



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

PROGRAMA DE MESTRADO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE
SISTEMAS AMBIENTAIS

**Modelagem de comunicação em WebGIS para difusão de dados
geográficos e promoção de análise espacial**

SHEYLA AGUILAR DE SANTANA

Orientador: Prof^a. Dra. Ana Clara Mourão Moura

Co-Orientador: Prof. Dr. Brent Hall

Belo Horizonte (MG) – 2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

PROGRAMA DE MESTRADO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE
SISTEMAS AMBIENTAIS

**Modelagem de comunicação em WebGIS para difusão de dados
geográficos e promoção de análise espacial**

SHEYLA AGUILAR DE SANTANA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais,
da Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito final para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Dra. Ana Clara Mourão Moura

Co-Orientador: Prof. Dr. Brent Hall

Agradecimentos

A todas as pessoas que me ajudaram diretamente e indiretamente no desenvolvimento dessa pesquisa:

- A Ana Clara pelos ensinamentos e confiança,
- Aos amigos do laboratório de geoprocessamento da UFMG pela força e esclarecimentos,
- Aos usuários que se disponibilizaram voluntariamente a contribuir com essa pesquisa,
- Aos amigos e desenvolvedores do fórum i3geo, php, Java e mapserver pela disponibilidade e soluções,
- A minha família pelo apoio incondicional,
- Ao Richard pela paciência e conhecimento,
- Aos responsáveis pelo convênio Alfa-Faro pela oportunidade e experiência,
- Aos desenvolvedores do i3geo
- A todos aqueles que me ajudaram chegar até aqui, o meu muito obrigado.

“Sistemas de informação são aqueles que, de maneira genérica, objetivam a realização de processos de comunicação. (...). Nesses sistemas, documentos contêm informação potencial e são formalmente organizados, processados e recuperados com a finalidade de maximizar o uso da informação” (ARAÚJO, 1996, p.48).

Resumo

O trabalho visa dar apoio à difusão da informação e análise espacial no âmbito do geoprocessamento através das mídias de “*world wide web*” - rede de alcance mundial, que propicia que documentos sejam interligados e executados na internet. Para esta tarefa, é necessário compreender as relações de comunicação promovidas pelas novas mídias digitais, sobretudo no que se refere às consultas e análises de dados espacialmente localizados, com a finalidade de construção de informação sobre a realidade territorial. Nesse sentido, é nosso interesse compreendermos como se formam os processos de comunicação, para estudarmos mais particularmente este processo nos aplicativos de informática destinados à difusão e análise de dados espaciais. Uma vez estudado o fenômeno, é proposta a modelagem de um produto baseado em SIG (sistema de informações geográficas) para apoio à tomada de decisões através da mídia web, implementando proposta do denominado WebGis em estudos de caso no Brasil e na Itália. A partir da montagem dos protótipos, são desenvolvidos testes de funcionalidade e usabilidade, através de acessos à rede entre países e em multi-acessos. A presença do usuário nos testes ao longo da criação da protótipo aponta caminhos para a projetista definir a forma de desenvolver um processo comunicativo ideal com um grande número de pessoas, tornando assim a interface em uma ferramenta de boa visualização e interação com os usuários. Os resultados evidenciam que um estudo bem consiso sobre usabilidade e comunicabilidade permitem que a proposta de interface atinja o objetivo de criar um aplicativo de fácil compreensão e manuseio por inúmeras pessoas independentemente da sua posição na pirâmide de usuários

O aplicativo pode ser acessado nos endereços:

- <http://137.204.46.63/CANDEIAS/>
- <http://137.204.46.63/CARRARA/>
- <http://137.204.46.63/WEBGIS/>

Sumário

1. Introdução.....	8
1.2. <i>Objetivos</i>	12
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1. <i>Modelagem e Modelos</i>	13
2.2. <i>Teoria da Comunicação</i>	17
2.2.1. <i>Comunicação Gráfica e Visual</i>	22
2.3. <i>Modelos Comunicacionais</i>	25
2.4. <i>Evolução da Cartografia até a Cartografia Multimídia</i>	34
2.5. <i>Interfaces</i>	55
2.5.1. <i>Interfaces e Interação</i>	55
Projeto de Interface	57
2.6. <i>Projetos de interface em cartografia</i>	68
2.6.1. <i>Metodologia na Composição de Software</i>	70
2.7. <i>Avaliação de Sistemas de Informação</i>	72
2.7.1. <i>Métodos de avaliação analíticos</i>	73
2.7.2. <i>Métodos de avaliação empíricos</i>	80
2.7.3. <i>Testes de Usabilidade</i>	85
2.7.4. <i>Teste de comunicabilidade</i>	86
2.7.5. <i>Teste de Usabilidade X Teste de Comunicabilidade</i>	89
3. Metodologia - Projeto e Implementação.....	91
3.1. <i>Domínio do Problema – O contexto do WebGIS</i>	92
3.2. <i>Base Tecnológica</i>	94
3.3. <i>Nível Operacional</i>	96
3.3.1. <i>Ferramentas</i>	96
3.3.2. <i>Interface</i>	98
3.3.3. <i>Análises</i>	103
3.4. <i>Nível de Implementação</i>	104
3.4.1. <i>Estudos de Casos</i>	104
3.4.2. <i>Customização da interface</i>	106
3.5. <i>Testes com usuários</i>	114
3.5.1. <i>Usuários</i>	117
3.5.2. <i>Síntese dos resultados dos testes</i>	119
4. Conclusão dos Testes e Recomendações.....	126
5. Referências Bibliográficas.....	131

Lista de Imagens

Figura 1 – Processo comunicativo entre seres humanos. (ECO, 2005, p.48)	19
Figura 2 - Teoria da informação a comunicação cartográfica (Kozel, 2001. p.136).	23
Figura 3 - Representação gráfica do primeiro modelo comunicacional – Modelo Funcionalista. (Teixeira, 1997, p. 10)	26
Figura 4 - Representação gráfica do Modelo Dialógico (Teixeira, 1997, p.21).....	26
Figura 5 - Conceito Básico da Teoria da Comunicação Cartográfica – Fonte: Keates, 1980, p.167.	31
Figura 6 - Modelo de Comunicação Cartográfica – Fonte: Kolacny (1977, p. 42).....	31
Figura 7 - Modelo de Comunicação Cartográfica para mapas interativos – Fonte: Peterson, 1999, p 249.....	33
Figura 8 - Variáveis visuais e modos de implantação. Fonte: BERTIN (1967 p.66).....	40
Figura 9 - Nível de organização das variáveis visuais. Fonte: BERTIN (1967, p.76).....	40
Figura 10 - Tabela completa de variáveis visuais com nível de organização. Fonte: BERTIN (1967, p.56).....	40
Figura 11 - Acuidade de percepção dos atributos visuais. Fonte: MACKINLAY op. Cit)	48
Figura 12 - Uso dos mapas na visualização cartográfica. Fonte: DiBiase, 1992, p.204.....	49
Figura 13 - (Cartografia)3 – Representação do “Espaço” de uso do mapa. Fonte: MacEachren, 1995, p.57. ...	50
Figura 14 - Matriz de uso do mapa. Fonte: DiBiase, 1994, p.4.....	51
Figura 15 - Conceito de hipermapas – Ligação de componentes de multimídia individuais e o mapa.	52
Figura 16 - Processo de interação usuário-sistema. Fonte: Leite, 2000.	56
Figura 17 - Modelo de ciclo de vida da interface. Fonte: Campos, Rocha (1998 op. cit).....	57
Figura 18 - Sofisticação nas tarefas interativas. Fonte: Crampton, 2002, p.87.	69
Figura 19 - Associação entre expressões e classificação.	89
Figura 20 - Fluxograma da metodologia utilizada.....	92
Figura 21 - Projeto Tecnológico Básico do Projeto de Interface.	95
Figura 22 - Ilustração do posicionamento dos menus.	100
Figura 23 - Sistema de Abas – Software Arcgis.....	101
Figura 24 - Interface customizada.	106
Figura 25 - Proposta de Customização das propriedades do mapa.	107
Figura 26 - Proposta de elementos a serem customizados por casa usuário.	107
Figura 27 - Ferramentas Básicas	108
Figura 28 - Ferramentas Interativas	108
Figura 29 - Exemplo de ferramenta que utiliza caixa de diálogo.	109
Figura 30 - Exemplo de sobreposição de duas camadas de informação – Exemplo Carrara(IT).....	111
Figura 31 - Exemplo de acoplamento de duas camadas. Exemplo Carrara (IT)	112
Figura 32 - Exemplo de análise buffer para avaliar faixa de domínio de rodovia - Exemplo Candeias (MG). 112	
Figura 33 - Exemplo do uso da ferramenta de fotografia. Exemplo Candeias (MG)	113
Figura 34 - Exemplo de um mapa temático elaborado por um usuário teste.....	113
Figura 35 - Exemplo de a função salvar arquivo customizado.....	114
Figura 36 - Tabela de resultados das perguntas enviadas aos usuários.....	119
Figura 37 - Arquitetura de Infra-Estrutura para a solução WebGIS de Alta disponibilidade.	124

