

CÁSSIO DA PIEVA EHLERS

**UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE INTERFACES DE
MAPAS INTERATIVOS PARA *WEB***

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora Profa. Dra.: Laura Sánchez García

CURITIBA

2006

CÁSSIO DA PIEVA EHLERS

**UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE INTERFACES DE
MAPAS INTERATIVOS PARA *WEB***

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora Profa. Dra.: Laura Sánchez García

Departamento de Informática, UFPR

Prof. Dr. Luiz Ernesto Merkle

Departamento Acadêmico de Informática, UTFPR

Prof. Dr. Alexandre I. Direne

Departamento de Informática, UFPR

Curitiba, 20 de fevereiro de 2006

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer com muito carinho à toda a minha família, meus queridos pais, Sérgio e Marta, e meus adorados irmãos, Vinícius e Eduardo. Este grupo de pessoas especiais, ao qual tive a felicidade de conviver novamente, pessoas iluminadas que me ajudam constantemente, formando a base social essencial da minha vida.

Agradecer ao meu pai, pois no aspecto material, ele foi o responsável por todo o auxílio financeiro durante dois anos inteiros de moradia em outra cidade, fator necessário para a realização deste curso. Todos os meus familiares foram muito importantes em todas as etapas decorrentes de todo o processo de obtenção do título de mestre.

Agradecer ao amigo e colega de Mestrado André Brandão, por toda a nossa amizade, companhia, convivência e toda a ajuda recebida durante todo o tempo de moradia em Curitiba.

Agradecer a Universidade Federal do Paraná, a existência desta entidade de ensino superior que possibilitou por meio de todos seus funcionários, professores e estrutura física, as condições necessárias para a realização do mestrado.

Agradeço também a minha orientadora, Profa. Dra. Laura Sánchez García, pela enorme oportunidade de conhecer a área de Interação Humano Computador, além de toda a ajuda necessária para toda a pesquisa realizada e o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento à Profa. Dra. Cláudia Robbi, pessoa essencial por todo o estudo realizado durante meses, apresentando e auxiliando toda a pesquisa feita na área da Cartografia.

Obrigado aos professores que configuraram a banca de defesa do projeto de dissertação deste trabalho, como ao Prof. Marcos Sunye, que teve contribuição importante para a alteração no foco da pesquisa feita futuramente.

De mesma maneira, agradeço aos professores da banca final deste trabalho, ao prof. Alexandre Direne, uma pessoa de educação e simpatia exemplar e ao prof. Merkle, por todas suas observações feitas ao trabalho e sugestões que contribuíram para a versão final.

Agradeço também a todos os pesquisadores utilizados como referência neste trabalho, sua contribuição foi significativa para suporte e definição do objetivo desta pesquisa.

Aos queridos colegas de Mestrado, Diego Farias, David França, Pedro Ribeiro, Marcos Carreiro, Alexandre, Leslie e demais colegas, pela oportunidade da convivência com todos esses. Um agradecimento especial ao Leslie, pela ajuda feita no dia da apresentação, mostrando sua características já marcante de solidariedade e amizade.

Agradeço com muito carinho a todas as demais pessoas que auxiliaram em todo este processo, como aos amigos: Leandro, Garcia, Vítor, aos amigos do Centro Espírita Luz da Caridade, Marco e Márcia, Guérios e Janete. Além das demais não citadas aqui, mas de mesma forma auxiliaram de uma forma ou de outra para o objetivo deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Justificativa	3
1.4 Organização do Trabalho	6
2 A INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR	7
2.1 A Engenharia Cognitiva	7
2.2 A Engenharia Semiótica	9
2.2.1 Sistema de Significação	17
3 MAPAS INTERATIVOS	19
3.1 Conceitos em Cartografia	19
3.2 Mapas Interativos	27
3.3 Trabalhos Relacionados	29
4 TRABALHOS DE IHC APLICADA À CARTOGRAFIA	35
4.1 Trabalhos sobre problemas diversos	35
4.2 Trabalhos Relacionados	44
5 O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE MAPAS INTERATIVOS PARA A WEB	52

5.1	Sistema de Significação do Mapa	54
5.2	Tarefas do Mapa Interativo	58
5.3	O Método de Avaliação	61
5.3.1	Primeira Etapa - Inspeção do SSM	63
5.3.2	Segunda Etapa - Análise de Tarefas	64
5.3.3	Terceira Etapa - Análise da relação entre o SSM e as tarefas	65
5.3.4	Quarta Etapa - Análise e Síntese dos Resultados	65
6	O EXPERIMENTO	67
6.1	Seleção dos mapas interativos	67
6.1.1	Um caso de aplicação	71
6.2	Discussão dos Resultados	79
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	89
7.1	Considerações sobre o Método	89
7.2	Trabalhos Futuros	92
	BIBLIOGRAFIA	102

LISTA DE FIGURAS

2.1	Modelos mentais e imagem do sistema	8
2.2	Comparação entre a perspectiva DSCU e a ES	10
2.3	Visão da Semiótica sobre uma aplicação computacional	11
2.4	Exemplo de um signo	13
2.5	Modelo de Comunicação de Jakobson	14
2.6	Espaço de Design da IHC	14
2.7	Exemplo de um Sistema de Significação	17
3.1	Mapa temático do Centro Politécnico da UFPR	21
4.1	Classificação de signos de Peirce em elementos da Cartografia	38
4.2	Alguns signos encontrados em interfaces de SIG	39
4.3	Exemplo de tela de navegação do OntoCarta	43
4.4	Análise das aplicações SIG <i>Web</i>	46
4.5	Estrutura do método ISIM	50
5.1	Exemplo de um sistema de Mapa Interativo na <i>Web</i>	53
5.2	Classificação das tarefas do mapa interativo	61
5.3	Estrutura do método	63
6.1	Aplicações para agricultura e meteorologia avaliadas	68
6.2	Aplicações do domínio de localização de endereços avaliadas	69
6.3	Aplicações com informação sobre algum estado do Brasil avaliadas	70
6.4	Interface da aplicação	71
6.5	Símbolo do título da aplicação	72
6.6	Símbolos da legenda da aplicação	73
6.7	Símbolo da escala da aplicação	73
6.8	Símbolos que representam tarefas da aplicação	74

6.9	Tarefa de consulta da aplicação	76
6.10	Mapa auxiliar utilizado na aplicação	78
6.11	Exemplos da representação das tarefas na interface	83

LISTA DE TABELAS

6.1	Frequência da presença do SSM nas aplicações avaliadas	79
6.2	Presença e qualidade da representação dos símbolos do SSM nas aplicações	80
6.3	Presença e qualidade da representação dos símbolos do SSM nas aplicações	82

RESUMO

Este trabalho apresenta um método de avaliação de interface-usuário de mapas interativos para a WWW (World Wide Web). O método foi desenvolvido dentro da perspectiva da Engenharia Semiótica, uma das teorias da Interação Humano-Computador (IHC), e seu princípio foi uma metodologia de pesquisa interdisciplinar, que integrou as áreas de IHC e a Cartografia. Além disso, conceitos derivados das duas áreas foram utilizados, como também, a descrição do processo de desenvolvimento do método de avaliação. Este trabalho também inclui um caso de estudo, o qual auxiliou ao ajuste do método, e uma descrição dos resultados da utilização do método na avaliação de um conjunto de ferramentas (mapas interativos) de domínios de aplicações significantes.

ABSTRACT

This work presents an evaluation method of user-interface of interactive maps for the WEB (World Wide Web). The method has been developed within the perspective of Semiotic Engineering, one of theories of Human-Computer Interaction (HCI), and its guiding principle was an interdisciplinary research methodology, which integrated HCI areas and cartography. In addition, concepts derived from these two areas were examined, as well as described for development process of the evaluation method. This work also includes both a case study, which helped adjust the method, and a description of the results of the method application in the evaluation of a set of tools (interactive map) in significant application domains.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentado um método de avaliação de interfaces de mapas interativos para a *Web* que utiliza a teoria da **Engenharia Semiótica** (ES), a qual proporciona conceitos e técnicas para a melhoria de utilização de aplicações computacionais.

O método emprega conceitos e definições ligados à área de conhecimento no qual o sistema de mapa interativo está inserido, a Cartografia. O foco do método é a análise da aplicação no nível de tarefas e a elaboração de um sistema de significação do domínio da Cartografia relacionado à interpretação de um mapa.

1.1 Motivação

A decorrente evolução tecnológica das últimas décadas causou o crescimento da utilização de diversos tipos de sistemas computacionais, entre eles os sistemas do domínio geográfico. Este tipo de sistema caracteriza-se pela utilização da informação espacial, definida como qualquer informação relativa a um fenômeno ou elemento que possa ser referenciado por meio de sua localização [TC97].

Cada vez mais, os sistemas de domínio geográfico são utilizados por usuários não especialistas, pessoas com formação em diferentes áreas do conhecimento ou com nenhuma especialização e com diferentes conhecimentos computacionais. O fato destes sistemas possuírem a característica da utilização de conceitos e teorias bem específicos da sua área de conhecimento, a Cartografia, causa dificuldades para o usuário na interpretação e na utilização do sistema.

Em decorrência disto, ocorre ainda, um problema na compreensão da interface destes sistemas, devido particularmente ao vocabulário empregado no ambiente. A origem geográfica determina o uso de termos que dificultam a interpretação da interface por estes usuários não especialistas, ocasionando uma grande perda de tempo na interpretação do

sistema pelo usuário e levando a erros na sua utilização.

Para o usuário, a tarefa de utilização de uma interface com mapa requer certa habilidade pois, além de interpretar a informação representada no mapa, ele precisa interagir com a interface do sistema [SS04].

Sistemas do domínio geográfico proporcionam recursos importantes na apresentação da informação relacionada com sua localização. Entre estas aplicações, além dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), estão os sistemas computacionais que utilizam a informação georeferenciada apresentada no mapas de maneira interativa, os **mapas interativos**.

Os mapas interativos são aplicações computacionais voltadas para a apresentação de informação georeferenciada por meio de um mapa, e além disto, permitem a interação com o usuário por meio da realização de tarefas. Este tipo de sistema também é expandido para o contexto da *Web*, possibilitando a interação com o mapa interativo a partir de um *browser*.

Existe um variado número de aplicações para sistemas de mapas interativos para a *Web*, os quais possibilitam serviços úteis a vários perfis de usuário, dentre os quais: localização de bairros de cidades, mapas rodoviários estaduais e municipais, sistema de transporte municipal, mapas hidrográficos, mapas geográficos, sistemas de apoio ao turismo, entre vários outros.

Diversos outros sistemas de mapas interativos são disponibilizados a qualquer perfil de usuários a partir da *Web*. Neste contexto, é grande a probabilidade da inexistência de qualquer compromisso com a qualidade de interação e potencialidade de uso destes sistemas.

A avaliação da interface das aplicações computacionais geralmente é fator importante para seu uso e o reconhecimento de aplicações que possuem a particularidade de utilização de conhecimento de mais de uma área, como os sistemas de mapas interativos para *Web*, coloca a necessidade do desenvolvimento de um método de avaliação da interface deste tipo de aplicação.

1.2 Objetivos

O objetivo do presente trabalho constituiu no desenvolvimento de um método de avaliação de interfaces de mapas interativos.

O método proposto foi testado de maneira empírica, analisando diversas aplicações de mapas interativos pertencentes a vários domínios de aplicação. A aplicação do método tornou possível contribuir na categorização do ambiente da interface de mapas interativos para a *Web*.

Além disto, a avaliação viabilizará a descoberta de quais são as tarefas mais comuns nos mapas interativos, como é o comportamento dinâmico da interface em relação à realização das tarefas e quais são os tipos de problemas destas aplicações.

A abordagem metodológica adotada não está relacionada estritamente à qualidade dos signos utilizados na composição da interface de uma aplicação geográfica. A proposta do método consiste em utilizar como pilar metodológico conhecimentos básicos de elementos da Cartografia, a especificação das tarefas disponíveis em mapas interativos para a *Web*, e o comportamento dos elementos importantes do mapa ao longo da interação.

Sobre os signos, este trabalho apresenta um método de avaliação que não considera os aspectos sintáticos da linguagem visual, tendo como foco somente o aspecto semântico do signo.

1.3 Justificativa

A relevância do problema apresentado está relacionada à pesquisa de aplicações computacionais ligadas à Cartografia, mais especificadamente aos mapas interativos. Este tipo de sistema é empregado em diversos domínios de aplicação, sendo cada vez mais utilizado.

Aplicações computacionais ligadas à área cartográfica, como o mapa interativo, apresentam algumas características diferenciadas. Este tipo de sistema utiliza em sua interface um mapa, e, com isto, envolve a interpretação da informação relativa à ele. Assim, o usuário, além da interpretação do mapa, apóia-se na interpretação da interface da aplicação onde ele está contida, entre outras coisas na compreensão das tarefas que são

disponibilizadas. As tarefas e o vocabulário presente na interface muitas vezes utilizam termos e conceitos referentes à Cartografia.

Com o uso de mapas interativos para a *Web*, um usuário leigo na área de Cartografia pode utilizar a tecnologia empregada em aplicações geográficas a partir de um *browser* padrão (programa para visualização da *Web*). O uso do *browser* possibilitou uma revolução na divulgação da tecnologia relacionada às aplicações geográficas e a democratização do acesso para usuários interessados em sistemas que utilizam informação georeferenciada [pdsdignW].

O método de avaliação de interfaces desenvolvido é voltado para o perfil de usuário não-especialista, o qual não possui conhecimentos técnicos tanto da tecnologia, como da área da Cartografia.

Sobre o método de avaliação do mapa torna-se importante afirmar que não são utilizados fatores metacognitivos para a realização da avaliação do mapa e sua interação.

Com o intuito de uma aplicação computacional possa ser considerada adequada, é importante saber se ela auxilia seus usuários na realização de suas tarefas. Para isto, a avaliação da interface é necessária para se analisar a **qualidade de uso** do sistema [PB03].

Neste contexto, torna-se necessária a avaliação da interface de mapas interativos para a *Web* por meio de um método de avaliação especialmente desenvolvido. O método é inovador pela particularidade no uso de análise empírica de alguns sistema de mapas interativos, e, também, pela sustentação científica interdisciplinar, utilizando conhecimentos de IHC, particularmente a ES, em também, da área de Cartografia.

A seguir, são apresentados os passos metodológicos trilhados para a realização dos objetivos propostos.

O presente trabalho realizou um estudo na área de IHC, utilizando a perspectiva da ES [Sou05]. Esta é uma teoria recentemente consolidada que revela princípios e técnicas complementares àqueles determinados pela Engenharia Cognitiva (EC) [ND86] para a construção de projetos de interface, dando um papel mais significativo ao *designer* do sistema. A teoria relacionada especificamente aos Sistema de Significação foi estudada

pois foi utilizada como base no desenvolvimento do método.

Uma pesquisa bibliográfica na área da Cartografia foi realizada, para possibilitar o levantamento de conhecimentos e definições relativos aos mapas. Também foi realizada uma revisão de pesquisas relativas a aplicações computacionais relacionados a Cartografia. Nestas etapas do trabalho foi realizado o estudo durante alguns meses em conjunto com especialistas da Cartografia, servindo como orientação sobre idéias e referências a serem utilizadas.

Uma revisão de trabalhos da área de IHC aplicado à Cartografia foi desenvolvida, com o intuito de identificar os resultados disponíveis neste contexto. Nesta fase foram descobertos vários trabalhos que serviram de base à pesquisa realizada em sistemas de interfaces com mapas, alguns destes tendo sido utilizadas como insumo ao desenvolvimento do método proposto.

O diferencial metodológico utilizado neste trabalho é a interdisciplinariedade, a partir da construção do método de avaliação de mapas interativos para a *Web* que utilizou conhecimentos de IHC e da Cartografia. Desta maneira, a interface da aplicação computacional e suas tarefas foi avaliada pelo aspecto de IHC e pelo conhecimento oriundo da Cartografia.

Além do auxílio no entendimento das tarefas deste tipo de sistema, conhecimentos da Cartografia foram utilizados na construção do método, como na especificação dos elementos importantes de interpretação de um mapa, que constituíram o sistema de significação do domínio. Cabe salientar o fato de que o domínio em questão é aquele onde os mapas interativos estão inseridos (a Cartografia), sendo que o domínio de aplicação destas ferramentas pode ser, virtualmente, qualquer área do conhecimento.

Com base na revisão bibliográfica realizada, foi determinada a estrutura do método de avaliação explicitando de cada fase do método e a maneira como deve ser a avaliação. Uma avaliação empírica foi realizada para a construção do método por meio de uma amostra de sete sistemas de mapas interativos nos quais foram considerados a interface, o comportamento do sistema de significação do domínio e, também, as tarefas por eles disponibilizadas.

Foi realizada a aplicação prática do método de avaliação, por meio de um experimento. Este utilizou alguns sistemas de mapas interativos para a *Web* para diferentes domínios de aplicação. Finalmente, foi realizada uma discussão sobre os resultados obtidos e elaboradas as conclusões sobre o trabalho.

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos. No capítulo 2 é apresentada a metodologia que será utilizada neste trabalho. O capítulo 3 discute o suporte teórico relativo à pesquisa, descrevendo conhecimento da área de IHC sobre ES. No capítulo 4 são mostradas a base teórica, incluindo conhecimento importante da Cartografia e Mapas Interativos e, também, a resenha bibliográfica com a apresentação de trabalhos relacionados a pesquisas em sistemas neste contexto. O capítulo 5 apresenta resultados de pesquisas da área de IHC aplicadas a Cartografia. O capítulo 6 contextualiza os conceitos revisados no problema em questão, descrevendo o método de avaliação desenvolvido. O capítulo 7 mostra como foi realizada a aplicação do método, e, também, a avaliação dos resultados encontrados. Finalmente, o capítulo 8 discute as conclusões do presente trabalho.

CAPÍTULO 2

A INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

Neste capítulo será apresentado o suporte teórico considerado na elaboração do presente trabalho. Serão apresentadas a perspectiva da Engenharia Cognitiva (EC) e da ES, esta última será a base na solução do problema.

O aumento de usuários de sistemas computacionais casou uma diversificação dos seus perfis, não pertencendo exclusivamente ao perfil de especialistas nas áreas de Eletrônica e Informática, mas oriundos de qualquer área do conhecimento e atividade humana. Assim, estes perfis apresentam diferentes níveis de conhecimento sobre a tecnologia.

Neste contexto, surge o desafio da área de IHC de se manter atualizada nos avanços tecnológicos e assegurar que estes sejam aproveitados para possibilitar o melhor benefício possível aos usuários. Entre os problemas causados por um projeto de interface-usuário falho podem ser citadas a frustração do usuário e a sub-utilização do sistema.

O simples acesso à tecnologia não melhora necessariamente o trabalho e a vida das pessoas, mas, sim, a forma como ela é usada e a maneira pela qual ela é disponibilizada ao usuário [WF86].

Várias teorias dão suporte científico à IHC, dentre as quais podem ser destacadas a EC, vertente consolidada como marco conceitual da área, e a ES, mais recente e que complementa a EC, com uma nova perspectiva e novos conceitos e técnicas.

2.1 A Engenharia Cognitiva

A Engenharia Cognitiva foi proposta por Donald Norman em 1986, no trabalho [Norman, D.A., in [ND86]], e sua abordagem foi utilizada como base na área de IHC nas últimas duas décadas. O termo “Engenharia Cognitiva” foi utilizado por este autor e reflete em parte seus estudos em Psicologia Cognitiva, Ciência Cognitiva e Fatores Humanos. Segundo Norman, a EC é um tipo de aplicação da Ciência Cognitiva, que tenta aplicar o

que sabemos a partir da ciência no *design* e na construção de máquinas.

Pela visão da Ciência Cognitiva, máquinas são muito difíceis de se utilizar, e isto não é restrito a computadores. Qualquer equipamento mais complexo tem dificuldades fundamentais em seu entendimento e uso. O objetivo da EC é entender estas questões, para mostrar como fazer as melhores escolhas na aplicação deste conhecimento científico na utilização de computadores.

A EC está inserida na perspectiva denominada *User-Centered System Design*, ou **Design de Sistemas Centrado no Usuário** (DSCU) [Norman, D.A., in [ND86]], cujo foco está na relação do usuário com o sistema.

No DSCU os *designers* tentam identificar precisamente o que os usuários querem, utilizando, para isto, estudos do usuário, informação sobre as características dos usuários do sistema, e a análise de tarefas, estudo sobre as tarefas que o usuário deseja encontrar na aplicação. A partir desta informação, possibilita-se aos *designers* construir sistemas que atendam às necessidades do usuário.

Esta vertente utiliza o conceito de modelos mentais, estruturas características do ser humano pelas quais ele representa mentalmente as pessoas, os objetos e as aplicações computacionais. A partir disto, temos o modelo mental elaborado pelo *designer*, o Modelo do Design, e o modelo mental formado pelo usuário, chamado Modelo do Usuário. Ainda existe um terceiro conceito neste processo que é resultado da transposição do modelo de *design* para a estrutura física, denominada Imagem do Sistema, que é a implementação do sistema, focado na interface e na sua documentação.

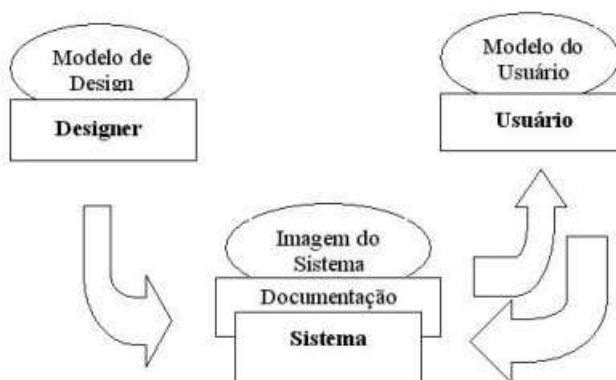


Figura 2.1: Modelos mentais e imagem do sistema

O Modelo do *Design* é o modelo conceitual do sistema da forma como ele é compreendido pelo *designer*, por meio da análise de tarefas e das considerações sobre o usuário, tais como a sua experiência, seu conhecimento e suas limitações. O Modelo do Usuário é o modelo que o usuário tem do sistema e é modificado por meio da interação. Portanto, este modelo resulta da maneira como o usuário interpreta a Imagem do Sistema. Estes conceitos são ilustrados na Figura 2.1 [Norman, D.A., in [ND86]].

Desta maneira, a EC tem como finalidade a consistência entre a Imagem do Sistema, criada pelo *designer*, e o Modelo do Usuário, criada pelo usuário, realizando assim o melhor uso da aplicação.

2.2 A Engenharia Semiótica

A expressão “Engenharia Semiótica” foi utilizada no ano de 1993 por Clarisse De Souza [Sou93]. A perspectiva da ES é inovadora, tendo apresentado e consolidado conceitos e técnicas complementares à EC por meio de sua visão do processo de *design*.

Na ES o processo também se inicia, como na DSCU, a partir da idéia de entender o que o usuário deseja, mas não tem apenas o objetivo de construir a imagem do sistema. Nesta nova abordagem, temos o conceito de **Visão do *Design***, planejamento realizado pelo *designer* da construção do sistema que considera a participação do usuário por meio do levantamento de suas necessidades e objetivos. O foco, então, passa a ser a comunicação da visão do *design* para os usuários, por meio da interface do sistema. A visão do *design* se refere à forma como os usuários interagem com um sistema computacional para realizar seus objetivos por meio de códigos comunicativos presentes na interface.

A Figura 2.2 [Sou05] ilustra a comparação entre DSCU e a ES. É possível notar as semelhanças e diferenças existentes entre as duas abordagens. No início do processo, ambas fazem estudos sobre o usuário e a análise das tarefas do sistema. No entanto, como insumo para diferentes processos. Na DSCU este conhecimento originará a criação do Modelo de Design pelo *designer*, que será utilizado no desenvolvimento da Imagem do Sistema (interface). Posteriormente, o usuário interage com o sistema, e o foco da EC está somente nesta parte do processo. Já na abordagem da ES, o conhecimento oriundo dos

estudos iniciais dará origem à Visão do *Design*, que também será utilizada na construção do sistema. Entretanto, nesta abordagem, o *designer* durante o processo de *design* pensa no usuário, em como comunicar bem a sua visão (Visão do Design) para ele por meio da interface.

