes do PI com prioridade 110, e assim sucessivamente.
- 8 IMPORTANTE: Deve-se acionar CR após digitar o valor da prioridade para cada PI.
- 9 Para visualizar um dado deve-se inicialmente Ativar uma tela, selecionar o conjunto de representações desejado e então clicar Desenhando na tela que foi ativada.

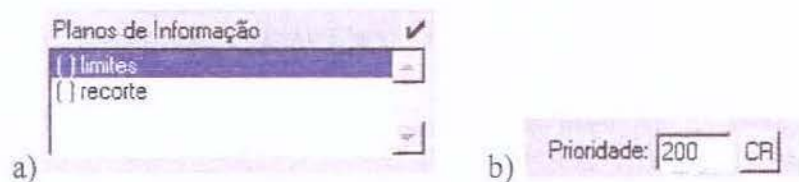
Os trechos selecionados descrevem a funcionalidade básica representada pela janela (parágrafo 1), a maneira conjunta de uso das *listboxes* de Categorias e Planos de Informação (parágrafo 2), a dinâmica da interface em relação às respostas às ações do usuário (parágrafos 3, 4 e 6) e a própria maneira como deve ser utilizada e suas restrições (como nos parágrafos 8 e 9).

⁸ os parágrafos são numerados para facilidade de referência no texto

Na primeira fase do método procuramos pontos onde possivelmente o usuário teria dificuldade na recepção da meta-mensagem. O exemplo mais nítido desse tipo de problema aparece na região da janela apresentada na Figura 4.4 (a). Vemos um *label* “Planos de Informação”, um botão de pressão com a figura ✓ e uma lista de opções (*listbox*) com “limites” e “recorte”. De acordo com o perfil de usuário adotado, pode-se supor que o *label* esteja se referindo ao tipo de informação que está presente para escolha na *listbox* e que alguma função de verificação ou checagem é disparada ao se clicar no botão. A disposição organizada destes elementos formando um bloco retangular coeso sugere a existência de algum tipo de relação (semântica) entre eles.

Figura 4.4:

Regiões da
janela Painel
de Controle



Ou seja, a interface sugere que ao construí-la o *designer* tenha intencionado transmitir a seguinte meta-mensagem (com comentários na coluna da direita):

<u>Join</u> {	// correlação entre os elementos
Activate start application-function " <u>check</u> "	// botão para ativação da função representada pelo ✓
Select information-of "planos de informação"	// escolha de um dos elementos da lista de PIs
}	

No entanto, não fica claro como funciona e o que exatamente realiza a tal função de verificação ou checagem, seja pela aparência da interface ou interagindo com a mesma, o que leva a se grifar o termo “*check*”, escolhido para representar a função. Da mesma forma, da interação com o sistema passam a existir dúvidas quanto à relação entre a função do botão e a escolha dos planos de informação, o que leva ao grifo no “*Join*” (linhas 5 e 6 da descrição em LEMD).

Outras deficiências na transmissão do modelo de usabilidade são detectadas ao se procurar informações sobre o modelo de usabilidade descrito no *help* e confrontá-las com a descrição em LEMD do conteúdo da mensagem presente na interface. A documentação não sugere a mensagem captada na LEMD.

É o que podemos notar comparando as linhas 10, 11 e 12 da LEMD – que correspondem à descrição da Figura 4.4 (b) – com o parágrafo 8 da documentação. O *layout* e o comportamento dos elementos da interface indicam que a caixa de texto para entrada do valor de prioridade está apenas associada ao botão com uma função de aplicação representada por “CR”:

```
Join {
    Enter information-of "prioridade"
    Activate start application-function "CR"
}
```

Entretanto, ao pesquisarmos no *help* encontramos a seguinte afirmação sobre esta funcionalidade:

IMPORTANTE: Deve-se acionar CR após digitar o valor da prioridade para cada PI.

Ou seja, a ativação da função “CR” é necessária logo após a informação da prioridade, mensagem que a interface não transmite. Seria esperada uma cláusula *sequence*, na linha 10 da LEMD, ao invés do *join*.

4.3 Solução de *design* – primeiro protótipo

Considerando-se o processo de *design* iterativo descrito na Seção 2.4, os possíveis pontos de falha na meta-comunicação *designer*-usuário detectados devem servir de base para uma nova solução de *design*, realimentando o ciclo.

Assim sendo, com base nas outras fontes do modelo de usabilidade podemos definir uma nova descrição em LEMD para a janela, que respeite as estruturas já presentes na interface original, mas que melhore a meta-comunicação nos pontos em que há incoerência entre a meta-mensagem da interface e o modelo presumido de usabilidade – extraído do *help*, por exemplo. Procuramos também eliminar algumas possíveis lacunas na meta-comunicação provenientes da dificuldade que o usuário pode vir a ter durante a recepção da meta-mensagem – correspondentes aos elementos grifados na descrição em LEMD da Seção 4.2. A seguir temos esta nova descrição, com os pontos onde houve mudanças em destaque:

```

1  Command-message "painel de controle"
2  Combine{
3      Select information-of Ativar ("Tela1", "Tela2", "Tela3",
4      "Tela4", "Tela5")
5      Join{
6          Sequence{
7              Select information-of "categorias"
8              Select information-of "planos de informação"
9          }
10         Sequence {
11             Enter information-of "prioridade"
12             Activate start application-function "Aplicar"
13         }
14         Join {
15             Sequence{
16                 Combine {
17                     Enter information-of "Pontos"
18                     Enter information-of "Linhas"
19                     Enter information-of "Imagem"
20                     Enter information-of "Classes"
21                     Enter information-of "Texto"
22                 }
23                 View information-of "pontos", "linhas",
24                 "imagens", "classes", "texto"
25             }
26             Activate start application-function "Repetir
27             seleção de representações para todos os PI da Categoria
28             selecionada"
29         }
30
31         Activate show command-message "selecionar"
32         Activate show command-message "consultar"
33
34         Join{
35             Enter information-of Exibir (2,3,4,5)
36             Enter information-of Acoplar (2,3,4,5)
37             Select information-of Ampliar ("sem zoom",2,4,8)
38         }
39
40         Activate discard command-message "painel de controle"
41         Activate start Application-Function "Ajuda"
42     }

```

Nas linhas 5, 6 e 7 isolamos o processo de seleção das informações a serem apresentadas. Mantendo apenas a escolha da Categoria seguida da escolha do PI, e retirando a função do botão “check” deste trecho da mensagem, intencionamos uma comunicação mais efetiva da estrutura e organização conceitual dos dados do sistema.

A escolha da prioridade de desenho do Plano de Informação selecionado é reformulada segundo é mostrado nas linhas 9 a 12. A necessidade de se ativar a função “CR”, descrita no *help*, é traduzida pelo *sequence* da linha 9. O próprio nome da função foi alterado para “Aplicar”, já que a função a que se refere aplica o valor de prioridade digitado na caixa de texto (na Figura 4.3, o valor 200) ao Plano de Informação selecionado.

A função de aplicação representada na interface original pelo botão de pressão com a figura ✓ permite, segundo a documentação, aplicar a mesma seleção de representações para todos os PI da Categoria selecionada. Assim sendo, a declaração do acesso a esta função na LEMD foi deslocado para junto da seleção de representações (linha 24), e a relação entre a função e a seleção das representações é explicitada através do *join* (linha 13).

Para refletir a correta função da ativação de telas no Controle de Telas (linha 28 da descrição original em LEMD na Seção 3.2) foi necessária uma reformulação da estrutura geral da descrição em LEMD. A seleção de Categorias, Planos de Informação, formas de representação, etc., é independente para cada uma das 5 janelas do Spring, sendo exibido no Painel de Controle apenas o que se refere à janela ativa. Assim, esta seleção influi diretamente na semântica de todos os dados visualizados na janela. A seleção de tela ativa foi então colocada de forma combinada (linhas 2 e 3) com o restante da descrição da janela (tudo o que está contido no *join* da linha 4).

Uma vez definida esta nova descrição em LEMD para a interface, uma nova janela pode ser obtida pela aplicação de regras de mapeamento semântico (Figura 4.5). Durante este processo, outras possíveis lacunas na meta-comunicação podem ser solucionadas, através de uma escolha mais adequada de *widgets* e uma maior atenção ao *layout* geral.

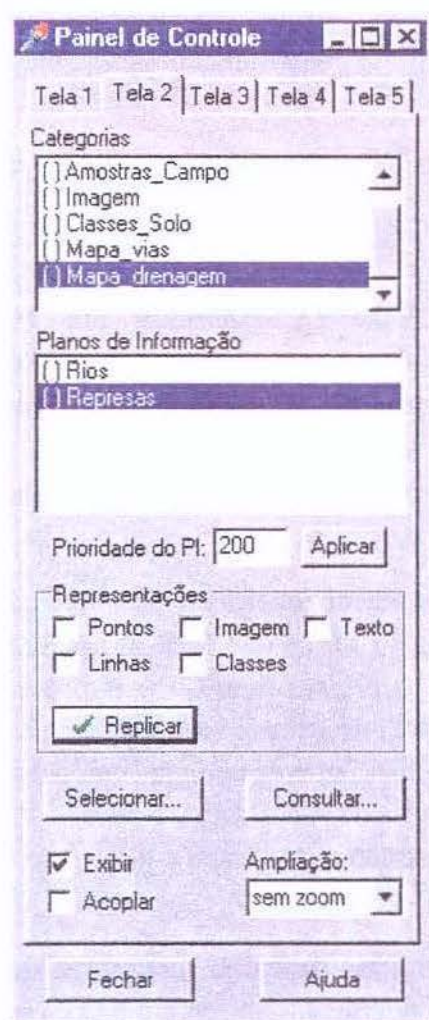
A janela estabelecida para o novo *design* tem exatamente as mesmas dimensões do Painel de Controle original. Todas as funcionalidades foram mantidas, e todos os *widgets* são do padrão de interface do Windows 95, não tendo sido criado nenhum novo componente de interface⁹. O mapeamento semântico procura seguir as definições de Leite (1998, págs. 170 a 172) ao mesmo tempo em que tenta preservar as escolhas de *design* do sistema original.

⁹ O protótipo foi desenvolvido utilizando-se o Borland Delphi 3.0. Para o ambiente XWindows, existe o toolkit GTK, que disponibiliza os *widgets* utilizados no protótipo (<http://www.gtk.org/>).

Uma grande diferença entre o sistema original e este protótipo, que surge da aplicação do mapeamento semântico à descrição em LEMD, está na escolha das abas ou *tabs* para ativação das telas. Apesar de tratar-se de uma seleção, representável por *radio-buttons* como no sistema original, é uma seleção que tem implicações no que é mostrado na tela, tanto na seleção de dados ou formas de representação quanto nas funções de consulta. Por isso o *widget* mais indicado para representar esta relação de continência e seleção combinada (*combine*, *select* e *join* das linhas 2, 3 e 4) é um conjunto de *tabs* (Figura 4.6).

Figura 4.5:

Primeiro protótipo para o Painel de Controle, visando solucionar as lacunas na meta-comunicação detectadas na avaliação.

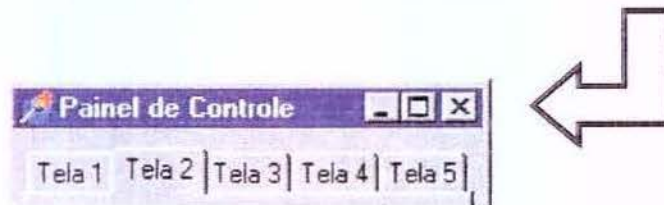


O usuário deve perceber a necessidade de se pressionar o botão de aplicação do valor da prioridade, ou seja, o *sequence* da linha 9, de acordo com o que é descrito no *help* do SIG, transcrito na Seção 4.2, parágrafo 8. Para isso utilizou-se do recurso de habilitação do botão, ou seja, inicialmente este está com o texto em cinza e não é clicável (não há o efeito

de “abaixar”). Caso o usuário digite um novo valor de prioridade na caixa de texto, o botão é imediatamente habilitado, tornando o texto preto e permitindo o clique, sugerindo que deva ser acionado. Ao se pressionar o botão, este se torna novamente desabilitado, indicando o fim da sequência.

Figura 4.6:

Mapeamento semântico de parte da descrição em LEMD da meta- mensagem	1	Command-message “painel de controle”
	2	Combine{
	3	Select information-of Ativar (“Tela1”, “Tela2”,
	4	“Tela3”, “Tela4”, “Tela5”)
		Join{



Para representar o `join` da linha 13, utilizamos um *group-box* com a legenda “Representações”, uma variante do elemento de interface usado na janela original, que aproxima o usuário da nomenclatura da estrutura de dados do sistema. O botão correspondente à declaração da linha 24, antes pequeno e sem nenhuma indicação textual, agora pode conter uma legenda que facilite a compreensão pelo usuário de sua funcionalidade.

Ainda sobre o processo de mapeamento semântico para obtenção do protótipo, podemos falar do uso de uma *combo-box* para seleção do fator de ampliação. Tal escolha se deve ao perfil de usuário assumido para o projeto desde o início, que é o de alguém com uma experiência média em processadores de texto e *web browsers*. Como no Microsoft Word a escolha do valor de ampliação é feita através de uma *combo-box*, este *widget* foi utilizado para a mesma finalidade no protótipo. Além disso, o valor “1” foi substituído pelo texto “sem zoom”, já que o *zoom* é mostrado numa janela a parte, que só é exibida para os valores de ampliação 2, 4 e 8.

Portanto, a construção deste protótipo procurou respeitar e aproveitar a familiaridade do usuário com um certo código de interface – no sentido de código que é entendido por Eco (*vide* Seção 2.2) – durante o processo de mapeamento semântico e escolha de *widgets*. Reestruturou-se a mensagem do *designer* visando aproximá-la do modelo de usabilidade que os *designers* presumidamente intencionaram para o sistema, de acordo com o obtido nas fontes alternativas do modelo de usabilidade. Dessa forma, procurou-se propiciar ao

usuário uma maior compreensão das funcionalidades disponíveis na janela em estudo e do modo de interação com a mesma.

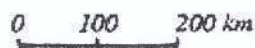
4.4 Comparação entre os processos de construção de mapas derivados da Cartografia Clássica e do Spring

Ao analisarmos a dinâmica de interação com a janela Painel de Controle, procuramos detectar a presença de características inerentes ao processo cartográfico, descritas na Seção 3.4. Percebemos haver divergências em relação ao aconselhado pela Cartografia Clássica, tanto no que diz respeito à presença dos elementos considerados importantes quanto ao fluxo de execução da tarefa.

A apresentação de dados disponíveis, seleção de fontes de informação e percepção de quais dados estão presentes no mapa ocorrem no Spring através das duas listas interdependentes que apresentam, dentre os dados disponíveis, marcações do que está sendo usado. Na Cartografia, esta etapa de seleção de fontes de informação tem um certo isolamento; uma vez definido um conjunto inicial de temas, a atenção se volta para este conjunto e os outros temas disponíveis saem do foco de interação. Não há equivalência disso no Spring.