1. Introdução

Os mapas são meios de comunicação que têm como objetivo fornecer informações espaciais sobre ocorrências e fenômenos geográficos para o usuário. Quando empregam técnicas computacionais nas diferentes fases do estudo técnico científico, os mapas são utilizados para dar suporte às tomadas de decisão e também apresentar resultados. O papel do mapa ultrapassa a simples comunicação da informação quando são utilizados na análise visual. Segundo Maceachren e Kraak (1997) o processo chamado de visualização cartográfica, ou seja, a preocupação com a comunicação na interface de exibição o mapa para o usuário final, tem uma importância essencial para a transmissão do conhecimento. Essa importância da comunicação cartográfica se destacou com a evolução da tecnologia e do aumento da demanda por produtos oriundos do geoprocessamento.

De maneira simplificada, a visualização significa utilização de métodos gráficos para análise e apresentação dos dados (Dibiase et al., 1992). O destaque da visualização está em seu poder exploratório e não somente nos aspectos comunicativos, ou seja, na apresentação dos dados. A possibilidade da exploração da informação permite descobrir e entender a relação entre os fenômenos espaciais e seus sistemas.

A cartografia convencional está baseada na representação dos fenômenos espaciais de forma estática. Todas as informações são representadas por símbolos. O usuário, ao olhar para o mapa, precisa decodificar a mensagem e fazer as análises necessárias para entender o que está sendo representado. Com o advento da tecnologia computacional na produção e disseminação cartográfica, o usuário deixou de ser um ator passivo no processo de interpretação das informações e começou a interagir com a representação. Isso foi possível com os mapas interativos, SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) e WebGIS. A interatividade permite, por exemplo, o que usuário visualizar diferentes aspectos do fenômeno, visualizar os *layers* de seu

interesse, visualizar diferentes escalas, com diferentes graus de detalhamento ou até mesmo escolher a simbologia de representação.

Segundo Peterson (1999), os mapas interativos podem ser divididos em três grupos:

1. Atlas eletrônicos, ou também conhecidos como WebGIS, que consistem em um conjunto de mapas em ambiente digital associado a uma base de dados, consultas ao banco de dados, construção mapas temáticos de acordo com as necessidades de cada usuário e das análises espaciais;
2. Mapas de navegação pessoal, que são os guias rodoviários digitais no qual o usuário pesquisa sobre percursos;
3. Mapas para análise de dados, que são sistemas para mapeamentos interativos que permitem ao usuário a geração de mapas com diferentes classificações.

A interface para o usuário é outro elemento importante e que deve ser considerado na discussão sobre a interatividade em ambientes digitais. O projeto das interfaces deve facilitar o acesso a tarefas e funcionalidades do sistema, bem como o entendimento da informação. Existem diferentes estilos de interface, mas não existe nenhuma regra ou convenção sobre como cada função deve ser implementada.

O desenvolvimento dos Atlas Eletrônicos e dos WebGIS é apresentado pela Associação Cartográfica Internacional (ICA – *International Cartographic Association*) como um tópico importante a ser estudado. Discute-se a implementação de novos conceitos como, por exemplo, a visualização cartográfica e inclusão de novos recursos de interatividade (ICA, 2001).

Com o crescimento exponencial de pessoas que estão conectadas à rede mundial de computadores, a *World Wide Web* se tornou um veículo muito importante na disseminação de informações por todo mundo. Suas atividades iniciaram com a disseminação de documentos contendo textos e algumas imagens de baixo padrão de qualidade, em formato GIF e JPEG. O protocolo

HyperText Transfer Protocol (HTTP) e o HyperText Markup Language (HTML) foram base do funcionamento e permitiram o envio de conteúdos *online*, aumentando a interatividade, embora bem limitada aos atuais padrões das aplicações gráficas convencionais. Segundo Ramos (2005), a partir do conceito de hipertexto, surgiram os hipermapas, definidos como mapas digitais interativos, que possibilitam ao usuário acessar uma série de informações georreferenciadas por meio dos *links*. Parte-se de um mapa índice, que permite consultas a diferentes escalas e diferentes conjuntos de informações. A constante evolução das tecnologias permitiu a criação de bibliotecas digitais para a publicação de dados. As bibliotecas digitais de informações geográficas são centros de dados geográficos que fornecem infra-estrutura para a criação, estruturação, armazenamento, processamento, recuperação e distribuição dos dados geográficos (Câmara et al., 2005). Pode-se dizer que os WebGIS e os portais já fazem parte desse tipo de serviço.

Os avanços tecnológicos resultaram em uma nova cartografia na qual os produtos são organizados mais rapidamente e a interação é quase em tempo real. Inicia-se o período da cartografia multimídia. A concepção da multimídia interativa e hipermídia foram introduzidas para se referirem à mídia combinada com a estrutura de *links* interativos. A ênfase muda de “estático” para “dinâmico”. Com isso, a multimídia se tornou a interface de comunicação entre emissor e destinatário da informação, e a interação a chave para a formação do conhecimento, como defende Rijken (1996, p. 7): “*Sistemas interativos estão virando caminhos para a comunicação da infundável informação espacial*”.

Para Cartwright (1999), a revolução da multimídia deve ser explorada como um argumento das capacidades de processamento de informações, bem como uma nova maneira de divulgação das informações. A possibilidade de acrescentar novas formas de representação ao uso do *display* de um mapa isolado permite que o sistema se torne comunicativo e acessível para um maior número de pessoas.

Os WebGIS então podem ser entendidos como sistemas para disponibilização e construção cartográfica utilizando a interface da internet. Ele busca resolver a dificuldade de levar a informação de ponta a ponta, ou seja, decodificar a informação especialista para o usuário final.