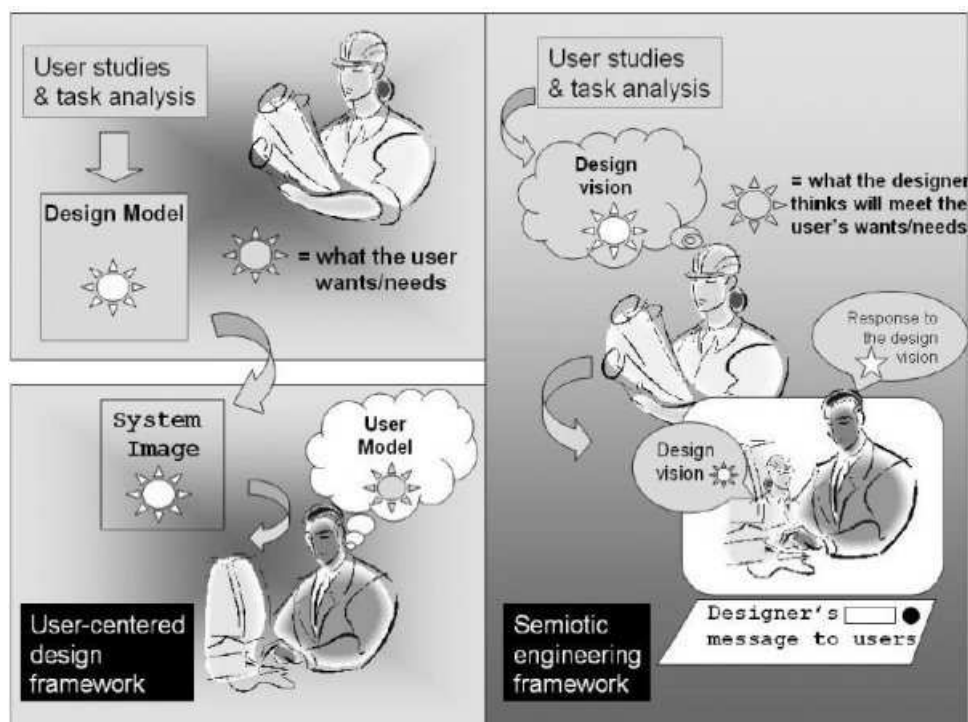


Figura 2.2: Comparação entre a perspectiva DSCU e a ES

Conforme foi visto na seção anterior, o processo de *design* de um sistema se inicia na criação do Modelo de Design, ou Modelo de Sistema, por parte do *designer* [ND86]. A partir da compreensão do modelo que o *designer* tem do sistema é realizado o seu desenvolvimento. Numa etapa posterior deste processo, tem-se a interação do usuário com a aplicação, realizada com base no Modelo do Usuário, compreensão que o usuário possui do que o sistema pode fazer.

A ES apresenta uma nova abordagem deste processo, dando a mesma importância as duas partes do processo, transferindo sua visão para um nível mais abstrato, no qual o *designer* envia ao usuário uma **mensagem**.

A ES se apropria, de forma livre, de conceitos da Semiótica, que é “o estudo de signos, processos de significação, e como os signos e a significação fazem parte da comunicação” [Sou05], sendo a melhoria da comunicação realizada entre os *designers* e usuários no

processo de interação um dos principais objetivos da ES [Sou05].

A Semiótica vem sendo pesquisada há aproximadamente um século e estudiosos contemporâneos, como Eco e Perron [Eco e Perron in [Sou05]], a definem como uma teoria da cultura. A Semiótica pode ser utilizada como auxílio na comunicação entre o homem e o computador [Sou05]. Por este motivo, esta vem sendo estudada por alguns pesquisadores da área de IHC [Sou93, AHJ93, And97].

A ES utiliza conhecimento oriundo da Semiótica juntamente com o conhecimento da IHC, e caracteriza uma nova perspectiva no panorama de *design*, na avaliação de interfaces e no processo de interação, proporcionando conhecimento teórico importante na resolução de problemas da área de IHC.

O termo “Engenharia Semiótica” mostra o relacionamento que existe entre a Semiótica e a Engenharia, pois a ES entende as aplicações computacionais como artefatos intelectuais, necessitando uma estruturação e uma interpretação. Estes artefatos são compostos de signos e os pesquisadores de IHC devem possuir condições de realizar a interpretação, a aprendizagem, o uso e a adaptação dos signos em vários contextos [Sou05].

Na ES, o projeto de interfaces envolve não somente a concepção do modelo de aplicação, mas, também, o processo de comunicação deste modelo, de forma a revelar para o usuário informações relativas à usabilidade da aplicação com a que ele estará interagindo.

Na abordagem da ES, toda aplicação computacional é concebida como um ato de comunicação, que inclui o *designer* no papel de emissor de uma mensagem para os usuários do sistema (Figura 2.3) [Sou05].

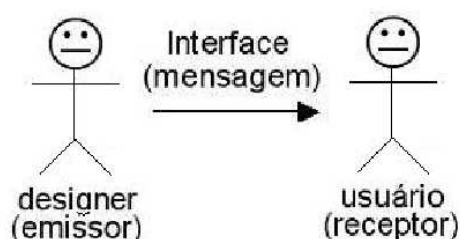


Figura 2.3: Visão da Semiótica sobre uma aplicação computacional

Esta mensagem apresentada pelo sistema é transmitida pelo representante do *designer*, a interface. O representante do *designer* deve apresentar não somente a aplicação,

que pode ter uma variedade de funções e ser utilizada em vários contextos, mas, principalmente, mostrar os princípios que foram seguidos durante o desenvolvimento deste produto [Sou05].

As aplicações computacionais interativas são entendidas pela ES como artefatos de comunicação. Neste contexto, a ES apresenta o conceito de **comunicabilidade** de um sistema, a qual se refere à avaliação do processo de comunicação *designer*-usuário, realizado por meio da interface [Sou05].

A ES possui a particularidade de mostrar a presença do *designer* neste cenário comunicativo, tornando-a explícita. Desta maneira, ela procura propiciar aos usuários o entendimento das decisões que o *designer* tomou quando da elaboração da interface da aplicação. Para que assim, a partir desta identificação, o usuário compreenda a mensagem que o *designer* quis enviar sobre as decisões que ele tomou no projeto de implementação da interface. A ES entende que, a partir desta compreensão, o usuário consegue usar a aplicação de forma mais eficiente.

A abordagem da ES atribui aos *designers* e usuários o mesmo papel na IHC, o de interlocutores em todos os processos comunicativos. Os *designers*, por possuírem conhecimento para aplicar a ES na elaboração do projeto e da interface do sistema a partir do uso dos melhores signos na composição da interface. Os usuários, por interpretarem a mensagem que o *designer* lhes enviou por meio da interface do artefato e, assim, utilizarem bem o sistema. Este tipo de comunicação é realizado a partir da interface do artefato, composto de várias mensagens codificadas em signos [Sou05].

Esta comunicação entre o *designer* e o usuário, viabilizada pela interface, deve utilizar diversos recursos para que o usuário consiga interpretar, compreender da maneira mais fácil os recursos da aplicação computacional. Para isto, o *designer* deve avaliar o perfil dos usuários, seus conhecimentos e os aspectos sociais, de maneira a desenvolver a melhor interface para este perfil.

Os conceitos básicos da Semiótica utilizados na ES mais utilizados neste trabalho foram: **signos** e **semiose**. Um **signo** pode ser compreendido como qualquer elemento que tenha um significado, uma representação para alguém em um dado momento. Ele

é codificado num sistema de significação natural ou artificial de diversas maneiras, com o intuito de comunicar atitudes, intenções e conteúdo em diversos tipos de mídia. Isto significa que qualquer marca, palavra, símbolo ou sinal usado para indicar pensamentos e expressões são signos.

O signo tem o objetivo concreto de ser produzido e interpretado por indivíduos ou grupos em contextos diversificados [Sou05]. Cabe ressaltar que os signos podem ser interpretados de diversas maneiras, dependendo de aspectos psicológicos, sociais e culturais. Utilizaremos como exemplo o signo da Figura 2.4.



Figura 2.4: Exemplo de um signo

Este signo em forma de imagem de uma tesoura pode ter várias representações para diferentes usuários. Por exemplo, numa loja de matéria para escritório este signo pode representar que se vendem tesouras em determinado lugar do estabelecimento. Este signo impresso em uma placa, ou pintado no comércio tradicional, representaria que ali se encontraria um salão de beleza. Pode representar ainda, em uma aplicação computacional, como um editor de texto, a ação de recortar um trecho de texto.

A interpretação dos signos pode ser diferente para cada usuário, devido às associações que este pode fazer. Este processo interpretativo em cadeia é chamado **semiose**, ou semiose ilimitada [Sou05].

A visão da Semiótica sobre um modelo de comunicação foi proposta por Roman Jakobson, que definiu o espaço de comunicação em seis termos: contexto, emissor, receptor, mensagem, código e canal (Figura 2.5) [Jakobson in [Sou05]].

A partir do modelo de comunicação apresentado na Figura 2.5, nota-se que o emissor está transmitindo uma mensagem para o receptor através de um canal. Esta mensagem é expressa por um código e refere-se a um contexto.

A ES utiliza este modelo para estruturar o espaço de *design* da IHC, que é apresentado na Figura 2.6 [Sou05]. Nesta ilustração é possível notar a interpretação do computador

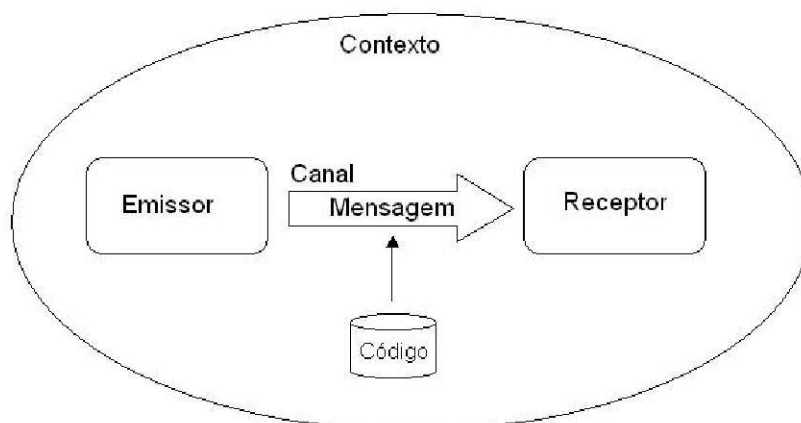


Figura 2.5: Modelo de Comunicação de Jakobson

funcionando como meio de comunicação com o homem, pela visão que a ES possui da interação entre um ser humano e um computador [Sou05].

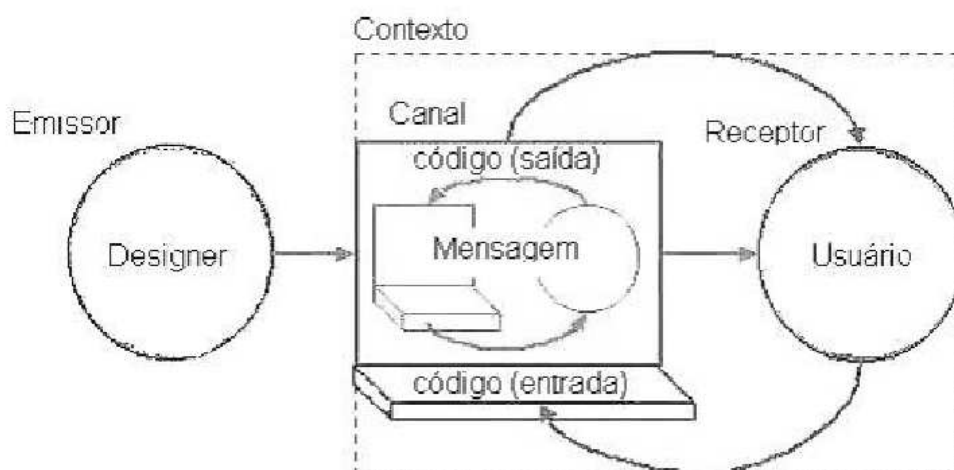


Figura 2.6: Espaço de Design da IHC

O computador é o canal pelo qual é transportada a mensagem do *designer* para o usuário, e também é o meio pelo qual o usuário interage com o sistema, realizando outra parte do processo de comunicação. Todas estas mensagens são codificadas em uma linguagem computacional.

Este processo de comunicação é realizado por meio de uma mensagem completa dos *designers* para os usuários, onde os usuários têm a incumbência de interpretar os signos

relacionados à comunicação do sistema com o usuário [Sou05].

Desta maneira se dá a comunicação do *designer* com o usuário e a comunicação do usuário com o sistema, sendo estes dois processos assíncronos, isto é, dois processos realizados em diferentes momentos no tempo. No primeiro processo, o *designer* envia mensagens para o usuário por meio dos signos presentes na interface do sistema. Em outro momento, o segundo processo vai acontecer, quando será realizada a interação do usuário com a interface do sistema. O usuário, então, interpreta as mensagens do *designer*, que são vistas como objetos de discurso da comunicação *designer*-usuário, comunicando-se por meio da interface do sistema, que funciona como **representante do *designer***. É o representante do *designer* que irá transmitir as mensagens para o usuário sobre o potencial e o funcionamento da ferramenta.

Outra relação importante que a ES trouxe à IHC é uma classificação relevante dos elementos envolvidos nesta interação. Estes são organizadas em quatro categorias: os **processos de comunicação**, os **processos de significação**, os **interlocutores** envolvidos nestes processos, e o **espaço de *design***, este apresentado na Figura 2.6 [Sou05].

Os processos de comunicação envolvem a intenção, o conteúdo e a expressão dos dois processos de comunicação, do *designer* para o usuário e do usuário com o sistema. Os processos de significação são aqueles relativos aos signos, sua interpretação, e ao processo de semiose, explicado anteriormente. Os interlocutores envolvidos nestes processos de comunicação são o *designer*, a interface (que funciona como representante do *designer*), e o usuário. O espaço de *design* envolve os aspectos que relacionam o emissor, o receptor, o contexto, o canal, a mensagem e o código.

Com relação a qualidade final de um sistema computacional, esta é percebida a partir da compreensão e da facilidade de uso e tem como pré-requisito o esforço necessário ao adequado processo de projeto da interface do sistema.

A dificuldade potencialmente existente no uso dos sistemas computacionais é oriunda da ocorrência de uma distância relevante entre o ambiente disponível para executar uma tarefa e o modelo que o usuário tem desta tarefa.

Quanto maior o esforço empregado na criação de um projeto de interface que considere

as expectativas do usuário, maior será a aceitação da ferramenta e mais fácil será a sua utilização.

Com o objetivo de obter-se um bom processo de interação usuário-sistema é preciso proporcionar toda a informação necessária para que os usuários possam compreender e aprender a usar o sistema de maneira eficiente. Isto é conseguido com base no empenho realizado na fase de criação do projeto de interface, assim como pela utilização de um modelo de *design* que auxilie neste propósito.

Um exemplo de *design* bem sucedido pode ser visto em [BP03], onde foi proposta uma metodologia de modelagem interativa que permite a representação da solução do *design* de maneira a possibilitar recursos ao *designer* para refletir corretamente duas perspectivas: as decisões do *designer* e o ambiente do software no qual será implementado. Esta linguagem é a MoLIC - *Modeling Language for Interaction as Conversation* (Linguagem de Modelagem para Interação como Conversação), surgida no âmbito na ES.

MoLIC se apropria do uso de cenários [Car95] no desenvolvimento dos processos, começando na análise do domínio e nas tarefas e características dos usuários. O objetivo da utilização dos cenários neste estágio é explorar ou confirmar, junto com os usuários, o entendimento do *designer* sobre os objetivos e tarefas a serem tratadas.

Os cenários estendem, assim, o potencial da utilização da MoLIC, pois esta foi concebida para ser aplicada entre a análise inicial e as fases de especificação da interface.

O objetivo da pesquisa realizada em [BP03] foi propor um método que auxiliasse no *design* de um sistema, utilizando cenários na compreensão dos objetivos do usuário e um modelo interativo com foco na comunicação do usuário com o sistema.

Com a importância que a abordagem da ES dá à comunicação no processo de interação e o contexto das aplicações computacionais que envolvem conhecimento de outras áreas de conhecimento, como a Cartografia, o uso desta abordagem possibilita suporte à avaliação de aplicações desta particularidade. A ES contribui com fundamentos para a criação de uma interface e de um processo de interação capazes de facilitar a compreensão do sistema por parte do usuário.

2.2.1 Sistema de Significação

A ES utiliza em sua fundamentação a diferenciação de dois processos básicos: a significação e a comunicação. Significação é o resultado do processo pelo qual um conteúdo é sistematicamente associado a expressões por meio de uma determinação cultural. Comunicação é o processo onde indivíduos utilizam os sistemas de significação para realizar todo tipo de propósito [Sou05].

Em um processo de comunicação, o emissor envia uma mensagem ao receptor a fim de causar algum efeito. Esta mensagem deve estar codificada em um sistema de significação compartilhado entre o emissor e o receptor [Sou05].

O sistema de significação é o processo pelo qual certos sistemas de signos são estabelecidos a partir de convenções sociais e culturais, sendo adotados pelos usuários [Sou05].

Os sistemas de significação utilizados nas aplicações computacionais podem se referir diversas áreas de conhecimento, entre as quais: Matemática, História, Física, Biologia, Geografia. Todas estas áreas têm conceitos e princípios específicos para serem combinados de maneira a descrever, explicar ou construir novos conceitos.

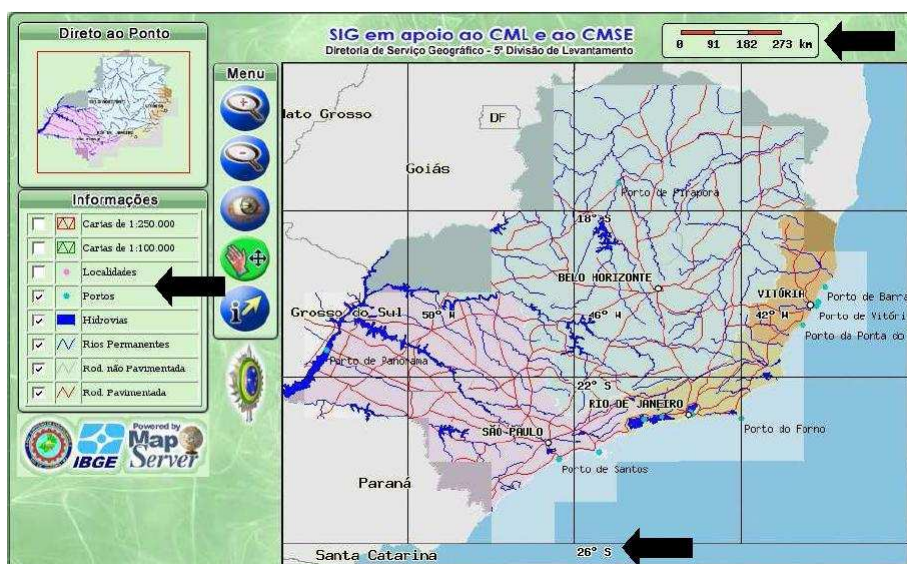


Figura 2.7: Exemplo de um Sistema de Significação

Na Figura 2.7 [dTdIDdSG] é apresentado um exemplo de uma aplicação computacional, demonstrado o sistema de significação utilizado para a composição da interface. Pode-se notar diversos signos utilizados: Palavras e termos técnicos utilizados na legenda,

botões utilizados no menu, mapa auxiliar, símbolos representado a fonte de dados e a aplicação utilizada em seu desenvolvimento. São salientados através de setas na figura, os signos que se referem a área da Cartografia, neste caso, escala, legenda e coordenadas geográficas.

Isto demonstra que a ES pode utilizar o conceito de sistemas de significação na elaboração de aplicações computacionais e a construção deste sistema e seu uso é uma das tarefas desta perspectiva da IHC [Sou05].

CAPÍTULO 3

MAPAS INTERATIVOS

Neste capítulo é abordado o tipo de sistema utilizado na pesquisa, o mapa interativo, e serão apresentados conceitos básicos da área da Cartografia relacionados ao mapa, pesquisas sobre mapas interativos e alguns trabalhos levantados referentes a este domínio do conhecimento.

3.1 Conceitos em Cartografia

Nesta seção são apresentados diversos conceitos da área da Cartografia que foram utilizados na elaboração do método de avaliação. A realização deste objetivo foi utilizada uma visão de consenso na área da Cartografia básica, portanto não exigindo posicionamento do autor.

Entre as várias representações do conhecimento, em linguagem escrita, linguagem falada, números e símbolos, temos a maneira gráfica. Métodos gráficos são extensões do desenho e pintura para a construção de planos e diagramas [RMM⁺95].

Para a "representação gráfica de características geográficas" é utilizado o **mapa**. A "**Cartografia** é o estudo e criação de mapas em todos seus aspectos". Portanto esta ciência está relacionada com a representação de características espaciais de uma grande área, uma porção ou toda a Terra, ou outro corpo celestial, na forma de um mapa [RMM⁺95].

A Associação Cartográfica Internacional apresentou a **Cartografia** como "A arte, ciência e tecnologia de mapeamento, juntamente com seus estudos como documentos científicos e trabalhos de arte. Nesse contexto pode ser considerada como incluindo todos os tipos de mapas, plantas, cartas e seções, modelos tridimensionais e globos representando a Terra ou qualquer corpo celeste, em qualquer escala" [Meynem in [Den99]].

Os mapas podem ser classificados por sua finalidade em: mapas de propósito geral,

sendo exemplos as cartas topográficas e os mapas temáticos. Como apresentado em [Den99], a Associação Cartográfica Internacional define **mapa temático** como “um mapa projetado para revelar feições ou conceitos particulares; no uso convencional esse termo exclui os mapas topográficos”.

O propósito das cartas topográficas é a representação de todas as feições identificáveis da superfície da Terra, tanto naturais, tais como a hidrografia e o relevo, como culturais, como as rodovias e as fronteiras políticas. Já o mapa temático é focado na representação de características estruturais de alguma distribuição geográfica particular, por exemplo, do índice de analfabetismo dos Estados de uma país [Rob00].

Segundo [Oli88], os mapas também podem ser classificados segundo o tipo de usuário para o qual eles foram elaborados com os seguintes tipos: gerais, especiais e temáticos. Um mapa geral atende a vários usuários e tem orientação ou informação generalizada, quase sempre representa uma extensa área, um exemplo é o mapa do território brasileiro. O mapa especial é feito para grupos de usuários diferenciais, de certo perfil técnico e científico, podendo ser citada como um exemplo a carta náutica. Os mapas temáticos são documentos onde são representados fenômenos geográficos, geológicos, demográficos, econômicos, entre outros, visando o estudo e a análise de temas específicos.

Os mapas temáticos são instrumentos de comunicação visual, os símbolos que compõem o mapa são elementos visuais e representam a informação dos objetos do mundo real. O cartógrafo organiza estes elementos visuais numa composição funcional para facilitar a comunicação para o usuário [Den99].

Na Figura 3.1 [PJ04b] é apresentado um mapa temático que representa o Centro Politécnico da UFPR, este foi utilizado em [PJ04b], onde foi realizada uma classificação dos prédios desta Universidade por seus setores, definindo uma cor para cada setor.

A pesquisa apresentada em [Mon02] utiliza muito uma importante referência, o livro *The Look of Maps* de 1952, escrito pelo professor de cartografia Arthur H. Robinson e publicado pela universidade de *Wisconsin*. Após a análise desta referência, é realizada a apresentação teorias cognitivas, citando contribuições de diferentes lugares do mundo. Entre suas conclusões, [Mon02] relata a necessidade da aplicação, de pesquisa recente,

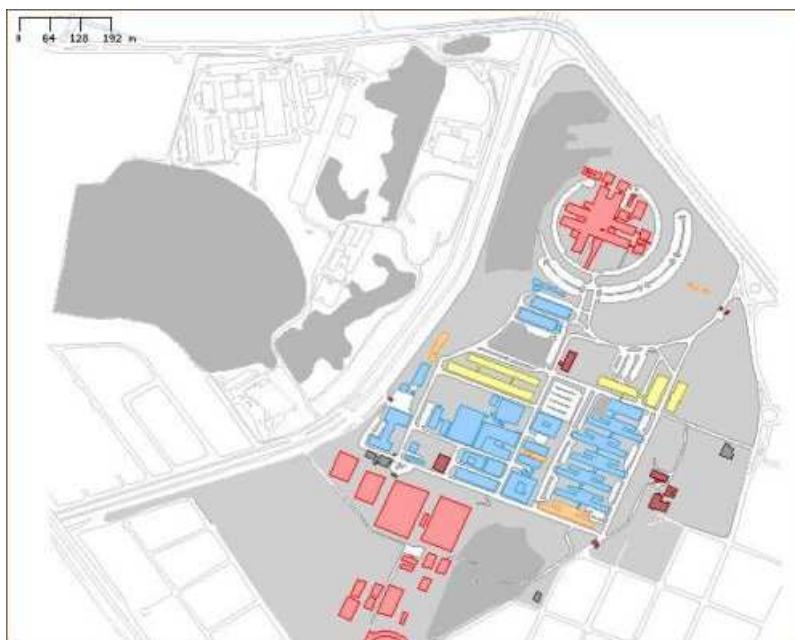


Figura 3.1: Mapa temático do Centro Politécnico da UFPR

envolvendo teorias que possam ser testadas na pesquisa de *design* cognitivo de mapas.

A Terra possui um formato irregular que se aproxima de uma esfera, mais precisamente definida como um elipsóide. Os cartógrafos utilizam as **projeções em mapa** para fornecer um controle geométrico sobre a precisão e a aparência da localização em uma mapa temático. A projeção no mapa é a transformação da superfície esférica ou elipsoidal em uma superfície plana [Den99].

As projeções cartográficas são um dos aspectos mais importantes do mapeamento, pois fornecem a estrutura (*framework*) para a localização no mapa temático [Den99].