Quanto ao **refinamento do esboço**, muitas das funcionalidades estão implementadas no Spring, entretanto não há acesso fácil a elas. “Visual”, “legenda” e “gráfico” são funções disponíveis, importantes para a compreensão ou complementares às informações do mapa, e são acessíveis apenas através do menu ou botões fora do Painel de Controle. A função de aplicação “Visual” responde pela escolha dos elementos visuais do mapa, através da janela da Figura 3.9. A funcionalidade de “legenda”, encontrada no menu “Exibir”, mostra a janela com as características visuais das classes temáticas do mapa. A janela de “Gráfico”, segundo o próprio *help* do Spring, *é utilizada para apresentar resultados de alguns aplicativos na forma de gráficos, tais como Cálculo de Perfil e Análise de Lineamentos*. A possibilidade de visualização de dados tabulares também se encaixa nessa *command-message*. O acesso a todas estas funcionalidades deveria ser facilitado.

Representar adequadamente a escala é necessário para a melhor compreensão da realidade geográfica representada pelo mapa. É consenso entre os cartógrafos (Raisz, 1969, pág. 136; Oliveira, 1988, págs.45 e 46) que para mídias que não preservam as dimensões exatas de representação – como é o caso do monitor de vídeo – a melhor forma de representação da escala é a gráfica:



Esta forma de representação não está disponível no Spring, mas seria interessante disponibilizá-la ao usuário, já que tem uma iconicidade maior que a escala puramente numérica, pois suas propriedades perceptivas (dimensão da representação) indicam o dado que representa (dimensão no mundo real). Além disso, sua implementação não é muito difícil, e pode ser incorporada em um protótipo ou uma futura versão do Spring.

A função de aplicação “Desenhar” é parte da sequência de passos do processo de criação de mapas na Cartografia Clássica. Mais do que isso, é a função que possibilita todos os *View Information-of “Mapa”*. Entretanto, essa função não é acessível através da janela de Painel de Controle. Isso desvia o fluxo de interação, já que a ação do usuário deve deslocar-se para a tela de exibição do mapa. Como consideramos o processo iterativo e incremental de confecção do mapa, tal característica pode comprometer o desempenho da tarefa.

Na definição de prioridade de desenho, não deveria ser necessária a informação de um valor numérico. Essa escolha acaba provocando o aumento na complexidade da compreensão da janela e interação com a mesma. Como a prioridade de desenho trata de um valor relativo entre os PIs, basta poder trocar a posição dos Planos de Informação na lista dos que estão sendo exibidos. Este tipo de representação visual é preferível, pois também reflete a metáfora de “camadas”.

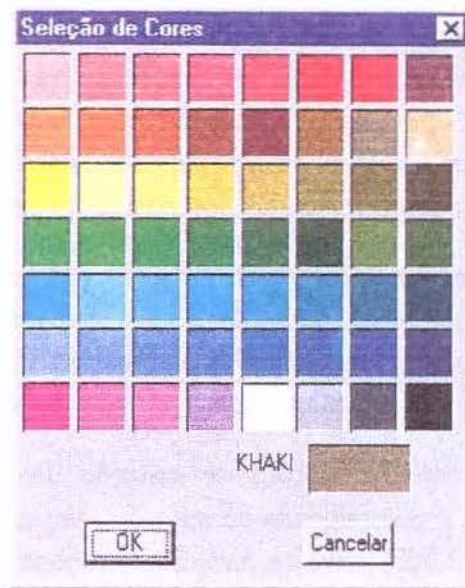
Outros elementos destacados no estudo da Cartografia Clássica, como a colocação do título do mapa, moldura com sistemas de coordenadas, etc., ganham importância apenas se considerarmos saída cartográfica em papel. Este não é o caso do Spring, mas sim do módulo Scarta, que o acompanha, e um estudo sobre este módulo deveria levar em consideração tais elementos visuais.

Conforme discutido na Seção 3.3 o uso de cores é importante para a Cartografia como forma de atribuição de informações aos elementos de mapas. A representação através de cores pode ser considerada icônica na medida em que as propriedades perceptuais do *representamen* são usadas como forma de referência ao objeto – como no uso de verde para vegetação ou azul para hidrografia.

Os cartógrafos consideram mais adequado o espaço de cores HSV, pois as variações em cada uma das dimensões (matiz, saturação e valor) permite obter diferentes propriedades perceptivas. A disponibilização da escolha de cores variando-se independentemente cada uma das dimensões seria recomendável para um Sistema de Informação Geográfica.

Figura 4.7:

*Janela para
seleção de cores
no Spring, com
todas as
possibilidades que
o sistema oferece.*



O Spring, entretanto, oferece ao usuário um leque de escolha de cores bastante limitado, pois existe apenas uma palheta fixa (Figura 4.7) com alguns matizes variando em valor e saturação, mas sem uma distinção clara da variação que está sendo utilizada. Esta rigidez pode reduzir a capacidade expressiva para o construtor do mapa.

4.5 Um segundo protótipo para o Painel de Controle

Com base nas deficiências detectadas na Seção 4.4 e visando aproximar o processo de construção de mapas no Spring do proposto pela Cartografia Clássica (Seção 3.4), foi criado um segundo protótipo para a janela Painel de Controle. Este protótipo aproveita algumas soluções de *design* propostas para o protótipo anterior (Seção 4.3) que objetivou a eficiência na meta-comunicação, respeita a disponibilidade de funcionalidades do sistema original e acrescenta características da dinâmica da Cartografia Clássica.

O primeiro passo foi construir uma nova descrição do processo de construção de mapas em LEMD. Considerando a *Command-message* "planejamento mental" mais útil para novatos, apenas em seus primeiros usos do sistema e dadas as restrições de espaço, foi decidido pela presença de tal informação apenas no *help*. Em relação à fase da *Command-Message* "esboço", a apresentação dos dados disponíveis foi separada dos dados presentes no mapa, definindo-se o *View hierarchy-of* "Categorias e Planos de informação disponíveis" independente dos processos de escolha (*Select Information-of* "Planos de Informação") e percepção (*View Information-of* "Pis em exibição") dos Planos de Informação selecionados.

A descrição relativa ao “Controle de Telas” do Spring original foi mantida bastante semelhante. Aproveitou-se a solução do protótipo anterior, que usava *tabs* para seleção da tela ativa e melhor delimitação dos dados que pertencem a cada mapa. As funções de “Exibir” e “Acoplar” foram trazidas para local próximo da seleção da tela ativa, reunindo os componentes da interface que respondem pelo controle das janelas de mapas.

O Spring usa o conceito de Plano de Informação **ativo** para realização de seleções de dados e aplicação de funções de geoprocessamento. Podemos aproveitar a seleção do PI para definirmos suas formas de representação, suas características visuais, mudar sua posição relativa de prioridade de desenho, ou mesmo excluí-lo da lista de exibição.

Também reposicionamos o acesso às funções de exibição das janelas de legenda e de gráfico, além de incorporarmos a possibilidade de apresentação da escala gráfica. Com isso concluímos a instanciação da LEMD genérica para SIG proposta na Seção 3.4, obtendo a seguinte descrição em LEMD para o novo protótipo:

```
Command-message "Novo Painel de Controle"
Join {
  // apresentação dos dados disponíveis
  View hierarchy-of "Categorias e Planos de informação disponíveis"

  Combine {
    //controle de telas
    Select information-of Ativar ("Tela1", "Tela2", "Tela3",
    "Tela4", "Tela5")
    Enter information-of "Exibir tela ativa"
    Enter information-of "Acoplar tela ativa à Tela 1"

    // implementação do processo cartográfico
    Repeat {
      Combine {
        // seleção das fontes de informação
        Select Information-of "Categorias"
        Select Information-of "Planos de Informação"

        View information-of "PIs em exibição"

        Join {
          View information-of "PI ativo"
          Select information-of "Representações do PI ativo"

          // escolha de representações visuais do PI ativo
          View Command-Message "Visual..."
          // seleções dentre os dados disponíveis
          View Command-Message "Seleção de Classes..."
          View Command-Message "Consulta Espacial..."
        }
      }
    }
  }
}
```

```

// operações de prioridade
Join {
    Activate start Application-Function
        "Aumentar prioridade do PI ativo"
    Activate start Application-Function
        "Diminuir prioridade do PI ativo"
}

Activate start Application-Function "Excluir PI"

}

// exibição de complementos visuais
Enter information-of "Exibir Legenda"
Enter information-of "Exibir Escala"
Enter information-of "Exibir Gráfico"

Select {
    Activate start Application-Function "Desenhar
        Mapa"
}
View information-of "Mapa"
}
}

}

// o cartógrafo pode descartar o trabalho a qualquer momento
Activate discard Command-Message "Novo Painel de Controle"

// ajuda, incluindo sugestões do planejamento mental
Activate start Application-Function "Ajuda"
}

```

A construção deste protótipo (Figura 4.8) seguiu as mesmas restrições do anterior (Seção 4.3), ou seja, a janela tem as mesmas dimensões do Painel de Controle original e não foi usado nenhum *widget* além dos disponíveis comercialmente.

Para facilitar a compreensão do usuário sobre o modelo de dados do sistema, foi incorporada parcialmente a solução proposta por Câmara et al. (1999): o uso de um *tree-view* que organiza hierarquicamente as Categorias e Planos de Informação (*view hierarchy-of "Categorias e Planos de informação disponíveis"*). É nesta hierarquia que o usuário realiza a escolha dos dados a serem colocados no mapa. Clicando sobre o nome do Plano de Informação, este é adicionado à lista de PI's em exibição da janela ativa.

Na lista de PIs em exibição ocorre a seleção do Plano de Informação ativo, clicando-se sobre o mesmo. A definição da prioridade de desenho é feita sobre o PI ativo. Pode-se avançar ou recuar na sua prioridade através dos botões   ou arrastando-o até a posição desejada na lista (*drag and drop*). Para remover o PI da lista de exibição, usa-se o botão  ou a tecla “Del”.

Figura 4.8:

Segundo protótipo para o Painel de Controle, incorporando os elementos obtidos pelo estudo da dinâmica da Cartografia Clássica.



Ao adicionar um Plano de Informação ao mapa, é interessante que pelo menos uma das representações já esteja selecionada. Isso facilita a percepção do usuário menos experiente de que algo deve ser selecionado na lista de representações para que seja exibido um mapa. Pode-se definir uma representação *default* para cada modelo de categoria. Por exemplo,

Planos de Informação de Categorias temáticas poderiam ter “classes” como representação *default*, imagens poderiam ter como padrão o “monocromático”, etc.

Os botões de *zoom* e a funcionalidade de ampliação do Spring estão localizados em posições diferentes, parte na barra de botões da janela de mapa, parte no “controle de telas” do Painel de Controle. Considerando a semelhança de funcionalidade, deveriam permanecer juntos. Dado que, no meio computacional considerado, as operações de seleção do tamanho e forma (*Command-Message* “Esboço”) estão diretamente relacionadas ao dimensionamento que o usuário faz da janela de mapa, e dadas as restrições de espaço propostas ao protótipo, consideramos que a funcionalidade “Ampliar” do Painel de Controle original fosse transferida para a barra de botões da janela de mapa, juntamente com as outras ferramentas de *zoom*, na forma de *combo box* como no protótipo anterior.

As funcionalidades de consulta espacial e seleção das classes temáticas foram colocadas dentro do *box* do PI ativo, já que atuam diretamente sobre ele. O primeiro foi mantido com sua legenda semelhante ao original (“Consulta...”). No segundo, preferiu-se a legenda “Classes...” por tornar a denominação do botão um pouco mais específica no que diz respeito à sua funcionalidade.

Considerando-se que na Cartografia Clássica muitas das ações ocorrem em paralelo à visualização das alterações no signo do domínio, propusemos a possibilidade de a função de aplicação de desenho ser disparada automaticamente. Esse evento ocorre ao se adicionar PIs à lista de visualização, ao mudar as propriedades visuais de um elemento, enfim, ao se executar qualquer ação no Painel de Controle que resulte em uma alteração no mapa. Esta opção, entretanto, não pode estar sempre em execução, pois há mapas com volume de dados suficientemente grandes para que seu desenho seja demorado. Para que a qualquer ação não se tenha que esperar por todo o redesenho, foi dada a possibilidade de o usuário optar entre o desenho **automático** (representado pelo *radio button*), ou acionamento manual através do botão “Desenhar”.

Dessa forma, obtemos um protótipo que melhor representa a estrutura conceitual de dados do sistema e se aproxima da dinâmica de construção da Cartografia Clássica, por separar os dados disponíveis dos exibidos, melhorar o acesso às funções relacionadas à apresentação (visual, escala, legenda) e facilitar a execução da função de desenho.

Reformulação da palheta de signos

Fonseca (1973) nos fornece uma classificação dos símbolos cartográficos mais empregados, segundo ele, de presença *quase obrigatória em todas as cartas* (Fonseca, 1973, pág. 87):

Acidentes naturais, aqueles que são criados pela Natureza, compreendendo:

- Acidentes *orográficos*, quando relacionados com a forma e natureza do solo, como: elevações, montanhas, praias, dunas, etc.
- Acidentes *hidrográficos* ou *potamográficos*, nos quais o principal agente é a água: rios, lagos, pântanos, etc.
- Acidentes *vegetativos*, referentes à flora e às culturas: matas, campos, pomares, plantações, etc.

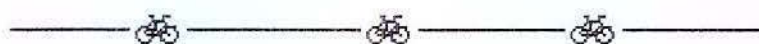
Acidentes artificiais ou acidentes topográficos criados pelo homem, tais como:

- Edificações: casas para diversas finalidades.
- Vias de comunicação: estradas, pontes, portos, etc.
- Divisas: linhas de demarcação, muros, valas, cercas, etc.

Guiados por estas categorias gerais, e procurando obter o equilíbrio notado no perfil semiótico do domínio da Cartografia Clássica (Seção 3.3), sugerimos um novo conjunto de signos básicos para construção de mapas. Este conjunto procura ser genérico, e deveria estar disponibilizado na palheta *default* de um SIG.

As tabelas a seguir apresentam este conjunto de signos, que foram classificados segundo suas propriedades geométricas: pontos (Tabela 4.1), linhas (Tabela 4.2) e áreas (Tabela 4.3). Nem todos os tipos de acidentes são representados em todos os modos geométricos, não tendo sido colocados na tabela. Também vale notar que alguns signos mais simbólicos são desprovidos de qualquer significação, podendo ser intercambiados entre categorias (por exemplo, um signo da forma $\times$ pode igualmente representar a presença de uma árvore ou um edifício). A disposição no eixo icônico $\leftrightarrow$ simbólico é aproximada.

Algumas representações visuais lineares podem ser obtidas pela combinação de signos pontuais repetidos em intervalos regulares e ligados por uma linha (Agostini, 1972). Por exemplo, a representação de uma ciclovia pode ser feita da seguinte forma:



Também as representações zonais podem ser obtidas pela reprodução ordenada de signos pontuais. Esta funcionalidade já é oferecida pelo Spring, bastando criar o arquivo *bitmap* da figura a ser repetida.