Atualmente, a construção do pensamento da geoinformação está centrada na preocupação com a comunicação entre o especialista produtor das informações e o usuário final que pode, muitas vezes, não conhecer muito sobre os conceitos cartográficos. Isso se deve ao fato da percepção de que a produção da informação não significa necessariamente a transmissão do conhecimento, uma vez que o dado só se torna um ganho de conhecimento se trazer uma nova perspectiva, um novo olhar. Conseqüentemente, crescem os estudos sobre formas de visualização e sobre os modelos comunicacionais voltados para o diálogo correto entre as duas pontas da transmissão da informação.

A cartografia multimídia se torna o novo momento da evolução cartográfica, pois aproxima os usuários finais que passam a ter mais acesso e interesse por este veículo de comunicação, como argumenta Cartwright et. al, 2001, p.333):

“The Internet has changed the way maps are delivered and used. It acts as a stimulant for map production and map distribution. Applied Web mapping techniques have been seen as a major step in the development of cartography. The main advantages of Internet Cartography are better accessibility for the user, facilitating higher actuality or easier distribution of maps”.

Com isso, a modelagem da comunicação se torna uma importante ferramenta para se estudar e compreender como os diversos tipos de usuários utilizam os *browsers* e como eles decodificam as informações geradas no âmbito do geoprocessamento. Percebe-se que é necessário criar sistemas de informação geográfica com interfaces com grande grau de comunicabilidade e usabilidade e prontos para serem publicados na internet.

1.2. Objetivos

Objetivo geral:

Esta dissertação visa compreender a dinâmica de comunicação para a disponibilização de dados georreferenciados, modelada conforme o grau de conhecimento e demandas de grupos de usuários de geoprocessamento. Busca-se entender como é o processo de comunicação entre a interface e o usuário. A partir destes estudos, é modelado um sistema de WebGIS que atenda o maior número de pessoas sem perdas significativas de informação e que dê apoio à construção do conhecimento.

Objetivos Específicos:

Um dos objetivos específicos da pesquisa foi identificar quais são os elementos importantes dentro do sistema de disponibilização de geoinformação e descobrir qual é a melhor forma de exibição para que ele seja acessível e comunicativo.

Outro objetivo específico foi avaliar se um produto de WebGIS bem estruturado em termos de modelagem de comunicação é capaz de promover ganho de conhecimento aos usuários. Entende-se que há três grupos de usuários: o básico, que busca a WebGIS como servidor de mapas e apenas acessa camadas de informação para compor o seu mapa; o intermediário, que é capaz de fazer consultas a banco de dados para obter suas respostas espaciais, e o avançado, que é capaz de fazer análises espaciais mais complexas. Assim, a evolução dos usuários pode ser mensurada pela observação da capacidade de um usuário de nível básico se sentir à vontade e explorar consultas a banco de dados, assim como de usuários de nível intermediário se sentirem motivados e à vontade para construir análises espaciais mais complexas.

2. Revisão Bibliográfica

O desafio de examinar as dimensões dos modelos comunicacionais envolvidos nas práticas sociais nos obriga, antes de qualquer coisa, definir o que seja um modelo e o que seja comunicação. Uma vez caracterizado esse contexto, é importante entender as especificidades da comunicação visual e associar modelos e comunicação através dos estudos dos modelos comunicacionais.

Uma vez compreendidos estes contextos maiores no processo de comunicação e, sobretudo, na comunicação gráfica, é importante enfocarmos a cartografia como veículo de comunicação e os novos desafios para a ciência cartográfica, através da proposta da cartografia multimídia.

Aprofundando nas especificidades da comunicação em cartografia, apresentamos estudos sobre as interfaces da cartografia e, finalmente, enfocamos as metodologias na composição de software.

O roteiro seguido nos estudos bibliográficos visa à construção de um embasamento referencial que dê subsídios para a proposição de nosso aplicativo de WebGIS.

2.1. Modelagem e Modelos

Chorley e Hagget (1967, p. 11) definem modelo como *“a estruturação simplificada da realidade que, supostamente, apresenta características e relações importantes”*. Segundo eles, *“o modelo pode ser visto como uma teoria, uma lei, uma hipótese, uma idéia estruturada, uma relação, uma função ou equação, uma síntese de dados ou argumentos do mundo real.”*

Os modelos são criados a partir da observação de uma pessoa ou de um grupo com objetivos e interesses semelhantes. Assim, podemos dizer que todos os modelos carregam consigo uma faceta subjetiva. A realidade é representada conforme o ponto de vista e o interesse de estudo desse pesquisador e, por

isso, sua estruturação busca aspectos selecionados da “teia de realidade”. Essa teia, também compreendida como as variáveis que compõem os sistemas, não estão somente agregadas, mas sim correlacionadas. As combinações dessas variáveis buscam respostas sobre o funcionamento do sistema.

Os modelos apresentam como características principais, segundo os mesmos autores (op. cit., p. 23):

- Seletividade – Determinação de prioridades e informações importantes;
- Estruturação – Relações estabelecidas entre os elementos envolvidos, segundo característica e função.
- Sugestividade – Instrumento especulativo, potencial explicativo.
- Relacionabilidade – Simples para a compreensão e complexo para representar a realidade.
- Reaplicabilidade – Reaplicáveis em diferentes casos da mesma categoria.

Um modelo que apresenta a característica de seletividade é aquele que, entre uma enorme gama de informações, escolhe com quais variáveis irá trabalhar para conseguir chegar a uma resposta sem muita informação desnecessária, como também defende Sayão (2001, p. 85):

“Os modelos podem ser considerados como aproximações seletivas que, pela eliminação de detalhes acidentais, permitem o aparecimento de alguns aspectos fundamentais relevantes ou interessantes do mundo real sob alguma forma generalizada.”

A característica de estruturação do modelo define que os aspectos importantes selecionados sejam avaliados e explorados de acordo com as suas relações com os outros modelos e elementos da realidade. Pode-se pensar sobre estruturação em termos dos referenciais estabelecidos por Von Bertalanffy (1962, p.1-20) da teoria geral dos sistemas, que propunha visualizar o mundo e o universo em termo de um grande conjunto interconectado, dentro do qual se separariam subsistemas para análise.

A sugestividade no modelo é observada quando um bom modelo traz na sua estrutura sugestões para sua própria extensão e generalizações. Isso significa que a estrutura do modelo tem maiores implicações do que as partes quando estudadas individualmente e, por meio de operações efetuadas pelas leis estruturais, é possível chegar a previsões do mundo real. Com isso, os modelos são instrumentos que possuem implicações suficientemente ricas de especulação que conduzem a hipóteses novas no campo primário de investigação.

Os modelos devem ser simples para compreensão, mas não tão generalizados a ponto de perderem informações importantes do âmbito da realidade. O valor de um modelo está relacionado com o seu grau de abstração. Os modelos de maior sucesso possuem alta probabilidade de aplicação. São específicos para uma área, mas se encaixam em diversos contextos:

“Por serem os modelos diferentes do mundo real, são então analogias que permitem reformular o conhecimento sobre alguns aspectos do mundo real em uma forma mais familiar, simplificada e acessível, observável e facilmente formulada ou controlável, da qual se podem tirar conclusões que, por sua vez, possam ser aplicadas no mundo real. A reaplicação é um pré-requisito dos modelos nas ciências empíricas.” (Souza e Dodebei, 1993, p. 13).