A Cartografia usa a Geometria Cartesiana de várias maneiras, pois além de ser um método eficiente de aplicação do sistema de coordenadas esféricas da Terra, a Geometria Cartesiana é também utilizada no desenvolvimento de Mapas Computacionais, no processo chamado Digitalização. Este processo envolve a especificação de localizações geográficas no mapa, através do espaço do plano Cartesiano [Den99].

O sistema de **coordenadas geográficas** é o principal sistema de localização na Terra, sempre utilizado na Cartografia. O sistema de coordenadas auxilia os cartógrafos no cálculo das distâncias e direções em um mapa [RMM⁺95].

O sistema de coordenadas esféricas é formado por uma origem e dois planos perpen-

diculares. A origem é o centro da esfera ou elipsóide que representa a Terra. Os planos são formados da seguinte maneira: um plano origina-se no eixo polar e coincide com o meridiano de Greenwich. O outro plano é perpendicular ao eixo polar na origem e coincide com o plano do Equador.

O sistema de coordenadas foi planejado para tornar possível uma única indicação de localização para cada característica da Terra [RMM⁺95]. Especificar a localização em relação à superfície terrestre requer determinar a **latitude** e a **longitude** de um determinado local.

A longitude representa o valor do ângulo formado entre este local e o plano formado pelo eixo polar e pelo meridiano de Greenwich. A latitude representa o valor do ângulo formado entre este ponto e o plano formado pelo eixo perpendicular ao polar e que coincide com o plano do Equador.

Todos os pontos da Terra que têm a mesma latitude definem uma linha chamada paralelo, e todos os pontos que tem mesma longitude definem um meridiano [RMM⁺95].

[Mon02] afirma que os cartógrafos há muito já perceberam que os mapas não apresentam o mundo diretamente e com precisão. Os mapas, então, apresentam o mundo fornecendo versões para as mentes humanas entenderem e, por sua vez, estas representam o mundo também, de maneira interna como “mapas cognitivos”. A pesquisa deste tema está relacionada à Cartografia Cognitiva, a aplicação das teoria e métodos cognitivos no entendimento e no *design* de mapas.

Para [Mac94], mapa é uma apresentação de uma visão abstrata de alguma parte do mundo, com ênfase em características selecionadas. Nesta abordagem, o mapa pode ser compreendido como uma ferramenta de exploração, como em qualquer investigação que envolva a utilização de um SIG para manipular e examinar dados espaciais.

O SIG é definido como um “poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e mostrar dados espaciais retirados do mundo real por um particular conjunto de fatores” [Bur86].

O número de funções possíveis em um SIG é enorme, alguns SIG's podem possuir mais de mil funções [RMM⁺95], sendo a organização das funções desejadas uma tarefa compli-

cada. Em [RMM⁺95] foi proposta uma classificação destas funções em cinco categorias: funções da interface gráfica com o usuário; funções de gerenciamento do banco de dados e do sistema; funções de entrada, edição e validação de dados; funções de manipulação e análise e funções de apresentação.

É muito importante que todos os dados espaciais do SIG sejam localizados através de uma referência comum, conseguida por meio de um sistema de coordenadas, realizado assim, sua georeferência. O sistema de coordenadas mais utilizado em um SIG é o plano, coordenadas ortogonais cartesianas, orientadas na posição norte-sul ou latitude pelo Equador e na posição leste-oeste ou longitude pelo meridiano de Greenwich [BM98].

A construção de um mapa tem por objetivo o fácil entendimento deste por parte dos usuários. A informação representada no mapa a partir de **símbolos cartográficos** é transformada em conhecimento por meio de um processo de comunicação, entre o cartógrafo e o usuário, chamado **comunicação cartográfica**. Neste processo de comunicação, o conjunto de símbolos cartográficos, incluindo seus significados, compõem a **linguagem cartográfica**. Torna-se importante ressaltar a relação existente aqui com a ES, principalmente pela importância conferida ao processo de comunicação da informação do mapa (relação com o conceito de semiose), e além disto, aos símbolos cartográficos utilizados no mapa (conceito de signo).

Os mapas consistem de marcas gráficas ou símbolos em um papel, tela de computador ou algum outro meio de apresentação. As pessoas estão habilitadas a compreender estes sinais se conhecerem a linguagem gráfica utilizada. Esta linguagem, a linguagem cartográfica, como qualquer outra linguagem escrita, depende do contexto no qual os símbolos são definidos. [Mac94]

Como cada mapa deve ser construído para atender às necessidades dos usuários, as características variam de um mapa para outro. Assim, cada mapa possui uma linguagem cartográfica própria.

Na definição da linguagem cartográfica, três aspectos interdependentes são considerados: a dimensão espacial e a primitiva gráfica; o nível de medida e as variáveis visuais das primitivas gráficas.

Com relação à dimensão espacial, desde o ano de 1950 é utilizada a classificação dos dados e fenômenos em quatro categorias: pontual, linear, de área e volumétrica. As primitivas gráficas então são definidas de acordo com esta classificação como: ponto, linha, área e símbolos volumétricos, e podem representar no mapa, objetos como, árvores, ruas, praças e morros, respectivamente.

Existem ainda mais duas variáveis a serem consideradas na linguagem cartográfica, o nível de medida e as variáveis visuais. O nível de medida está relacionado com o nível da informação no qual os dados foram coletados e está relacionado a definição das características que serão apresentadas no mapa. Por exemplo, o nível de fertilidade de um solo pode ser baixo, médio ou alto. As variáveis visuais são utilizadas em combinação com as primitivas gráficas de maneira a melhor representar uma feição geográfica, representação de uma característica do mundo real em um produto cartográfico, como um mapa. Algumas variáveis visuais utilizadas são: tamanho, valor, cor, saturação, orientação, forma, arranjo, textura e foco.

A alteração destas variáveis visuais implica o entendimento que o usuário vai ter do mapa. A modificação do **tamanho** de um símbolo, por exemplo leva intuitivamente à expectativa de uma distinção na representatividade numérica deste símbolo. Por exemplo, mesmo sem a legenda, os leitores do mapa podem interpretar um relacionamento como: tamanho grande = alto, médio = moderado e pequeno = pouco [Mac94].

Um mapa e seus símbolos são abstrações e o nível de abstração utilizado em seu desenvolvimento pode variar bastante. Para isto, o desenvolvedor do mapa deve tomar duas importantes decisões: escolher qual o nível de abstração que melhor represente o tipo de aplicação e o tipo de abstração a ser aplicado.

É por meio do processo de desenvolvimento do projeto cartográfico que o cartógrafo seleciona os símbolos cartográficos utilizados para representar informação no mapa, dando origem a um elemento muito importante, a **legenda**. Como cada projeto de mapa temático tem uma linguagem cartográfica, composta pelo conjunto de símbolos cartográficos representados na legenda, é por meio dela que o usuário deve compreender o significado dos símbolos e, assim, interpretar o mapa.

A legenda é indispensável para qualquer mapa por definir o significado dos símbolos. Na teoria, qualquer símbolo do mapa deve ser apresentado na legenda, e estes devem parecer exatamente como estão no mapa, desenhados de forma precisa [RMM⁺95].

Para a composição de um mapa, além da legenda são utilizados outros elementos para auxiliar em sua interpretação. Assim, vários elementos são utilizados para informar algum conhecimento de auxílio, expresso por meio de elementos como o título, a escalas e os indicadores de orientação, e estes também são componentes padrão na composição de um mapa. Estes elementos fornecem o contexto para os dados mapeados [RMM⁺95].

Em [Slo99], é afirmado que alguns textos sobre Cartografia têm sugerido que alguns elementos devem ser incluídos em qualquer mapa temático focado para a apresentação, são eles: título, legenda, fonte, indicação de norte (*north arrow*) e escala. Para o autor do trabalho apresentado em [Slo99], o título, a legenda e a fonte são fatores críticos para o entendimento do mapa, mas a indicação de norte e a escala são opcionais.

Os elementos que compõem um mapa também são apresentados em [Den99], onde são citados: o título, a legenda, a escala, os símbolos do mapa, os indicadores físicos, entre outros. Como indicadores físicos são entendidos os objetos que tenham característica geográfica importante para a propósito do mapa.

O indicador físico é compreendido como base cartográfica, composta por algumas feições que são apresentadas no mapeamento topográfico e têm o papel de referência espacial para o tema representado.

A indicação da **orientação** é mais ou menos relevante dependendo do tipo do mapa. Como regra principal, o mapa tem a convenção de orientação *north-up*, ou seja, as características apresentadas nesta representação gráficas obedecem à orientação do pólo norte na parte superior.

O indicador de direção pode não ser necessário em mapas mundi onde a orientação de características geográficas familiares é óbvia, ou em mapas onde o sistema de referência terrestre (como a latitude e longitude) é fornecida como base da informação [RMM⁺95].

O **título do mapa** serve para várias funções, podendo revelar o assunto do mapa ou a área coberta pelo mesmo. Apesar de esse elemento parecer trivial, o título do mapa é

um fator importante para a compreensão e contextualização da informação representada. O título serve de foco de atenção para o conteúdo primário do mapa [Den99].

É necessário que os mapas sejam menores do que as áreas que eles mapeam. Conseqüentemente, todo mapa deve possuir uma proporção entre as medidas do mapa e as medidas da Terra. Esta proporção é chamada **escala** e deve ser apresentada para os usuários do mapa [RMM⁺95].

O valor da escala de cada mapa é exclusivo. Cada mapa pode ter um tipo de escala, ou seja, um valor de proporção pelo qual está sendo apresentada a área mapeada. A escala do mapa pode ser apresentada de diferentes maneiras, podendo ser indicada por alguma declaração ou gráfico, ou mostrada indiretamente pelo espaçamento dos paralelos e meridianos ou, também, indicada implicitamente pelo tamanho e características dos símbolos no mapa [RMM⁺95].

Após todos os conceitos apresentados, torna-se importante resgatar alguns elementos que auxiliam no processo de comunicação da informação codificada em forma de um mapa e são, portanto, elementos cuja presença é importante. Estes elementos são:

- Título do Mapa;
- Legenda;
- Escala;
- Coordenadas Geográficas;
- Indicadores de Orientação;

A **informação espacial**, também chamada de base de dados cartográfica ou informação geográfica, é a informação referente a algum elemento natural ou artificial situado sobre a superfície terrestre que tem sua posição definida com relação a algum referencial. Esta é representada normalmente na forma de **mapas**, imagens de satélite ou fotografias aéreas.

Em [Rob00] é apresentado o conceito de **Visualização Cartográfica**, compreendida como a evolução da Cartografia proporcionada pela tecnologia computacional. Sistemas

computacionais podem ser projetados para fornecer recursos para a interação com informação geográfica.

Nesse contexto, além do uso para a comunicação, os mapas são utilizados para a visualização da informação geográfica. A visualização cartográfica possibilita a análise de dados, a tomada de decisões e a apresentação de resultados. A consulta interativa também faz parte da visualização cartográfica, incluindo então, a animação em mapas. [Rob00]

Um tipo de sistema que se enquadra no contexto da Visualização Cartográfica é o pesquisado neste trabalho, o mapa interativo, que será apresentado na próxima seção.

3.2 Mapas Interativos

O uso do computador na Cartografia representou uma evolução na área, auxiliando os cartógrafos a desempenhar melhor a coleta de dados e o desenvolvimento de produtos cartográficos. A Cartografia Digital possibilitou a interação em tempo real e a possibilidade da geração de maior número de mapas em menor tempo.

Os sistemas de mapas interativos vêm sendo amplamente utilizados, principalmente pela abrangência de serviços aos quais pode ser aplicado. Estes sistemas são utilizados na representação de informação, em tempo real ou não, juntamente com a *Web*, possibilitando o acesso por vários usuários. Alguns exemplos do uso de mapas interativos na *Web* são: localização de bairros de uma cidade, mapas rodoviários estaduais e municipais, sistema de transporte municipal, mapas hidrográficos, sistemas ligados ao turismo, entre vários outros.

Os mapas interativos são sistemas que utilizam um mapa digital para representar informações geográficas de uma maneira interativa com o usuário. Nos mapas interativos, todo um conjunto de informações e funcionalidades relacionadas a um mapa são apresentados por meio da interface do sistema.

Entre as tarefas disponibilizadas em um mapa podem ser citados: a visualização de diferentes aspectos de um determinado fenômeno, a visualização da informação espacial em diferentes escalas, a visualização do mapa em diferentes pontos de vista, a visualização

de diferentes feições do mapa a cada momento, entre outras. Um produto cartográfico que permite estes tipos de interação é chamado **mapa interativo** [Rob00].

Segundo [Rob00], no mapa interativo, o cartógrafo fornece um ambiente para a utilização do mapa, porém o usuário decide como e quais informações devem ser apresentadas. Esta afirmação apresenta a importância do usuário no processo de interação com um sistema de mapa interativo. No entanto, pelo nosso enfoque, no contexto da IHC, não é o cartógrafo o único responsável por fornecer o ambiente de utilização, pois isto é tarefa encarregada principalmente ao *designer* desta aplicação.

É oportuno destacar que estas considerações fazem emergir a importância do trabalho interdisciplinar no *design* e na avaliação de artefatos computacionais geradas em diversas áreas do conhecimento, neste caso na Cartografia. Há, ainda, a necessidade de se considerar, no *design*, a participação de um terceiro perfil, que corresponde ao do usuário potencial de um mapa interativo específico, por exemplo.

Os mapas interativos podem ser classificados em [Rob00]:

- Atlas eletrônicos: sistema onde os recursos multimídia são utilizados na apresentação dos mapas, obtidos por meio de escaneadores de mapas e figuras em papel. A interatividade é restrita à seleção de diferentes imagens;
- Mapas para navegação pessoal: sistemas de guias de localização desenvolvidos para computadores *palm-top* e *lap-top*, podendo-se visualizar menor distância entre dois locais, fazer *zoom* e, também havendo possibilidade de interação com GPS (*Global Positioning System*);
- Análise de dados: sistemas de mapeamento interativo que permitem aos usuários analisar as distribuições dos fenômenos geográficos e as relações entre os fenômenos;

O tipo de mapa interativo que será utilizado nesta pesquisa pode ser classificado como “Análise de dados”, sendo considerados os mapas interativos deste tipo no contexto da *Web* que oferecem recursos de gerenciamento de informação espacial em diversos domínios de uso.

Existem vários tipos de interação que podem ser disponibilizadas em mapas interativos do tipo análise de dados, entre eles está a **animação**. A animação é a técnica de dar movimento a algum objeto, utilizando para isto, a alteração na forma, cor, transparência e textura dos objetos [Rob00]. A animação é utilizada em mapas para representar fenômenos geográficos que mostram simultaneamente características espaciais e temporais destes [Rob00].

A possibilidade e o tipo de animação utilizada em mapas interativos para a *Web* são consideradas no método de avaliação desenvolvido. Este aspecto será melhor explicado posteriormente neste trabalho.

Os sistemas de mapas interativos podem ser voltados a uma aplicação computacional tradicional ou voltadas ao contexto *Web*. O método de avaliação desenvolvido neste trabalho é destinado para mapas interativos voltados à *Web*.

3.3 Trabalhos Relacionados

Foram estudados alguns exemplos de aplicações computacionais voltadas para a área da Cartografia, SIG's e sistemas de mapas interativos, que foram aplicadas em áreas diferentes.

Em [Tra98] é apresentada a relação entre aplicações que têm base em domínio técnico e a necessidade de o usuário possuir conhecimento prévio do software e do domínio técnico para sua utilização, mostrando que sistemas especialistas apresentam esta particularidade, a necessidade de um conhecimento prévio maior por parte dos usuários, apresentando uma dificuldade para estes. Portanto, usuários finais não-técnicos, os quais sabemos formam o maior grupo dos usuários de programas [Nar93], têm dificuldades em utilizar programas desta categoria.

De maneira a solucionar este problema, foi desenvolvida em [Tra98] uma interface *Programming-By-Demonstration* (PDB) que permitiu aos usuários não-técnicos ler, editar e criar consultas complexas sem que eles necessitassem adquirir conhecimento técnico sobre como realizar consultas em linguagem técnica. Também foi realizado um estudo preliminar dos usuários, para descobrir como era o uso e a compreensão da linguagem PDB.

Foram avaliadas as seguintes características: interpretação, modificação, criação e navegação no programa. Os resultados apresentados em [Tra98] mostraram que os usuários tiveram pouca ou nenhuma dificuldade em usar o programa, exceto na modificação e criação de programas complexos. Na nossa análise, a avaliação dos resultados tornou-se artificial, pois bons resultados somente foram alcançados em programas simples, ou seja, em apenas um pequeno domínio dos programas.

O artigo [WPM03] apresenta um *framework* para facilitar o uso de SIGs por usuários não-especialistas. Para isto usa a criação de consultas visuais por meio de uma técnica, chamada *relevance feedback* para obter um resultado final e alterar o modelo de dados abstrato. Este modelo se baseia na apresentação de um grafo que mostra as relações entre as entidades, por exemplo, as entidades que estão mais relacionadas ficam postas mais próximas no grafo. Isto auxilia o usuário a entender o modelo conceitual com o qual o sistema foi criado. Porém, não foi realizado estudo de um caso prático, utilizando usuários de diferentes grupos para avaliar a interatividade com o usuário e a eficácia da ferramenta desenvolvida.

Dentre as várias utilizações dos sistemas geoespaciais, está o uso do SIG no gerenciamento de suporte emergencial, como o tratado em [RYK⁺03]. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma ambiente visual de assistência para geoinformação, chamado DAVE_G, que utilize diferentes modalidades de interação, conhecimento de domínio e contexto das tarefas para o gerenciamento de diálogo que suporte trabalho colaborativo em grupo com SIG em situações de gerenciamento de emergência [RYK⁺03]. No desenvolvimento deste protótipo foram adotados conhecimentos da Engenharia Cognitiva, a qual disponibiliza teorias e técnicas utilizadas em estágios iniciais do *design* do sistema.

O protótipo desenvolvido em [RYK⁺03], DAVE_G, que possui características multiusuário e multimodal, com suporte a trabalho colaborativo e com grande tela de apresentação, é mais elaborado e mais robusto que o SIG tradicional.

Em [KBCN99] é apresentado o sistema GeoWorlds, sistema que integrou três tecnologias particulares (*WEB*, Bibliotecas digitais e SIG), podendo fornecer grupos de usuários com um senso de visão regional compartilhada - habilidade para ordenar e organizar todo

o conhecimento sobre uma área, mostrada em relação ao espaço e ao tempo. Este sistema recupera, organiza e mostra informações disponíveis sobre uma região em amostras ricas, permitindo aos grupos de usuários respostas apropriadas, e monitorar a evolução das situações.

Visto como um framework de aplicação de exploração, o GeoWorlds tem a iniciativa de mostrar como a habilidade para coordenar informação geográfica com coleções de documentos e a visão colaborativa podem realçar muito o entendimento dos processos de situação.

Em [EJ98], os pesquisadores relataram o desenvolvimento de um SIG de fácil uso, o qual não necessita de especialistas em SIG para auxiliar aos demais usuários na sua utilização. Para isto, foi criada uma nova interface SIG utilizando conhecimentos da **Engenharia Cognitiva** (teoria relacionada à IHC), a partir da perspectiva centralizada no usuário, chamada LUIGI - *Landscape User Interface for Geographic Information*.

Para a criação da interface do LUIGI foi utilizado o trabalho de interfaces desenvolvido por Norman, considerando seus princípios para o *design* e avaliação de interfaces. Também foram utilizadas metáforas para auxiliar a compreensão do sistema pelo usuário e o uso de pastas para organizar as *landscapes* (representações dos dados em mapas: pontos, linhas, polígonos). Durante a fase de *design* de modelagem formal, foi utilizado um modelo já existente, porém este foi estendido para possibilitar ao LUIGI o gerenciamento de dados temporais [EJ98]. Este sistema foi avaliado positivamente, particularmente por utilizar técnicas da área de Interação Humano-Computador, ao usar os princípios de Norman, ligados à Engenharia Cognitiva. Porém, existem novas metodologias e técnicas mais recentes que também poderiam contribuir na melhoria destes sistemas, como a Engenharia Semiótica.

Também foi revisado um trabalho que utiliza uma linguagem de programação juntamente com o SIG. Esta linguagem foi desenvolvida em [RR00] e foi denominada MUTACL+, ela favorece a construção de uma camada de software que deve ser utilizado sob o SIG para melhorar a análise espaço-temporal de dados geográficos, armazenados e gerenciados por este sistema.

A base do conhecimento sobre a relatividade com o tempo é fornecida pela linguagem TACL_P, *Temporal Annotate Constraint Logic Programming*, linguagem lógica que possibilita a elaboração das funções relacionadas ao tempo. Sobre a arquitetura deste sistema, a linguagem MuTACL_P+ seria implementada com as funções temporais em uma camada acima do sistema SIG [RR00]. Esta linguagem lógica tem uma sintaxe complicada, e, além disto, a programação de funções relativas ao tempo aumenta ainda mais sua dificuldade de uso.

Foi também realizada uma pesquisa sobre mapas interativos, como o apresentado em [AAG00], onde os autores puderam observar uma mudança da temática cartográfica em relação ao uso dos mapas com respeito à comunicação, reconhecendo estes como ferramentas de análise. O foco desta pesquisa foi centralizado no *design* de mapas interativos com propostas de exploração. Foi estudada a visualização de mudanças na localização espacial em relação à mudança no tempo. Para isto, utilizou-se uma paleta relacionada com o controle de tempo, que possibilita a seleção de intervalos de tempo para a avaliação do mapa [AAG00]. Apesar desta importante característica, a pesquisa realizada não apresentou as metodologias relacionadas ao desenvolvimento da interface da ferramenta, nem tampouco a aceitação desta por parte dos usuários.

Para melhor compreender a diferença dos tipos de dados usados nos sistemas geoespaciais, os autores de [PSR99] sugerem a seguinte classificação: dados espaciais, dados temporais e dados espaço-temporais, e mais outros dois tipos, não citados, de menos interesse para nosso trabalho. Segundo os autores de [PSR99], os dados espaciais são aqueles que têm somente domínio espacial, por exemplo, a extensão da propriedade. Já os dados temporais são aqueles que tem somente domínio temporal, por exemplo, tempo de vôo de uma aeronave. E os dados espaço-temporais são dados espaciais que se alteram com o tempo, tais como, mudanças com respeito à forma, tamanho e posição.

Em [AAG03], foi apresentada uma visão sobre as tarefas que surgem na análise e comparação de cenários de desenvolvimento espacial. Estas foram agrupadas em quatro categorias: análise na dimensão de atributo, análise na dimensão espacial, análise na dimensão temporal e análise espaço-temporal.

Após isto, foram relatadas as ferramentas tipicamente utilizadas para a visualização de dados espaciais e dados temporais, como os mapas animados. Foi realizada então a combinação das ferramentas mais apropriadas para cada tipo de tarefa [AAG03].

Para ilustrar, ainda mais, a potencialidade de uso dos dados geográficos e a utilização de mapas interativos, temos o caso apresentado em [BN04], onde o conjunto de informações básicas para visualizar a cidade (planta básica) de Belo Horizonte era disponibilizado num sistema denominado Mapa Urbano Básico de Belo Horizonte (MUB/BH). Este contém informações sobre bairros, quadras, logradouros, edificações, entre outros. Estas têm em sua localização espacial uma característica fundamental, dando origem à criação do MUB/BH.

O objetivo do trabalho [BN04] foi documentar um modelo para o MUB/BH, testando a capacidade de modelagem da notação OMT-G para um sistema com características complexas. Foi possível notar a maior complexidade da modelagem de dados geográficos, a qual foi compensada pela completude do modelo produzido.

Os mapas interativos para a *Web* também podem ser voltados para aplicações para a localização de informações referentes a organizações ou entidades, como um centro acadêmico. Um exemplo foi o sistema de mapa interativo do Centro Politécnico desenvolvido como trabalho final de Graduação do curso de Geografia [PJ04b], e apresentado num congresso de âmbito nacional desta área [PJ04a]. Este projeto teve como objetivo desenvolver uma alternativa para a disponibilização das informações sobre um Campus da Universidade Federal do Paraná, por meio do desenvolvimento de um sistema de mapa interativo para *Web*.

Um sistema bastante interessante foi apresentado em [Sch01], onde foi relatado o desenvolvimento de um protótipo de navegação baseado em mapas. Estes foram escolhidos como meio de navegação entre diferentes locações por fornecer uma estrutura visual para o ambiente e por possibilitar no acesso direto às localidades. Em ambientes colaborativos, a navegação por mapas pode reutilizar mapas existentes e explorar o conhecimento, como por meio do uso de *landmarks* (pontos de referência) [Sch01].

O protótipo desenvolvido foi baseado na cidade de Blacksburg, do estado de Virgínia,

EUA, e o objetivo do ambiente foi fornecer o desenvolvimento de um ambiente de apoio para a comunidade. Em seu desenvolvimento houve a participação de doze usuários de diferentes grupos, estudantes de escola, da universidade e moradores mais antigos da localidade. A partir disto, foi possível notar a diferença de visão dos diferentes grupos, o que auxiliou na construção da ferramenta [Sch01].