Tabela 4.1:

Elementos
visuais para
representação
de dados
pontuais

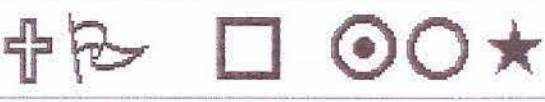
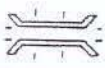
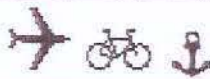
Tipo de Acidente	Pontos	
	icônico	simbólico
Orográfico		
Vegetativo		
Edificações		
Vias		

Tabela 4.2:

Signos para
representações
lineares

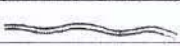
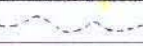
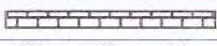
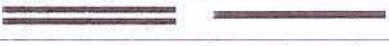
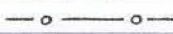
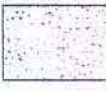
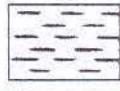
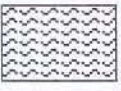
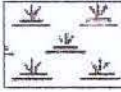
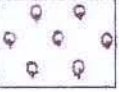
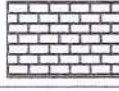
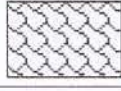
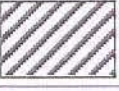
Tipo de Acidente	Linhas	
	icônico	simbólico
Hidrográfico		
Edificações		
Vias		
Divisas		

Tabela 4.3:

Elementos
visuais para
representações
zonais

Tipo de Acidente	Áreas	
	icônico	simbólico
Orográfico	 	 
Hidrográfico		
Vegetativo	   	
Edificações	 	 

Pensando-se na disponibilização destes elementos visuais em um SIG, é interessante que os signos icônicos sejam colocados no início da lista de seleção das palhetas. Assim, facilita-se ao usuário encontrar a representação mais próxima das características do objeto representado, e caso não encontre, continuar a escolha entre os signos disponíveis.

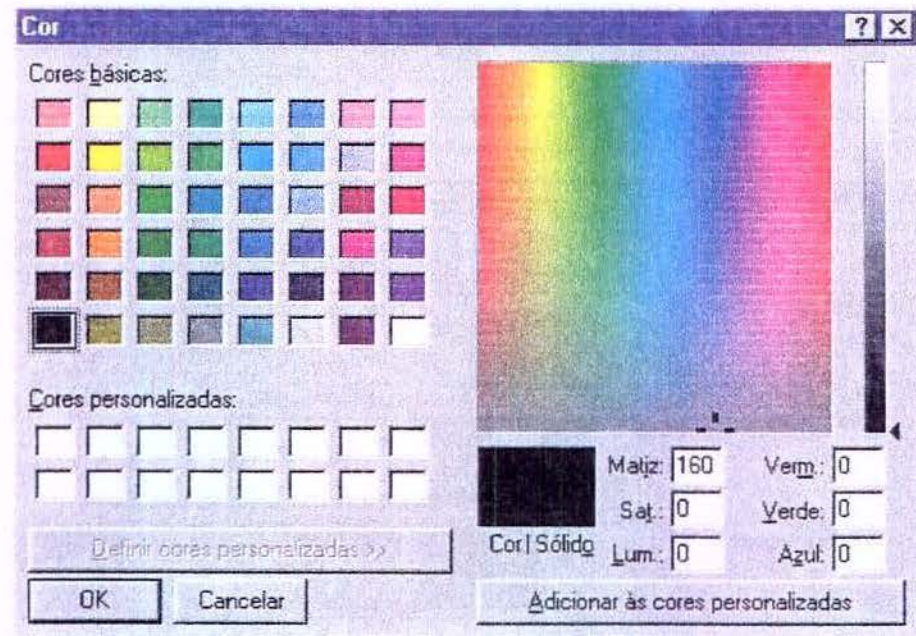
Possibilidades de seleção das cores

Como descrito na Seção 4.4, a seleção de cores no espaço HSV potencializa uma melhor expressão do cartógrafo na representação de determinados fenômenos (qualitativos ou seletivos).

A solução adotada para o protótipo prover este espaço de cores foi usar como janela de escolha o *dialog* padrão do Windows (Figura 4.9). Para implementação final no sistema, seria possível manter a palheta já existente (Figura 4.7) no lugar das cores básicas, acrescentando o espaço de seleção visual de cores (à direita) e a entrada numérica de valores tanto em RGB como em HSV. Como complemento, poderia ser possível gerar palhetas de cores personalizadas escolhendo-se a propriedade visual desejada (seletividade ou sequência) e o sistema se encarregaria de variar em intervalos regulares a coordenada correspondente do espaço de cor (matiz ou valor).

Figura 4.9:

Dialog padrão do Windows 95 para escolha de cores. Inclui uma palheta de cores básicas e a possibilidade de se escolher outras cores no espaço HSV e entrada de valores RGB.



4.6 Testes dos protótipos com usuários e resultados

Os dois protótipos apresentados nas Seções 4.3 e 4.5, respectivamente, foram submetidos a testes com usuários, visando verificar a validade das propostas neles implementadas. Os testes foram planejados e executados de forma bastante focalizada, procurando primordialmente fornecer *feedback* a respeito das soluções de *design*. Descrevemos a seguir a metodologia empregada, os dados obtidos e um conjunto de possíveis interpretações para esses dados.

Metodologia e procedimentos dos testes

Dado que não era pretendido que os testes fossem fonte de parâmetros precisos do grau de eficiência na interação ou na meta-comunicação, o espaço amostral de usuários escolhido foi pequeno, consistindo em cinco estudantes de pós-graduação, nenhum deles com experiência anterior no Spring, dois deles tendo algum conhecimento em outros Sistemas de Informação Geográfica, como Idrisi, ArcView e 3DAnalyst.

A funcionalidade dos protótipos se restringe à própria janela, ou seja, não foi implementada a comunicação com os módulos de armazenamento e processamento de dados geográficos do Spring, nem a exibição cartográfica. Para dar *feedback* aos usuários durante os testes, foi usada a técnica *Wizard of Oz* (Rocha, 1998) onde o comportamento das outras janelas do protótipo que não o Painel de Controle era simulado pelo avaliador no sistema original e o resultado apresentado ao usuário como resposta de suas ações.

Primeiramente procuramos comparar a versão original do sistema e o primeiro protótipo. O teste teve por objetivo validar a solução de *design* proposta, e para tanto deveria verificar se houve melhoria na meta-comunicação do modelo de usabilidade. Em particular, estávamos interessados em verificar a solução de *design* do uso dos *tabs* para ativação das telas e do procedimento para entrada do valor de prioridade.

Em relação ao segundo protótipo, além de verificarmos se foram mantidas as melhorias pretendidas para o primeiro protótipo, estamos interessados nos efeitos da reestruturação da interação e da flexibilidade criada com relação aos *widgets* e *layout* diferentes do sistema original. Procuramos validar a nova apresentação dos dados disponíveis, a presença dos botões “Desenhar” e “Visual...”, a eliminação da necessidade de se informar um valor numérico para a prioridade do PI e a maior transparência dos passos para construção do mapa.

Acreditamos, entretanto, que apenas o teste em condições reais de uso de um protótipo plenamente funcional seria capaz de dar a real dimensão dos efeitos das alterações que resultaram no segundo protótipo. Só assim seria testada a eficiência e transparência da dinâmica da nova interface quando pertencente a um contexto maior de trabalho, no qual o uso do SIG se insere.

Os testes envolveram as seguintes etapas (*vide* Apêndice D):

- apresentação inicial do sistema ao usuário, através de um texto que descreve em linhas gerais o funcionamento do Spring;
- execução de uma tarefa simples, para direcionar o usuário ao uso dos elementos sob teste da interface;
- respostas a um questionário, de onde extraímos os dados para a avaliação.

Toda a interação dos usuários com os programas foi registrada em vídeo para posterior análise de tempo de execução das tarefas, taxas de acesso a determinadas funcionalidades e comportamentos peculiares dos sujeitos.

Os sujeitos participantes dos testes foram numerados de S1 a S5 e os protótipos foram denominados P1 (Spring original), P2 (protótipo proposto na Seção 4.3) e P3 (protótipo definido na Seção 4.5). A distribuição dos protótipos em relação aos usuários e a ordem de aplicação dos testes seguiu a tabela abaixo:

S1	P1 P2 P3
S2	P2 P1
S3	P3 P2 P1
S4	P3 P1
S5	P2 P3

Mesmo com um espaço amostral pequeno e não tendo todos os sujeitos com tempo disponível para teste com todos os protótipos, conseguiu-se que cada um dos programas fosse testado por quatro sujeitos, e todos os sistemas estiveram tanto em primeiro quanto em segundo lugar na ordem de teste.

Discussão geral dos resultados

Da análise dos dados obtidos nos questionários e gravação dos testes foi possível destacar informações sintomáticas a respeito dos protótipos. O conjunto de dados de teste, presentes no Apêndice D, é comentado a seguir.

Com relação a P1, a deficiência na meta-comunicação quanto à necessidade de se pressionar “CR” para aplicar o valor da prioridade foi comprovada, bem como a inadequação do rótulo usado no botão. De acordo com o questionário de S1: *não é claro que é preciso pressionar CR para atribuir uma prioridade* e indica *não sei porque CR*. S1 e S2 apenas mudam o valor da caixa de texto, sem clicar no botão. Já S4 entende CR como sendo uma propriedade do PI, pois na sua questão 2 responde que prioridade é: *a possibilidade de sobrepor a característica A sobre B, modificando o valor de CR*.

O próprio conceito de prioridade apresentado de forma numérica (como é feito em P1 e P2) parece confuso. Os usuários não são capazes de compreender de imediato o significado deste valor. S2 responde que alterou o seu valor por *tentativa e erro* e S5 por *aleatoriedade e exclusão*. Este mesmo usuário fica indignado quando descobre que deve mudar o valor da prioridade (*default* = 200), e durante o teste exclama: *200 o quê? Quanto é 200? Vou chutar 1000 para ser um valor grande*. Ao usar o protótipo P3, diz que a noção explícita de prioridade *não é necessária, essa pilha de PIs é muito clara, é hierárquica por natureza*.

Ainda com relação a P1, também foi comprovada a deficiência na meta-comunicação para o botão ✓, detectada na aplicação do método de avaliação proposto na Seção 2.4 e posto em prática na Seção 4.2. O usuário S3 relata em seu questionário: *não entendi a finalidade do botão de check colocado na parte superior direita*. Apenas após algumas tentativas, já enquanto respondia o questionário, ele foi capaz de inferir: *eu acho que esse botão serve para: uma vez tendo-se uma categoria e um plano de inf selecionados, o botão ✓ permite selecionar todos os outros PI não selecionados. É difícil saber a finalidade desse botão, ele não tem sequer um hint [texto de ajuda]*.

A solução proposta em P2 para o problema anterior apresentou um efeito colateral: durante os testes com o sistema, percebeu-se que todos os usuários se detinham várias vezes e por algum tempo no botão “Replicar”. O tamanho e a posição do botão, além de sua figura em verde, tornaram-no bastante atraente ao olhar do usuário, o que não é desejável dada a relevância secundária de sua funcionalidade.

As soluções de *design* propostas para o Controle de Telas em nenhum dos protótipos pareceram suficientes. Em todos os casos há dificuldades em perceber a necessidade de selecionar o *checkbox* “Exibir” para a apresentação das telas, todos os usuários acreditavam

que bastava definir uma tela como ativa, ou escolher o *tab* correspondente. Tomamos como exemplo a resposta de S5 em P3: *Esqueci de clicar em exibir de início e dei “desenhar” direto... não acho necessário esse botão de exibir, devia ser mais direto.*

Entendemos que a avaliação deste tópico tenha sido prejudicada por características do sistema original que tiveram de ser preservadas nos protótipos: manter uma tela como ativa não garante que ela estará com foco, sobre as outras, apenas define quais dados estão sendo apresentados como selecionados nas listas de Categorias e PIs. Da mesma forma, o “Exibir” apenas garante que a janela está aberta, e não que ela está em primeiro plano. Além disso, sempre que há um clique de mouse sobre qualquer lugar do Painel de Controle, a Tela 1 ganha foco, podendo ocultar as demais, característica reprovada por vários sujeitos.

A independência entre a tela ativa no Painel de Controle e a janela com foco ou em primeiro plano também pode ter prejudicado a avaliação do ganho na meta-comunicação pelo uso de *tabs*. Durante os testes, percebe-se que os usuários relacionam os dados selecionados com a janela em primeiro plano mais do que com um componente no Painel de Controle (*radio buttons* em P1 ou *tabs* em P2 e P3).

A possibilidade de se trabalhar com várias telas de mapas parece ser compreendida pelos usuários da mesma forma que se pode ter diversas imagens abertas em um programa como o Adobe Photoshop®. Isto fica claro na sugestão dada pelo usuário S1 após o teste com o protótipo P3: “criar uma nova janela e alterar entre janelas criadas por meio de outros componentes, como p. ex. um botão e um menu com as janelas para alternar”. O número fixo de janelas e o tratamento diferenciado dado à Tela 1 também são criticados por S1: *não necessariamente a tela principal é a mais importante; eu deveria poder acoplar duas telas quaisquer.*

Dos usuários que utilizaram o sistema original (P1) após uso de algum dos outros protótipos, S4 e S2 consideraram-no no questionário como “mais intuitivo”. Esta resposta, em parte, reflete a experiência anterior com outro sistema e também o feedback imediato que P1 dá ao usuário, por ser plenamente funcional. Mas o uso do Controle de Telas passa a ser de fato mais imediato para estes usuários, que ao iniciarem o trabalho na Tela 2 (item c da tarefa), selecionam “Ativar 2” e imediatamente depois “Exibir 2”. A proximidade e alinhamento destes elementos em P1, além da meta-comunicação direta do título “Controle de Telas”, favorecem sua localização e utilização para usuários casuais.

O sujeito S4, mesmo tendo encontrado a opção “Desenhar” no menu “Executar” de P1, descobriu em “Acoplar” funcionalidade semelhante – pois ao acoplar uma tela esta é

redesenhada – e passou a desmarcar e marcar este *checkbox* quando precisava desenhar a janela, abandonando o uso do menu. Este pode ser um indício da necessidade da presença da função de desenho como sequência imediata da seleção dos dados na dinâmica de construção do mapa.

A presença do botão “Desenhar” no Painel de Controle em P3 nitidamente facilita a interação para o usuário novato ou casual. S1 aponta como um dos pontos fortes deste protótipo a presença deste botão no próprio Painel. O tempo de execução do item *a* da tarefa, que exige a localização da função de desenho, aumenta de 1 minuto no uso de P3 para 4 minutos em P1, para o sujeito S4. O usuário S3 sequer foi capaz de desenhar um mapa em P2 após ter utilizado P3, e a presença da opção “Desenhar” no menu “Executar” só é citada por ele no seu questionário a respeito de P1, o último que realizou.

A adição da possibilidade de desenho automático, única exceção à restrição de não incluirmos novas funcionalidades aos protótipos, foi ao encontro das necessidades dos usuários. Os sujeitos S1 e S2, usando os sistemas P1 e P2, sem terem usado P3, apresentam sugestões semelhantes: *o refresh da tela poderia ser automático após cada operação*. Após usar P3, S5 concorda que *a possibilidade de deixar o “desenhar” em automático é muito boa*.

Quanto à adoção do *treeview* para representação dos dados disponíveis, nota-se uma ligeira melhoria na compreensão da estrutura conceitual de dados. O usuário S1, testando P1, diversas vezes usa o duplo clique sobre uma das Categorias ou um dos Planos de Informação, tentando selecioná-los. Dada a limitação de implementação de P2, o primeiro PI de uma Categoria não é destacado ao selecioná-la. Esta deficiência acabou sendo útil para comprovarmos a dificuldade dos usuários em entender a estrutura hierárquica dos dados. É o caso do usuário S2, que selecionava a categoria “Limites”, mas não selecionava o PI “Limites” (interno a essa categoria) antes de tentar selecionar uma forma de representação e ativar a função de desenho.