Chorley e Hagget (1967) classificam os modelos quanto aos seus objetivos em quatro itens:

- Descritivos
- Prescritivos
- Prospectivos
- Preditivos

Os modelos descritivos são os de menor complexidade dentre os citados, pois trabalham apenas com o diagnóstico e exposição das variáveis de um sistema. Um bom exemplo dessa categoria são os mapas. Os mapas mostram uma determinada realidade identificando apenas os elementos que a compõe

conforme um objetivo. Eles possuem como função visualização e pequenas consultas.

Os modelos prescritivos são aqueles que indicam caminhos para solucionar uma problemática. Esses modelos inserem no sistema as possibilidades de análise. Ilustra bem essa segunda categoria os estudos de identificação de área potencial de crescimento urbano ou até mesmo de álgebra de mapas para responder, por exemplo, locais prováveis de focos de incêndio.

A partir dos modelos prospectivos inicia-se um trabalho com a inclusão da variável tempo. O modelo se torna dinâmico e consegue fazer previsões e criação de cenários. Eles são calibrados a partir de uma série histórica que permite fazer projeções para anos seguintes. Esses modelos levam em consideração fatos anteriores e fazem previsões, conforme o comportamento das variáveis ao longo do tempo, sem considerar que pode haver algum tipo de mudança comportamental de alguma variável afetando todo o sistema futuro.

Os modelos preditivos ainda não muito populares e nem estudados. Eles conseguem criar tendências sobre uma determinada variável. Estudiosos acreditam que esse é o estágio sucessor dos modelos prospectivos. Eles são mais complexos porque conseguem, de certa forma, inserir questões comportamentais de variáveis de acordo com a sua maneira de apropriação do espaço.

Os modelos são criados para atender determinadas expectativas científicas. Entre as funções dos modelos podemos citar algumas expostas por Chorley e Hagget (1967):

- Lógica – explica o que acontece com tal fenômeno;
- Normativa – cria comparações e padrões;
- Sistemática – realidade e um conjunto de sistemas;
- Construtiva – cria leis e teorias.

Os modelos desempenham uma função lógica quando ajudam a explicar como ocorre determinado fenômeno; apresentam a função normativa que permite a

comparação de fenômenos com outros mais familiares; têm função sistemática quando a realidade é vista em termos de sistemas interligados e, finalmente, a partir da função construtiva, desempenham o papel de construção de teorias e leis.

Segundo Apostel (1991, p.1-37) os modelos são necessários por constituírem uma ponte entre os níveis de observação e os teóricos que se preocupam com a simplificação, ampliação, globalização, formação de teorias e explicações. Constrói-se um modelo a partir de uma teoria ou se cria, testa e avalia uma teoria a partir de um modelo, podendo assim dizer que os modelos são a formalização das teorias.

Os modelos promovem a comunicação das idéias científicas. Essa comunicação, segundo Kaplan (1964, p. 37): *“não é uma questão de sociologia da ciência, mas está intrínseca à sua lógica; como na arte, a idéia não é nada até encontrar a expressão”*.

Com isso, embora o objetivo do modelo seja criar um sistema sintético de representação do mundo simplificada conforme uma perspectiva é necessário utilizar uma linguagem universal, tanto pela compreensão das fontes lingüísticas externas como pela fabricação interna de novas palavras para que o sistema se torne compreensível para todos os tipos de usuários e comportamentos. A relação entre esses dois conjuntos de ocorrências, de criação e concepção de fontes para a geração de uma linguagem universal, constitui as regras semânticas ao serem memorizadas pelo sistema.

2.2. Teoria da Comunicação

Quando nos referimos à comunicação, todos tendem a concordar que esta diz respeito ao fenômeno de emissão, transmissão e recepção de mensagens. O fato é que as definições podem variar amplamente, desde as mais abrangentes e inespecíficas que enxergam o fenômeno em todos os sistemas, já que *“não há sistemas sem transmissões”* (Serres, 1995; p. 82); até as mais específicas,

que só pretendem valer para um conjunto bem circunscrito de objetos e práticas relacionados à transmissão de mensagens entre humanos.

A grande dificuldade em estudar a comunicação está relacionada, fundamentalmente, ao seu caráter abstrato, pois mesmo que para que ela aconteça sejam essenciais objetos e práticas bem concretos (como, por exemplo, os meios como os jornais), a comunicação é um conceito que só se define integralmente quando incorpora as dimensões do domínio da idéia sem base material. Ela só se define completamente quando “usada” na relação com o sistema concreto de objetos e práticas que constituem o *espaço e o tempo relacional*¹ e que condicionam e permitem nossa relação com os outros humanos. Temos então um sistema com variáveis de duas naturezas: essa transmissão de informação desde a sua concepção até a sua compreensão pelo destinatário que possui uma margem indeterminada e o segundo elemento que preenche o conceito através de uma rede bastante concreta de objetos e práticas que utilizamos para nos comunicar.

O caráter abstrato da comunicação se deve também ao fato de que ela só acontece na mente do receptor. O processo só chega ao final quando o receptor compreende a informação. Isso não quer dizer que ele tenha entendido exatamente o que o destinatário quis emitir, conforme abordaremos oportunamente.

A semiologia estuda todos os fenômenos culturais como sistemas de signos, isto é, fenômenos de comunicação. A psicologia estuda a percepção como fato comunicativo, a medicina ocupa-se com a transmissão de sinais por terminações nervosas, a matemática se preocupa com os modelos matemáticos que traduzem ou representam a comunicação. Na cartografia e no geoprocessamento a comunicação se processa por modelos matemáticos, mas que devem ser transmitidos aos interlocutores segundo fenômenos culturais e

¹ Umberto Eco (2005) defende que a comunicação se constitui no tempo e no espaço relacional, pois não se consegue definir em qual momento e local exato acontece o processo de comunicação. Isso considerando que não está bem definido quando o processo comunicativo tem início. Seria no momento em que o destinatário emitiu a mensagem? Ou seria quando ela construiu o pensamento para falar? Ou seria quando ela aprendeu os conceitos do que ela vai transmitir? Devido a esse fato, pode-se dizer que a comunicação acontece no espaço e no tempo relacional.

perceptivos, além de explorar as possibilidades de transmissão pelo sistema nervoso.

Com isso, para identificarmos os modelos de processos comunicacionais como fenômenos sociais e entendermos suas implicações teórico-práticas, precisamos fazer uma reflexão individual da estrutura elementar da comunicação: onde ela existe em seus termos mais elementares, e como ocorre a transmissão da informação. Não que os fenômenos mais complexos se reduzam a simples transmissão da informação sem a preocupação dos significados e subjetividades que influenciam a compreensão sócio-cultural dos indivíduos, mas sim porque individualizar a relação comunicacional permite a construção de um modelo exemplar.

A figura 1 apresenta um esquema de formação do processo de comunicação, segundo Umberto Eco (2005, p.48). A decodificação de uma informação tanto para o emissor passar ao canal, como para o canal transmitir ao receptor, ocorre através do uso de sinais. Muitas vezes podem ocorrer *ruídos* no *canal* de transmissão. Para evitar essas falhas, podemos complicar o *código*, pois assim aumentamos as possibilidades de informação reduzindo os ruídos.