Foram estudados alguns exemplos de aplicações computacionais voltadas para a área da Cartografia, SIG's e sistemas de mapas interativos, que foram aplicadas em áreas diferentes.

O estudo de algumas aplicações computacionais voltadas para a área da Cartografia e aplicadas em diferentes áreas auxiliou na compreensão da potencialidade deste tipo de sistema.

CAPÍTULO 4

TRABALHOS DE IHC APLICADA À CARTOGRAFIA

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa bibliográfica realizada na área de IHC voltada às aplicações geográficas, apresentando diversos estudos de SIGs e interfaces de sistemas com mapas. Os trabalhos foram divididos em: os voltados na resolução de problemas diversos do contexto de aplicação de IHC na Cartografia e os mais relacionadas com este trabalho, os quais foram utilizadas no desenvolvimento do método de avaliação desenvolvido.

4.1 Trabalhos sobre problemas diversos

As aplicações geográficas têm adquirido uma popularidade muito grande, impulsionadas pelo avanço da tecnologia e pelas possibilidades de uso em tomadas de decisões. Algumas áreas de aplicação abrangem o Turismo, o Planejamento Urbano, a Arquitetura e o setor de entretenimento.

A popularização do uso da Internet ocasionou mudanças em diversos tipos de sistemas, como as aplicações geográficas. Em [CPG99] é afirmado que o uso da *Web* mudou a forma como os sistemas computacionais de mapas são utilizados e, com isto, foi aperfeiçoado o potencial dos mapas como forma de comunicação.

Entretanto, estes autores consideram a necessidade de muita pesquisa e trabalho adicional para expandir e aperfeiçoar os métodos da distribuição dos mapas e da interação com eles [CPG99].

Como ocorre em qualquer outro sistema interativo, a interface-usuário é o módulo responsável pelos fatores de usabilidade deste tipo de aplicação. É por meio da interface que o usuário deve atingir seus objetivos facilmente e, também, conseguir realizar suas tarefas.

Em [dOM00] observa-se a dificuldade em apresentar e manipular dados georeferen-

ciados pela combinação de representação gráfica e textual de transformações complexas de dados oriundos do nível de armazenamento para o usuário e vice-versa. Então foi proposta uma nova arquitetura de software, que fornece um *framework* genérico para o desenvolvimento de interfaces para aplicações geográficas. A arquitetura está baseada na separação do núcleo da aplicação (componente semântico) das necessidades de interface (componente da interface).

Foram realizadas experiências deste *framework* para implementar aplicações geográficas, mostrando um aumento significativo na modularidade da aplicação e, com isto, uma redução na complexidade e na interdependência entre os códigos da interface e da própria aplicação geográfica [dOM00].

O maior objetivo desta arquitetura foi guiar o *design* e a implementação de interfaces geográficas para usuário, ou seja, o componente de interface da aplicação geográfica. Para isto, a arquitetura definiu: diretrizes de *design* para auxiliar o *designer* na construção da interface geográfica, um protocolo de comunicação entre o componente semântico e o interativo da aplicação geográfica, módulos adicionais para dar suporte ao desenvolvimento da interface, produzindo serviços que podem ser reusados por diferentes aplicações geográficas, entre outras.

Pode-se notar a complexidade das tarefas do *design* e da implementação de uma aplicação geográfica, principalmente pelo componente de interface com o usuário, pois esta é a própria aplicação. Desta maneira, a arquitetura proposta procurou fornecer subsídios no auxílio da redução deste problema [dOM00].

A pesquisa apresentada em [dOM00] auxilia no desenvolvimento de aplicações geográficas, principalmente no desenvolvimento de uma arquitetura que possibilita a modularidade e reusabilidade de componentes do *software*. As aplicações computacionais desenvolvidas por meio desta arquitetura podem ser avaliadas com base no método desenvolvido nesse trabalho. Assim, a qualidade da utilização da arquitetura poderia ser avaliada.

Em [PBM00] é afirmado que, embora os SIGs tenham crescido bastante e sua popularidade tenha aumentado muito na última década, torna-se cada vez mais necessário um

avanco em seu *design* que se aproprie dos novos conhecimentos da área de IHC, propiciando a um melhor entendimento do programa pelos usuários, os quais são cada vez mais diversificados.

Existem problemas de usabilidade inerente às tarefas do usuário e as implementações de SIGs, tornando ainda mais importante o *design* da interface deste tipo de sistema, sendo fundamental na aceitação do sistema pelo usuário. O SIG deve preservar a familiaridade que o usuário possui com a tradicional apresentação do mundo, para isto, a apresentação feita por mapas tem sido pesquisada [PBM00].

Esta pesquisa iniciou-se na construção e interpretação de mapas como atividades de comunicação sobre fatos naturais do mundo real. O objetivo foi avaliar, baseando-se na ES, o poder expressivo de um SIG, onde foi utilizado os seguintes SIGs: ArcView 3.0, Idrisi 2.01 e Spring 3.2. Esta foi utilizada como base para documentar e avaliar os elementos usados para produzir mapas pela Cartografia tradicional e pelo SIG.

Inicialmente os elementos da Cartografia tradicional e também os elementos usados nas interfaces dos SIGs foram coletados e classificados segundo a classificação de signos de Peirce mostrada na Figura 4.1 [PBM00], divididos em ícone, subdividido em imagem, diagrama e metáfora, índice e símbolo. Com isto, pode-se verificar se estas interfaces permitem uma comunicação cartográfica com eficiência comparável à produção de mapas sem o uso de SIG. Esta análise permitiu aos autores de [PBM00] verificar uma grande diferença no potencial de comunicação de cada domínio.

Concluiu-se que a aparência dos componentes dos mapas deve ser adaptada à intenção de uso para a categoria do usuário da aplicação, sendo que tradicionalmente, estes componentes são desenvolvidos baseados no conhecimento relacionado à Cartografia somente [PBM00].

É fundamental entender que a categoria de usuários SIGs e dos outros tipos de aplicações geográficas mudou, de especialistas em SIGs para usuários especialistas em outros domínios de conhecimento que necessitam interagir com dados espaciais. A análise, o processamento e a representação de dados geográficos não têm mais a mediação de um especialista em SIGs. Por isto, os SIGs devem fornecer ao usuário elementos que facilitem

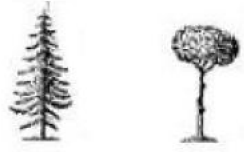





Icon	Image	
	Diagram	 <i>Cypress</i>
	Metaphor	 <i>Intermittent Lake</i>
Index		 <i>Ancoraggio</i>
Symbol		<i>Copper</i>  <i>Graphite</i> 

Figura 4.1: Classificação de signos de Peirce em elementos da Cartografia

a interpretação do sistema e a interatividade com ele [PBM00].

A pesquisa [PBM00] se relaciona com este trabalho por utilizar a Semiótica na análise de uma aplicação geográfica. No entanto, esta foi realizada sobre os signos que compõem a interface de um SIG, como também sobre os signos da Cartografia tradicional. Os resultados apresentados afirmam as dificuldades que usuários de aplicações geográficas têm com suas interfaces.

Em [PSB02] foi realizada uma pesquisa de extensão do artigo [PBM00], um aspecto interessante desse foi a apresentação visual de alguns signos encontrados nos SIGs pesquisados, ArcView 3.0, Idrisi 2.01 e Spring 3.2., demonstrando a dificuldade de interpretação destes.

Foi apresentada a avaliação dos signos da interface em relação à classificação de signos de Peirce, onde foi apresentado que, dos signos utilizados nas barras de ferramentas dos SIGs, 47% foram compreendidos como símbolos, 2% como índices e 51% como ícones. Apesar de ser visto como um bom resultado, o nível de signos classificados como símbolos ainda é considerado alto [PSB02].

A pesquisa ainda apresentou alguns signos que outros fatores deveriam ter sido con-

A pesquisa realizada em [BPKL02] está relacionada à análise de qualquer tipo de aplicação para a *Web*, não exclusivamente aos mapas interativos. Como apresentado em [SBM04a], que utilizou um padrão ISO para a análise de aplicações que utilizam mapas, as aplicações *Web* apresentam características peculiares devido às funções exclusivamente para a manipulação de mapas.

O trabalho [BF97] procura contribuir na explicação para as pessoas de como empregar a mídia “mapa” como um sistema de representação com base nas Ciências Cognitivas considerando-se os processos de criação e interpretação dos mapas, tendo o objetivo de modelar a relação entre o mapa como um meio de representação e o conhecimento espacial codificado nele.

Em [BF97] trata também de fenômenos da interpretação de mapas, como a Generalização Cartográfica, fenômeno de redução da informação que envolve a transformação de uma representação cartográfica em outra, apresentado contribuições sobre este assunto. Além disto, esta pesquisa discute a teoria Semiótica, fazendo um relacionamento entre o conceito de signo e sua interpretação com a Cartografia. Para esses autores, a Cartografia pode ser dividida em dois componentes: as entidades cartográficas colocadas no mapa e o conhecimento geográfico que corresponde a elas. [BF97]

Para [BF97], as habilidades cognitivas parecem ser bem adaptadas à evolução dos mapas. A partir do ponto de vista das Ciências Cognitivas, o desafio no estudo das representações em mapa está na interpretação e na modelagem de processos cognitivos que representem as tarefas de interpretação do mapa.

O trabalho [BF97] fornece uma base teórica para a análise de mapas interativos, principalmente por contribuir na utilização de aspectos cognitivos no processo de compreensão de mapas.

O artigo [SBM01] descreve a problemática da modelagem de interfaces de aplicações em um SIG bastante conhecido chamado ArcView, mais precisamente no seu módulo de três dimensões, o ArcView 3D Analyst, apresentando como alternativa uma metodologia de modelagem incremental, baseada na Semiótica, que entende a interface como um Espaço de Comunicação [Oli00].

Afirmando que a maioria dos SIGs existentes no mercado são restritos à visão 2D do espaço, em [Oli00] é apresentado que a importância da visão 3D em um SIG advém da proximidade da interface da aplicação com o mundo real. Representações do mundo real em três dimensões facilitam o entendimento dos usuários pela associação direta entre a sua apresentação e o mundo real.

Foi desenvolvida uma metodologia que entende o *design* como um processo cíclico, onde protótipos do ambiente virtual são continuamente desenvolvidos, usados e avaliados. Esta metodologia, ao contrário do processo *ad hoc* de modelagem de sistemas comerciais, permitiu a realização de uma modelagem sistemática e orientada para os objetos reais do domínio da aplicação [SBM01].

O foco da pesquisa realizada em [SBM01] difere deste trabalho, pois está relacionado à construção de ferramentas que permitam um alto nível de realidade visual para interfaces de aplicações geográficas, especificadamente à relacionada a visualização em três dimensões, onde foi analisada a interface de uma ferramenta como caso de uso.

Em [SB02] afirma-se que o *design* da interface ainda é pouco explorado na pesquisa de SIGs, apesar deste ser um fator determinante da usabilidade do sistema.

Foi realizada em [SB02] a análise Semiótica dos sinais da interface do mesmo SIG, ArcView 3D Analyst, para captar aspectos da interpretação destes sinais e sua implicação na usabilidade do sistema.

Uma das principais dificuldades encontradas nas interfaces de aplicações geográficas, como os SIGs é a existência de expressões na interface desprovidas de significação para os usuários.

Na metodologia utilizada para esta análise foram avaliados 81 sinais da interface do ArcView 3D Analyst para verificar problemas de usabilidade existentes. A análise foi realizada por alunos da pós-graduação e graduação em Ciência da Computação, que não necessariamente possuíam conhecimento de SIGs. Cada um analisava cada sinal da interface expressando no teste o que havia compreendido daquele sinal, ou respondendo nulo. Como resultado foi obtido 39% de Acertos, 19% de Erros e 42% de Nulos, nota-se a grande dificuldade do usuário em utilizar e compreender esta interface. Isto foi causado,

entre outras ocasiões, pela falta de consistência nos signos da interface de um SIG com ferramentas de uso cotidiano do usuário. Com base nos resultados obtidos verificou-se que o *design* da interface para SIGs é um fator crítico e merece ser tratado com mais cuidado [SB02].

Os problemas detectados mostram a necessidade de criação de um padrão de *design* de interfaces para SIGs, tornando os conceitos peculiares aos SIGs mais familiares a usuários não habituados à sua utilização [SB02].

Esta pesquisa [SB02] reforça as considerações que descrevem a interface de um SIG como sendo de baixa usabilidade, ocasionando problemas para a sua interpretação pelo usuário. Sua análise está relacionada aos signos utilizados na interface. Neste trabalho isto não será o foco, pois procura-se contribuir a partir de outra abordagem.

Outra pesquisa muito interessante, apresentada em [VFM03], realizou a adoção da tecnologia *Web Semântica*, extensão da *Web* que acrescenta semântica a dados e serviços, em um SIG por meio de uma ontologia de domínio para auxiliar a navegação em mapas.

Foi apresentado que particularmente na Cartografia, a associação de significado bem definido a objetos de mapas auxiliaria na compreensão da representação de cada objeto. Então, os significados podem ser relacionados, possibilitando uma navegação dirigida por conhecimento [VFM03].

Em [VFM03] é apresentado o OntoCarta, um sistema de navegação em mapas orientada por ontologias, uma conceitualização explícita e formal de uma área do conhecimento; a ontologia usada nesta pesquisa foi o domínio agrícola.

O OntoCarta está sendo projetado para ser um navegador cartográfico, de código aberto, para a *Web*. Com respeito à navegação, o usuário pode realizar vários tipos, alternando a interação com mapas e ontologias. Quando o usuário determina um nível de detalhamento, a visão ontológica correspondente aparece na tela, permitindo ao usuário uma melhor noção do contexto da navegação. A tela de navegação do sistema é apresentada na Figura 4.3 [VFM03], mostrando dois elementos principais, o mapa e a árvore de visualização.

Este sistema apresenta o uso de uma tecnologia no desenvolvimento de um navegador

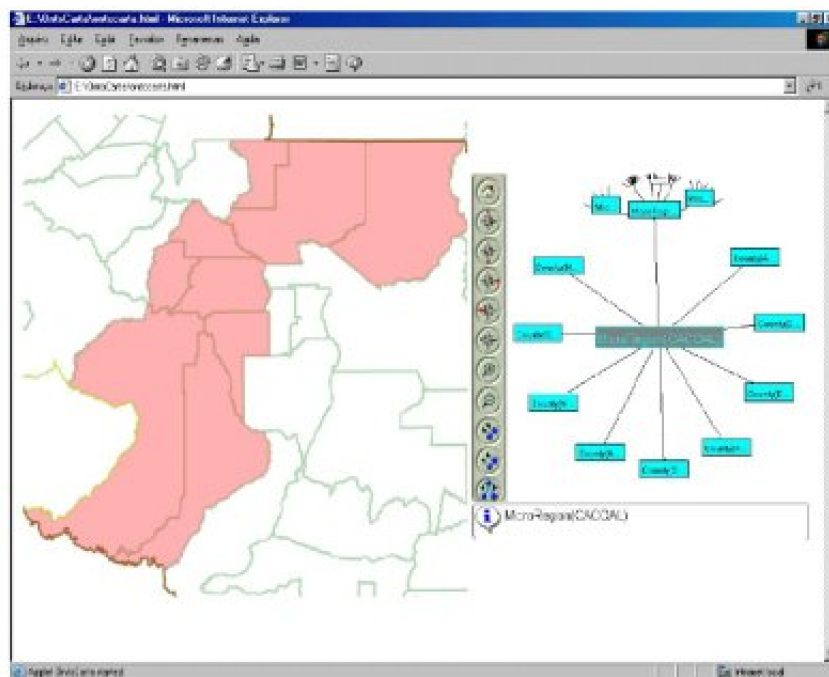


Figura 4.3: Exemplo de tela de navegação do OntoCarta

de mapas dirigido por ontologias, utilizando um componente de auxílio na interface, a árvore de visualização do conhecimento do mapa [VFM03].

O OntoCarta [VFM03] é uma solução interessante para a navegação em mapas, no entanto, a inclusão de um novo mecanismo na interface de um sistema de mapa interativo, como a janela que apresenta a árvore de visualização é uma solução que merece análise adicional. Há conhecimento científico, relativo à árvore, sua hierarquia, e ainda, a ligação com o domínio da Cartografia, no caso, país, estados, regiões. Isto pode caracterizar um problema para a compreensão da interface e, com isto, para a usabilidade da aplicação por grande parte dos usuários.

O trabalho [SBM04a] apresenta o termo “mapa inteligente”, explicando que este é utilizado freqüentemente pelos usuários de SIG na *Web*, para mostrar a possibilidade de interação com o SIG e suas bases de dados via interfaces cartográficas.

O foco da pesquisa [SBM04a] foi a avaliação da qualidade da interface de três aplicações de SIG na *Web* com o uso de um padrão da *International Organization for Standardization* (ISO), o ISO 9241, ligado à área da Ergonomia, que permite a inspeção de usabilidade da interface.

Foram avaliadas as aplicações de SIG para a *Web* selecionadas pelos autores, com base na ISO 9241 e seus resultados foram apresentados. Estes autores notaram posteriormente, a necessidade de extensão e adaptação das normas do padrão utilizado para aspectos inerentes às aplicações SIG para a *Web*.

A pesquisa [SBM04a] está relacionada com o presente trabalho, mas o nosso foco de avaliação pretende ter o diferencial de avaliar aplicações de mapas interativos para a *Web* a partir de uma análise rigorosamente ligada aos conhecimentos básicos da Cartografia, presentes em quaisquer aplicações que envolvam mapas.

4.2 Trabalhos Relacionados

As pesquisas mais relacionadas com o presente trabalho foram agrupadas, cada uma contribui para a elaboração do método e o avanço da pesquisa nesta área.

Em [SBM04b], os SIGs para a *Web* são definidos como sistemas que podem permitir a visualização e a consulta de dados geográficos via *Web*, de acordo com dois conceitos: os SIG para a *Web* propriamente ditos e as aplicações de SIG para a *Web*.

Um SIG *Web* é um sistema que permite a criação de aplicações SIG *Web*, já uma aplicação SIG *Web* permite a visualização de informação geográfica, podendo possibilitar alguns tipos de interação com mapas, como *zoom*, *pan*, entre outras. Estas interações são realizadas como apoio, ou não, de um sistema SIG *Web* e/ou um banco de dados geográfico em algum servidor SIG. Isto porque algumas aplicações SIG *Web* utilizam apenas mapas gerados nos SIGs para a *Web*, com o uso de uma estrutura estática destas imagens [SBM04b].

Neste trabalho, para a definição do tipo de aplicação utilizado, usa-se o conceito de “mapa interativo”, o qual é similar ao utilizado para a definição de “mapa inteligente” em [SBM04a] e, ainda, possui também uma relação ao conceito de “aplicação SIG *Web*” apresentado em [SBM04b].

A pesquisa realizada em [SBM04b] envolveu o levantamento de aplicações de SIGs para a *Web* disponíveis no mercado e no meio acadêmico voltadas para o domínio agrícola, sua categorização e análise, segundo o conteúdo e a interação usuário-sistema de cada

aplicação.

O conjunto de aplicações de SIG para a *Web* levantadas foi realizado em escopos nacional e internacional, onde foram utilizadas as aplicações mais representativas do domínio, e também, as de maior abrangência. Assim, foram documentadas um total de vinte e cinco aplicações.

Para a categorização com relação ao tipo de conteúdo e ao grau de interação deste tipo de aplicação foi utilizada a classificação de aplicações de SIGs para a *Web* de Chang [Cha97]:

- Fotos de Mapas: uso de imagens de mapas gerados por um sistema SIG *Web*;
- Bibliotecas e Catálogos de Bancos de Dados Espaciais: permite o *download* de arquivos de dados espaciais para programas específicos;
- Gerador de Mapas: possibilita o envio de dados via formulário e retorno ao usuário de um arquivo em formato de imagem;
- *Browser* de Mapas em Tempo Real: possibilita acesso a banco de dados espaciais e a visualização de consulta, recuperação e modificação de mapas *on-line*;
- Imagens e Mapas em Tempo Real: utiliza imagens capturadas por vídeo-câmeras na apresentação de um mapa em tempo real.

Após o levantamento das aplicações SIG para a *Web*, e o uso da classificação de Chang [Cha97] para organizar cada tipo da aplicação, foi construída uma tabela que apresentava a classificação de cada aplicação sob dois aspectos: relativos à interface com o usuário e relativo ao conteúdo no domínio de sistemas agrícolas [SBM04b].

Após esta classificação, foram apresentados os resultados, comentando os critérios que foram utilizados: tipo da aplicação SIG *Web*, análise do conteúdo e da interação. Com respeito ao tipo da aplicação, os resultados são apresentados na Figura 4.4 [SBM04b].

Na Figura 4.4 pode-se notar que a maior parte das aplicações SIG *Web* levantadas se enquadra na categoria “Fotos de Mapas”, com 59% do total. Foram encontrados, também, casos onde a mesma aplicação poderia se enquadrar em mais de uma categoria.

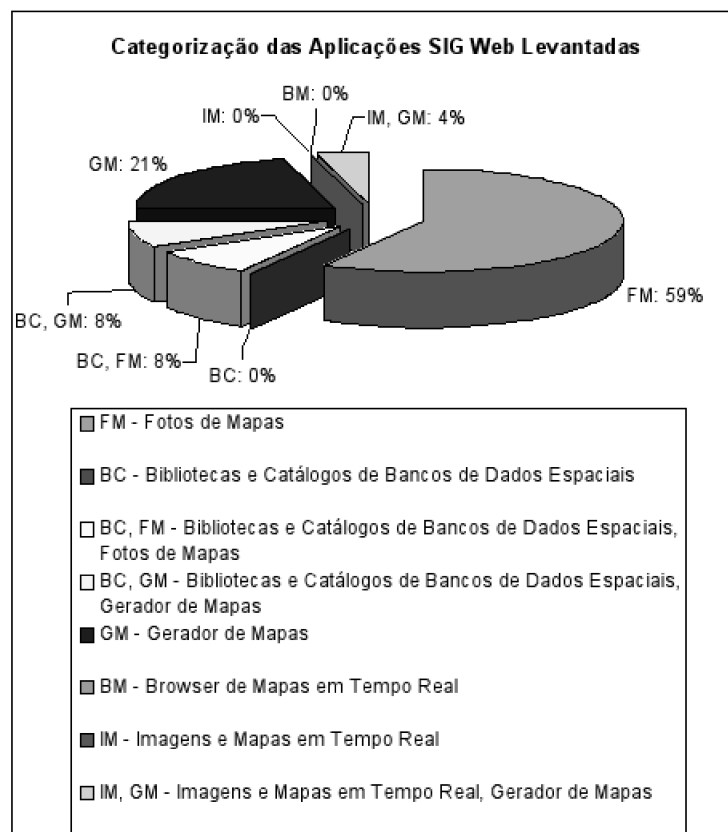


Figura 4.4: Análise das aplicações SIG Web

Com relação ao conteúdo, algumas aplicações apresentaram quase a totalidade dos elementos de conteúdo considerados. A informação de conteúdo mais freqüente nas aplicações foi a previsão de tempo. Outro resultado interessante foi a relação entre a abrangência de conteúdo e as possibilidades de interação, considerada inexistente. Foi possível notar que uma aplicação de conteúdo abrangente não determina sua grande capacidade de interação, ocorrendo o mesmo na relação inversa, ou seja, uma não determina a outra [SBM04b].

Nas aplicações estudadas, foi observado que 54% das aplicações pesquisadas possibilita a animação de mapas. Em relação ao domínio agrícola, esta interação é importante, pois possibilita a visualização do mapa no decorrer do tempo, auxiliando o usuário a tomar uma decisão, como por exemplo, de época de plantio e colheita.

Foi também detectado que os recursos de *pan* e *zoom* geralmente aparecem juntos, e que a seleção foi o recurso de interação presente com maior freqüência. Foi detectado o aumento gradativo das possibilidades de interação nas diferentes categorias de aplicações SIG Web utilizada na pesquisa [SBM04b].

Considerando todos os resultados, foi proposta uma nova classificação das aplicações de SIG para a *Web* realizada com base no aspecto de facilidade de interação no contexto da agricultura, envolvendo: Biblioteca e Catálogo de Dados Espaciais; Servidor de Mapas Estático, similar ao tipo Fotos de Mapas; Gerador de Mapas e *Browser* de Mapas *On-Line*. Foi constatado que aplicações que permitem interação *online* não fazem muito sentido no domínio agrícola. As outras categorias são similares a classificação de Chang [Cha97].

O trabalho [SBM04b] investigou aplicações SIG para a *Web* do domínio agrícola, pois estas funcionam como uma ferramenta útil para pessoas envolvidas com o planejamento e exploração agrícola. A análise foi realizada pelos aspectos do conteúdo e do fator de interação destas, e utilizou a classificação de Chang [Cha97]. Posteriormente foi proposta uma nova classificação de tipos de SIGs para a *Web* baseadas na “diretividade” de acesso e na interação.

A pesquisa realizada em [SBM04b] está inserida no contexto do presente trabalho, contribuindo com a investigação de aplicações SIG *Web*, sendo uma delas os mapas interativos. Algumas definições utilizadas no pesquisa em questão serão utilizadas e contribuirão para este trabalho, sendo abordados posteriormente no presente documento.