No protótipo P3, foi atribuída a possibilidade de clicar sobre uma Categoria e assim incluir todos os seus Planos de Informação na lista de visualização. Esta funcionalidade causou alguma confusão aos usuários, em particular S1. Essa solução pecou por não considerar a semântica pré-existente para o *widget* no Microsoft Windows Explorer®, onde um duplo clique sobre um item provoca a exibição dos itens internos a ele na hierarquia.

Para a seleção da representação visual no mapa (item *f* da tarefa), não houve dificuldade em encontrar a janela correspondente. Isto porque para os sistemas P1 e P2 os usuários chegavam a esta janela antes mesmo de ser necessário. Explorando o sistema em busca da

função de desenho, o botão “Selecionar” atraía sua atenção desde o início da tarefa – provavelmente acreditavam que isto aplicaria a seleção aos dados anteriormente marcados, provocando sua exibição. Uma vez exibida a janela de Seleção de Classes, experimentavam clicar no botão Visual, encontrando a janela de escolha de formas de representação.

Houve, contudo, dificuldade decorrentes da compreensão da estrutura de dados do sistema. No Spring, em Planos de Informação do tipo **temático**, é possível dividir os dados em **classes**. Por exemplo, o Plano de Informação de “rios” é dividido nas classes “principais” e “secundários”. É possível definir propriedades visuais para um Plano de Informação que contenha classes temáticas, o que aplica a mesma representação para toda as classes. Posteriormente, pode-se sobrescrever estas propriedades por outras particulares a cada classe. No mesmo exemplo, se aplicarmos a cor azul no visual do PI, todos os rios, principais ou secundários, serão exibidos em azul; em seguida podemos alterar o visual apenas da classe “principais”, aumentando sua espessura de linha e diferenciando-os dos “secundários”. Como em P3 estas duas possibilidades estão disponibilizadas com certa proximidade (botões “Visual” para alterar o PI e “Classes” para alterações em cada classe), percebeu-se mais claramente esta dificuldade.

A janela de escolha da forma de representação visual usada nos testes é a mesma do sistema original. Percebeu-se que os usuários acionavam o botão “Executar” desta janela (Figura 3.9) esperando que as alterações se refletissem de imediato no mapa. Este rótulo não reflete sua funcionalidade, a de apenas validar e armazenar as escolhas feitas.

Considerações finais sobre os testes

Dado que a intenção ao se executar os testes era obter *feedback* da interação de usuários com os protótipos, consideramos a sua aplicação satisfatória. Da comparação dos desempenhos dos sujeitos nos testes com P1 e P2, pudemos constatar melhoria em seus desempenhos quanto ao procedimento necessário à aplicação do valor de prioridade, embora tenha havido incerteza quanto ao significado do valor numérico.

A avaliação do uso de *tabs* para seleção da janela ativa foi prejudicada pela necessidade do comando explícito de exibição no Spring, o que deixava os usuários sem retorno a respeito da seleção de dados que haviam feito, não podendo julgar se estavam executando a tarefa corretamente. Entretanto, ao incluirmos P3 nesta análise, notamos ligeira melhoria no tempo de realização do item *c* da tarefa, que exige o uso desta funcionalidade, pois o *checkbox* “Exibir” foi trazido para junto dos *tabs*.

Com os dados de P2 e P3, notamos a facilitação provocada pela presença da ativação da função de desenho como sequência imediata da seleção de dados. Mesmo com os dados de P1 percebemos que a presença desta função no Painel de Controle era desejada, já que um dos usuários usa indevidamente a função “Acoplar” como função de desenho (o acoplamento de uma tela provoca a sua atualização e desenho).

Os questionários respondidos para P3 deixam claro que a presença dos *widgets* para ativação da função de desenho e elementos de complementação visual corresponde ao desejado pelos usuários e é adequada à realização da tarefa. Tais elementos já apareciam como sugestões nos questionários respondidos sobre P1 e P2.

O uso da janela de seleção de elementos visual ficou facilitado em P3, entretanto a maneira como a aplicação da seleção é feita causou confusão nos usuários, dada a estrutura de dados subjacente ao sistema Spring. Para os testes com P1 e P2 só havia uma possibilidade de atribuição de cor acessível a partir do Painel de Controle, nas classes temáticas. A opção de alteração das propriedades visuais do PI só era possível via botão ou menu na janela principal, não sendo percebida pelos usuários. Em P3 havia a possibilidade de se fazer tanto pela classe quanto pelo Plano de Informação, gerando confusão.

Alguns outros comportamentos, não previstos para serem foco de atenção durante o planejamento dos testes, acabaram sendo revelados durante a execução das tarefas. Por exemplo, o acesso constante ao botão “Selecionar...” em P1 e P2 ou as reclamações sobre a sobreposição de janelas (efeito do Spring). Também foi possível constatar a dificuldade dos usuários com a estrutura funcional do Spring, que exige passos independentes para ativação e exibição das janelas. Os testes indicam que esta estrutura não se adequa à concepção que os usuários têm da interação com múltiplas janelas. Tais dados enriquecem o conjunto de informações coletadas, reforçando a validade da aplicação de testes.

Em suma, os testes ratificam as suspeitas de falhas na meta-comunicação detectadas na Seção 4.2, como as presentes na atribuição de prioridade e uso do botão ✓. Também apontaram como válidas as sugestões do último protótipo visando a aproximação ao processo cartográfico, como o acesso facilitado à função de desenho e à legenda, e a eliminação de um valor numérico para a representação de prioridade. Entretanto, alguns pontos ainda continuam sendo críticos, como o controle de telas e a aplicação das características visuais.

Os resultados do teste mostram, ainda, que o *redesign* de interface executado carrega consigo restrições no nível do projeto de software. A reestruturação de interfaces deve, portanto, extrapolar os limites dos seus elementos expressivos.

Capítulo

5

Discussão e conclusões

Iniciaremos este capítulo final com uma retomada geral das etapas envolvidas no trabalho. Na Seção 5.2 apresentaremos as contribuições desta dissertação, e discutiremos a experiência obtida com o uso da Linguagem de Especificação da Mensagem do *Designer*, destacando suas vantagens e propondo extensões. Na Seção 5.3 mostramos possíveis extensões e trabalhos futuros. Encerraremos com uma discussão geral sobre o trabalho realizado.

5.1 Visão geral do trabalho

O presente trabalho representa um esforço no sentido da melhor compreensão das interfaces de usuário de Sistemas de Informação Geográfica. A teoria Semiótica, tomada de suas diversas fontes e aplicada ao contexto computacional, fundamenta o estudo. São resgatadas características da Cartografia Clássica, servindo de referência para a análise e proposta de modificações nos elementos correspondentes de SIG.

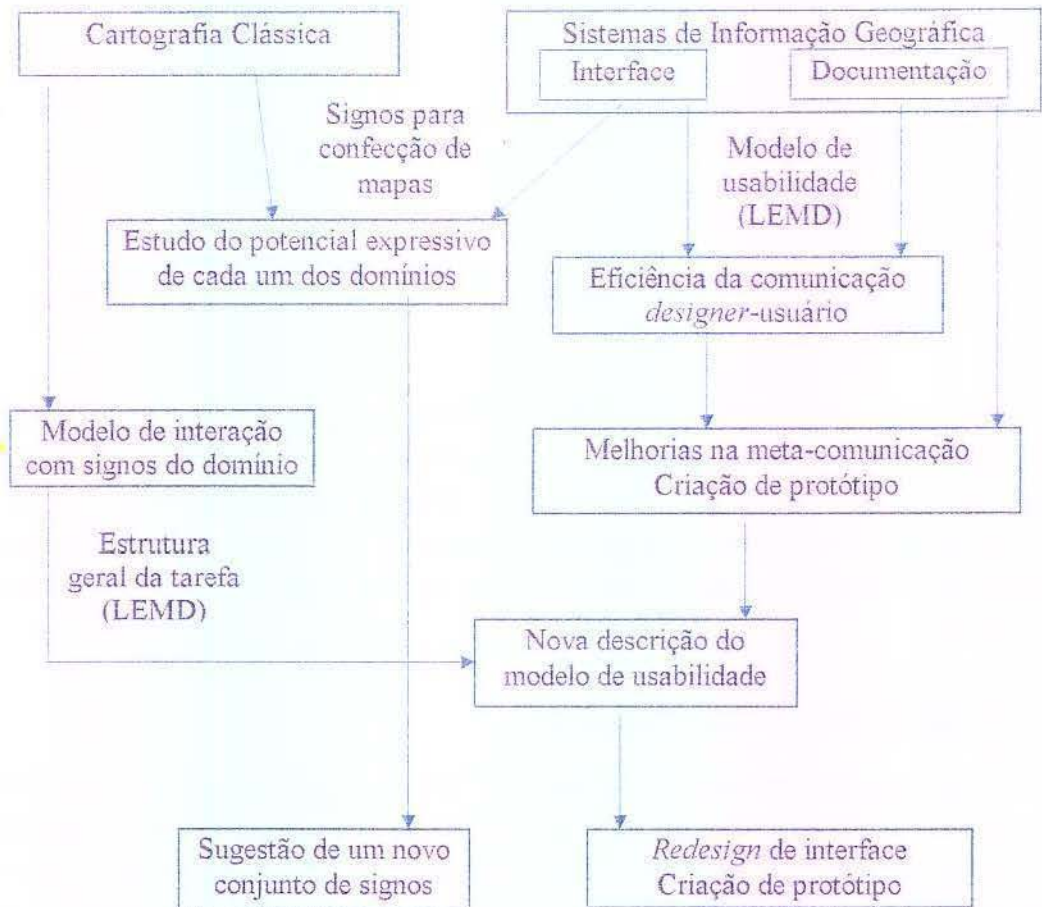
A abordagem aos domínios da Cartografia Tradicional e Sistemas de Informação Geográfica possuiu duas vertentes: o estudo dos signos de cada domínio com os quais são construídos os mapas e a dinâmica de trabalho do construtor do mapa durante a sua confecção, criando e manipulando tais signos.

O diagrama da Figura 5.1 representa cada uma das etapas envolvidas neste trabalho. Inicialmente foi feito um levantamento na literatura da Cartografia Clássica em busca dos

elementos expressivos por ela utilizados. Estes signos foram comparados com os disponíveis nas palhetas de construção de mapas em SIG (Seção 3.3), através da sua distribuição em um eixo de potencial expressivo proposto a partir de taxonomias de signos criadas por Peirce (Seção 2.2). Posteriormente, esta análise serviu de base para a sugestão de um novo conjunto de signos que respeitasse o perfil de significação da Cartografia Clássica e pudesse atender às necessidades de diferentes grupos de usuários (Seção 4.5).

Figura 5.1:

*Diagrama
geral de fases
do projeto*



Do ponto de vista da dinâmica de interação com Sistemas de Informação Geográfica, iniciou-se propondo um método de avaliação da eficiência na meta-comunicação *designer-usuário* (Seção 2.4), de acordo com a concepção de interface da Engenharia Semiótica: uma mensagem transmitida do *designer* ao usuário cujo conteúdo descreve seu modelo de usabilidade – as funcionalidades do sistema e o modo de interação com o mesmo. A aplicação deste método foi ilustrada através de um estudo de caso descrito na Seção 4.2.

Procurou-se sanar as possíveis deficiências na meta-comunicação detectadas neste processo, chegando-se à criação de um protótipo.

Paralelamente, foi analisada a dinâmica de trabalho do cartógrafo durante a confecção de mapas. O processo de interação com os signos do domínio segundo a Cartografia Clássica foi documentado de forma estruturada através do uso da LEMD, e considerações foram traçadas sobre esta documentação visando salientar as características inerentes ao processo. Com isso foi descrita em LEMD uma possível estrutura geral da tarefa de construção de mapas, passível de ser instanciada na porção da interface de um SIG responsável pela saída cartográfica (Seção 3.4).

Com base nestas investigações, reformulamos a dinâmica de interação com o sistema usado no estudo de caso, visando aproxima-la da essência do processo segundo a Cartografia Tradicional. Da convergência da descrição em LEMD do primeiro protótipo e desta estrutura de interação, resulta uma nova descrição do modelo de usabilidade, que é mapeada em um segundo protótipo (Seção 4.5). Os dois protótipos desenvolvidos foram testados com usuários, e os resultados corroboram hipóteses levantadas durante o trabalho, validam novas características dos protótipos e indicam direções para o aperfeiçoamento do sistema.

5.2 Contribuições deste trabalho

O prisma da Semiótica nos permite ver os elementos cartográficos como sistemas de comunicação, consistindo de signos cartográficos que são empregados dentro de um sistema de significação, o mapa. Da mesma maneira, a interface de SIG pode ser entendida como um sistema de significação, onde é desejável que entidades geográficas sejam “comunicadas” pelo construtor do mapa. O *designer* de SIG deve prover suporte a estas atividades, considerando o leque de significados que as pessoas atribuem a elas em diferentes situações.

Acreditamos ter contribuído ao estudo de IHC com a proposta do método de avaliação da meta-comunicação, como complemento ao processo de design apoiado na LEMD e Engenharia Semiótica. Este método provê uma maneira formal e minuciosa de obter parâmetros de eficiência na veiculação da mensagem do *designer*.

Com o estudo dos signos para construção de mapas na Cartografia, mostramos uma forma de utilização da teoria Semiótica para determinação do potencial expressivo de um domínio. De forma similar, com a caracterização do processo de confecção de mapas,

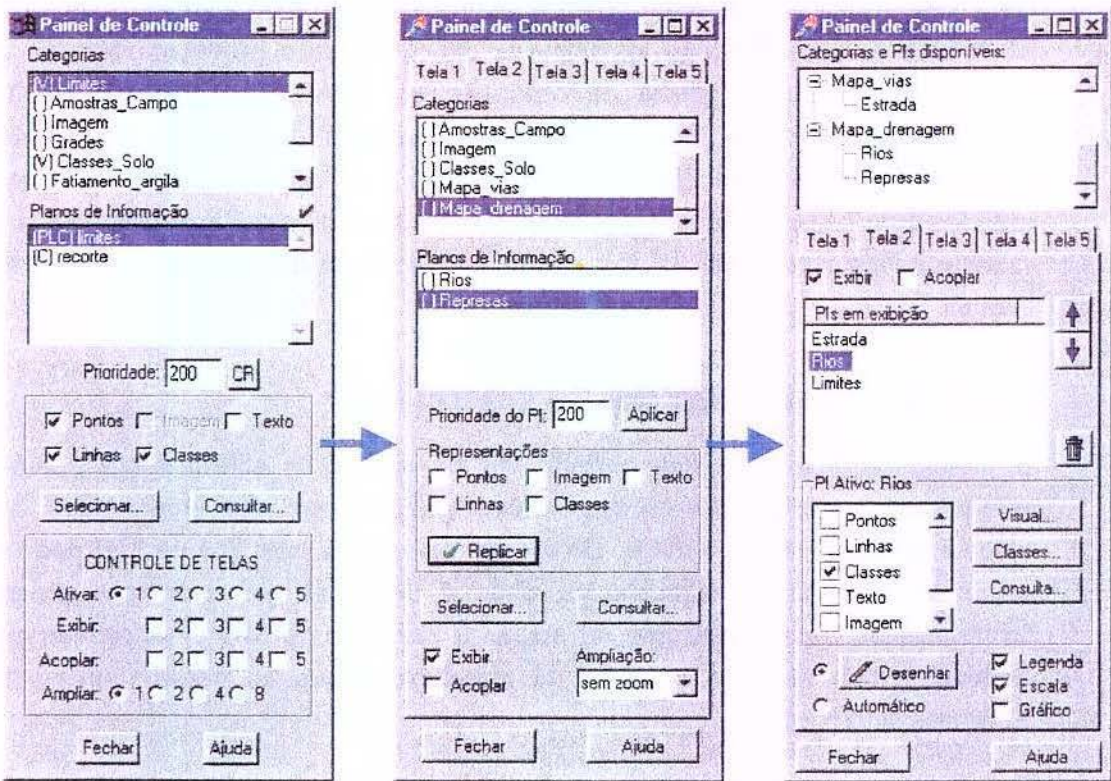
demos um exemplo de uso da LEMD como ferramenta auxiliar ao estudo da dinâmica das tarefas de um domínio.