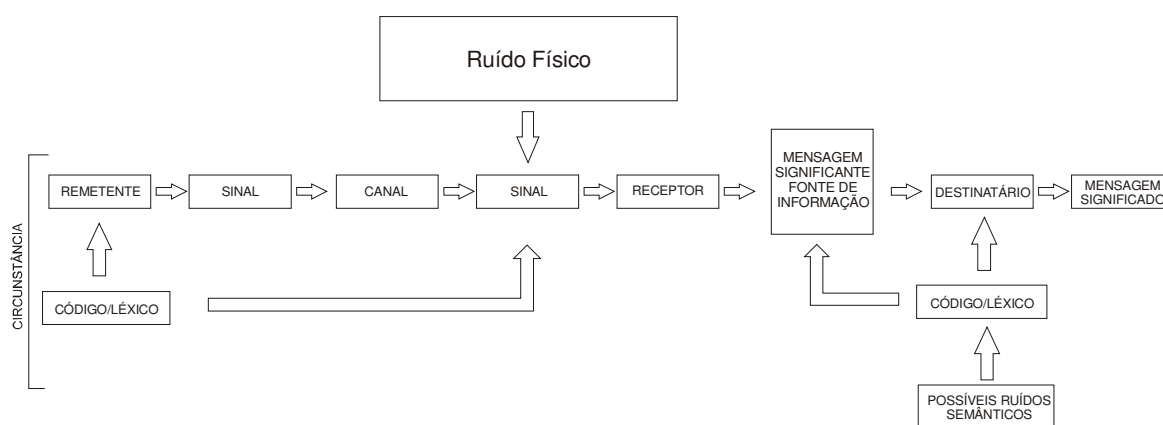



Figura 1 – Processo comunicativo entre seres humanos. (ECO, 2005, p.48)

A compreensão de uma informação pelo receptor muitas vezes passa pela necessidade dele estar inserido em um contexto no qual os sinais passam a ter

um *sentido*. Inicia-se o processo de *significação* porque o sinal não é mais simples impulso, e sim uma forma *significante* que o humano terá que descobrir o *significado*.

Colocando essa conceituação dentro do contexto da cartografia, podemos pensar em um mapa distribuído em forma de papel para o usuário final. Nesse mapa, existe o símbolo  no meio da estrada como componente de legenda. Para o usuário do mapa, o *significante* será “animal” e a conotação será “possibilidade de animais na pista”. O processo de *significação* trará para o destinatário o significado de que naquele trecho ele deverá reduzir a velocidade, pois existe a possibilidade de ter animais na pista e causar um acidente. Contudo, há o risco de alguém entender como “área de pecuária”. Outro exemplo de ruído de comunicação em cartografia ocorre com a utilização da cor branca para a representação de algum componente de legenda, pois embora seja usual que o branco simbolize a ausência da informação, há a possibilidade dele estar sendo utilizado como ausência do fenômeno, gerando um duplo sentido e, conseqüentemente, uma falha de comunicação.

No processo comunicativo é necessário o elo entre *significante*, *significado* e *código*:


“O *significante* é a imagem da forma fônica, ao passo que o *significado* é a imagem mental da coisa, (...) o código estabelece que um dado *significante* denota um determinado sentido.” (Eco, 2005, p 29).

A partir do momento que a *simbologia* estabelece a existência de um *código*, o *significado* não é mais uma entidade sociológica e sim um fenômeno de cultura descrito por um determinado grupo de pessoas. A partir dessa premissa, para que o processo se dê de forma efetiva entre as pessoas, o locutor precisa compartilhar um dado código cujo *significante* denote um significado comum.

No processo de comunicação nem sempre o remetente e o destinatário comunicam e recebem as mensagens com base nos mesmos códigos. Para que não haja ruídos nesse processo e a decodificação da mensagem seja

clara, são necessários alguns elementos, como os códigos denotativos, códigos conotativos, contexto interno e circunstância de comunicação.

Os códigos devem possuir um significado na medida em que nenhum outro seja carregado da mesma força de significado quando inserida em um mesmo *contexto* que fornece as chaves para a interpretação do restante. A circunstância de comunicação permite compreender a que código o remetente está se referindo.

Imaginemos um mapa dentro do contexto de transportes com o seguinte símbolo . Dentro desse horizonte no qual está inserido, o código está representando a existência de aeroporto, pois está carregado de uma força de significado quando inserido dentro da situação citada.

Esse fenômeno comunicacional pode ser descrito da seguinte forma: o receptor envia uma mensagem – significantes possíveis que, após ser reportados a determinados filtros de linguagens próprios de um grupo de pessoas, transformam-se em mensagem – significado, e, portanto, a escolha definitiva de sentido realizada pelo destinatário a partir dos códigos conotativos e denotativos partilhados entre as pessoas e o contexto interno.

Outra questão é sobre a dificuldade de individualização da mensagem devido ao fato de que a informação é construída na cabeça do receptor, que pode possuir valores culturais e experiências vividas diferentes das do destinatário. Com isso, compreende-se que o valor da informação não deve ser identificado com a noção do que é comunicado pelo emissor. O que conta é o número de alternativas necessárias para definir o evento sem ambigüidades e de maneira acessível. A informação representa a liberdade de escolha que temos ao construir uma mensagem, portanto deve ser considerado que para a diminuição das possibilidades de ruídos, é necessário utilizar a maior quantidade possível de códigos carregados de sentidos universais.

Não é por acaso que a comunicação dentro da semiologia é tratada através das convenções cartográficas que tratam da criação e padronização, até certo ponto, de códigos para uma universalização de representações de significado compartilhado.

2.2.1. Comunicação Gráfica e Visual

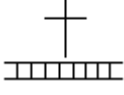
Como a comunicação é um fenômeno cultural, é sensato dizer que no nível dos fatos visuais aconteça a transmissão de mensagens. O estudo dessa comunicação visual não se manteve durante muito tempo atrelado à lingüística. Isso porque os lingüistas se focam apenas no valor do signo no nível da comunicação verbal. Para resolver essa questão, foram iniciados os estudos de Semiologia que, como uma disciplina autônoma, conseguiu assumir, a partir da elaboração de códigos e mensagens próprias, sua importância dentro do campo de conhecimento da comunicação tratando, especialmente, da linguagem gráfica e visual:

“Uma imagem ao ser construída ou decodificada passa por diferentes filtros, o que é inerente a cada indivíduo, que estabelece códigos simbólicos próprios de acordo com a sua visão de mundo. Trilhar por esse caminho significa desvendar os marcos significativos das representações e associá-los aos aspectos sócio-culturais.” (KOZEL, 2005, p.141)

A Semiologia aborda os processos de comunicação gráfica com interesse específico na relação entre signos e objetos. Por exemplo, em um mapa topográfico, se observarmos curvas muito próximas, deduzimos que ali existe um terreno muito íngreme. Já em mapas destinados a pessoas que fazem trekking, é comum a inserção de perfis para a indicação de aclives e declives, assim como para informação do grau de inclinação da topografia.

Na representação gráfica *“os traços pertinentes devem ser comunicados. Existe, portanto, um código icônico que estabelece a equivalência entre determinado signo gráfico e um traço pertinente do código de reconhecimento.”* (Eco, 2005, p. 105). Na cartografia, a comunicação visual associada às

imagens é uma forma de transmitir informações sobre o espaço vivido (o real) e serve como instrumento de manipulação da informação a ser transmitida de acordo com as conotações subjetivas inseridas no momento de representação do espaço real. Por exemplo, se um redator cartográfico decide simbolizar uma

ponte cujo índice de acidente é muito alto através do ícone , há o risco da subjetividade existente não resultar em plena transmissão da informação, pois não é todo mundo que irá entender o significado do ícone, já que ele não se enquadra como uma convenção gráfica, ou mesmo um código de reconhecimento universal. O processo, então, evidencia graves problemas de ruídos, principalmente pelo fato de que, muitas vezes, na comunicação visual, o emissor não está próximo para esclarecer as dúvidas.