Como diferenciais deste trabalho em relação aquela relatada em [SBM04b] pode-se citar a utilização de informação do conhecimento do domínio da Cartografia, o uso da ES na análise dos ambientes da interface das aplicações, além de o método desenvolvido não ser dependente do domínio da aplicação.

Apesar da evolução do desenvolvimento de SIGs para a solução dos mais diferenciados problemas, a visualização por meio do uso de mapas nem sempre é abordada de maneira substancial. Neste contexto, o trabalho [SS04] ilustra esta realidade e apresenta um método de interfaces baseadas em mapas.

Em [SS04] é proposto um método que também adota a perspectiva da ES para analisar o efeito da apresentação na comunicação da informação geográfica em interfaces baseadas em mapas. Um método de Inspeção Semiótica de Interfaces baseadas em Mapas, chamado ISIM, foi desenvolvido para apoiar a visualização de interfaces deste tipo de sistema.

O ISIM - Inspeção Semiótica para Interfaces baseadas em Mapas [SS04, Sei04] é um

método baseado na perspectiva da Engenharia Semiótica para avaliar interfaces baseadas em mapas. O ISIM parte da hipótese de que rupturas ou falhas na semiose do usuário, decorrentes de apresentações não relacionadas com as tarefas, correspondem a uma ruptura na linguagem de representação da interface. Isto é considerado porque o ISIM é aplicado em SIGs que permitam ao usuário o acesso a vários mapas coreferentes, os quais representam a mesma região cartográfica em várias escalas, durante a realização de suas tarefas [SS04].

O objetivo do ISIM é verificar de que formas a apresentação de elementos do mapa na mudança na escala podem comprometer a interpretação, assim como a forma em que isto pode afetar a resposta às tarefas do usuário. A mudança de escala ocorre durante a execução de duas tarefas comuns em interfaces com mapas, o *zoom* e o *pan*. O método procura verificar a forma como estas ações contribuem para a realização de uma tarefa, mostrando que, além de servirem como ferramenta de auxílio, podem dificultar a compreensão do usuário durante a interação [SS04].

As autoras de [SS04] afirmam que os métodos de inspeção têm maior cobertura da interface do que testes com tarefas pré-selecionadas, como no caso do ISIM, que avalia tarefas relacionadas com mudança de escala. Salientam, porém, que a avaliação empírica com os usuários pode descobrir novos problemas não detectados na inspeção [SS04].

Foram apresentados problemas relacionados à interação com aplicações de interface com mapas, referentes as funcionalidades de *zoom* e à mudança de símbolos do mapa. No *zoom*, mostrou-se que a mudança de escala dos mapas em uma ferramenta perdia a referência anterior definida pelo usuário e, ainda, ocorria a mudança na simbologia cartográfica de elementos do mapa quando da alteração na escala [SS04].

O método de avaliação desenvolvido no presente trabalho também utiliza a perspectiva da Engenharia Semiótica, um dos principais fatores de semelhança com o ISIM. No entanto, o método foi testado para sistemas de mapas interativos para a *Web*, diminuindo assim o escopo de sua aplicação. Além disto, o método ISIM realiza uma análise de rupturas decorrentes da realização de tarefas específicas, como o *Pan* e *Zoom*, enquanto o método desenvolvido no presente trabalho procura realizar uma avaliação que pretende

cobrir a representação das tarefas padrão, e o seu nível de complexidade.

O ISIM utiliza técnicas analíticas para a definição do contexto da aplicação e o perfil do usuário e usa técnica empírica para a realização de testes e entrevista com usuários. O emprego de todas estas técnicas é certamente muito interessante, principalmente pelo estudo do perfil do usuário e a realização de entrevistas [SS04]. Estas características identificam toda a capacidade do escopo de avaliação do ISIM, o que torna sua estrutura mais completa do que aquela do método desenvolvido no presente trabalho.

O método ISIM é realizado em cinco etapas, sua estrutura é apresentada na Figura 4.5 [SS04]. Na primeira etapa é realizada uma inspeção na interface do sistema e no conteúdo do módulo de ajuda (*help*). Na segunda etapa, baseada nos resultados da primeira, é estabelecido o contexto de uso da aplicação, resultando na geração de cenários de uso. Na terceira etapa são feitos os testes com os usuários baseados nos cenários de usos construídos, e a interação com os usuários é gravada para uma análise posterior. Na quarta etapa são inspecionadas as seqüências de mapas gerados, a fim de identificar rupturas no contínuo semiótico (conceito de ES utilizado nesta pesquisa) entre as várias representações utilizadas pelos usuários. Na quinta etapa é interpretado o contínuo semiótico entre os mapas pela relação entre a tarefa que estava sendo realizada e a apresentação resultante da interação no sistema [SS04].

A primeira etapa do método desenvolvido neste trabalho, Inspeção do SSM, e a primeira parte da segunda etapa, Análise de Tarefas foram baseadas na primeira etapa do ISIM, Inspeção Semiótica dos Signos.

Como foi afirmado em [Sei04], a quarta etapa do ISIM, a Inspeção Semiótica dos Mapas é “a parte original do método”, onde são identificadas as rupturas e classificadas nas seguintes classes [Sei04]:

1. Orientação (*Onde estou? Onde está? Onde estava?*)
2. Navegação (*Aonde posso/devo ir?*)
3. Identificação de objetos (*O que é isto?*)
4. Interpretação da simbologia (*O que isto representa?*)

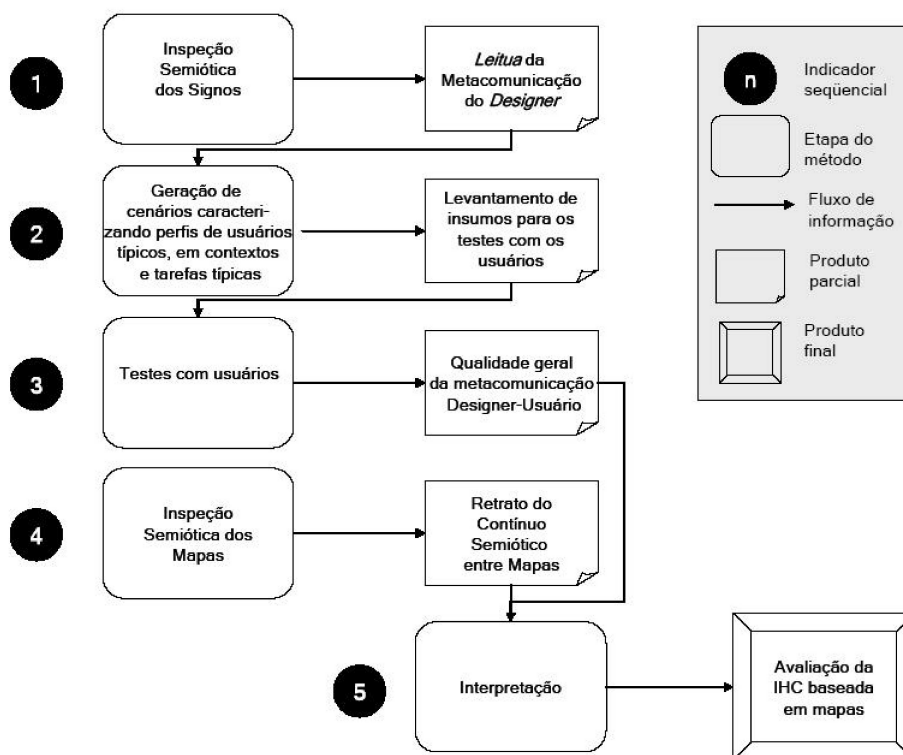


Figura 4.5: Estrutura do método ISIM

Conforme apresentado em [Sei04], problemas de navegação ocorrem quando a interface da aplicação não apresenta os signos indicadores do contexto atual, exemplificados como os signos para o mapa auxiliar, indicador de orientação, indicador de direção e o uso da legenda.

A partir dessa afirmação, é possível notar que o método desenvolvido no presente trabalho avança em relação aos resultados do ISIM, na medida que leva em considerações os elementos do SSM (título, legenda, escala, indicadores de orientação e coordenadas geográficas) como pilares metodológicos e, também, contribui para a solução dos problemas classificados em [Sei04] como problemas de navegação, mostrando outra relação entre os dois métodos.

Além disto, a classe de problemas “Interpretação da simbologia” também é tratado pelo método desenvolvido neste trabalho através da inspeção dos símbolos realizados na etapa de Inspeção do SSM, análise dos símbolos do SSM, e na Análise de Tarefas, análise dos símbolos que representam as tarefas.

Como é afirmado pela autora do trabalho do ISIM [Sei04], ele pode ser utilizado com

outras técnicas ou métodos de avaliação, o que apóia a idéia de uso dos dois métodos em conjunto. Assim, o método desenvolvido no presente trabalho poderia ser visto como uma adição ao método mais completo, o ISIM, por apresentar importante contribuição pela compreensão da necessidade da utilização de conhecimento da Cartografia na avaliação dos mapas interativos.

A pesquisa realizada em [SS04] apresenta grande semelhança com o presente trabalho principalmente pela utilização da Engenharia Semiótica na avaliação de interface de mapas. Entretanto existem diferenças, pois o ISIM faz uma avaliação de tarefas pré-selecionadas relativas à mudança de escala, o *zoom* e o *pan*, enquanto o trabalho proposto avalia as tarefas de maneira genérica, além de empregar conhecimento da Cartografia como base na elaboração no método de avaliação proposto.

Todos os resultados levantados forneceram uma base de conhecimento sobre aplicações de interesse do uso de IHC em aplicações geográficas. Os trabalhos apresentados em [SBM04b] e [SS04] estão particularmente relacionados e prestaram contribuições para a pesquisa aqui realizada. Ambos serão abordados novamente no capítulo que trata sobre o método de avaliação.

Este trabalho procura contribuir na avaliação, e com isto, a obtenção de insumos para a sua melhoria, das interfaces de aplicações SIG para a *Web*, entre eles o mapa interativo.

CAPÍTULO 5

O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE MAPAS INTERATIVOS PARA A WEB

Este capítulo descreve o processo de criação do método de avaliação de mapas interativos para a *Web* desenvolvido, apresentando o sistema de significação do domínio, a classificação das tarefas e a estrutura do método criado.

O avanço da tecnologia e das aplicações voltadas para a Cartografia possibilitaram a maior divulgação das aplicações geográficas, principalmente por meio da divulgação de sua potencialidade pelo uso via *Web*.

O uso da *Web* nestes sistemas é interessante pois possibilita a facilidade de acesso de sistemas com mapas para vários usuários. Este fator auxilia ao usuário, pois este pode adquirir experiência no uso destes sistemas pelo simples acesso a *Web*, sendo este um dos motivos de aumento do número de usuários não especialistas neste tipo de sistema [Sei04].

Entretanto, uma das características relevantes em um sistema é em relação a condição fornecida para que os usuários possam realizar suas tarefas. Para esta análise, é utilizada a avaliação da interface na identificação da qualidade de uso de uma aplicação computacional [PB03].

A qualidade de uso de uma aplicação pode ser vista de diferentes maneiras, sendo uma bastante usada a sua associação com o conceito de **usabilidade** [Nie93]. A usabilidade se refere à facilidade de aprendizado e de uso de uma aplicação, bem como a satisfação do usuário .

A consolidação da ES empregou outro conceito para a qualidade de uso: a **comunicabilidade** [Sou05], aspecto associado à capacidade da interface em transmitir ao usuário o modelo do sistema criado pelo *designer*, para, assim, o usuário poder compreender a forma como pode interagir com o ambiente para resolver seus problemas. O usuário que compreende quais decisões o *designer* tomou ao construir a interface aumenta a sua chance

de fazer um bom uso do sistema [PB03].

No *design* de mapas interativos, além da figura do *designer*, o papel de um cartógrafo é também fundamental. O cartógrafo pode contribuir com suporte científico à elaboração e ao uso do mapa no meio digital, na supervisão dos conceitos oriundos da Cartografia e nas tarefas que serão disponibilizadas na interface.

Neste trabalho, entretanto, o método abstrai o projeto de interface da aplicação, tendo como foco a avaliação da interface final da aplicação.

A interface do sistema de mapa interativo é composto geralmente de um mapa e de diversos recursos para a interação com ele, como diferentes maneiras de visualização de informação no mapa e as tarefas que podem ser realizadas com eles.

A ferramenta apresentada em [dTdIDdSG] serve como exemplo de como uma aplicação computacional pode disponibilizar tarefas para o usuário manipular e visualizar informação no mapa. A Figura 5.1 [dTdIDdSG] apresenta a interface desta aplicação.

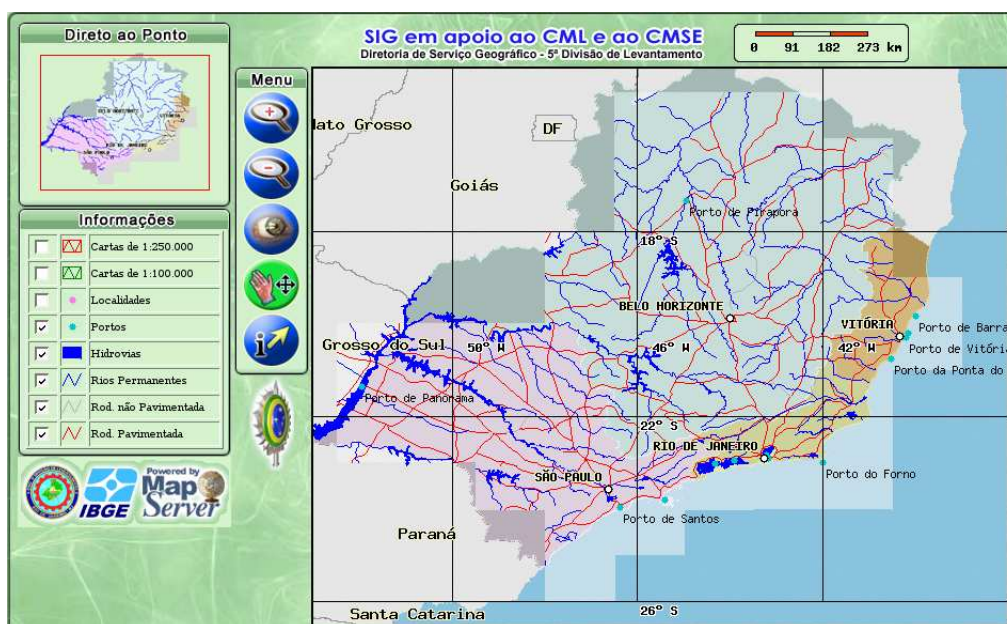


Figura 5.1: Exemplo de um sistema de Mapa Interativo na *Web*

Como é peculiar nos sistemas de mapas interativos, a interface é caracterizada pela apresentação de um mapa e das tarefas e serviços que a aplicação disponibiliza ao usuário. A interface da aplicação apresentada na Figura 5.1 é um bom exemplo por apresentar tipos de recursos comuns nestas aplicações, tais como: legenda com informações visuais

que podem ser selecionadas pelo usuário para sua visualização; tarefas que podem ser realizadas pelo usuário, *zoom in*, *zoom out*, entre outras; mapa que possui elementos característicos como: título, escala, coordenadas, legenda.

O método de avaliação proposto utiliza conhecimentos da Cartografia em seu desenvolvimento, característica que determinou o caráter interdisciplinar do presente trabalho. Além disto, o método de avaliação proposto não tem foco exclusivo na avaliação dos signos que foram utilizados na interface de aplicações deste domínio, como a pesquisa realizada em [PSB02].

A pesquisa realizada em [SS04] por apresentar características semelhantes com o método desenvolvido, serviu como auxílio no desenvolvimento de um método de avaliação, colaborando para este trabalho.

O estudo sobre Cartografia foi combinado com a área de IHC, por meio de conceitos da ES, de maneira a dar suporte consistente à avaliação da interface de mapas interativos. Assim, o foco do método de avaliação está no Sistema de Significação do Domínio (SSD) [Sou05], construído por meio da base cartográfica na obtenção de elementos importantes de um mapa, e na especificação e avaliação das tarefas disponíveis neste tipo de sistema.

5.1 Sistema de Significação do Mapa

A aplicação computacional voltada à área cartográfica envolve a representação da informação espacial para o usuário por meio de um mapa. Um mapa possui elementos que representam os fatores técnicos utilizados em sua criação, por exemplo, a escala, e, também, elementos que auxiliam na sua interpretação, como a referência espacial.

Por meio da pesquisa realizada sobre Cartografia foi realizado um levantamento dos elementos que auxiliam na interpretação de um mapa. São eles: título do mapa, legenda, escala e referência espacial, esta formada pelas coordenadas geográficas e pelos indicadores de orientação.

Após a identificação destes elementos, foi agregado o conhecimento oriundo da ES, especialmente o conceito de sistema de significação [Sou05], que é o processo pelo qual certos sistemas de signos são estabelecidos a partir de convenções sociais e culturais, sendo

adotados pelos usuários.

Reconhecendo a necessidade da melhoria do processo de comunicação [Sou05] da informação espacial representada por meio do mapa para os usuários, e de maneira a salientar sua importância no sistema de significação da aplicação, os signos que representam o título do mapa, a legenda, a escala e a referência espacial foram tratados de maneira especializada, sendo compreendidos como um Sistema de Significação do Mapa (SSM).

A ES é considerada na construção do método também por meio do conceito de semiose, pois usuário pode possuir conhecimento prévio na interpretação de mapas tradicionais, onde os elementos compreendidos no SSM geralmente estão presentes. Quando o usuário utiliza um mapa digital, a presença dos elementos do SSM facilita o processo de associação com o mapa tradicional, auxiliando à utilização da interface da aplicação.

Os símbolos que representam o SSM no sistema computacional são muito importantes para a interpretação da informação apresentada no mapa. A seguir é apresentada a relação de cada um dos elementos do SSM juntamente com uma pergunta elaborada para mostrar a sua importância:

Título - O que este mapa representa?

A presença do título na interface possibilita ao usuário desta aplicação a identificação do contexto ao qual o mapa está relacionado, auxiliando-o no processo de semiose. Por meio do título, o usuário já faz relacionamentos sobre conhecimentos relativos ao assunto do mapa ou à localização deste.

A ausência da informação do título limita o entendimento do contexto do mapa a um menor número de usuários, pois estes devem possuir um conhecimento prévio sobre o mapa para viabilizar na sua interpretação.

O signo que representa o título do mapa é uma das principais informações que o usuário procura a fim de descobrir quais as informações que estão representadas no mapa da interface. Ao notar a presença deste signo, o usuário começa o processo de semiose.

Legenda - O que cada símbolo representa?

A legenda do mapa também está relacionada à compreensão do contexto no qual o mapa foi desenvolvido e apresenta a simbologia empregada no projeto cartográfico. A importância

da legenda reside no apoio à compreensão dos símbolos que estão sendo utilizados sobre o mapa na representação de alguma informação. Este suporte é ainda mais importante quando os símbolos empregados não são signos para o perfil de usuário endereçado pela aplicação, assim como quando são usadas formas de representação fora do padrão utilizado na Cartografia.

Existe uma relação entre o título e a legenda do mapa, pois no caso da inexistência de título, a legenda pode permitir inferir o contexto do mapa.

Os signos relacionados à legenda na interface também são primordiais para a interpretação do mapa. A localização da legenda na interface e a qualidade dos símbolos utilizados na representação dos símbolos cartográficos são fatores importantes para o entendimento do mapa.

Escala - Qual é o nível de detalhamento das informações no mapa?

A informação apresentada pela escala do mapa difere dos elementos anteriores (título e legenda), por ser um aspecto mais técnico. A partir da escala, o usuário compreende que o mapa é uma apresentação da superfície terrestre, realizada por meio de uma projeção cartográfica. Além de auxiliar o usuário nesta compreensão de metodologia cartográfica utilizada na representação de um mapa, a escala está inteiramente relacionada à tarefa de *zoom*, que é muito utilizada nos mapas interativos.

A importância da presença da informação sobre a escala é dependente da aplicação e do perfil do usuário potencial. Para uma aplicação computacional mais técnica ou focada a um perfil de usuário da área da Cartografia, este elemento fornece mais informações sobre o mapa. Nos demais empregos deste tipo de sistema e para outros perfis de usuário, a escala pode nem ser percebida.

O usuário ao notar a presença do signo que representa a escala na interface da aplicação consegue descobrir o nível de detalhamento apresentadas no mapa. Este signo é importante também por sua relação com uma tarefa muito empregada nestas aplicações, o *zoom*.

Referência Espacial - Qual é a localização da informação apresentada no mapa?

A referência espacial representa dois elementos, as coordenadas geográficas e os indicadores de orientação. A existência da referência espacial na interface do sistema de mapa

interativo para a *Web* auxilia na compreensão da localização do local representado no mapa.

A inexistência da referência espacial na interface do sistema não ocasiona grande dificuldade de interpretação do mapa para um perfil de usuário não-especializado. Entretanto, para um perfil especializado, a informação representada na referência espacial é relevante.

Os signos utilizados para a referência espacial, tanto para a representação das coordenadas geográficas quanto para os indicadores de orientação, auxiliam ao usuário no entendimento da localização da informação apresentada no mapa.

Embora a presença destes elementos na interface de uma aplicação relacionada à Cartografia, seja crucial a obrigatoriedade da presença do conjunto completo deles em uma interface não é considerada fundamental para a utilização destes sistemas. Como cada mapa é desenvolvido pelo seu projeto cartográfico para um perfil de usuário específico, a relevância da presença de alguns elementos é dependente de contexto. Por exemplo, um sistema de mapa interativo para a *Web* sobre o planejamento de rotas num mapa de uma cidade não precisa necessariamente apresentar na interface as coordenadas geográficas (referência espacial) do mapa, pois esta informação, de aspecto mais técnico, não auxiliaria o usuário neste caso. Entretanto, os demais elementos do SSM são importantes neste tipo de aplicação e devem estar presentes na interface do sistema.

É importante observar que, embora alguns dos elementos apresentados anteriormente não estejam presentes na interface da aplicação, eles foram obrigatoriamente utilizados para a criação do mapa. O projeto cartográfico que o originou mesmo se, posteriormente o mapa for representado no meio digital como mapa interativo omitindo-se alguns destes elementos básicos.

Além disto, o usuário deste tipo de sistema está geralmente familiarizado com o manuseio e a interpretação de mapas tradicionais que possuem estes elementos (título, legenda, escala e referência espacial). Então, a utilização de uma interface de mapas no meio digital que possui estes elementos permite ao usuário a associação com o mapa tradicional, facilitando a interpretação da interface da aplicação e, assim, o uso do sistema como um todo.

Em suma, os fatores que tornaram importante a apropriação dos elementos da Cartografia no processo de avaliação foram a importância da informação que cada um dos elementos representa, sua utilização obrigatória na construção do mapa e a associação na hipótese da familiaridade do usuário com o manuseio de mapas tradicionais.

5.2 Tarefas do Mapa Interativo

Além do SSM, já apresentado, o método de avaliação de interface desenvolvido considerou outro fator, a especificação de tarefas de um sistema de mapa interativo para a *Web*.

Para a realização da análise de tarefas foi considerada a análise empírica realizada no pré-teste de algumas aplicações de mapas interativos, em conjunto com as classes identificadas na pesquisa realizada em [SBM04b]. Esta pesquisa foi importante pois encontra-se no mesmo contexto, e apresenta uma definição de tarefas de aplicações de SIG para a *Web*, e esta classe de sistemas contém os mapas interativos.

Sobre a análise empírica feita no pré-teste torna-se importante relatar que as aplicações de mapa interativos analisadas foram as mesmas utilizadas e analisadas em [SBM04b], um grupo de nove aplicações pertencentes a uma categoria da classificação de Chang [Cha97] de SIGs para a *Web*.

Na avaliação da interface de usuário utilizada em [SBM04b], as possibilidades de interação identificadas foram as seguintes:

- *Zoom*: possibilidade de *zoom* no mapa ou em regiões do mapa;
- *Pan*: possibilidade de mover o mapa;
- *Seleção*: possibilidade de selecionar informações;
- *Animação*: existência ou não de animação no mapa;
- *Consulta*: possibilidade de consulta a informação descritiva associada ao mapa;
- *Imagem de Satélite*: existência ou não de imagens de satélite;

A partir da análise das tarefas definidas e utilizadas para a classificação das aplicações realizada em [SBM04b], o método de avaliação desenvolvido neste trabalho fez uma nova reformulação das tarefas deste tipo de sistema, por meio da análise empírica das aplicações e a constatação da necessidade de um refinamento do conjunto antes deferido.

As tarefas que foram definidas por meio da análise empírica realizada foi sustentada pela apresentação de um certo padrão de tarefas em diferentes tipos de aplicações, tendo somente as tarefas mais comuns.