Em relação a Sistemas de Informação Geográfica, o resultado obtido na caracterização semiótica do domínio cartográfico pode auxiliar os desenvolvedores de SIG na compreensão das necessidades da manipulação cartográfica de tais sistemas, tanto no que diz respeito aos signos a serem disponibilizados quanto ao procedimento para manipulá-los.

Do ponto de vista de implementação, contribuímos com a sugestão e criação de protótipos para a parte da interface do Spring responsável pela saída cartográfica – a janela Painel de Controle. Estes protótipos são apresentados na Figura 5.2 juntamente com a janela original.

Figura 5.2:

A evolução dos protótipos a partir da janela original do Painel de Controle do Spring



O conjunto de dados obtidos nos testes dos protótipos com usuários não apenas servem de contraponto às proposições teóricas deste trabalho, mas também podem ser fonte de informações para novas versões de protótipos para o Spring e para compreensão da interação de usuários com SIG de modo geral.

O uso da Linguagem de Especificação da Mensagem do Designer

A experiência obtida com o uso da LEMD nas etapas de análise da meta-comunicação na interface do Spring, na documentação da dinâmica cartográfica e no desenvolvimento de protótipos nos permite apresentar algumas considerações a respeito desta linguagem.

Fica claro o importante papel da linguagem no contexto da Engenharia Semiótica, provendo um meio de representação da mensagem do *designer*. Uma vez definidos a estrutura funcional do sistema, os signos disponíveis ao usuário para manipulação através destas funções e o modelo de interação com as mesmas, as intenções do *designer* podem ser facilmente documentadas em LEMD – característica particularmente interessante se pensarmos em um contexto de desenvolvimento em equipe.

Além disso, dados a sua estruturação e seu vocabulário fixo, permite a aplicação de regras de mapeamento semântico que conduzem a uma interface consistente, facilitando ao usuário a decodificação da meta-mensagem.

A facilidade de representação estruturada se estende às aplicações de avaliação de interfaces e análise de domínios, propostas neste trabalho. A concepção de uma tarefa como uma série de acionamentos de funções de aplicação que alteram o estado dos signos do domínio, necessária para a descrição em LEMD da interação com um artefato, é útil na documentação de procedimentos em uma tarefa que se pretende transpor para o ambiente computacional. Da mesma forma, para o processo de avaliação da interface, a LEMD mostrou cumprir bem o papel de representação intermediária para a comparação com as outras fontes do modelo de usabilidade, sendo útil por poder ser derivada diretamente da exploração que o avaliador faz da interface.

Notamos que a LEMD está correlacionada com a filosofia de interface na qual se está implementando o sistema, em particular no que diz respeito às suas declarações de interações básicas (*enter*, *select*, *activate* e *view*). Seu uso fica condicionado a um estilo de interface de usuário, no caso o de “máquina” onde se acionam funções que produzem um resultado. Em outras formas de interação, como por exemplo, realidade virtual ou manipulação direta, o acionamento das funções de aplicação e entrada de valores pode estar distanciado da concepção que o usuário deve ter da sua atuação na interface. Dessa forma, a LEMD pode não prover mecanismos de expressão suficientes ao *designer* de tais sistemas computacionais.

Um eventual empecilho ao uso da LEMD pode ser o tempo necessário de aprendizado até que o *designer* consiga se expressar fluentemente. Um outro relato de uso da LEMD num processo de *design* (Leite, 2000) também reporta esta dificuldade.

O aspecto mais positivo do uso da LEMD está no fato de deixar explícito ao *designer* que existe uma mensagem a ser meta-comunicada e prover um apoio para criação de interfaces. A existência e a finalidade da meta-mensagem ficam presentes no *rationale* do *designer* durante a criação da interface.

No presente trabalho, procuramos utilizar a LEMD de forma bastante flexível. Algumas de suas possibilidades de expressão não foram aplicadas, como a declaração de signos do domínio. Além disso, foi feita uma pequena alteração na linguagem, fruto da necessidade de expressão percebida pelo *designer*: a possibilidade de declarar quais as opções possíveis numa seleção para entrada de dados. Assim, um *statement* do tipo:

```
select information-of <domain-sign>
```

pode ser alternativamente descrito como:

```
select information-of <domain-sign> (<alternativa1>, <alternativa2>,...,  
<alternativa n>)
```

5.3 Trabalhos futuros

A continuidade imediata do trabalho até aqui realizado e descrito nesta dissertação é a reestruturação e ampliação do protótipo, aproveitando-se do conjunto de dados obtidos nos testes com usuários. Parece promissora a expansão da abrangência e liberdade do *redesign*, permitindo-se que se utilize dimensões da janela Painel de Controle diferentes da original, comportando melhor os *widgets* ali presentes e outros que possam vir a ser introduzidos.

Além da incorporação de novas características ao Painel de Controle, o estudo deve ser estendido às outras janelas relacionadas com a saída cartográfica, como a de seleção de classes e a de escolha de elementos visuais. Nesta última janela, seria incluído o conjunto de signos proposto na Seção 4.5, podendo ser posteriormente testado em atividades de construção de mapas.

Os testes indicaram que apenas o *redesign* da interface e reestruturação da meta-mensagem por ela veiculada não são suficientes para solucionar certos problemas de usabilidade, exigindo uma modificação mais ampla no sistema, do ponto de vista das necessidades de interação decorrentes das funcionalidades disponíveis – como por exemplo a não exibição automática da janela ativa. O *redesign* fica prejudicado por estarmos lidando com uma

estrutura rígida de funcionalidades. Uma interação mais próxima com a equipe de desenvolvimento do Spring permitiria que se negociassem estas mudanças na estrutura funcional do sistema.

Como extensão teórica, pode-se vir a estudar o processo de construção de mapas do ponto de vista da Teoria da Produção Sínica de Eco. Este estudo é motivado pela breve análise que Eco (1976, pág. 220) faz sobre mapas: *uma carta geográfica é o resultado de uma transformação (um meio termo entre projeção e gráfico) que se torna estilização e como tal está sujeito a réplica*. Com a caracterização do processo obtida da perspectiva tomada neste trabalho e o aprofundamento na Teoria da Produção Sínica, pode-se comparar com o modo de produção que ocorre em SIG e, se necessário, introduzir novas características ao processo.

Em relação à LEMD, sugerimos estudar a possibilidade de definição formal pelo *designer* das regras de mapeamento semântico; por exemplo, declarar qual rótulo e figura são usados para referenciar determinada função de aplicação. Assim todas as ocorrências desta função seriam semelhantes.

Ainda no que diz respeito a extensões que contemplem a expressão da mensagem, o uso da LEMD nos indicou que suas declarações são “monotônicas”, não é dada ao *designer* a possibilidade de expressar aspectos de ênfase ou graus de relevância. Um exemplo disso é o que ocorreu em relação ao botão “Replicar” nos testes com o protótipo da Seção 4.3, um *widget* de importância secundária, mas que chama bastante a atenção do usuário. Poderia ser dada ao *designer* essa capacidade de expressão.

Também seria interessante para o uso da LEMD haver a possibilidade de declarações de estruturas gerais a serem instanciadas na descrição da mensagem. Por exemplo, se várias funções têm **command-messages** bastante parecidos, a parte comum a todos eles pode ser declarada como uma estrutura para onde se “passam parâmetros” indicando as diferenciações. Com estas complementações, obtêm-se uma padronização e similaridade visual de regiões funcionalmente semelhantes da interface, de modo a facilitar a compreensão da meta-mensagem pelo usuário. Sugerimos também que sejam experimentadas aplicações da LEMD, em outros estilos de interação – como realidade virtual – conforme discutido na Seção 5.2.

Finalmente, este trabalho pode ser estendido para Aplicações Geográficas, *softwares* implementados sobre Sistemas de Informação Geográfica fazendo uso das funcionalidades providas por estes para realizar tarefas complexas (Oliveira, 1997, pág. 12). Nestes casos, o

usuário não está em contato direto com o SIG, mas apenas com segmentos deste, complementados pela interface da própria Aplicação Geográfica, em proporções diversas. Seria interessante investigar como se encaixam neste contexto mais específico, as propostas da dinâmica genérica de interação para SIG (Seção 3.4) e do conjunto de signos visuais (Seção 4.5).

5.4 Considerações finais

Com este trabalho, acreditamos ter mostrado novos caminhos a se percorrer no sentido de acrescentar as diversas fontes da teoria Semiótica em algumas das atividades gerais de IHC: análise de domínios, avaliação de interfaces e *design* de protótipos. O uso da Semiótica é particularmente vantajoso por deixar explícitos a presença e o papel de uma mente interpretadora – o usuário do sistema – e prover todo um ferramental para abordar formalmente os fenômenos de interpretação e significação desempenhados por esta mente.

Ao termos como objeto de estudo Sistemas de Informação Geográfica, pudemos aplicar este conhecimento em um domínio com claras necessidades de atenção ao aspecto humano de interação. Esta carência e os desafios decorrentes da complexidade natural do domínio foram grandes motivadores do prosseguimento do trabalho. Com isso acreditamos ter dado um pequeno passo no sentido de tornar estes sistemas mais aptos a cumprir o seu papel de **auxiliar as pessoas** na execução de tarefas, tomada de decisões e solução de problemas.

Referências

- Agostini, Aminto (1972). *Disegno Topografico*, Ed. Ulrico Hoepli, Milão.
- Andersen, Peter B. (1997). *A Theory of Computer Semiotics*, Cambridge University Press.
- Baranauskas, Rossler & Oliveira (1998). "Uma Abordagem Semiótica à Análise de Interfaces: um Estudo de Caso". Atas do I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC'98, Maringá - PR.
- Barbosa, Simone D.J.; Cunha, Cecília K.V. & Silva, Sérgio R.P. (1998). "Knowledge and Communication Perspectives in Extensible Applications". *Atas do I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC'98*, Maringá - PR.
- 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.
- Bohem, B. W. (1995). "A Spiral Model of Software Development and Enhancement". Em Baecker, R.; Grudin J.; Buxton W. & Greenberg S. (Eds.) *Readings in Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000*. Morgan Kaufmann.
- Burrough, Peter A. & McDonnell, Rachel A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
- Buttenfield, B. P. & Mackaness, W. A. (1991). "Visualization". Em Maguire, Davis J.; Goodchild, Michael F. & Rhind, David W. (Eds.) *Geographical Information Systems – Principles and Applications*, vol.1. Longman Scientific and Technical.
- Câmara, Gilberto; Casanova, Marco A.; Hemerly, Andrea S.; Magalhães, Geovane C. & Medeiros, Claudia M. B (1996). *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Livro texto da Escola de Computação 1996, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – SP.
- Câmara, Gilberto; Souza, Ricardo C. M.; Monteiro, Antônio M. V.; Paiva, João. A. & Garrido, Juan C. P. (1999). "Handling Complexity in GIS Interface Design", *anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática*, Campinas – SP.
- Chomsky, N. (1972). *Syntactic Structures*, The Hague: Mouton & Co., Printers.

- Coelho Netto (1996). *Semiótica, Informação e Comunicação*. Ed. Perspectiva.
- 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.
- Crosta, Álvaro P. (1999). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Ed. Unicamp, Campinas, SP.
- 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*, Campinas – SP.
- De Souza, Clarisse S. (1993). "The Semiotic Engineering of User Interface Languages". *International Journal of Man-Machine Studies* 39. Academic Press, págs. 753-773
- De Souza, Clarisse S., Prates, Raquel O. & Barbosa, Simone D.J. (1999) "A Method for Evaluating Software Communicability". *Atas do II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC'99*, Campinas - SP.
- Eco, Umberto (1976). *Tratado Geral de Semiótica*. Ed. Perspectiva. Tradução de *Tratato di semiotica generale*, Indiana University Press.
- Eco, Umberto & Sebeok, Thomas A. (1991). *O signo de três: Dupin, Holmes, Peirce*. Ed. Perspectiva.
- Egenhofer, Max (1995). "Spatial SQL: A query and presentation language". *IEEE Transactions on Knowledge Data Engineering* 6, 1 (Feb).
- Egenhofer, Max (1999). "Spatial Information Appliances: A Next Generation of Geographic Information Systems", *anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática*, Campinas – SP.
- Esri Homepage – ArcView. <http://www.esri.com/software/arcview/index.html> [Consultada em 18/04/2000]
- Esri Homepage – How Gis Works. http://www.esri.com/library/gis/abtgis/gis_wrk.html [Consultada em 05/12/2000]
- Familant, Elliot M. & Detweiler, Mark C. (1993). "Iconic reference: evolving perspectives and an organizing framework". *International Journal of Man-Machine Studies*, v. 39, n. 4.

- Foley, James D.; van Dam, Andries; Feiner, Steven K. & Hughes, John F. (1997). *Computer Graphics - Principles and Practice*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Fonseca, Rômulo S. (1973). *Elementos de Desenho Topográfico*, Ed. McGrawHill do Brasil.
- Gabinio, Roberta M. (2000). *GAIA – Ambiente Computacional Auxiliar à Aprendizagem de Geografia Utilizando Sistemas de Informações Geográficas*. Tese de Mestrado, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – SP.
- Hjelmslev, Louis (1943). *Prolégomènes a une théorie du Language*. Les Éditions de Minuit, Paris.
- Idrisi Homepage. <http://www.idrisi.com> [Consultada em 18/04/2000]
- Joly, Fernand (1990). *A Cartografia*, Editora Papirus.
- Jorna, René & van Heusden, Barend (1996). “Semiotics of the user interface”, *Semiótica* 109-3/4.
- Karat, J. (1997). “User-Centered Software Evaluation Methodologies”. *Handbook of Human-Computer Interaction*. M.G. Helander, T.K. Landauer, P.B. Prabhu (eds) Elsevier Science B.V.
- Keates, J.S. (1973). *Cartographic design and production*. Longman Group Limited.
- Lakoff, George (1987). *Women, fire, and dangerous things: what categories reveal about the mind*. The University of Chicago Press.
- Laurel, Brenda, (1993). *Computers as Theatre*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Lawrence, G.R.P. (1971). *Cartographic Methods*, Second Edition. The University of Cambridge Press.
- Larson, Ray R. (2000). “Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing” [online]. Disponível em http://sherlock.berkeley.edu/geo_ir/PART1.html. Acessado em 19/08/2000.
- Leite, Jair C. (1998). *Modelos e Formalismos para a Engenharia Semiótica de Interface de Usuário*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

- Leite, Jair C. & De Souza, Clarisse S. (1999). "Uma Linguagem de Especificação para a Engenharia Semiótica de Interfaces de Usuário". *Atas do II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC '99*, Campinas - SP.
- Leite, Jair C. (2000). "A aplicação da Engenharia Semiótica no design da interface de usuário do software ASK2000". *Atas do III Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC2000*, Gramado - RS.
- Maguire, Davis J. (1991). "An overview and definition of GIS". In Maguire, Davis J.; Goodchild, Michael F. & Rhind, David W. (Eds.) *Geographical Information Systems – Principles and Applications*, vol.1. Longman Scientific and Technical.
- Martinelli, Marcello (1991). *Curso de Cartografia Temática*, Ed. Contexto.
- Monmonier, Mark (1991). *How to Lie with Maps*, The University of Chicago Press.
- Nadin, Mihai (1988). "Interface design: A semiotic paradigm", *Semiotica* 69-3/4.
- Nielsen, J. & Molich, R. (1990). "Heuristic Evaluation of User Interfaces". *Proceedings of CHI'90. ACM*.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press, Cambridge.
- Norman, Donald A.(1986). "Cognitive Engineering". Em Norman, Donald A & Draper, Stephen W. (Eds.) *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Oliveira, Cêurio (1988). *Curso de Cartografia Moderna*, IBGE.
- Oliveira, Juliano L.(1997). *Projeto e Implementação de Interfaces para Sistemas de Aplicações Geográficas*. Tese de Doutorado, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – SP.
- Oliveira, Osvaldo L. & Baranauskas, M. Cecília C. (1998). "Análise Glossemática da Estrutura das Linguagens de Interface Humano-Computador". *Atas do I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC '98*, Maringá - PR.
- Oliveira, Osvaldo L. & Baranauskas, M. Cecília C. (1999) "Interface entendida como um espaço de comunicação". *Atas do II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC '99*, Campinas - SP.