Para compreender a comunicação gráfica e as formas mais adequadas de representação, é preciso entender o papel da teoria da percepção segundo a teoria geral dos signos. Essas inter-relações podem ser avaliadas a partir do esquema da Figura 2. Sobre as relações existentes, Kozel (2005, p.135) explica:

“Ao representar uma porção do espaço geográfico ou decodificar sua imagem, busca-se o significado, o que pode ser evidenciado por um sistema de signos, relacionando significado/significante, homem/imagem, destacando nessa interface a preocupação com a eficiência do mapa “transmissor de informações”.

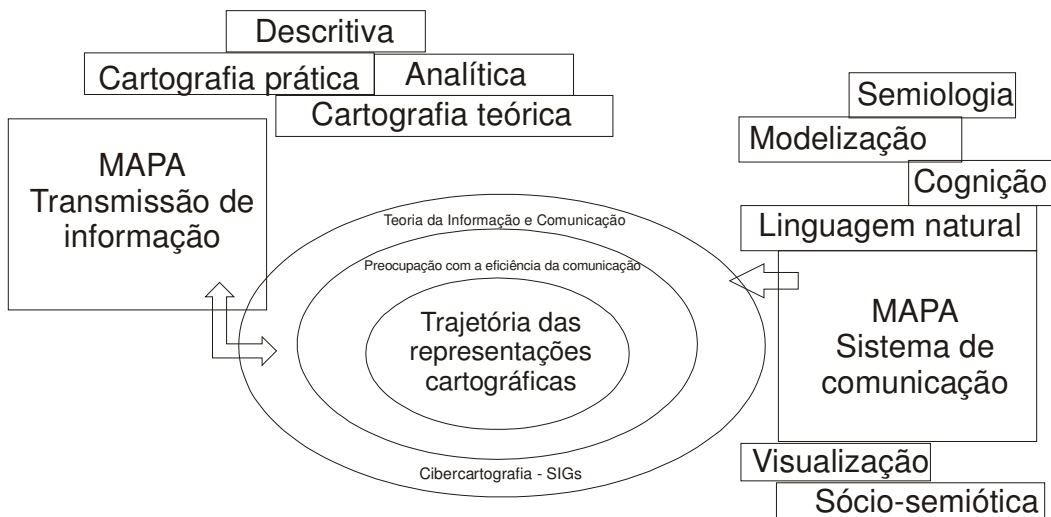


Figura 2 - Teoria da informação e comunicação cartográfica (Kozel, 2001. p.136).

A busca por maneiras mais eficazes para a transmissão da informação entre a mensagem enviada e a mensagem recebida iniciou-se na teoria da comunicação. Todavia, essa teoria se mostrou insuficiente para a compreensão dos significantes e significados visuais humanos. Essa dificuldade se consolida com o fato de que a linguagem verbal é linear e seqüencial no envio e recepção de mensagens, ao passo que a linguagem gráfica é multidimensional, representando a estrutura espacial da realidade. Com isso, compreendeu-se que o mapa é, sem dúvidas, um sistema de comunicação a ser desvendado, pois o valor comunicativo do símbolo está ligado ao processo de percepção de cada indivíduo.

No processo de comunicação oral e escrito, o processo é do particular para o geral – são emitidas palavras, que formam frases e compõem o significado. Na comunicação visual o processo é do geral para o particular: a primeira noção já é de conjunto, de forma, para depois então o observador se ater às partes componentes do todo.

Percepção é o processo pelo qual as pessoas tomam conhecimento de si, dos outros e do mundo a sua volta. No cotidiano, nossas percepções resultam em vários dados. Recebem dados de várias fontes e, ao sintetizar e reordenar tais dados encontra uma forma de construir informações.

A escola alemã da Gestalt foi a primeira a teorizar sobre a importância dos fenômenos e processos perceptivos, postulando que cada indivíduo tem uma percepção única e subjetiva, inerente aos sentidos, que decodifica suas experiências e códigos vivenciados. Segundo Watson (1961), Gestalt é a *"percepção absorvida como uma totalidade pelo indivíduo, mais do que como uma justaposição de partes"*.

Bertin (1987) foi um dos primeiros estudiosos a tentar solucionar a questão da acessibilidade da informação gráfica, especialmente da visualização de imagens de uma maneira geral através de regras explicativas levando em consideração as variáveis visuais no plano cartesiano.

Na década de 80, os sistemas de informação geográfica tiveram um papel importante em relação à comunicação, pois permitiram a disseminação da informação bem como a ampliação das perspectivas de interpretação das imagens. Gluck (1997) denominou o movimento histórico de “semiótica pós-moderna” desenvolvendo uma pesquisa voltada para a cibernética² na qual argumenta que as representações, como resultado da comunicação como um fenômeno sócio-cultural, são definidas através do processo de criação de formas concretas para denotar um referido elemento da realidade. Contudo, essas formas concretas variam de pessoa para pessoa, conforme o seu entendimento sobre o espaço vivido e seu conhecimento intuitivo do espaço expresso evidenciando os seus mapas mentais.

O reconhecimento da complexidade da percepção e interpretação do mundo real foi objeto de amplo interesse nas décadas de 60 a 80, traduzido nas correntes de estudos das teorias de percepção e cognição espacial. São exemplos as abordagens de Tuan, Hall e Lynch, entre os quais citamos:

“O conceito de que nem mesmo dois indivíduos vêem exatamente a mesma coisa, quando usam os olhos em uma situação natural, choca algumas pessoas, porque implica o fato de nem todos os homens relacionarem-se da mesma maneira com o mundo em torno de si. Sem o reconhecimento dessas diferenças, no entanto, o processo de tradução de um mundo perceptivo para outro não pode ocorrer.” (HALL, 1981, p.70)

Mais recentemente, Tainz (1998) foi um autor que resgatou a semiologia voltada para a visualização da informação cartográfica e para a construção de signos mentais universais (códigos perceptivos) aplicados, inclusive, aos SIG's.

2.3. Modelos Comunicacionais

Os primeiros estudos voltados para o meio de comunicação foram desenvolvidos no século XVIII, durante um processo de definição de um lugar para a “Arte de comunicar”. Trata-se de modelo funcionalista. O conhecimento, dividido em partes, encaixava a comunicação em uma rede de conexões externas e subdivisões internas dentro do contexto de surgimento das ciências.

² Ciência que estuda as comunicações e controles dos seres vivos e das máquinas.