A definição das tarefas desenvolvida no presente trabalho é apresentada a seguir:

- *Zoom*: possibilita realizar *zoom* no mapa;
- *Pan*: possibilita mover o mapa;
- Seleção: possibilita de selecionar informações no mapa;
- Consulta: possibilita a apresentação de informação descritiva sobre região do mapa;
- Configuração dos Símbolos no Mapa: possibilita a seleção dos símbolos a serem apresentados no mapa;
- Animação sem interação: mostra apenas a animação do mapa sem possibilitar nenhum controle;
- Animação com interação: possibilita o controle de várias aspectos da animação;

É possível notar que a nova definição de tarefas utilizada pelo método de avaliação apresenta diferenças em relação àquela utilizada em [SBM04b]. Algumas tarefas são comuns, como as tarefas *zoom*, *pan*, seleção e consulta.

As tarefas de Consulta e Seleção são relacionadas, e geralmente obedecem a uma ordem consecutiva, como logo após a tarefa de seleção ocorrer a de consulta. Isto acontece quando, após de selecionar algo no mapa (tarefa de seleção) e ocorrer alguma modificação na interface, geralmente é possível clicar neste elemento e obter várias informações descritivas sobre este em outra janela do *browser* (tarefa de consulta). Apesar desta relação ocorrer na maioria dos casos, existem mapas interativos onde isto não ocorre.

Porém, existem alterações importantes, como a inclusão, a divisão e a eliminação de tarefas utilizadas em [SBM04b]. Uma inovação importante é a adição da nova tarefa chamada Configuração de Símbolos no Mapa, disponibilizada e bastante utilizada na grande maioria das aplicações de mapas interativos. A “Configuração de Símbolos no Mapa” trata da possibilidade que o usuário tem de modificar a apresentação dos símbolos do mapa, podendo especificar quais símbolos serão mostrados no mapa em cada momento da interação. Desta maneira, o usuário pode selecionar, segundo sua conveniência, quais informações são mais importantes para serem apresentadas no mapa a cada momento.

A tarefa de Animação foi tratada de maneira diferente devido à sua disponibilidade diferir nos distintos sistemas de mapas interativos. Esta tarefa foi dividida em dois tipos, animação com interação e sem interação. A animação sem interação mostra simplesmente a animação do mapa sem possibilitar nenhuma modificação na animação; a animação com interação possibilita a modificação por disponibilizar um controle de funções da animação, relativo à velocidade da animação, número de *frames*, parada, volta e passagem para a frente da animação, entre outras.

A funcionalidade que algumas aplicações têm de mostrar Imagem de Satélite do mapa não é considerada uma tarefa, pois em sistemas de mapas interativos o usuário não interage com as imagens de satélite eventualmente presentes. Entretanto, o uso da imagem de satélite quando usada como animação é classificada no tipo de tarefa de Animação sem Interação.

Além da nova definição de tarefas foi criada uma estrutura para a organização dos tipos de tarefas apresentada na Figura 5.2, que considera as diferenças na complexidade e no resultado final das tarefas.

Pode-se notar que a classificação representada pela Figura 5.2 faz a divisão das tarefas em três grupos: tarefas de interação no mapa, tarefa de interação na legenda e animação. As tarefas de interação no mapa são aquelas que o usuário realiza no mapa e que resultam numa modificação gráfica do mapa. São elas: *zoom*, *pan*, seleção e consulta. Existem também as tarefas realizadas na legenda do mapa. Neste caso usa-se aquela comumente utilizada, a Configuração dos Símbolos do mapa. O último tipo relaciona-se

Classificação Das Tarefas	
Interação no mapa	Zoom Pan Seleção Consulta
Interação na legenda	Configuração dos Símbolos do Mapa
Animação	Com Interação / Sem Interação

Figura 5.2: Classificação das tarefas do mapa interativo

com uma tarefa bem diferente das anteriores, pois trata do fenômeno da animação em mapas interativos.

Mais importante que a nova classificação das tarefas é o foco com que o método de avaliação realiza a análise sob o aspecto da representação gráfica das tarefas e a forma como elas são realizadas, sua complexidade e facilidade de execução para o usuário.

É importante salientar que a análise das tarefas realizado pelo método avalia todas as maneiras de interação de cada tarefa, pois é muito comum a mesma tarefa possuir mais de uma maneira de ser realizada. Por exemplo, a tarefa de *Pan* pode ser realizada por meio de um botão na interface ou por representações gráficas de setas envolta do mapa.

Esta apresentação de diferentes maneiras de interação para a mesma tarefa foi identificado e incorporado ao método de avaliação, fazendo a análise completa da realização de cada tarefa da aplicação.

O método de avaliação de mapas interativos para a *Web* desenvolvido põe foco no SSM e nas tarefas, e ainda, faz um relacionamento entre eles. Por meio de uma avaliação dinâmica das tarefas, procura-se analisar a complexidade das tarefas e o comportamento dos elementos do SSM na interface durante sua execução.

5.3 O Método de Avaliação

O método aqui proposto avalia a qualidade da interação de mapas interativos para a *Web*, com ênfase na análise em nível de tarefas do usuário e no SSM, composto pelos elementos relevantes associados ao mapa. Nestes sistemas, a utilização de qualquer recurso que

auxilie ao usuário é importante. Uma representação adequada do SSM na interface e a facilidade na realização de tarefas relacionadas à manipulação da informação no mapa tornam o uso do mapa interativo mais fácil.

A qualidade da interação foi avaliada pela visão de como o *designer* e o cartógrafo realizaram a comunicação cartográfica pelo ponto de vista da ES, ou seja, como eles transmitiram a informação por meio da interface e qual a interpretação potencial disto.

O objetivo do método é explorar esta comunicação por meio da avaliação da presença/ausência e da representação de elementos importantes do mapa, retirados da Cartografia, e da avaliação da presença/ausência e do comportamento das tarefas disponíveis no sistema. O método procura descobrir de que forma os elementos estão representados na interface, a maneira pela qual as tarefas são realizadas e o comportamento dinâmico dos elementos na execução das tarefas.

O método desenvolvido utiliza na avaliação da interface de mapas interativos uma técnica qualitativa, que segundo [dCLRD04], tem como principais características: **uma postura de abertura e desconhecimento frente a seu objeto de estudo**, o pesquisador procura compreender a experiência de outras pessoas com atenção e curiosidade porém tem um visão livre e espontânea de novas descobertas; **contextualização do objeto de estudo**, a pesquisa qualitativa difere da obtenção de resultados universais por preocupar-se com o contexto social, histórico, econômico e cultural dos seres humanos investigados; **investigação em profundidade**, diferentemente das pesquisas quantitativas, que buscam um conhecimento amplo e genérico, as pesquisas qualitativas privilegiam o conhecimento contextualizado; **utilização de amostras pequenas** em comparação às pesquisas quantitativas, pelo fato de a sistematização dos resultados das pesquisas qualitativas serem muito trabalhosas e, **flexibilidade dos procedimentos e técnicas**, pois adapta-se aos objetivos de cada estudo.

Por meio destas características, a pesquisa qualitativa mostra-se sensível a identificação e a descrição de novos comportamentos e experiências humanas [dCLRD04]. Sabendo desta capacidade da pesquisa qualitativa, sendo uma meta comum do presente trabalho, e por todo o contexto da Cartografia utilizado para o desenvolvimento do método, este

tipo de técnica de pesquisa foi adotado.

O método desenvolvido é dividido em quatro etapas e sua estrutura é apresentada na Figura 5.3. Na primeira etapa é realizada uma inspeção semiótica da interface, resultando na avaliação dos signos que foram utilizados na representação dos elementos da Cartografia. Na segunda etapa ocorrem a identificação e a análise das tarefas disponibilizadas na aplicação, segundo a classificação das tarefas que foi criada. Na terceira etapa, de posse do resultado da primeira e da segunda etapa, é analisado o comportamento dinâmico dos elementos do SSM durante a execução das tarefas da aplicação. Finalmente, na quarta etapa, os resultados das etapas anteriores são utilizados para a realização de uma avaliação final da aplicação. Os detalhes de cada etapa do método são apresentados a seguir.

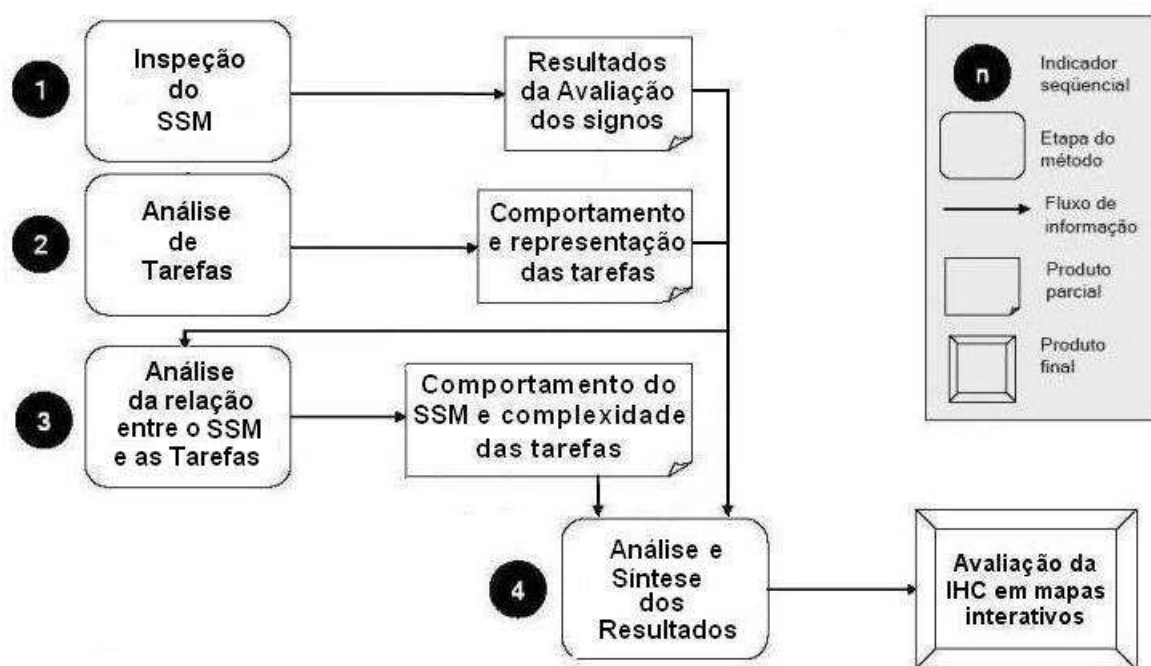


Figura 5.3: Estrutura do método

5.3.1 Primeira Etapa - Inspeção do SSM

Nesta etapa é realizada a inspeção dos signos da interface a partir de uma análise da aplicação, a fim de descobrir a presença e o modo de representação na interface dos elementos importantes para a compreensão do mapa (título, legenda, escala e a referência

espacial).

É a partir dos resultados obtidos nesta etapa que poderemos responder às seguintes perguntas:

Quais os elementos do SSM estão apresentados na interface?

Qual é a qualidade da representação do elemento em relação ao ícone e/ou o rótulo utilizado?

Os resultado desta etapa será a avaliação dos signos do SSM e esta será utilizada na terceira e quarta etapas do método.

5.3.2 Segunda Etapa - Análise de Tarefas

A segunda etapa está relacionada com a visão do método na avaliação no nível das tarefas, analisando quais as tarefas disponíveis na aplicação.

Nesta fase, é realizada uma exploração da aplicação para saber quais tarefas foram implementadas, e posteriormente, estas são classificadas segundo a organização de tarefas desenvolvida e utilizada pelo método.

As tarefas, então, são analisadas com relação à sua complexidade, avaliando o número de passos necessários à sua execução e a possível dificuldade de entendimento deste processo pelo usuário.

Após isto, as tarefas são avaliadas segundo os signos pelos quais elas foram representadas, tanto pelos ícones quanto pelos rótulos utilizados.

Com os resultados desta etapa, o método procura responder as seguintes perguntas:

Quais as tarefas disponíveis na aplicação? Como é feita a estruturação das tarefas?

Qual a complexidade das tarefas na sua solicitação e avaliação?

Qual é a qualidade da representação da tarefa em relação ao ícone e/ou o rótulo utilizado?

Os resultado desta etapa consistirá em um conjunto de informações sobre o comportamento e a representação das tarefas da aplicação. Este resultado será utilizado na terceira e quarta etapa do método.

5.3.3 Terceira Etapa - Análise da relação entre o SSM e as tarefas

Uma das principais características do método é a consideração da importância do conhecimento do domínio da Cartografia em sistemas que utilizam mapas em sua interface. Este fator já é considerado na primeira etapa do método, mas nesta etapa isto também é feito por meio de outro enfoque.

Após a análise dos elementos do SSM realizada pelo método na primeira etapa, que leva ao levantamento dos resultados dos símbolos utilizados para a representação dos elementos do mapa, e pela análise das tarefas realizada na segunda etapa, nesta parte é realizada a integração destes resultados.

Com este intuito, as tarefas também são analisadas sob o aspecto de resultado visível da sua execução na interface, avaliando a relação deste comportamento com os elementos do SSM.

Nesta etapa, o método permite responder as seguintes perguntas:

Qual é o resultado visível da execução de cada tarefa na interface?

Qual é o comportamento do SSM durante este processo?

Esta etapa está relacionada às anteriores, pois utiliza os resultados delas para sua análise, e os resultados da terceira etapa são utilizados para a próxima fase.

5.3.4 Quarta Etapa - Análise e Síntese dos Resultados

Esta é a etapa final do método. Nesta fase é realizada a análise dos resultados de todas as etapas anteriores, uma avaliação da aplicação do método que traz como contribuição comentários sobre a avaliação que foi realizada.

O objetivo da etapa final é, a partir dos pontos avaliados na aplicação, tais como a análise dos elementos do SSM e das tarefas, obter como resultado uma avaliação qualitativa da aplicação. Este resultado revela potenciais dificuldades de interação que o usuário possa encontrar ao utilizar a aplicação, podendo servir como fonte para o *redesign* da aplicação.

Por causa do método de avaliação desenvolvido realizar uma avaliação qualitativa, a aplicação de todo o método e, principalmente, desta última etapa, deve ser realizada por um especialista em IHC, pois este possui conhecimento necessário para avaliar o fator de interação entre usuários e sistemas computacionais.

Nesta fase, responde-se às seguintes perguntas:

Como foram apresentados os elementos do SSM nesta aplicação?

Quais tarefas a aplicação disponibiliza? Quais as dificuldades encontradas durante a sua execução?

Existe algum problema na apresentação dos elementos do SSM durante a execução das tarefas? Como ele ocorreu?

Por meio da aplicação do método é obtida uma avaliação qualitativa dos sistemas de mapas interativos, possibilitando assim, a identificação de dificuldades potenciais de interação e, com isto, a posterior melhoria de sua interface.

CAPÍTULO 6

O EXPERIMENTO

Este capítulo versa sobre o experimento que foi realizado, por meio da aplicação do método de avaliação de interfaces de mapas interativos proposto neste trabalho. Para isto, o método foi aplicado em aplicações computacionais voltadas para a *Web* já desenvolvidas, ou seja, em funcionamento (*on line*).

A seguir, são apresentados os tipos de aplicações (domínios) de mapas interativos que foram avaliados, e posteriormente tem-se um exemplo prático de aplicação do método em uma aplicação, e finalizando, a avaliação dos resultados do experimento realizado.

6.1 Seleção dos mapas interativos

Foi realizada a seleção dos mapas interativos, caracterizados não apenas por utilizar uma interface com mapa, mas, também, por permitir uma interação com o usuário por meio da realização de tarefas. Assim, algumas aplicações SIG *Web* utilizadas em [SBM04b], apesar de utilizarem um mapa, não foram consideradas um sistema de mapa interativo por não disponibilizarem tarefas para o usuário.

As aplicações de mapas interativos para *Web*, na maioria dos casos, apresentam mais de uma interface com mapa. Isto ocorre devido à quantidade de informação espacial da aplicação, aos mapas apresentados, e as diferentes formas de organização pelos diversos sistemas. Neste contexto, sabendo que o método de avaliação é aplicado exclusivamente a uma interface com mapa cada vez, a avaliação foi realizada de maneira geral, ou seja, todas as interfaces com mapas de uma mesma aplicação foram consideradas. Por exemplo, se algumas interfaces com mapa não possuía animação, porém uma única possibilitava este tipo de interação, esta aplicação foi classificada como portadora desta tarefa.

O início do experimento começou durante uma das fases da metodologia deste trabalho, o pré-teste. Esta etapa identifica o aspecto empírico utilizado, o qual auxiliou ao

desenvolvimento do método de avaliação por meio da investigação dos primeiros sistemas de mapas interativos para *Web*, totalizando sete sistemas. A partir desta análise, considerações sobre a interface de mapas interativos foram feitas, como as tarefas padrão disponibilizadas e a presença dos elementos do SSM, auxiliando o desenvolvimento do método.

O número total de sistemas avaliados foi vinte, o objetivo desta fase foi a avaliação de diferentes domínios de mapas interativos para a *Web*. A seleção destes sistemas levou em consideração os seguintes critérios: citação de sistemas na literatura revisada (qualificando-os como bons sistemas para teste); entidade de desenvolvimento da aplicação, empresas ligadas a governos estaduais ou a grandes empresas; capacidade de interação do mapa interativo, avaliados os mais interessantes e aplicações com grande potencial de usuários, como aqueles ligados a grandes portais de referência.

Os domínios de aplicação avaliados e suas respectivas quantidades foram: agricultura e meteorologia (nove aplicações), sistemas de rota e localização de endereço (sete aplicações) e sistemas de informação sobre algum estado brasileiro (quatro aplicações). A seguir, serão apresentados quadros que descrevem cada mapa interativo para a *Web* avaliado, começando com o primeiro domínio, apresentado pela Figura 6.1.

Domínio	Descrição, Origem e Abrangência
Domínio Agrícola / Meteorologia	CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Inpe (Brasil e alguns países da América do Sul)
	EPAGRI – Empresa de pesquisa Agropecuária de Santa Catarina
	EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; (Estados do Brasil)
	INMET – Instituto Nacional de Meteorologia; Governo do Brasil (Brasil)
	MASTER - Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais, USP (Brasil)
	Pará 30 graus – Núcleo Hidrometeorológico da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará
	Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, Centro Pesquisa Meteorológica e Climática Aplicada à Agricultura, Governo do Brasil (Brasil)
	<i>Global Hydrology and Climate Center</i> – NASA
	Infotempo – mapa interativo com informações sobre o clima de regiões do Brasil

Figura 6.1: Aplicações para agricultura e meteorologia avaliadas

Segundo [SBM04b], a investigação de aplicações de visualização de informação car-

tográfica do domínio agrícola envolvendo também a meteorologia é importante pelo fato deste tipo de aplicação servir como ferramenta para usuários que trabalham direta ou indiretamente com estes setor, abrangendo diversos perfis de usuário, como agricultores, cooperativas agrícolas e órgãos governamentais.

Algumas aplicações utilizadas na pesquisa relatada em [SBM04b] foram também utilizadas no presente trabalho e serviram para a aplicação do método de avaliação. São elas: CPTEC [midCdpdteec], EPAGRI [midEdpAdSC], EMBRAPA [midEBdPA], INMET [midINdM], MASTER [midMAaSdTR], Pará 30 graus [midNHdP], Agritempo [midSdMA], *Global Hydrology and Climate Center* [midCGdCeHdN]. Apenas o restante, o mapa interativo do Infotempo [micisocdrdB], foi escolha própria.

Na Figura 6.2 são apresentados os mapas interativos pertencentes ao domínio definido como Sistema de Rotas e Localização de Endereço. Este serviço é bastante útil para diversos usuários que necessitam de informação para a localização de um objeto ou de um endereço numa ou entre cidades, podendo, às vezes, ainda traçar uma rota entre duas delas.

Domínio	Descrição, Origem e Abrangência
Sistemas de Rotas e Localização de Endereço	Apontador – sistema de guia para ruas, mapas e direções, (Brasil)
	Maplink – sistema similar, hospedado no Portal UOL (Brasil)
	MapFacil – sistema similar, hospedado no Portal AOL (Brasil)
	Terra Mapas – sistema similar, hospedado no portal TERRA (Brasil)
	Google Mapas – sistema que mostra mapa mundi, permitindo <i>Zoom</i> por imagem de satélite de qualquer localização. Permite, também, a localização de endereços e rotas nos EUA e em Londres
	AondePoa – sistema de mapa interativo em 3D da cidade de Porto Alegre (RS) que permite localização de endereço
	MiniMapa – sistema de mapa interativo da cidade de São Paulo desenvolvido numa interface pequena para utilização em outras aplicações para <i>Web</i>

Figura 6.2: Aplicações do domínio de localização de endereços avaliadas

Muitas destas aplicações estão ligadas a grandes portais da Internet o que potencialmente indica uma relevante ordem de grandeza de número de usuários, fator este que foi bastante considerado para a avaliação destes sistemas. São eles: Maplink [midpU] da AOL, MapFacil [midpn] da UOL, TerraMapas [midpT] do Terra e o GoogleMapas [midG] do serviço de busca Google. Todos estes sistemas, juntamente com o Apontador [miplde],

são similares e possuem interface e tarefas bem semelhantes. Destes mapas que foram avaliados, o Apontador e o Maplink também foram utilizados pelas pesquisas relatadas em [SS04, Sei04].

O mapa interativo do *site* AondePoa [mieDdcdPA] torna-se peculiar por utilizar um mapa em três dimensões, característica do mapa diferente das demais aplicações investigadas. Além disto, esta aplicação possibilita a localização de um endereço, o sentido das ruas e avenidas e a obtenção de informação de certos locais da cidade. Outro sistema que apresenta um diferencial, é o MiniMapa [micip], único exemplo de interface de mapa reduzido encontrado na investigação. Sua interface tem área bem reduzida para a localização de endereços, no caso, da cidade de São Paulo.

O outro domínio investigado foi a dos mapas interativos que possuem informação sobre algum estado do Brasil (Figura 6.3). Estes possuem como responsáveis pelo sistema, entidades importantes, tais como governos de estado (mapa interativo do estado do Paraná [missdtdP], Santa Catarina [micvisSC] e Paraíba [mitdPdpS]) e do Exército Brasileiro [dTdIDdSG].

Domínio	Descrição, Origem e Abrangência
Informações sobre Estados do Brasil	Paraná – sistema sobre sistema de transporte do estado do Paraná desenvolvido pelo governo deste estado com informações sobre localização de municípios, pedágios, aeroportos, rodovias, ferrovias e rios principais.
	Santa Catarina – mapa interativo do CIASC (Centro de Informação e Automação do Estado de Santa Catarina), ligado pelo governo deste estado com informações sobre cidades e população, geografia, vias e transporte e localização de municípios.
	Paraíba – mapa interativo voltado ao turismo do estado, desenvolvido pelo SEBRAE com informações sobre a localização e informações de municípios
	Exército Brasileiro, Diretoria de Serviço Cartográfico – mapa dos estados da região sudeste do país com informações sobre a localização de municípios, portos, hidrovias e rios.

Figura 6.3: Aplicações com informação sobre algum estado do Brasil avaliadas

Os mapas interativos deste domínio são caracterizados pela quantidade de informação georeferenciada sobre um região específica, tais como a localização de municípios, número de habitantes, rodovias, rios, portos, aeroportos, entre outros. Este tipo de informação,

levando em consideração a confiabilidade destes dados, proporcionada pela autoridade das entidades desenvolvedoras, é um bom exemplo de uso de um mapa interativos. Especialmente para usuários que necessitem realizar uma viagem, ou encontrar um melhor percurso entre duas cidades, a informação sobre a localização de municípios e de rodovias torna-se muito útil e prática.

A utilização de aplicações de diferentes domínios e, decorrentemente diferentes características e serviços, configura-se como uma boa prática para o método de avaliação, pois assim, diferentes tipos de interface de mapas interativos são avaliados.

6.1.1 Um caso de aplicação

Para melhor ilustrar a forma como é realizada na prática a aplicação do método de avaliação, nesta seção será apresentado um estudo de caso de um mapa interativo, mostrando a aplicação de cada etapa do método e os resultados obtidos na sua realização.

A aplicação de mapa interativo para *Web* utilizada é pertencente ao domínio de informação sobre algum estado do Brasil. A aplicação avaliada foi desenvolvida pelo governo do estado de Santa Catarina [micvisSC], e a sua interface é mostrada na Figura 6.4 [micvisSC].



Figura 6.4: Interface da aplicação

Primeira Etapa: O início da aplicação do método de avaliação desenvolvido começa com etapa de Inspeção do SSM que tem por objetivo uma avaliação da presença e apre-

sentação dos signos do SSM na interface. Por meio da realização desta etapa na aplicação [micvisSC], notou-se a existência dos seguintes elementos do SSM: título do mapa, legenda e escala. Após isto, foi então feita a análise da representação de cada elemento, levando em consideração a parte gráfica e o rótulo utilizados, e foram obtidas as seguintes contribuições:

- Título

Apresentado na interface com um posicionamento bem comum, acima do mapa, o signo relativo a este elemento do SSM (Figura 6.5) [micvisSC] foi considerado bom por sua representação gráfica e pela simplicidade e eficácia da comunicação desta informação para o usuário.