- Oliveira, Osvaldo L. (2000). *Design da Interação em Ambientes Virtuais: uma abordagem semiótica*. Tese de Doutorado. Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas - SP.
- Peirce, Charles S. (1972). *Semiótica e Filosofia*, Textos Seleccionados, Editora Cultrix.
- Peirce, Charles S. (1990). *Semiótica*. Ed. Contexto. Tradução de *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*.
- Polson, P.G., Lewis, C.H., Rieman, J., Wharton, C. (1992). "Cognitive Walkthroughs: A method for theory-based evaluation of user interfaces". *International Journal of Man-Machine Studies*, 36, 741-773.
- Prado, Alysson B. & Baranauskas, Maria Cecília C. (1999). "Projeto Granel – Investigando possibilidades da abordagem semiótica em *design* de interfaces". *Atas do II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC'99*, Campinas - SP.
- Prado, Alysson B. & Baranauskas, Maria Cecília C. (2000 a). "Análise do processo cartográfico para o estudo de interfaces de Sistemas de Informação Geográficas". *Relatório técnico 00-15 do Instituto de Computação – Unicamp*. Disponível em <http://www.ic.unicamp.br/ic-tr/>
- Prado, Alysson B. & Baranauskas, Maria Cecília C. (2000 b). "Avaliando a meta-comunicação *designer*-usuário de interface". *Atas do III Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC2000*, Gramado - RS.
- Prado, Alysson B. & Baranauskas, Maria Cecília C. (2000 c). "The BulkStorage Project - Investigating Possibilities of the Semiotic Approach in Design of Interfaces". *Proceedings of OzCHI 2000 - Conference for the Computer-Human Interaction Special Interest Group of the Ergonomics Society of Australia*.
- Prado, Alysson B., Baranauskas, Maria Cecília C. & Medeiros, Claudia Maria Bauzer (1999). "Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica como Sistemas Semióticos: uma análise comparativa". *Relatório técnico 99-26 do Instituto de Computação – Unicamp*. Disponível em <http://www.ic.unicamp.br/ic-tr/>
- Prado, Alysson B., Baranauskas, Maria Cecília C. & Medeiros, Claudia Maria Bauzer (2000 a). "Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica como Sistemas Semióticos: uma análise comparativa". *Anais do Geo-Info 2000 – II Workshop Brasileiro de Geoinformática*, São Paulo – SP.

- Prado, Alysson B., Baranauskas, Maria Cecília C. & Medeiros, Claudia Maria Bauzer (2000 b). "Cartography and Geographic Information Systems as Semiotic Systems: a Comparative Analysis ". *Proceedings of the Eight ACM Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, Washington, DC, USA.
- Prates, Raquel O. & de Souza, Clarisse S. (1999). "Um Modelo de Apoio à Expressão de Projetistas de Interfaces Multi-usuário". *Atas do II Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC'99*, Campinas - SP.
- Pratt, Ian (1993). "Map Semantics", *Lecture Notes in Computer Sciences 716* , Springer-Verlag.
- Raisz, Erwin (1969). *Cartografia Geral*. Editora Científica, Rio de Janeiro. Tradução de "General Cartography", 1938, Ed. McGraw Hill.
- Ramirez, Raul J. (1993). "Development of a Cartographic Language", *Lecture Notes in Computer Sciences 716*, Springer-Verlag.
- Richards, John A. (1986). *Remote Sensing Digital Image Analysis – an introduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Rocha, Heloisa V., 1998. *Notas de aula em MO827 – Tópicos em Engenharia de Software, primeiro semestre de 1998*. Instituto de Computação – Unicamp.
- Rocha, Heloisa V. & Baranauskas, M. Cecília C. (2000). *Design e avaliação de interfaces humano-computador*. Livro texto da Escola de Computação 2000, IME-USP – São Paulo.
- Rossler, Flávia (2000). *Contribuições da Semiótica ao Redesign de Interfaces para Ferramentas de Comunicação Eletrônica*. Tese de Mestrado, Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas – SP.
- 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*. 12ª ed., São Paulo, Ed. Brasiliense.
- Saussure, Ferdinand de (1916). *Cours de linguistique générale*, Payot, Paris.
- Schlichtmann, Hansgeorg (1985). "Characteristic traits of the semiotic system 'Map Symbolism'", *The Cartographic Journal*, 22.

- Schneiderman, Ben (1998). *Designing the User Interface*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Schön, Donald & Bennet, John (1996). "Reflective Conversation with Materials". In Winograd T. (Ed) *Bringing design to software*, págs. 171-184. New York, Addison-Wesley Publishing Company.
- Smith, A.R. (1978). "Color gamut transform pairs", *Siggraph* 78, 12-19.
- Spring Homepage. <http://www.dpi.inpe.br/spring/> [Consultada em 18/04/2000]
- Spring Homepage – Teoria. www.dpi.inpe.br/spring/teoria/introdu1/teoria1.htm [Consultada em 05/12/2000]
- Virzi, R.A. (1997). "Usability Inspection Methods". *Handbook of Human-Computer Interaction*, M.G. Helander, T.K. Landauer, P.B. Prabhu (eds) Elsevier Science B.V.

Apêndice

A

Alguns textos que descrevem o processo de construção de mapas segundo a Cartografia Clássica

Raisz (1969, págs. 132-141)

O Planejamento Mental.

Suponhamos, por exemplo, que fomos solicitados a desenhar um *mapa* do Egito para um livro colegial de geografia cujas páginas medem 4 por 6 polegadas. A primeira pergunta que nós fazemos é a seguinte. Que deve conter esse mapa? Quais são os fatores geográficos mais importantes do Egito?

Considerações:

- A tarefa: está definitivamente estabelecida ou podemos sugerir melhoramentos?
- Os interesses dos usuários do mapa: qual a sua idade e grau de educação?

Esboço geral:

- Qual a área a incluir?
- como adaptar a área ao espaço disponível e qual a escala e sistema de projeção usar?
- Que acidentes do terreno devemos destacar?

Técnica:

- Qual a técnica a usar?
- Que estilo deve ser seguido e que tipo de margem, legenda e inserções devem ser usados? Como representar o relevo, a terra e o mar?
- Que quantidade e que tipo de inscrições devemos colocar no mapa?
- Qual o processo de reprodução do mapa? É permissível o uso de cores e sombreado?
- O desenho deve ser feito quantas vezes maiores que o tamanho da publicação?

A mais comum deficiência dos estudantes é sentar-se para desenhar um *mapa* sem pensar em todos os fatores necessários para formar mentalmente um mapa. Para um cartógrafo experimentado todas essas considerações são quase que instantâneas e recebida uma tarefa, ele dá a impressão de que toma um pedaço de papel de desenho e inicia o traçado do mapa. Apesar disso, enquanto o está esboçando, recorda mentalmente todas as perguntas feitas acima, apoiando-se na imagem visual que vai surgindo no papel. Não há nada de errado com esse modo de proceder, desde que o cartógrafo esteja disposto a qualquer momento, a abandonar o seu

primeiro esboço a fim de experimentar uma outra disposição. Esse processo de esboço contribui para se obter o *equilíbrio*, isto é, um arranjo harmonioso de sombreado e luz. Esse esboço é posteriormente desenvolvido à medida que se escolhem os símbolos, as inscrições, a legenda e a margem, de acordo com a progressão do desenho.

Tamanho e forma

Um mapa pode ser limitado pelo tamanho da página.

A forma de um mapa depende da forma da área a representar.

A decisão dependerá do detalhe e tipo das informações desejadas.

Mapas-guias

Comumente se encontra um mapa mais antigo da área considerada que é bastante bom para ser usado com guia.

Raramente o melhor mapa da área em questão está na escala escolhida; mais freqüentemente, tem-se de usar fotocópias pantógrafo ou o método da trama quadriculada para mudar de escala.

Esboço rústico a lápis:

É sempre melhor fazer um esboço rústico em papel de desenho, mesmo que se use um sistema de projeção próprio ou se copie sumariamente um mapa existente. Raramente a área desejada cabe no espaço disponível, mas os espaços vazios freqüentemente permitem uma boa composição.

O esboço em papel do desenho não é um esforço em vão; não obstante sua rusticidade, dá uma idéia de conjunto do mapa e serve como um plano de trabalho.

Ampliação: a grandeza de ampliação depende do desenhista. O trabalho de alguns cartógrafos é tão perfeito que quase não necessita de ampliação; outros gostam de trabalhar em tamanhos 2 a 3 vezes maiores que o da escala.

Título: o título deve conter o nome da área, o tipo do mapa, o nome do autor, o ano de publicação, a escala e observações. As letras devem ser de tamanho a atrair logo o olhar. O título fica melhor colocado no canto esquerdo superior, porém pode ser localizado em qualquer lugar onde exista espaço.

Legenda: Os símbolos e abreviaturas que não sejam óbvios devem ser explicados na legenda. Não é necessário, por exemplo, explicar o símbolo usual de ferrovia, a menos que haja diferença entre as ferrovias de bitola normal e estreita.

Escala [indicação do valor]: As escalas gráficas são preferíveis às numéricas, já que os mapas podem variar de tamanho mediante vários processos fotográficos.

Moldura: A maioria dos mapas possui uma moldura. O tipo mais comum consiste de duas linhas separadas de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ polegada, entre as quais são colocadas as graduações em graus dos meridianos e paralelos.

Inserções: Na maioria dos mapas, há certas regiões importantes que são freqüentemente apresentadas em inserções em escala maior. Se o mapa principal é de uma área não conhecida ou se desejamos mostrar algumas relações gerais, fazemos geralmente uma inserção mostrando a localização da área dentro do país. Neste caso, a inserção é feita em escala menor.

Complementos: A colocação de gráficos e tabelas estatísticas é comum nos mapas econômicos. Painéis decorativos, como gravuras de cidades e pessoas, eram comuns nos mapas antigos e ainda são usados, quando o mapa principal não ocupa toda a página.

Rosa-dos-ventos: Nos mapas com o norte na parte superior, não há necessidade de usar a rosa-dos-ventos, pois os paralelos e meridianos dão as direções cardeais, freqüentemente, entretanto, são incluídas nos mapas mais como decoração.

Desenho de precisão:

Depois de terminado o esboço rústico em papel transparente, foi iniciado o desenho de precisão, com lápis, sobre o papel de desenho.

Trabalho preliminar: Cortou-se o papel no tamanho adequado, deixando margens grandes. Inicialmente, foram traçados os paralelos e meridianos e o quadro, seguindo-se o traçado do litoral, rios, estradas e a localização de pontos. A seguir, foram desenhados os símbolos, as montanhas e os acidentes especiais. Somente depois disso, cuidou-se das inscrições, por não se desejar sobrecarregar o mapa de nomes. As letras foram traçadas levemente, sem que ficassem perfeitas, pois a sua perfeição seria considerada por ocasião do uso de tinta.

Não se deve usar tinta antes que o mapa esteja totalmente terminado a lápis.

Aplicação de tinta: A tinta deve ser usada na ordem inversa à do lápis. Em primeiro lugar, cobrem-se à tinta as inscrições, por terem elas prioridade sobre tudo o mais. A seguir, vêm as molduras, título, legenda, escala, símbolos, litoral, rios, limites e relevo; por último, cobrem-se os paralelos e meridianos. Essa sequência é importante, pois um meridiano é interrompido para dar continuidade a um rio, e este por sua vez é interrompido para dar lugar a um nome. Nos mapas coloridos, entretanto, as linhas não são interrompidas, mas a tonalidade das cores é selecionada naquela mesma sequência. As letras pretas destacam-se sobre limites vermelhos ou rios azuis.

Acabamento do mapa: Após a aplicação de tinta, as linhas a lápis são removidas suavemente com uma borracha macia.

Somente então pode-se aplicar processos especiais de sombreado ou coloração à base de celofane; feito isso, é quase impossível fazer-se novas correções nas áreas assim cobertas.

O mapa é finalmente cortado no tamanho apropriado, montado sumariamente sobre um papelão e coberto com celofane.

Keates (1973, pág. 30)

Visual levels

In all map designs, the aim should be to have more than one visual level; that is, the most important subject-matter should appear graphically as the 'foreground' image which is most obvious to the user, and the supporting information should be treated as 'background' at a lower visual level. This is achieved by controlling emphasis and contrast in the design of the symbols, but it has to be done on the basis of a separation of the subject matter. Even in 'general' maps, such as topographic maps and small-scale reference maps, although there is no single objective in map use, it is always true that some part of the content is more significant than another.

These levels will be strongly influenced by the use of color contrast, line weight, and the treatment of surface color as applied to areas.

With special-subject maps there is a clear distinction between the representation of the base information, in the form of a selective version of the topographic surface, and the special subject-matter which will be dominant visually as it contains the principal information of interest.

These levels will be strongly influenced by the use of color contrast, line weight, and the treatment of surface color as applied to areas.

Contrast and balance

This division of the content into different levels depends on contrast. As a general principle, the initial design should employ the minimum degree of contrast necessary to make all symbols perceptible, and dominant symbols dominant. The reason for this is that if some part of the image is over-emphasized initially, another part may have to be given more contrast to make it stand out. Therefore, if the design begins with over-contrast, there will be a progressive accumulation of heavier lines and stronger colors. In an extreme case, the

consequence will be a heavy and unattractive design. The other reason for following this principle is that although the need for an increase in contrast can be easily seen when the original design is examined, it is much more difficult to appreciate that some part of the image has excessive contrast. If a line symbol does not show clearly over a tint area, it is easy to realize that the situation can be remedied by making the line symbol heavier: it is not so easy to appreciate that the solution could well be found by making the tint lighter.