Dentro dessa rede, a comunicação é abordada a partir do processo cognitivo dos humanos, conforme explica Teixeira (1997) através da Figura 3:

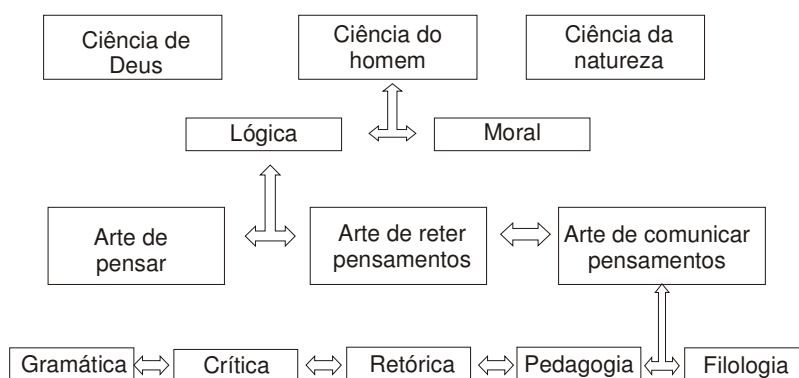


Figura 3 - Representação gráfica do primeiro modelo comunicacional – Modelo Funcionalista. (Teixeira, 1997, p. 10)

Esse modelo está impregnado do discurso e um sistema unilinear *destinatário* → *receptor*, sem levar em consideração outras variáveis do sistema como, por exemplo, as diferenças de percepção do mundo, e até mesmo os ruídos no processo comunicativo.

No início do século XX surgem mais estudos voltados para a comunicação. A existência de um novo panorama interdisciplinar trouxe o fortalecimento de muitas ciências. Dois novos modelos entram em cena: o “dialógico” e o “estruturalista”. O modelo dialógico é esquematizado na Figura 4:

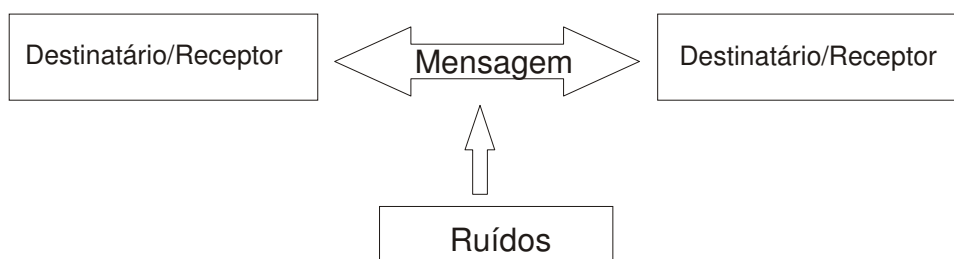


Figura 4 - Representação gráfica do Modelo Dialógico (Teixeira, 1997, p.21)

Contudo, no modelo dialógico, a comunicação ainda é muito confundida com o *canal* comunicativo. Os modelos e conceitos estavam em torno da natureza concreta desse fenômeno sócio-cultural. Ainda não se consideravam as várias variáveis e as influências e relações entre elas. O homem era o centro das

atenções, e como a comunicação verbal sempre foi a mais percebida como modo de expressão, o segundo modelo ficou muito focalizado na necessidade comunicacional dos humanos através do diálogo.

Não podemos negar que esse estudo colocou em pauta os conflitos no processo comunicativo devido às diferenças de interpretações do mundo de cada pessoa, gerando ruídos. Os estudos do processo mostraram que durante a comunicação verbal existiam falhas de compreensão. O mesmo diálogo nem sempre fluía de forma clara entre diferentes pessoas. Esse foi o primeiro passo para a discussão e conceituação de códigos e a inserção das teorias cognitivas dentro do fenômeno. Os modelos seguintes estudam melhor a complexidade comunicacional, e não apenas o canal comunicativo.

No modelo estruturalista a comunicação é compreendida e estudada como um sistema social. Aqui os significados já não são mais uma entidade psíquica/ontológica/sociológica e sim um fenômeno de cultura descrito pelo sistema de relações que o código define como aceito por um determinado grupo e gerados a partir das estruturas profundas – sistemas de regras – da comunicação. As abordagens são feitas em cima do caráter da participação do sujeito nos processos de produção de sentido e nas trocas comunicacionais.

Com o estruturalismo surge, no campo científico da comunicação, a Semiologia. Esses desenvolvimentos teóricos contribuem para a formulação de novos paradigmas na comunicação que busquem ir além dos modelos funcionalista, dialógico e estruturalista.

Surge o quarto modelo comunicacional, denominado “diagramático”, e propõe uma “teoria da comunicação”. A importância desse modelo está relacionada ao pensar sobre o processo de comunicação coletiva. As idéias de código e do processo de comunicação como um todo continuam sendo os mesmos do modelo anterior, mas os fluxos de mensagens deixam de ser estudados sobre a perspectiva do destinatário para o receptor e sim de uns aos outros, ou seja, mais de um destinatário para inúmeros receptores. Daí o surgimento de uma grande problemática: como atingir receptores de diferentes grupos sociais?

Agora a comunicação é a da “rede” das quais todos participam. Sob essa visão, podemos pensar na internet como veículo de comunicação global. De acordo com o *National Center for Policy Analysis*, dentre as novas tecnologias de informação e comunicação, a internet demorou apenas quatro anos para atingir cinquenta milhões de usuários; ao mesmo tempo em que, para atingir o mesmo número de usuários, o rádio precisou de trinta e oito anos, o computador de dezesseis anos, a televisão de treze anos e o celular de nove anos:

“Especialistas em novas tecnologias apontam que todo o crescimento da internet é apenas o início de um processo que modificará sensivelmente a forma de comunicação no mundo.” (Gates, 1999, p 43).

O crescimento exponencial desses números precisa ser percebido como uma nova era no qual a mesma informação precisa chegar a diferentes usuários. Então, o sentido, nesse modelo diagramático não flui de um ponto ao outro; os sentidos se dão das múltiplas configurações de ativação de nós e conexões da grande rede semântica compartilhada. Concluindo, o sentido se dá pelo contexto:

“Trabalhar, viver, conversar com outros seres, cruzar um pouco de sua história, isto significa, entre outras coisas, construir uma bagagem de referências e associações comuns, uma rede hipertextual unificada, um conceito compartilhado, capaz de diminuir os riscos de incompreensão. O fundamento transcendental da comunicação – compreendida como partilha do sentido – é este contexto ou hipertexto partilhado.” (Lévy, 1993, p. 138)

No modelo diagramático, o contexto não é apenas um recurso para a compreensão da mensagem final, mas o próprio alvo dos atos da comunicação. Segundo essa concepção, o objetivo da teoria da comunicação nesse modelo não é o emissor ou o receptor, mas sim o hipertexto definido por Lévy (op. cit.) como o sistema de conjunto de nós ligados por conexões de associação e desassociação que realizam a metamorfose perpétua do sentido.

Nesse ponto, o processo de interpretação do sentido das mensagens tem como operação elementar a construção clara do pensamento junto ao usuário para que ele consiga, a partir da atividade interpretativa da associação, dar

sentido aos códigos individuais e conectá-los aos outros, para construir um hipertexto partilhado e compreender a mensagem:

“Pode-se dizer que a comunicação como uma atividade complexa possui a estrutura de um hipertexto: cada nova conexão (código) transforma o funcionamento e o significado do conjunto; cada novo uso dos elementos já conectados estende ainda mais o hipertexto e a própria atividade pode ser vista como uma longa cadeia de usos que pré-restringe os usos que o “usuário final” possa vir a fazer – ainda que ele sempre prolongue essa cadeia já que não há uso sem “torção semântica inventada”, por menor que seja.” (Teixeira, 1997, p. 34)

Muitos estudiosos defendem a interação como forma de diálogo entre o que é mostrado e o que o usuário quer saber. A interatividade permite que o destinatário original da mensagem estabeleça o processo correto de diálogo da interface com o usuário para a construção clara e objetiva de pensamento a fim de que haja o entendimento mínimo comum e reduza os ruídos e incompreensões. Assim os usuários, mesmo os de diferentes grupos, conseguem decodificar os códigos, entender o contexto, criar um hipertexto partilhado e chegar às respostas procuradas dentro de um mesmo sistema complexo.