Figura 6.5: Símbolo do título da aplicação

- Legenda

A apresentação da legenda (Figura 6.6) [micvisSC] desta aplicação foi considerada ruim, principalmente pelas dificuldades que foram encontradas na interação com a mesma. A primeira dificuldade encontra-se na estrutura utilizada para a apresentação desta informação pelos desenvolvedores da aplicação [micvisSC], o uso da estrutura em árvore para a divisão da informação apresentada, isto dificulta a interpretação da informação dos símbolos do mapa, pois para visualizar a legenda o usuário necessita interagir com a árvore.

Outra dificuldade encontrada na legenda foi o fato de alguns elementos da legenda não possuírem ao lado da descrição do elemento, o símbolo com o qual ele será representado no mapa. Na Figura 6.6, é possível ver que elementos da divisão “Cidades e população” apresentam, além da descrição, ícones que representam as cores associadas a cada um na legenda e que depois serão utilizadas no mapa para a representação da respectiva informação. Porém, na divisão da árvore “Geografia”,

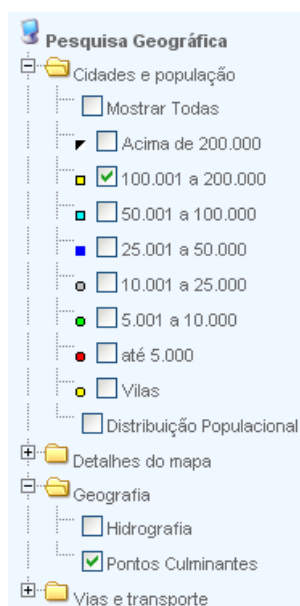


Figura 6.6: Símbolos da legenda da aplicação

os elementos “Hidrografia” e “Pontos Culinantes” não apresentam os ícones para cada um destes elementos, dificultando a interpretação destes elementos no mapa.

- Escala

A representação da escala (Figura 6.7) [micvisSC] nesta aplicação mostrou-se boa, expressando a informação contida neste elemento do SSM. Isto pela similaridade com sua representação nas demais aplicações avaliadas, como no posicionamento na parte inferior do mapa, e no signo utilizado para a representação da escala, assim como pela apresentação da medida utiliza, no caso “km”, quilômetros.

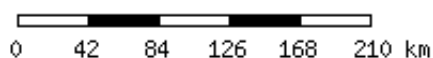


Figura 6.7: Símbolo da escala da aplicação

Segunda Etapa: A aplicação da segunda etapa do método chamada Análise de Tarefas, faz a identificação das tarefas disponíveis na aplicação com relação a classificação feita pelo método. Assim, foi obtida como resultado a identificação das seguintes tarefas: *Zoom*, *Pan*, *Configuração da Legenda* e *Consulta*, apresentados na Figura 6.8 [micvisSC]. Na segunda parte desta etapa é realizada a análise da complexidade de cada tarefa, onde foi obtido sobre cada tarefa seguinte análise:



Figura 6.8: Símbolos que representam tarefas da aplicação

- Zoom

Esta tarefa pode ser realizada de duas maneiras, uma delas é por meio de botões, que possuem como representação uma lupa com símbolos de adição e subtração inseridos (Figura 6.8) para indicar *zoom in* e *zoom out* e que possuem os respectivos *Hints* “*zoom mais*” e “*zoom menos*”. Para realizar esta tarefa basta clicar nestes botões. A realização desta tarefa por esta interação foi considerada boa, devido ao signo utilizado e à simplicidade de execução. A outra alternativa de realização desta tarefa é por meio da entrada de um valor numérico apresentado na interface pelo rótulo “*Zoom (valor) Vezes*” (Figura 6.8). Esta forma foi considerado ruim por estar disposta na interface bem distante e sem qualquer indicador de relacionamento com os dos botões relativos à tarefa de *zoom*, o que facilitaria a associação da mesma tarefa para o usuário, pelo rótulo utilizado, considerado pouco informativo e pelo processo de realização que necessita da entrada de um valor numérico.

- Pan

É realizado também por dois tipos de interação, através do botão que possui o *HINT* “Centralizar”, localizado no terceiro botão da barra vertical e com ícone formado por duas setas bidirecionais e perpendiculares (Figura 6.8), forma bastante utilizada por outras interfaces e considerada uma boa representação. Para realizar esta tarefa, basta o usuário clicar no botão para ser realizado o *Pan* no mapa, centralizando o mapa. O outro tipo de interação para a realização da tarefa de *Pan* é por meio das setas que ficam ao redor do mapa (Figura 6.4), sendo este tipo de interação para a tarefa *Pan* utilizada também em outras aplicações investigadas. Para a sua realização, basta clicar na seta na direção que se deseja mover o mapa (*Pan*). As duas maneiras de realizar esta tarefa foram consideradas boas, devido à facilidade de execução e à representação utilizada na interface.

- Configuração da Legenda

Esta tarefa é realizada por meio da seleção de elementos da legenda, a que utiliza uma estrutura em árvore com divisões, como pode-se notar pela Figura 6.6. Cada uma delas apresenta diversos símbolos que a serem mostrados no mapa. Para a execução da tarefa, o usuário deve clicar no nível de informação desejado e selecionar quais símbolos ele deseja visualizar. Ao clicar no símbolo, o mapa é atualizado automaticamente com a nova informação. Como exemplo do uso desta tarefa, a Figura 6.6 mostra que o usuário selecionou a apresentação da informação das cidades com um certo número de habitantes e, também, quis obter informação sobre a geografia, especificamente sobre os pontos culminantes da localidade. A execução desta tarefa nesta aplicação é bem comum com outras aplicações. A dificuldade encontrada está na utilização da estrutura de uma árvore para os elementos da legenda, podendo dificultar a interação para alguns usuários.

- Consulta

É disponibilizada pelo botão que possui como representação gráfica localizado no quinto botão da barra vertical (Figura 6.8), e pelo *HINT* que mostra o texto “Consultar um município”. Para sua realização, basta clicar no botão e depois no

mapa. É, então, apresentada uma nova janela do *browser*, apresentando diversas informações sobre o município selecionado, mostradas na Figura 6.9 [micvisSC]. Esta tarefa caracterizou uma potencialidade desta aplicação, principalmente pela quantidade e qualidade na apresentação de diversas informações sobre cada município, como no exemplo ilustrado na Figura 6.9, onde o usuário selecionou a cidade de Florianópolis, e o sistema mostrou um mapa com o município selecionado e informação sobre esta cidade (história, turismo e informação sobre de rodovias de acesso).



Figura 6.9: Tarefa de consulta da aplicação

Terceira Etapa: Esta etapa do método, a Análise da relação SSM e Tarefas, procura realizar uma avaliação dinâmica da representação dos elementos do SSM com a execução das tarefas, por meio da análise do resultado visível da realização de cada tarefa e a análise deste em relação às alterações dos símbolos do SSM. Na aplicação [micvisSC], de maneira geral, o resultado visível todas as tarefas foi bom, auxiliando o usuário na avaliação do resultado da execução de cada tarefa. Com relação ao SSM, foram encontradas dois relacionamentos muito comuns em sistemas de mapas interativos, entre a tarefa de *zoom* com o elemento Escala do SSM e entre a tarefa Configuração de Legenda e a Legenda. Na realização do *zoom*, os valores apresentados na escala vão sendo alterados, informando ao usuário que o detalhamento das informações apresentadas no mapa estão sendo alte-

rados em sua proporção. Desta maneira, o usuário consegue estabelecer relações entre o significado da tarefa de *zoom* com o significado da informação contida na legenda. A outra relação encontrada, entre a Configuração da Legenda e a legenda, apenas mostra a possibilidade que o usuário tem de modificar a apresentação dos símbolos da legenda na apresentação do mapa, podendo escolher quais informações são mais relevantes a cada interação. Isto auxilia ao usuário na obtenção de informações de seu interesse e mais precisas, e facilita a interpretação do mapa pela apresentação de um número menor de símbolos no mesmo, às vezes o número de símbolos exibidos pode tornar o mapa complexo.

Quarta Etapa: Finalizando o método, temos a etapa de Análise e Síntese dos Resultados, que possibilita a elaboração de mais alguns comentários sobre a aplicação avaliada, caracterizando ainda mais o aspecto qualitativo do método. Desta maneira, são salientadas as características importantes encontradas durante a avaliação, para apresentar os fatores positivos, negativos, as novas tarefas e as contribuições para a melhoria da interface da aplicação avaliada. Com relação à aplicação [micvisSC] esta etapa apresentou como resultou no seguinte relatório:

- A aplicação mostrou um padrão na forma de execução das tarefas relacionadas aos botões, dividindo o processo da tarefa em dois passos, clicar no botão e depois clicar no mapa. Isto é um fator positivo que auxilia ao usuário na execução destas tarefas;
- O uso de *hints* foi muito bem realizado, auxiliando o usuário na identificação das tarefas e a obtenção de informação de como fazer para realizá-las;
- A aplicação disponibiliza tarefas adicionais, como aquelas da Figura 6.8, que possibilitam serviços úteis para o usuário, como a tarefa Encontrar no mapa, onde o usuário seleciona uma cidade por meio de uma lista e esta é marcada no mapa, a tarefa de Rotas ponto a ponto, serviço de rotas entre duas cidades e a tarefa Recomeçar, que carrega o mapa sem a apresentação de nenhuma informação selecionada nele;
- A aplicação utiliza um recurso comum em outras aplicações investigadas, o mapa auxiliar (Figura 6.10) [micvisSC], que auxilia o usuário na localização do local selecionado em relação ao mapa em geral, usando geralmente um retângulo para isto.

Além disto, o mapa auxiliar pode ser utilizado como outra interação para a tarefa de *Pan*;



Figura 6.10: Mapa auxiliar utilizado na aplicação

- Outro fator importante é a quantidade de informação apresentada no mapa como resultado da tarefa Configuração de Elementos, proporcionando ao usuário um serviço relevante aos seus interesses específicos;
- A tarefa Consulta de Informação Descritiva Específica foi bem utilizada, trazendo várias informações sobre os municípios em outra janela do *browser*, com uma boa organização das informações exibidas;
- Com relação aos problemas encontrados, um deles está na tarefa de Configuração da Legenda, por ocorrer a sobreposição de símbolos no mapa. Ao marcar mais de um elemento na legenda, os símbolos se sobrepõem, dificultando a interpretação. Outro problema é a falta de símbolo em alguns elementos da legenda. Para a sua melhoria, além do rótulo o símbolo também deveria estar presente, para facilitar sua identificação no mapa. Outra dificuldade foi a disposição na interface dos rótulos das novas tarefas (Encontrar no Mapa e Rotas ponto a ponto), pois estas se apresentam distantes das demais tarefas que a aplicação disponibiliza. Apesar de possuírem boas representações, a disposição não transmite a sua disponibilidade como tarefas do usuário.

Desta maneira, foi apresentado um caso ilustrativo de aplicação do método de avaliação desenvolvido para a aplicação [micvisSC], com o intuito de mostrar detalhadamente o

funcionamento prático do processo de avaliação. Esta mesma avaliação foi realizada em cada uma das vinte aplicações investigadas no experimento feito por este trabalho.

6.2 Discussão dos Resultados

Após a apresentação do processo de seleção dos mapas interativos, num total de vinte aplicações e da aplicação do método de avaliação a uma ferramenta específica, serão apresentados os resultados do experimento como um todo.

A análise dos resultados encontrados na aplicação do método nas vinte aplicações será feita através da apresentação dos resultados gerais de cada etapa do método separadamente.

A realização do experimento é feita considerando um usuário que utiliza mapas interativos da web, utilizando a interface de um computador do tipo *desktop*.

Primeira Etapa - Inspeção do SSM: Esta etapa do método avalia a presença e o tipo de representação dos elementos do SSM na interface de uma mapa interativo para a *Web*, com relação a presença do SSM na interface os resultados estão na Tabela 6.1.

Elemento do SSD	Aplicações	Porcentagem
Título	17	85%
Legenda	14	70%
Escala	10	50%
Ref.Espacial	8	40%

Tabela 6.1: Frequência da presença do SSM nas aplicações avaliadas

A partir dos resultados apresentados na Figura 6.1 nota-se que 30% das aplicações utilizadas no experimento não apresentam na sua interface um dos importantes signos do SSM, a legenda. Nestas aplicações, o usuário, ao avistar os símbolos utilizados no mapa, tem interpretá-los sem qualquer auxílio.

Os resultados encontrados para a presença dos símbolos do SSM da escala (50%) e referência espacial (40%) nas aplicações testadas foi pequeno, talvez por estes elementos serem considerados mais técnicos. Porém, a representação desta informação na interface de mapas auxilia ao usuário na interpretação das informações.

Após a avaliação da presença na interface das aplicações testadas, a primeira etapa do método também realiza a avaliação da representação de cada símbolo do SSM. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6.2. Nessa tabela foram listadas todas as aplicações testadas de maneira ordenada por seu domínio e o resultado da avaliação dos símbolos do SSM presentes em sua interface. Assim, cada símbolo foi classificado como “Adequado” ou “Inadequado”, na falta de termos mais precisos, sabendo que este termo tem aspecto provisório. A classificação do símbolo foi feita segundo sua capacidade potencial de comunicação de uma informação, considerando a representação gráfica do signo, o rótulo e a posição no mapa.

Aplicação	Título	Legenda	Escala	Ref. Espacial
CPTEC	Adequado	Adequado	-	Adequado
EPAGRI	-	Adequado	-	-
EMBRAPA	Adequado	-	Inadequado	Adequado
INMET	Adequado	Adequado	-	-
MASTER	Adequado	Adequado	-	Adequado
Pará 30 graus	Adequado	-	-	-
Agritempo	Inadequado	Adequado	-	Adequado
GOES	Inadequado	Inadequado	Adequado	Adequado
Infotempo	Inadequado	-	-	-
-	-	-	-	-
Apontador	Adequado	Inadequado	Adequado	-
Maplink	Adequado	Adequado	-	-
Mapafácil	Adequado	Adequado	Adequado	-
Terra Mapas	Inadequado	-	Adequado	Adequado
Google Mapas	-	-	-	-
AondePoa	Inadequado	-	Inadequado	Adequado
Minimapa	Inadequado	Inadequado	Inadequado	-
-	-	-	-	-
Paraná	Adequado	Inadequado	Inadequado	-
Santa Catarina	Adequado	Inadequado	Adequado	-
Exército	-	Inadequado	Adequado	Adequado
Paraíba	Adequado	Inadequado	-	-

Tabela 6.2: Presença e qualidade da representação dos símbolos do SSM nas aplicações

Estes critérios foram adotados com o intuito de analisar se cada um dos símbolos do SSM conseguem representar uma informação para o usuário. Assim, características como a qualidade gráfica e a existência de rótulo são importantes. Estes mesmos critérios foram utilizados em [SB02] para a avaliação de signos em interfaces de um SIG, tendo revelado

grandes dificuldades em sua interpretação. No presente experimento, já em mapas interativos, alguns símbolos apresentaram a mesma característica, sendo classificados como insatisfatórios.

O critério da posição do símbolo na interface também é relevante em alguns casos, pois é fácil entender que os símbolos do SSM devem pertencer à mesma interface na qual o mapa está inserido. Porém, foram encontradas interfaces [midCGdCeHdN, mieDdcdPA, micip] onde, por exemplo, apesar de existirem símbolos para o título e a legenda do mapa considerados satisfatórios, eles se apresentam em uma interface diferente daquela à qual o mapa pertence, o que dificulta a associação e a compreensão pelo usuário.

Cabe chamar a atenção para o fato de que a simples presença na interface do mapa interativo de um símbolo que represente um elemento do SSM não é suficiente, pois se esta representação não for satisfatória, ela não será um signo para o usuário e, conseqüentemente, em nada o ajudará na compreensão e no uso do sistema.

Pela Figura 6.2 nota-se que o número total de símbolos presentes nas aplicações foi pequeno (quarenta e nove signos, 61% do total possível). A presença de cada um dos elementos na interface na análise geral das aplicações seguiu a seguinte ordem: título (85%), legenda (70%), escala (50%) e referência espacial (40%).

Os resultados encontrados sobre a presença de todos os elementos do SSM em uma aplicação foi surpreendente, tendo ocorrido em apenas única aplicação, a GOES [midCGdCeHdN]. A inexistência de todos elementos também ocorreu no experimento realizado, na aplicação Google Maps [midG]. A presença ou não dos elementos do SSM não caracteriza a qualidade da aplicação, mas sim, antecipa dificuldades potenciais na comunicação da informação sobre o mapa para o usuário.

Também foi possível notar que, das vinte aplicações testadas, apenas quatorze (70% do total) apresentam símbolo para a representação da legenda, tendo sido apenas sete deles considerados satisfatórios. Apenas 50% das aplicações que possuíam legenda apresentaram resultados satisfatórios para sua representação, resultado considerado ruim. Se for realizada a comparação com o total de aplicações investigadas, apenas 35% delas apresentaram resultado positivo neste elemento da avaliação do SSM, indicando possíveis

dificuldades do usuário na utilização de uma interface com mapa.

Segunda Etapa - Análise das Tarefas: A Análise de Tarefas é dividida em duas partes, identificação e classificação das tarefas e análise da complexidade e representação destas.

Sobre a primeira parte desta etapa, apresentada na Tabela 6.3, os resultados mostraram que a grande maioria (82%) das tarefas disponibilizadas nas aplicações do experimento pertence às Tarefas de Interação no mapa, correspondendo às tarefas de *zoom*, *pan*, seleção e consulta. Este resultado era esperado devido o fato destas tarefas serem consideradas comuns para sistemas com mapas, mostrando que as tarefas classificadas como Interação com a Legenda, a configuração dos Símbolos do Mapa, e as de Animação podem ser vistas como tarefas especializadas destes sistemas, tendo estes dois tipos juntos sido encontrados em 18% do total de tarefas no experimento.

Aplicação	Zoom	Pan	Seleção	Consulta	Config. de Símbolos	Animação com Interação	Animação sem Interação
CPTEC			X	X			
EPAGRI			X	X			X
EMBRAPA	X	X	X				
INMET			X	X			X
MASTER	X		X	X		X	
Pará 30 graus			X	X			
Agritempo			X				
GOES	X		X		X	X	
Infotempo			X	X			
Apontador	X	X		X			X
Maplink	X	X	X	X	X		X
Mapafacil	X	X					
Terra Mapas	X	X					
Google Mapas	X	X		X			
AondePoa	X	X	X	X	X		
Minimapa	X	X	X	X			
Paraná	X	X		X	X		
Santa Catarina	X	X		X	X		
Exército	X	X		X	X		
Paraíba		X	X	X			

Tabela 6.3: Presença e qualidade da representação dos símbolos do SSM nas aplicações

Sobre a análise da complexidade das tarefas, o experimento mostrou que esta não

é uma dificuldade deste tipo de sistema, pois as tarefas são divididas em um pequeno número de passos. As tarefas que foram consideradas de mais fácil realização foram o *Zoom* e *Pan*, e a de maior dificuldade a Animação com interação, pela necessidade de interação com os controles disponíveis.

O experimento mostrou que não existe um padrão com relação às tarefas. Uma mesma ação leva, em diferentes aplicações, a diferentes tarefas. Ao clicar no mapa, por exemplo, as aplicações executam diferentes tarefas, ou realizam um *Zoom In* ou *Pan*. Esta diferença na maneira da realização das tarefas dificulta a interação com os usuários destes sistemas, pois ao realizar uma ação simples, clicar em algum local do mapa, cada aplicação realiza uma tarefa diferente.

Analisando os símbolos e nos rótulos utilizados, os resultados mostraram que a maioria das aplicações apresenta símbolos específicos para sua representação, recorrendo a botões na interface, como pode-se notar na Figura 6.11.

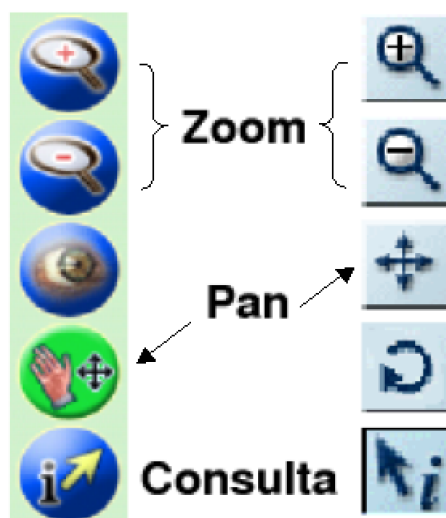


Figura 6.11: Exemplos da representação das tarefas na interface

Na análise dos símbolos que representam cada uma das tarefas, notou-se um certo padrão para a representação das tarefas de *Zoom* (uma lupa) e *Pan* (setas bidirecionais perpendiculares ou mão), mostradas na Figura 6.11. A tarefa de seleção não apresenta nenhum símbolo específico, somente a mudança do ponteiro do *mouse*, geralmente o ponteiro que representa uma mão indicando um lugar. A tarefa de Consulta, apesar de em alguns casos também ser representada por um botão (Figura 6.11), a maioria das

vezes também não apresenta símbolo específico, sendo associada à tarefa de Seleção da seguinte maneira: ao clicar no símbolo selecionado, realiza-se então a tarefa de Consulta, mostrando diversas informações sobre a localidade selecionada. Outro resultado notado foi que a representação da tarefa de Animação é realizada, ou em uma parte do menu, mostrando a divisão das tarefas devido suas diferenças, ou pelo uso de rótulos e não de ícones.

Foram encontradas dificuldades na representação em botões, isto devido à representação gráfica ser aleatória, ou seja, cada aplicação representa a tarefa de uma maneira qualquer. Isto dificulta ao usuário destes tipos de sistemas na associação do símbolo com o conhecimento prévio de outra aplicação de mapa interativo. Para a eliminação deste problema e, também, para o reconhecimento do que cada símbolo da interface quer expressar, o uso de *hints* mostrou-se uma solução adequada, aplicada em várias ferramentas avaliadas do experimento.

Terceira Etapa - Análise da Relação SSM e Tarefas: Esta etapa do método realiza a ligação dos resultados encontrados na etapa de inspeção do SSM com as da etapa de Análise de Tarefas analisando o resultado visível das tarefas, ou seja, a resposta final da execução da tarefa pelo sistema para o usuário. Junto a isto, realiza também a análise conjunta deste resultado com os elementos do SSM representados na aplicação.

Os resultados obtidos mostraram que o experimento não mostrou dificuldades para o usuário na percepção da forma de realização da tarefa.

Com relação ao principal objetivo desta etapa, a relação da execução das tarefas com a representação do SSM na interface, os resultados do experimento mostraram que 75% das aplicações (quinze) apresentaram algum tipo de relação entre uma tarefa e algum elemento do SSM. Este resultado mostra que a análise realizado pelo método sobre esta associação é oportuna.

Os tipos de relação entre as tarefas e os elementos do SSM na realização do experimento foram os mais diversos. A seguir citam-se os tipos de relações e a aplicação onde foram encontradas: *Zoom* com Escala [missdtdP], *Zoom* com Referência Espacial (coordenadas) [midMAaSdTR], Seleção com Referência Espacial (coordenadas) [midSdMA], Con-

figuração de Símbolos com Legenda [mipldE, midpU, mieDdcdPA, missdtdP, micvisSC, dTdIDdSG], *Pan* com Referência Espacial (indicadores de orientação) [mieDdcdPA] e Animação Sem Interação com Título [midCdpdteec]. Além da relação da execução de uma tarefa com um único elemento do SSM, também foram encontrados alguns casos que envolviam dois elementos do SSM, por exemplo, Seleção com Legenda e com Título [midEdpAdSC, midCdpdteec]. Todas estas relações indicam que ao realizar certas tarefas ocorreram modificações na interface nos signos que representam os elementos do SSM.

Todas estas relações Tarefa SSM mostraram bons resultados. As modificações ocorridas na representação na interface do SSM devida à execução da tarefa caracterizam uma resposta do sistema ao usuário, auxiliando sua interpretação do resultado da tarefa e na ligação com o informação que o SSM representa. A relação mais comum encontrada foi a de *Zoom* com Escala. A partir desta relação o usuário consegue além do resultado visual na modificação do mapa, ao perceber a mudança do valor da Escala, compreender que como os valores da escala mudaram, o nível de detalhamento do mapa também mudou em ocorrência

Quarta Etapa - Análise e Síntese dos Resultados: A última etapa do método apresenta uma avaliação subjetiva obtida a partir da realização das etapas anteriores do método, contribuindo, juntamente com os resultados obtidos anteriormente, com novas observações sobre a aplicação. Para sua realização são apresentados as principais contribuições das etapas anteriores e a adição de observações importantes que fornecem informação que possibilita seu uso para o *redesign* da aplicação.

Nesta etapa foi possível identificar algumas boas soluções, as quais são citadas a seguir, bem como algumas sugestões de melhoria destes sistemas:

- O SSM

A avaliação do SSM no experimento demonstrou que a presença de todos elementos: título, legenda, escala e referência espacial praticamente não ocorre, e a interface que apresenta todos os elementos do SSM facilita na utilização do mapa interativo pelo usuário.

Os elementos que mais aparecem são o título, a legenda, a escala e a referência espa-

cial, nesta ordem. Os resultados relativos à legenda mostraram-se ruins, pois metade das aplicações que possuíam este elemento, tiveram sua representação considerada insatisfatória. Outro elemento do SSM, a escala, apresentou resultados interessantes, estando presente apenas metade das aplicações do experimento, e sua representação foi considerada satisfatória apenas em 60% delas. Este resultado mostra a ausência e as dificuldades na apresentação, quando presente, de uma informação importante do mapa, sua escala.