The final weight of the dominant image will be an accumulation of contrast to make it stand out against all the possible background combinations. A heavy image can only be avoided by making the initial design so that the minimum of contrast need is employed. In addition, so far as a printed image is concerned, the accumulation of ink progressively leads to a reduction in reflection from the paper surface. This should be kept to a minimum, by **avoiding excessive use of fully-saturated hues**, especially when applied to areas.

Apêndice

B

Descrição em LEMD do processo de construção de mapas

```
Command-Message "Planejamento Mental" for Application-Function
"construir mapa mental"
  Combine{
    //definir interesses dos usuários do mapa
    Repeat { Select Information-of "interesses" }
    //definir área a ser representada
    Select information-of "área representada"
    //definir espaço disponível para impressão
    Enter information-of "Área de impressão"
    //definir escala e sistema de projeção
    Enter information-of "Escala"
    Select information-of "Projeção"
    //definir acidentes do terreno a destacar
    Select information-of "Destaques"
    //definir estilo de representação
    Select information-of "Estilo de representação"
    //definir processo de reprodução
    Select information-of "Processo de reprodução"
    //definir escala para reprodução
    Enter information-of "Escala de reprodução"

    Activate start Application-Function "construir mapa mental"
    //associada à aplicação da função ocorre a visualização
    //(neste caso, mental) das alterações que são provocadas no
    //signo de domínio manipulado
    View Information-of "Mapa"
  }
}
```

```

Command-Message "Esboço a Lápis" for application-function "desenhar
esboço a lápis"
  Sequence {
    Join {
      //decisão do tamanho e forma
      Enter information-of "tamanho"
      Enter information-of "forma"

      //escolha e compilação de mapas guias
      Repeat { Select information-of "mapa-guia" }
    }

    //executar esboço a lápis
    Activate start application-function "desenhar esboço a lápis"
    //associada à aplicação da função ocorre a visualização das
    alterações que são provocadas no signo de domínio manipulado
    View Information-of "Mapa"
  }

```

```

Command-Message "Refinamento do Esboço a lápis" for application-function
"Refinar esboço a lápis"
  Sequence {
    Join(
      //definir e posicionar título
      Enter information-of "Título"
      //definir e posicionar informação de legenda
      Show command-message "Construir Legenda"
      //definir e posicionar indicação de escala
      Select information-of "Tipo e indicação da escala"
      //desenhar moldura
      Activate start application-function "desenhar moldura"
      //colocar inserções (gráficos, tabelas estatísticas)
      Select {
        Command-message "inserir gráficos"
        Command-message "inserir tabelas"
      }
      //posicionar rosa-dos-ventos
      Select information-of "Rosa dos ventos"
    )

    Activate start application-function "Refinar esboço a lápis"
    //associada à aplicação da função ocorre a visualização das
    alterações que são provocadas no signo de domínio manipulado
    View Information-of "Mapa"
  }

```

```

}

Command-Message "Desenho de Precisão"
Combine{
  Sequence{
    // desenho a lápis
    Activate start application-function "traçar quadro e sist. de
    coordenadas"
    Activate start application-function "traçar litoral"
    Activate start application-function "traçar rios"
    Activate start application-function "traçar estradas"
    Activate start application-function "localizar pontos"
    Activate start application-function "desenhar símbolos"
    Activate start application-function "desenhar montanhas"
    Activate start application-function "desenhar acidentes
    especiais"
    Activate start application-function "inserir inscrições"

    // desenho a tinta
    Activate start application-function "cobrir inscrições"
    Activate start application-function "cobrir molduras"
    Activate start application-function "cobrir título"
    Activate start application-function "cobrir legenda"
    Activate start application-function "cobrir escala"
    Activate start application-function "cobrir símbolos"
    Activate start application-function "cobrir litoral"
    Activate start application-function "cobrir rios"
    Activate start application-function "cobrir limites"
    Activate start application-function "cobrir relevos"
    Activate start application-function "cobrir paralelos e
    meridianos"
  }
  //associada à sequência de aplicações das funções ocorre a
  visualização das alterações que são provocadas no signo de domínio
  manipulado
  View Information-of "Mapa"
}

```

```

Task-message "confeção do mapa - processo básico"
Join {
  Sequence {
    //planejamento mental - construção de um mapa mental
    Command-Message "Planejamento Mental"
    //preparação e esboço a lápis
    Command-Message "Esboço a Lápis"
    //refinar e detalhar esboço a lápis
    Command-Message "Refinamento do Esboço a lápis"
  }
}

```

```

        //desenho de precisão
        Command-Message "Desenho de Precisão"
    }
    Select {
        // a tarefa pode ser abandonada a qualquer momento
        Activate discard Task-Message "confecção do mapa - processo
        básico"
    }
}

Task-message "confecção do mapa - cartógrafo experiente"
Join {
    Sequence {
        //o cartógrafo mantém em mente as perguntas do planejamento
        mental enquanto realiza o primeiro esboço
        Repeat {
            Combine {
                // as etapas de planejamento e esboço são
                executadas iterativamente, influenciando-se
                mutuamente
                Command-Message "Planejamento Mental"
                Command-Message "Esboço a Lápis"
            }
        }

        //refinar e detalhar esboço a lápis
        Command-Message "Refinamento do Esboço a lápis"
        //desenho de precisão
        Command-Message "Desenho de Precisão"
    }

    Select {
        // a tarefa pode ser abandonada a qualquer momento
        Activate discard Task-Message "confecção do mapa - cartógrafo
        experiente"
    }
}

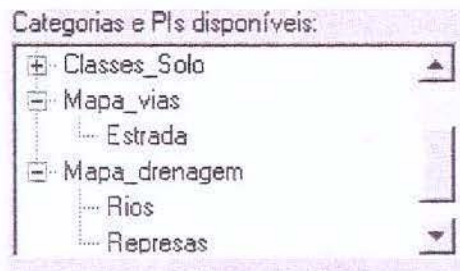
```

Apêndice

C

Descrição detalhada do comportamento do protótipo final

Na parte superior da janela são apresentados os dados do banco de dados geográfico ativo, disponíveis para colocação no mapa. O *widget* escolhido para sua representação é um *tree view*, já que é o que melhor representa a estrutura conceitual de armazenamento de dados do sistema – Planos de Informação agrupados em Categorias. Clicando-se no “+” à esquerda do nome de cada Categoria é possível expandi-la, ou seja, exibir os PIs nela contidos:



Clicando-se num Plano de Informação, ele é imediatamente adicionado ao início da lista de PIs em exibição na tela ativa. Existe também o recurso de se clicar em uma Categoria, adicionando todos os seus PIs na lista de exibição. Para remoção de um Plano de Informação da lista de exibição, usa-se o botão , que exclui o PI ativo. Também é possível utilizar a tecla “Del” para retirar o PI.

A seleção da janela ativa é feita através dos *tabs* “Tela 1” até “Tela 5”. Respeitando-se a funcionalidade original do Spring, definir uma janela como ativa apenas influi na seleção dos dados. Para exibição da janela de mapa, é necessário definir explicitamente que a tela está exibida, através de um *checkbox* com rótulo “Exibir”, logo abaixo dos *tabs*. Este

checkbox está presente em todas as abas de telas, mas na Tela 1 se encontra marcado e desabilitado, como forma de meta-comunicar que esta janela deve estar sempre ativa. Junto a este *checkbox*, para as telas de 2 a 5 existe outro, onde se informa se a tela está acoplada à Tela 1.

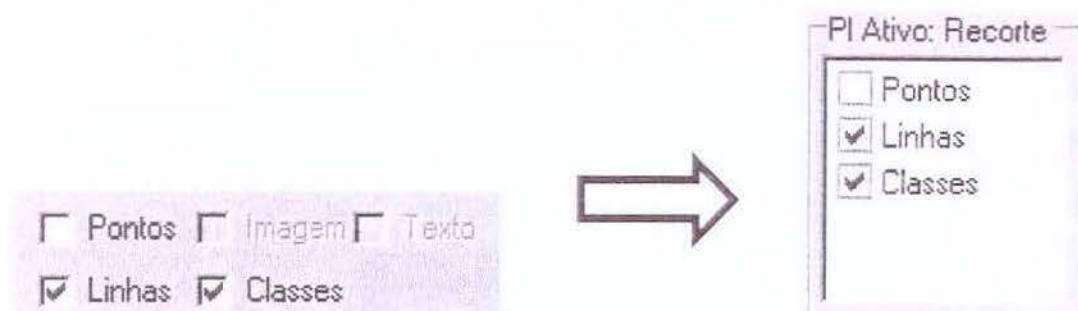
A ordem dos PIs na lista de exibição pode ser alterada através dos botões  , que deslocam o PI ativo em direção ao início ou ao fim da lista de exibição, respectivamente. Planos de Informação no final da lista têm prioridade mais baixa, sendo sobrepostos pelos localizados acima na lista, que tem prioridade mais alta e são desenhados por último. O botão  é desabilitado quando o PI ativo é o primeiro da lista, da mesma forma que desabilita-se o botão  se o PI selecionado na lista for o último. Para usuários sofisticados, existe a possibilidade de se reposicionar o PI na lista usando o *mouse*, arrastando o item da lista e soltando-o na posição desejada.

A lista de PIs em exibição permite seleção múltipla, de tal forma que é possível aplicar a mesma seleção de formas de representação a mais de um Plano de Informação, desde que todos os PIs selecionados tenham as mesmas formas de representação. Com a seleção múltipla de PIs também é possível executar alterações conjuntas no visual, ou seja, aplicar as mesmas características definidas na janela de “Visual” para mais de um PI, e exclusão simultânea de PIs da exibição. No estágio atual do protótipo, não são permitidas alterações de prioridade com seleção múltipla. As operações de consulta e seleção de classes também permanecem desabilitadas no caso de seleção múltipla.

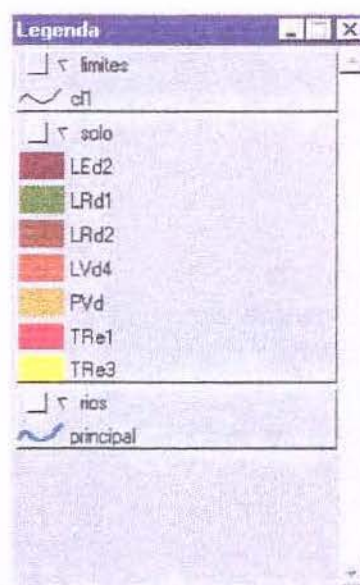
A apresentação e seleção das formas de representação é feita através de um *checklist*, preenchido de acordo com o tipo de Plano de Informação selecionado. Por exemplo, Planos de Informação do tipo cadastral permitem formas de representação em pontos, linhas, imagem, classes e texto, enquanto que um PI do tipo imagem permite ser representado como monocromático, ou nas bandas *red* (R), *green* (G) ou *blue* (B). Ao se incluir um novo PI na lista de visualizações, uma de suas formas de representação encontra-se selecionada por *default* – classes para PIs cadastrais, mono para PIs de imagens, etc.

Em relação ao Spring, houve uma diferença no *widget* usado para a lista de representações. Como esta lista varia de acordo com a categoria a que o Plano de Informação pertence (temático, imagem, cadastral, etc.), existe atualização dinâmica desta informação. Da maneira como estava implementada, através de *check boxes* em um painel, esta representação poderia causar alguma dificuldade ao usuário. Usamos uma *listbox*, que

melhor reflete esta propriedade. Caso uma representação não esteja disponível, ela simplesmente não é colocada na lista:



O acesso à alteração das propriedades visuais dos elementos gráficos do mapa foi trazido para o Painel de Controle, através do botão “Visual...”, como forma de aproximar a interação do processo verificado na Cartografia Clássica. A seleção de cores, espessura de linha, padrões de preenchimento, etc., são feitos em janela à parte (Figura 3.9) e se aplicam ao Plano de Informação ativo. Também foi trazido para o Painel de Controle o acesso à janela de Legenda (figura ao lado) e de Gráfico, que o Spring possui.

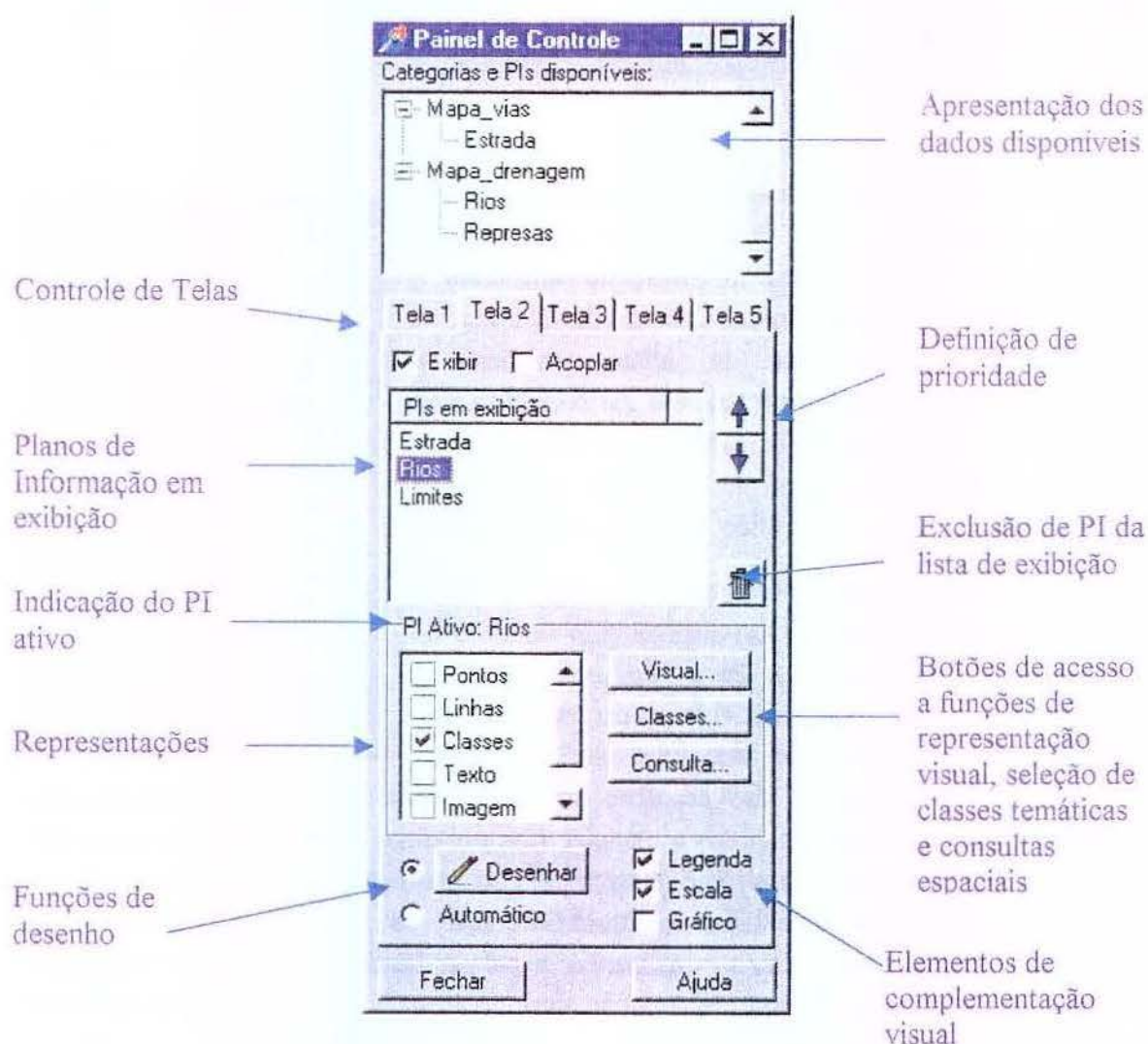


Uma vez definidos os dados que constituem o mapa, deve ser acionada a função de aplicação responsável pelo desenho do mapa na janela correspondente. Para isto existe o botão “Desenhar”. No entanto, tendo em vista as características do processo de construção iterativo discutidas na Seção 3.4, é interessante que os resultados das escolhas do usuário apareçam o mais rapidamente possível, para que este possa avaliá-los e planejar suas próximas ações. Pensando nisso, foi proposta uma solução onde o usuário pode optar pelo acionamento automático da função de desenho. Neste modo de operação, qualquer alteração na lista de PIs, na lista de representações ou alguma das funções dos botões dispara o desenho na tela ativa. A escolha dos modos automático ou manual de acionamento do desenho é feito através de *radio buttons*:



Da mesma forma que no sistema original, a janela pode ser fechada através de um botão em sua parte inferior, e uma janela de ajuda pode ser aberta através do botão “Ajuda”.