- As Tarefas

Sobre a avaliação das tarefas deste tipo de sistema as mais utilizadas são as classificadas como Interação no Mapa, correspondente às tarefas de *Zoom*, *Pan*, Seleção e Consulta. Com relação à análise da complexidade na realização das tarefas, os resultados do experimento foram considerados bons, pois estas foram consideradas tarefas simples, compostas de poucos passos para sua execução. A representação das tarefas na interface das aplicações apresentou alguns signos comuns, como os utilizados para as tarefas de *Zoom* e *Pan*. Os resultados também mostraram uma divisão entre o uso de representações específicas para as tarefas (por exemplo, botões) e o modo mais intuitivo, por meio da execução direta de ações no mapa. Pelo experimento, as aplicações que utilizam representações específicas mostraram maior facilidade para sua interpretação pelo usuário, portanto, foram consideradas a melhor solução.

- Relação Tarefas e o SSM

O experimento mostrou que realmente existe uma relação entre a execução das tarefas e os elementos do SSM, pois ela foi detectada em diversas aplicações. Foi descoberta uma variedade de tipos de relacionamento entre as tarefas e o SSM, e a representação deste relacionamento na interface pode auxiliar ao usuário tanto na interpretação da execução da tarefa, quanto na ligação com a informação representada pelo elemento do SSM utilizado.

Após todas as considerações sobre os resultados obtidos pela aplicação do método que foi desenvolvido, é possível realizar as seguintes afirmações sobre a interface de um mapa

interativo:

Representação do SSM: Uma interface de um mapa interativo que apresenta os elementos do SSM em sua interface com uma boa representação facilita ao usuário a compreensão das informações que estão no mapa, e também a realização das tarefas, pois são inúmeras as relações existentes entre tarefas e elementos do SSM.

Representação das Tarefas: O uso de representações específicas para as tarefas na interface por botões, com o uso de signos comuns para o usuário, auxilia a compreender rapidamente qual tarefa aquele signo representa. O uso de um padrão de execução para cada tarefa foi verificado durante o experimento, considerado um fator positivo, pois facilita ao usuário a compreensão da execução das tarefas. Por exemplo, a sequência de clicar no botão da tarefa e depois diretamente no mapa mostrou-se um procedimento padrão.

Algumas tarefas mostraram uma representação parecida e inadequada em todas as aplicações. São elas a Configuração de Símbolos do Mapa e a Animação com Interação. Para a melhoria na apresentação da tarefa de configuração de símbolos o uso de rótulos foi utilizado em uma aplicação do experimento e mostrou um bom resultado, o que sugere ser um bom recurso para sua representação. A tarefa de Animação com Interação, caracterizada com uma complexidade maior devido aos controles da animação, sugere a necessidade de ajuda específico sobre os controles, encontrada em uma aplicação, tendo contribuído para o entendimento e o uso desta tarefa.

Uso de *hints*: O uso de *hints* como ferramenta de auxílio ao usuário é um recurso eficiente, principalmente para reconhecimento da representação das tarefas na aplicação, como o reconhecimento dos signos dos botões. No experimento, ainda, algumas aplicações utilizaram o *hint* de uma maneira ainda melhor, pois além de definir o nome da tarefa representada por aquele signo, apresentam um pequeno resumo desta, e a forma como o usuário deve realizá-la.

Ajuda: O experimento mostrou que a grande maioria das aplicações investigadas não apresenta recursos de Ajuda para a interação com o mapa. A opção de Ajuda teria relevância especial nos casos em que a representação dos elementos do SSM não fosse

satisfatória, e, também, no auxílio à identificação das tarefas disponíveis da forma de realizá-las.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

As conclusões realizadas tratam das considerações feitas sobre o método de avaliação proposto, apresentando quais motivos levaram ao seu desenvolvimento, os resultados obtidos, seus aspectos diferenciais e suas limitações. A seção de trabalhos futuros discute os desmembramentos da pesquisa relatada no presente trabalho.

7.1 Considerações sobre o Método

Com a evolução tecnológica ocorrida nos últimos anos, várias aplicações computacionais foram desenvolvidas de modo a aperfeiçoar os meios tradicionais de realização das atividades de diferentes áreas do conhecimento. Entre estas aplicações, estão aquelas voltadas ao uso do mapa no meio digital, os mapas interativos. É cada vez maior o uso deste tipo de sistema para a realidade proporcionada pelo uso da *Web*, no entanto, a avaliação da capacidade destes sistemas pelo aspecto de interação com o usuário ainda é pouco explorada.

Com o intuito de contribuir na melhoria desta situação, este trabalho apresentou um método de avaliação para a interface de sistemas de mapas interativos voltados à *Web* e colaborou na inspeção do estado atual destes sistemas sob o aspecto da IHC.

O desenvolvimento do método está baseado na pesquisa realizada no domínio ao qual os mapas estão ligados, a Cartografia. Assim, o método utiliza um grupo de elementos considerados importantes na interpretação de um mapa nessa área de conhecimento [RMM⁺95, Slo99, Den99]. Estes elementos determinam um conjunto constituído pelo título do mapa, a legenda, a escala e a referência espacial, esta última, composta pelas coordenadas geográficas e pelos indicadores de orientação. Este conjunto foi reconhecido, pelo prisma da Engenharia Semiótica, como o Sistema de Significação do Mapa (SSM), considerado crucial para sistemas com interfaces que contêm mapas, como em particular

para os mapas interativos. A aplicação deste conceito no domínio da Cartografia é um dos pilares na construção do método.

Além de o método desenvolvido apresentar a característica de ser baseado em conceitos oriundos da área da Cartografia, ele tem como outro pilar a análise de tarefas de mapas interativos. A análise de tarefas foi realizada para descobrir quais eram as tarefas mais utilizadas por estes sistemas, a forma como elas eram representadas e qual era sua complexidade para o usuário.

O método, com base no foco no SSM e nas tarefas típicas tem como objetivo gerar novos conhecimentos sobre as interfaces dos mapas interativos. A primeira etapa do método, Inspeção do SSM, oferece ao avaliador o reconhecimento de quais elementos do SSM estão presentes na interface e de como foi realizada a sua representação. A segunda etapa do método, a Análise de Tarefas, utiliza uma classificação de tarefas como base para identificar quais delas são usadas no sistema em questão, e, além disto, avalia quanto boa é a sua representação e a complexidade do sistema para a execução das tarefas. A etapa seguinte, Análise da Relação SSM e Tarefas, faz a relação entre as tarefas e o SSM, avaliando qual o comportamento dinâmico do SSM na execução de cada tarefa. Finalmente, a etapa de Análise e Síntese dos Resultados realiza como complementação das etapas anteriores, uma avaliação subjetiva sobre a aplicação, apontando as facilidades e dificuldades encontradas, e com isto, abre espaço para o desenvolvimento de soluções para a melhoria da interface da aplicação.

O método desenvolvido apresenta um aspecto predominantemente subjetivo, afirmando a característica dos métodos baseados em teorias semióticas pois estes utilizam a semiose do avaliador [Sei04], e toda semiose é um processo com ilimitadas possibilidades. Esta característica foi seguida desde o começo do desenvolvimento do método para que os resultados da sua aplicação fossem observações subjetivas, podendo auxiliar na correção das dificuldades encontradas na ferramenta avaliada.

O experimento realizado pela aplicação do método em vinte ferramentas de mapas interativos para a *Web* pertencentes aos domínios de aplicação agrícola e de meteorologia, localização de endereços e informações sobre um estado brasileiro mostrou resultados

que sustentam hipótese que pautou o desenvolvimento do método, pois os resultados encontrados apontaram para a relevância tanto da presença dos elementos do SSM nas aplicações quanto das relações entre os elementos e as tarefas.

Os resultados do experimento mostraram que o SSM não apresentou bons resultados, pela falta de alguns dos seus elementos na interface ou pela qualidade na representação. A análise de tarefas destacou que a grande maioria são as pertencentes à classe de Interação com o Mapa, *Zoom*, *Pan*, Seleção e Consulta. A execução de todas as tarefas apresentou bons resultados, pois as seqüências de ações associadas não apresentaram dificuldades. Sobre a representação das tarefas, nota-se que algumas aplicações utilizam elementos de interface, como botões, para sua representação, considerada a melhor solução, enquanto outras aplicações apresentam as tarefas de forma subjacente (implícita). Os resultados da análise da relação entre o SSM e as tarefas reafirmam a existência desta relação, que assumiu diferentes formas. A etapa de Avaliação identificou algumas boas soluções encontradas para alguns dos problemas identificados pelo método. O uso de *hints*, uma representação adequada SSM, o uso de elementos de interface para a representação das tarefas e o uso da relação tarefa e SSM pelas aplicações estão entre as boas práticas levantadas pelo experimento.

O método desenvolvido é proposto para a avaliação de um sistema pronto ou em sua etapa final de desenvolvimento. No entanto, ele também pode ser aproveitado durante o projeto de interface, em particular durante a elaboração dos signos, a representarem os elementos do SSM e das tarefas, e na incorporação dos diversos elementos do SSM na interface, assim como na apropriação dos relacionamentos entre as diferentes tarefas e os elementos para potencialização da comunicabilidade do sistema.

Como diferencial principal do método está o uso do conhecimento da área de Cartografia. Esta característica esteve presente efetivamente durante a elaboração do SSM, e durante todo o desenvolvimento do trabalho, caracterizando o aspecto interdisciplinar do método. Outro diferencial importante do método consiste na consideração do SSM e das tarefas, fatores que auxiliam ao usuário na utilização do sistema.

Com o fim de testar o método foi feita uma inspeção de alguns sistemas de mapas

interativos prontos. Esta fase possibilitou a criação de um método não somente baseado na teoria, mas relacionado às características dos sistemas deste tipo efetivamente disponíveis.

A principal limitação do método é avaliar aspectos específicos de interfaces baseadas em mapas, desconsiderando eventuais demais problemas de comunicabilidade da interface. Além disto, a falta de uma etapa de entrevista com usuários também caracteriza uma deficiência. Porém, nota-se que o método pode ser facilmente combinado com outros métodos de avaliação, de modo a descobrir e avaliar problemas associados a interfaces com mapas.

7.2 Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi realizado um avanço no estado da arte da avaliação de mapas interativos sob a ótica de IHC. Foi proposto um método de avaliação que permite aos avaliadores:

- Realizar uma inspeção sistemática em uma interface de mapa interativo para a *Web*;
- Elaboração de um método de avaliação de mapas que possui aspecto interdisciplinar, utilizando além do conhecimento da Engenharia Semiótica, informação da área de domínio, a Cartografia;
- Analisar quais os elementos do SSM presentes no sistema e a sua representação na interface;
- Analisar quais tarefas são representadas na interface destes sistemas e qual é o seu nível de complexidade;
- Observar o comportamento dos elementos do SSM durante a execução das tarefas;
- Reconhecer quais dificuldades existem no uso destes sistemas como um todo e, com isto, melhorar sua interface;

O presente trabalho foi mais uma pesquisa que contribui na pesquisa de mapas interativos. A seguir, são apresentados sugestões para pesquisas futuras sobre o método de avaliação de interfaces para mapas interativos para *Web* desenvolvido:

- Teste do método em outros domínios de sistemas de mapas interativos para a *Web*;
- Adaptação do método para sistemas de *desktop* de mapas interativos;
- Incorporação ao método de uma etapa de análise empírica, com a participação de usuários;
- Pesquisa comparativa dos aspectos sintáticos e pragmáticos, estudo empírico de como o sistema será feito efetivamente em relação a previsão;
- Aperfeiçoar o método de forma a ser utilizado não somente para a avaliação das interfaces mas, também, para auxiliar *design* de interfaces de mapas interativos;

A característica deste trabalho ser interdisciplinar apresenta um custo, pois a investida no campo da interdisciplinaridade reside no tratamento eventualmente superficial de muito dos conceitos abordados, ficando então a proposta de uma pesquisa futura neste sentido.

Das sugestões de pesquisas futuras apresentadas, é considerado o mais relevante avanço nesta pesquisa, o seu aperfeiçoamento de maneira a transformar o método de avaliação numa metodologia de desenvolvimento de mapas interativos. Por meio da melhoria das etapas, a adição de uma análise empírica e, adicionalmente, sua utilização em combinação com outro método, como o ISIM, contribuiria para a construção deste tipo sistema.

BIBLIOGRAFIA

- [AAG00] Natalia Andrienko, Gennady Andrienko, and Peter Gatalisky. Supporting visual exploration of object movement. In *AVI Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pages 217 – 220. ACM Press, 2000.
- [AAG03] Natalia Andrienko, Gennady Andrienko, and Peter Gatalisky. Tools for visual comparison of spatial development scenarios. In *IV Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization*, page 237. IEEE Computer Society, 2003.
- [AHJ93] P. B. Andersen, B. Holmqvist, and J.F. Jensen. *The computer as medium*. Cambridge University Press, 1993.
- [And97] P. B. Andersen. *A theory of computer semiotics*. Cambridge, Cambridge University Press, 2nd edition, 1997.
- [BF97] Thomas Barkowsky and Christian Freksa. Cognitive requirements on making and interpreting maps. In *COSIT '97: Proceedings of the International Conference on Spatial Information Theory*, pages 347–361. Springer-Verlag, 1997.
- [BM98] P. A. Burrough and Rachel A. McDonnel. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, 1998.
- [BN04] Glauciene C. Bertini and Joel C. Neto. Uma modelagem orientada a objeto para o mapa urbano básico de belo horizonte. *Revista IP - Informática Pública*, 6, junho 2004.
- [BP03] Simone D. J. Barbosa and Maíra G. De Paula. Designing and evaluating interaction as conversation: a modeling language based on semiotic

engineering. In *Proceedings of 10th International Workshop on Design, Specification and Verification of Interactive Systems*, june 2003.

- [BPKL02] Marilyn Hughes Blackmon, Peter G. Polson, Muneo Kitajima, and Clayton Lewis. Cognitive walkthrough for the web. In *CHI 2002*, volume 4. ACM Press, april 2002.
- [Bur86] P. A. Burrough. *Principles of Geographical Information System for Land Resources*. Clarendon Press, 1986.
- [Car95] J. M. Carroll. *Scenario-based design: envisioning work and technology in system development*. Wiley, 1995.
- [Cha97] K. Chang. The design of a web-based geographic information system for community participation. Master's thesis, University at Buffalo, Department of Geography, 1997.
- [CPG99] Willian Cartwright, Michael P. Peterson, and Georg Gartner. *Multi-media Cartography*. Springer, 1999.
- [dCLRD04] Ana Maria Nicolaci da Costa, Carla Faria Leitão, and Daniela Romão-Dias. Como conhecer usuários através do método de explicitação do discurso subjacente (meds). In *IHC 2004 Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 2004.
- [Den99] Borden D. Dent. *Cartography - Thematic Map Design*. WCB McGraw-Hill, 5 edition, 1999. chapter II.
- [dOM00] Juliano Lopes de Oliveira and Cláudia Bauzer Medeiros. A software architecture framework for geographic user interfaces. In *International Workshop on Emerging Technologies for Geo-Based Applications*, Ascona, Suíça, 2000.

- [dTdIDdSG] Exército Brasileiro Secretaria de Tecnologia da Informação Diretoria de Serviço Geográfico. Disponível em: <http://www.5dl.eb.mil.br/asc5dl/>. Acessado em 25/03/2005.
- [EJ98] Todd T. Elvins and Ramesh Jain. Engineering a human factor - based geographic user interface. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, volume 18, pages 66 – 77. IEEE Computer Society Press, may 1998.
- [KBCN99] Vished Kumar, Alejandro Bugacov, Murilo Coutinho, and Robert Netches. Integrating geographic information systems, spatial digital libraries and information spaces for conducting humanitarian assistance and disaster relief operations in urban environments. In *Proceedings of the seventh ACM international symposium on Advances in geographic information systems*, pages 146 – 151. ACM Press, 1999.
- [Mac94] Alan M. Maceachren. *Some truth with Maps: A primer on Symbolization & Design*. Association of American Geographers, 1994.
- [micip] MiniMapa mapa interativo com interface pequena. Disponível em: <http://www.info.pro.br/>. Acessado em 01/07/2005.
- [micisocdrdB] Infotempo mapa interativo com informações sobre o clima de regiões do Brasil. Disponível em: <http://ig.infotempo.com.br/>. Acessado em 24/06/2005.
- [micvisSC] Santa Catarina mapa interativo com várias informações sobre Santa Catarina. Disponível em: <http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/>. Acessado em 30/06/2005.
- [midCdpdteec] CPTEC mapa interativo do Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acessado em 25/11/2004.

- [midCGdCeHdN] GOES mapa interativo do Centro Global de Clima e Hidrologia da NASA. Disponível em: <http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/goes>. Acessado em 10/12/2004.
- [midEBdPA] EMBRAPA mapa interativo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>. Acessado em 29/11/2004.
- [midEdpAdSC] EPAGRI mapa interativo da Empresa de pesquisa Agropecuária de Santa Catarina. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/site/index.html>. Acessado em 28/11/2004.
- [midG] GoogleMapas mapa interativo do Google. Disponível em: <http://maps.google.com>. Acessado em 28/06/2005.
- [midINdM] INMET mapa interativo do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acessado em 02/12/2004.
- [midMAaSdTR] MASTER mapa interativo de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais. Disponível em: <http://www.master.iag.usp.br/>. Acessado em 03/12/2004.
- [midNHdP] Para30graus mapa interativo do Núcleo Hidrometeorológico do Pará. Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/index2.htm>. Acessado em 05/12/2004.
- [midpn] MapFacil mapa interativo do portal n. Disponível em: <http://www.mapafacil.com.br/>. Acessado em 30/06/2005.
- [midpT] TerraMapas mapa interativo do portal Terra. Disponível em: <http://www.terra.com.br/mapas>. Acessado em 25/06/2005.
- [midpU] Maplink mapa interativo do portal UOL. Disponível em: <http://www.maplink.uol.com.br>. Acessado em 23/06/2005.

- [midSdMA] Agritempo mapa interativo do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br>. Acessado em 07/12/2004.
- [mieDdcdPA] AondePoa mapa interativo em 3D da cidade de Porto Alegre. Disponível em: <http://www.aondepoa.com.br/home/>. Acessado em 27/06/2005.
- [miplde] Apontador mapa interativo para localização de endereço. Disponível em: <http://www.apontador.com.br>. Acessado em 24/06/2005.
- [missdtdP] Paraná mapa interativo sobre sistema de transporte do Paraná. Disponível em: <http://webgeo.pr.gov.br/website/setr/viewer.htm>. Acessado em 29/06/2005.
- [mitdPdpS] Paraíba mapa interativo turístico da Paraíba desenvolvido pelo SEBRAE. Disponível em: http://www.sebraepb.com.br/investindo_na_paraiba/mapeamento_de_potencialidad. Acessado em 26/07/2005.
- [Mon02] Daniel R. Montello. Cognitive map-design reseach in the twentieth century: Theoretical and empirical approaches. *Cartography and Geographic Information Science*, 29(3):283–304, 2002.
- [Nar93] Bonnie A. Nardi. *A Small Matter of Programming - Perspectives on End User Computing*. MIT Press, 1993.
- [ND86] Donald A. Norman and Stephen W. Draper. *User Centered System Design - New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [Nie93] Jakob Nielsen. *Usability Engineering*. Academic Press, 1993.
- [Oli88] Cêurio Oliveira. *Curso de Cartografia Moderna*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 1988.

- [Oli00] O. L. Oliveira. *Design na Interação em Ambientes Virtuais: uma abordagem semiótica*. PhD thesis, UNICAMP, Campinas, SP, 2000.
- [PB03] R.O. Prates and S.D.J. Barbosa. Avaliação de interfaces de usuário - conceitos e métodos. Anais do XXIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, agosto 2003. capítulo 6.
- [PBM00] Alysson B. Prado, M. Cecília C. Baranauskas, and Cláudia M. B. Medeiros. Cartography and geographic information systems as semiotic systems: A comparative analysis. In *Proceedings of the eighth ACM international symposium on advances in geographic information systems*, pages 161 – 166. ACM Press, 2000.
- [pdsdignW] Gisweb portal de sistemas de informação geográfica na Web. Disponível em: <http://www.gisweb.com.br>. Acessado em 14/03/2005.
- [PJ04a] Pericles Luiz Picanço Jr. Disponibilização de informações espaciais do centro politécnico da universidade federal do paraná na forma de mapa interativo para internet. In *GIS Brasil 2004*, 2004.
- [PJ04b] Pericles Luiz Picanço Jr. Mapa interativo do centro politécnico para internet. Master's thesis, Universidade Federal do Paraná, Junho 2004. Trabalho de graduação do curso de Geografia.
- [PSB02] A. B. Prado, Juliano Schimiguel, and M. Cecília Baranauskas. The computer as medium for expression of geographical information: Drawbacks and challenges. In *ECCE-11 - Eleventh European Conference on Cognitive Ergonomics: Cognition, Culture and Design*, 2002.
- [PSR99] R. Price, B. Srinivasan, and K. Ramamohanarao. Extending the unified modeling language to support spatiotemporal applications. In *Proceedings of the 32nd International Conference on Technology of Object-Oriented Languages*, page 163. IEEE Computer Society, 1999.

- [RMM⁺95] Arthur H. Robinson, Joel L. Morrison, Phillip C. Muehrcke, A. Jon Kimerling, and Stephen C. Guptill. *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons, 1995.
- [Rob00] Cláudia Robbi. *Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano*. PhD thesis, INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2000.
- [RR00] Alessandra Raffaetà and Chiara Renso. Temporal reasoning in geographical information systems. In *Proceedings of the 11th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. IEEE Computer Society, 2000.
- [RYK⁺03] Ingmar Rauschert, Mohammed Yeasin, Nils Kranhsntoever, Rajeev Sharma, Isaac Brewer, Cai Guoray, Alan Maceachren, and Kuntal Sen Gupta. Speech - gesture driven multimodal interfaces for crisis management. In *Proceedings of the IEEE*, volume 91, pages 1327– 1354, september 2003.
- [SB02] Juliano Schimiguel and M. Cecília C. Baranauskas. Evaluating signs in interfaces for geographic information systems. In *CISCI 2002 - Conferência IberoAmericana em Sistemas, Cibernética e Informática*, Orlando, FLA, July 2002.
- [SBM01] Juliano Schimiguel, M. Cecília C. Baranauskas, and Cláudia Bauzer Medeiros. Modelando a interface de aplicações em sistemas de informação geográfica como espaços de comunicação. In *IV Brazilian Workshop on Human Factors in Computer-based Systems*, pages 157– 168, Florianópolis, SC, 2001.
- [SBM04a] Juliano Schimiguel, M. Cecília C. Baranauskas, and Cláudia Bauzer Medeiros. Inspecting user interface quality in web gis applications. In

GeoInfo 2004 - VI Simpósio Brasileiro de Geoinformática, pages 200–219, novembro 2004.

- [SBM04b] Juliano Schimiguel, M. Cecília C. Baranauskas, and Cláudia Bauzer Medeiros. Investigando aspectos de interação em aplicações sig na web voltadas ao domínio agrícola. In *VI Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 125–136, Curitiba, Outubro 2004.
- [Sch01] Wendy A. Schafer. Using interactive maps for navigation and collaboration. In *Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '01*, pages 453 – 454. ACM Press, 2001.
- [Sei04] Maria Lúcia Arraes Seixas. *Um Método de Avaliação para Interfaces Baseadas em Mapas*. PhD thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.
- [Slo99] Terry A. Slocum. *Thematic Cartography and Visualization*. Prentice Hall, 1999.
- [Sou93] Clarisse S. De Souza. The semiotic engineering of user interface languages. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39:753–773, 1993.
- [Sou05] Clarisse S. De Souza. *The semiotic engineering of human-computer interaction*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005.
- [SS04] Clarisse S. De Souza and Maria Lúcia A. Seixas. Um método de avaliação para interfaces baseadas em mapas. In *IHC 2004 Simpósio sobre fatores humanos em Sistemas Computacionais*, 2004.
- [TC97] Amandio L. de Almeida Teixeira and Antônio Christofolletti. *Sistemas de Informação Geográfica*. Editora Hucitec, 1997.
- [Tra98] Carol Traynor. Putting power in the hands of end users: A study of programming by demonstration, with an application to geographical

information systems. In *CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems*, pages 68–69. ACM Press, 1998.

- [VFM03] Lauro Ramos Venâncio, Renato Fileto, and Cláudia Bauzer Medeiros. Aplicando ontologias de objetos geográficos para facilitar navegação em gis. In *V GEOINFO - Brazilian Geoinformatics Symposium*, 2003.
- [WF86] Terry Winograd and Fernando Flores. *Understanding Computers and Cognition*. Addison Wesley, 1986.
- [WPM03] Arron R. Walker, Binh Pham, and Anthony Maeder. A framework for a dynamic interactive 3d gis for non-expert users. In *Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia*, pages 283–284. ACM Press, 2003.