Com isso temos um novo *design* para o Painel de Controle:



Apêndice

D

Roteiro e questionários para testes dos protótipos com usuários

Observações a serem feitas aos usuários no início do teste:

- A participação no teste é anônima e voluntária, podendo ser interrompida a qualquer momento.
- O que está sob avaliação são os sistemas, e não os usuários.
- A gravação em vídeo é uma complementação à avaliação principal que será feita através de um questionário.
- O propósito das tarefas não é medir o desempenho do usuário no uso do sistema, mas direcionar a atenção do usuário para aspectos da interface e ajudar quem está usando o sistema pela primeira vez no seu reconhecimento.
- Podem ser feitas perguntas durante o teste, mas o avaliador nem sempre poderá respondê-las.
- As atividades propostas são gerais, todas são possíveis e muitas delas admitem mais de uma solução. Existem diversos graus de complexidade nas etapas.
- Não é necessário fazer toda a tarefa, bem como não é necessário responder todo o questionário. Uma “não-resposta”, neste caso, também é uma resposta.

- Ao responder o questionário, caso haja necessidade de referenciar alguma região da interface, a mesma pode ser circulada na figura da tela no formulário e indicada por alguma letra ou número, ou através de uma seta.
- Ao responder o questionário, o usuário poderá retornar ao protótipo para certificar-se de algum comportamento ou função.
- Existem diversos graus de complexidade nas perguntas.
- Os protótipos em teste são parciais, alguns comportamentos são simulados, o que provoca uma certa demora no *feedback*.

Configurações iniciais do sistema necessárias ao teste:

- Spring sendo executado com um projeto “Canchim” ativo, usando a base de dados “São Carlos” (dados de demonstração fornecidos pelo INPE).
- Janela “Painel de Controle” sendo exibida.
- Plano de Informação de estradas com visual das linhas em cor verde.
- Todas as classes de solo setadas para cores sólidas.
- Prioridade do PI “solo” = 200.
- Prioridade do PI “estradas” = 100.

Spring: visão geral para os usuários

O Spring é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), ou seja, um sistema capaz de manipular dados sobre eventos e objetos cuja posição é definida em relação à superfície terrestre.

Estes dados são armazenados em um Banco de Dados Geográfico, organizados segundo aspectos de interesse da área representada, chamados Planos de Informação (PI).

A principal forma de exibição destes dados e do resultado de sua manipulação pelo SIG é através de mapas.

É através da janela "**Painel de Controle**" que os **Planos de Informação** e suas diferentes representações são selecionados tanto para a visualização em uma de suas cinco telas de mapas quanto para uma operação desejada

Todos os dados disponíveis para construção do mapa estão disponíveis no Painel de Controle.

Para exibição do mapa, é preciso selecionar as representações (Pontos, Linhas, Imagem, Classes, etc.) e em seguida ativar a função de desenho.

OBS: durante o teste, selecione sempre as representações de "classes".

A tarefa:

Você encontrará o Spring aberto, com o banco de dados geográfico da Fazenda Canchim já disponível.

a) Criar um mapa com os limites da Fazenda Canchim

b) Incluir rios

c) Em outra tela crie um mapa com os limites da fazenda.

d) Incluir estradas

e) Incluir classes de solo

f) Certificar-se de que o desenho das estradas ocorre sobre o das classes de solo, ou seja, o traçado de uma estrada não é "escondido" pela classe do solo por onde passa.

g) Exiba as estradas em laranja.

Questionário de avaliação do sistema:

Usuário:

1) Descreva passo a passo o procedimento adotado nos itens a e b da tarefa.

2) O que significa “Prioridade”? Qual o procedimento adotado para alterar seu valor?

3) Para criação do segundo mapa na tela 2, qual foi o procedimento adotado (item c)? Por que?

4) Qual o procedimento adotado para alterar a cor das linhas?

5) Comentários sobre esta janela (sugestões, dificuldades, etc.). Comparar com o teste anterior, caso já tenha feito.

Painel de Controle

Categorias

[M] Limites

[] Amostras_Campo

[] Imagem

[] Grades

[X] Classes_Solo

[] Fatiamento_argila

Planos de Informação

[X]

[PLC] limites

[C] recorte

Prioridade:

200

CR

☒ Pontos

☐ Imagem

☐ Texto

☒ Linhas

☒ Classes

Selecionar...

Consultar...

CONTROLE DE TELAS

Ativar:

☒ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Exibir:

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Acoplar:

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Ampliar:

☒ 1

☐ 2

☐ 4

☐ 8

Fechar

Ajuda

Questionário de avaliação do sistema:

Usuário:

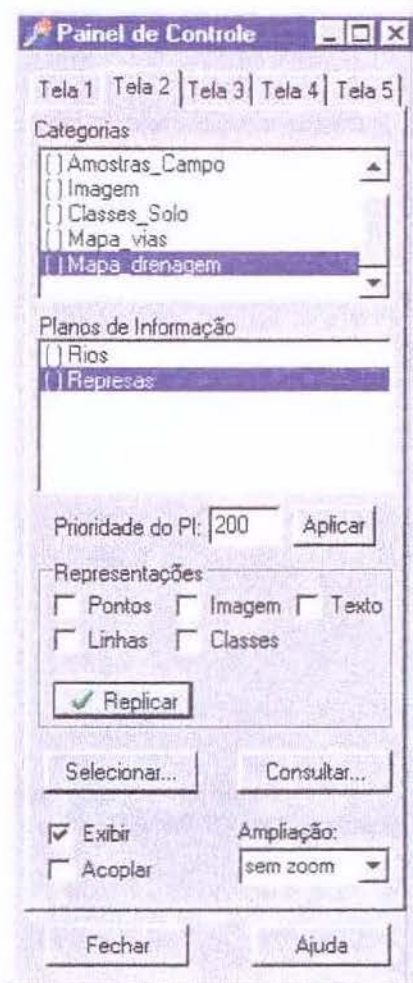
1) Descreva passo a passo o procedimento adotado nos itens a e b da tarefa.

2) O que significa "Prioridade"? Qual o procedimento adotado para alterar seu valor?

3) Para criação do segundo mapa na tela 2, qual foi o procedimento adotado (item c)? Por que?

4) Qual o procedimento adotado para alterar a cor das linhas?

5) Comentários sobre esta janela (sugestões, dificuldades, etc.). Comparar com o teste anterior, caso já tenha feito.



Questionário de avaliação do sistema:

Usuário:

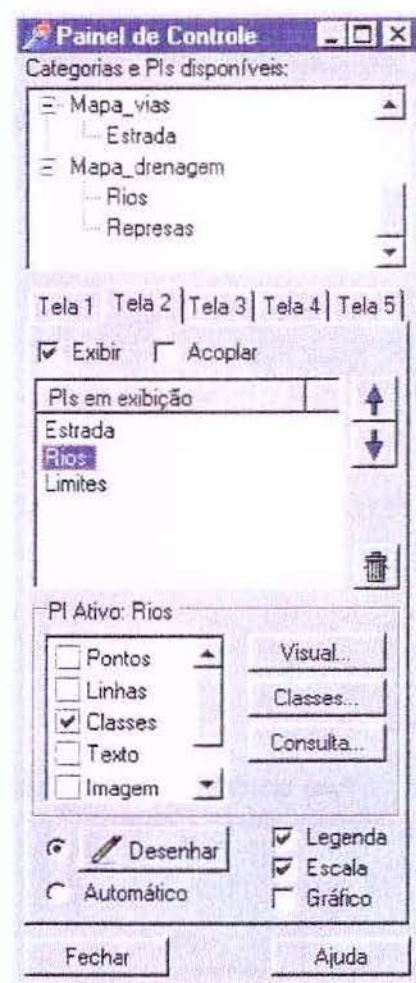
1) Descreva passo a passo o procedimento adotado nos itens a e b da tarefa.

2) O que significa "Prioridade"? Qual o procedimento adotado para alterar seu valor?

3) Para criação do segundo mapa na tela 2, qual foi o procedimento adotado (item c)? Por que?

4) Qual o procedimento adotado para alterar a cor das linhas?

5) Comentários sobre esta janela (sugestões, dificuldades, etc.). Comparar com o teste anterior, caso já tenha feito.



O conjunto de dados obtido

A seguir resumiremos, de forma tabular, pontos de destaque nas respostas dos questionários e comportamentos peculiares gravados durante a interação com os protótipos (P1 = Spring original; P2 = protótipo da Seção 4.3; P3 = protótipo da Seção 4.5), para cada um dos usuários de teste.

Um dos testes foi prejudicado por fatores externos que desviaram a atenção do participante, outros dois (S1-P3 e S3-P1) não tiveram seus tempos registrados por problemas na gravação em vídeo.

Usuário: S1

Tempo de execução das tarefas, na ordem de aplicação dos testes: P1 = 21min; P2 = 9min; P3 = não registrado.

Resultados dos questionários:

Questão	P1	P2	P3
1	Resposta correta	Resposta correta	Incorpora o uso do desenho automático
2	Incerteza ao responder	Resposta correta	Fica explícita a idéia que "prioridade" é relativa
3	É preciso certificar-se que a Tela 2 está ativa	Resposta correta	Não respondeu
4	Resposta correta	Resposta correta	Não respondeu
5	Queixa-se da sobreposição de janelas Não é claro que é preciso pressionar CR Sugere <i>refresh</i> automático e <i>undo</i>	Experimenta valores que considera inválidos para a prioridade (como números negativos). Sugere a auto-exibição da janela ao ativa-la Fica confuso quanto ao Ampliar	Cita pontos fortes: esquema prioridades, desenhar/automático, presença de legenda, escala e gráfico. Discorda de a tela 1 ser mais importante e sugere outra maneira de se alternar entre janelas. Critica a funcionalidade de click sobre a Categoria para inserir todos os seus Pis

Comportamentos peculiares durante o teste com P1:

- Quatro acessos ao botão “Selecionar” (além do usado para o passo g da tarefa);
- Dois acessos ao botão “Consultar”;
- Tentativa de mudar o valor da prioridade sem acionar “CR”.

Comportamentos peculiares durante o teste com P2:

- Espera o *hint* do botão “Replicar”.

Usuário: S2

Tempo de execução das tarefas, na ordem de aplicação dos testes: P2 = 24min; P1 = 3min.

Resultados dos questionários:

Questão	P2	P1
1	Resposta correta	Não deixa explícita a seleção do PI após seleção da Categoria
2	Conceito vago de prioridade	Conceito vago. Atribuição por tentativa e erro
3	Resposta correta. Ênfase no “Exibir”	Resposta correta, mais concisa.
4	Passos desnecessários (escolher representação de pontos, imagens)	Resposta correta
5	Sugere desenhar como <i>default</i>	“Mais amigável” Percebe a influência da experiência anterior (P2)

Comportamentos peculiares durante o teste com P2:

- Três acessos ao botão “Selecionar” (além do usado para o passo g da tarefa);
- Durante a execução do passo a da tarefa, abre a janela de visual, e aciona o botão “Executar”, possivelmente pretendendo acionar a função de desenho;

4	Resposta correta. Aplica seleção visual para o PI e não para a classe. Usa "Acoplar" para redesenhar a janela.	Resposta correta, com uso de "Acoplar" ao invés de "Desenhar"
5	Critica a sobreposição de telas pela Tela 1, ao se clicar no Painel de Controle Sugestões de ícones para botões	"Mais intuitivo" que P3. Sugere categorias de prioridade ao invés de valor numérico.

Comportamentos peculiares durante o teste com P3:

- Ao encerrar o item *b* da tarefa, elimina todos os PIs da lista de exibição antes de ativar a Tela 2 e iniciar o passo *c*;
- Exibe legenda. Tenta clicar sobre a apresentação de estradas na legenda, visando executar o passo *g* da tarefa.
- Não usou os botões com setas para alterar a prioridade. Removeu o PI em posição inferior na lista, reinserindo-o em seguida, no topo. Entretanto, respondeu corretamente o questionário;
- Executa cinco tentativas de mudança de cor na janela de visual antes de encontrar o procedimento correto (acionamento do botão "Executar" na janela de visual, seguido do botão "Desenhar" no Painel de Controle ou, neste caso, da função "Acoplar").

Comportamentos peculiares durante o teste com P1:

- Seis acessos ao botão "Selecionar" (além do usado para o passo *g* da tarefa);
- Após a execução do item *b*, usa botão "Plano de Informação" da barra de botões para exibir a respectiva janela, fechada em seguida;
- Usa "Acoplar" para desenhar o mapa.

Usuário: S5

Tempo de execução das tarefas, na ordem de aplicação dos testes: P2 = 1h28min; P3 = 17min.

Resultados dos questionários:

Questão	P2	P3
1	Resposta correta.	Resposta correta. Não indicou ativação da função de desenho. Diz ter sido "direto e fácil"
2	Não compreende o conceito de Prioridade. Atribui o valor por "Aleatoriedade e exclusão" Não há parâmetros para compreender quão grande é o valor <i>default</i> = 200	"Essa pilha de PIs é muito clara, hierárquica por natureza"
3	Não cita o "Exibir"	Resposta correta. Declara ter esquecido clicar em "Exibir" na primeira tentativa de execução do item <i>c</i>
4	Resposta correta.	Resposta correta. Muda o visual da classe, não o do PI.
5	Critica a sobreposição de telas pela Tela 1, ao se clicar no Painel de Controle. Dificuldades por ter que clicar "Desenhar" em outra janela.	"Mais fácil que anterior", Aprova o desenho automático. Critica novamente a sobreposição de telas pela Tela 1, ao se clicar no Painel de Controle.

Comportamentos peculiares durante o teste com P2:

- Não executa a tarefa linearmente. Explora todo o sistema, acionando itens de menu, vendo *hints* da barra de botões, etc.
- Três acessos ao botão “Selecionar” (além do usado para o passo *g* da tarefa);
- Espera três vezes pelo *hint* do botão “Replicar”;
- Clica duas vezes no botão “Consultar”;
- Para executar o passo *f*, tenta diversos valores de prioridade (100, 50, 1000).

Comportamentos peculiares durante o teste com P3:

- Exclama que o botão “Desenhar” “está onde deveria”;
- Muda prioridade de “classes de solo” usando *drag-and-drop* na lista de exibição.