Dentro dessa perspectiva, surge o que Umberto Eco (2005) chama de “Obra Aberta”. O conceito de Obra Aberta é proposto por Humberto Eco ainda em 1962. Grande lingüista italiano e importante autor dos estudos de Semiótica, o autor defende a importância da participação interpretativa por parte dos leitores (no nosso caso usuários de cartografia), para o preenchimento de sentido que os leitores fazem da obra, segundo o contexto em que se inserem.

Segundo Eco, dentro da comunicação não existe um modelo totalmente definido para o processo e sim um grupo de relações entre os emissores e receptores da informação transmitida. Trata-se de uma tentativa de trazer uma nova ordem de valores que extraia os próprios elementos da comunicação de juízo e os parâmetros da análise do contexto no qual a comunicação se dá, a fim de individualizar aquilo que realmente interessa: não a *definição*, mas o mundo de relações de que essa se origina, não o *resultado*, mas o processo que preside a sua formação, não o *evento*, mas as características do campo de

probabilidades que a compreende. Este, ainda segundo o autor, é o fundamento do discurso aberto.

Surge então o novo modelo comunicacional; o modelo da obra aberta:

“O fato de pensar na obra aberta como um modelo significa que acreditou-se poder individualizar em diversos modos de operação uma tendência operativa comum, a tendência a produzir obras que, do ponto de vista da relação da comunicação, apresentassem similaridades estruturais. Justamente porque é abstrato, esse modelo parece aplicável em qualquer obra que, em outros planos (meio de comunicação, tipo de apelo, tipo de mensagem), são extremamente diferentes.” (Eco, 2005, p. 26).

O conceito de obra aberta se aplica também na fala, escrita e outros meios comunicacionais. O emissor da informação produz uma forma comunicacional acabada em si e deseja que ela seja usufruída e compreendida da forma como a produziu. Porém, gostos, vivências e experiências permitem que a compreensão da informação aconteça em uma perspectiva particularmente individual. Em tese, a forma final da comunicação pode ser compreendida segundo múltiplas perspectivas sem deixar de ser ela mesma.

“Uma obra de arte, forma acabada e fechada em sua perfeição de organismo perfeitamente calibrado, é também aberta, isto é, passível de mil interpretações diferentes, sem que isso redunde em alterações de sua irreproduzível singularidade.” (Eco, 2005, p. 26)

Dentro do contexto da cartografia e dos modelos comunicacionais, os mapas se colocam como importantes meios de comunicação para fornecer ao usuário informações sobre fenômenos geográficos desempenhando funções de suporte para tomadas de decisões e análises espaciais. O papel dos mapas ultrapassa a comunicação quando são utilizados como instrumentos para análises visuais, no processo denominado de visualização cartográfica (International Cartographic Association, 2001). De maneira simplificada, visualização significa utilização de métodos gráficos para análise e apresentação de dados (DiBiasi et al, 1992).

Na utilização dos mapas como meio de comunicação, existem três elementos envolvidos: o cartógrafo, na qualidade de emissor; o mapa, na qualidade de

canal de transmissão; o usuário final na qualidade de receptor conforme ilustra a Figura 5:.

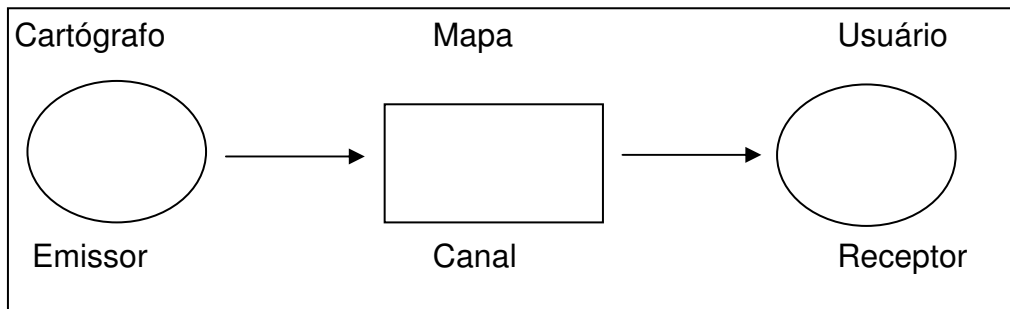


Figura 5 - Conceito Básico da Teoria da Comunicação Cartográfica – Fonte: Keates, 1980, p.167.

O interesse sobre a produção de mapas não é recente. Um dos estudos mais importantes foi de Kolacny (1977) que propõe um modelo de comunicação cartográfica mostrado na Figura 6:

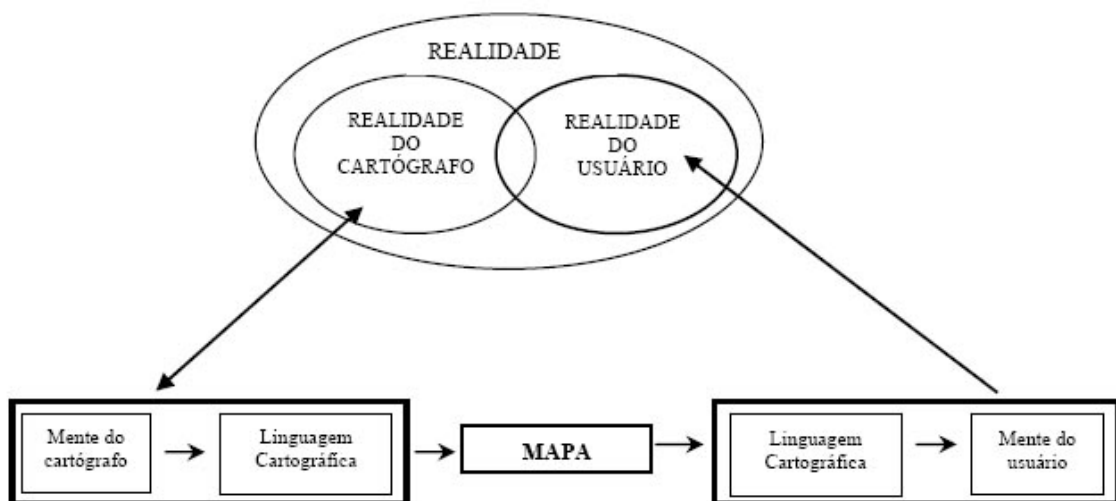


Figura 6 - Modelo de Comunicação Cartográfica – Fonte: Kolacny (1977, p. 42)

Esse modelo assume que deve existir uma sobreposição das realidades dos cartógrafos e dos usuários para que estes últimos entendam o significado das representações das informações. Para a confecção de um mapa, o cartógrafo observa o mundo sobre a sua ótica e representa no mapa. O usuário extrai uma mensagem desse mapa. Para que o mapa possa comunicar de forma eficiente, é preciso avaliar todas as condições de influência nesse processo, ou seja, as necessidades do usuário, meio de apresentação, o nível de

compreensão dos usuários, a circunstância de uso, a percepção do usuário, possibilidade de técnicas e seus custos além da complexidade da informação. Somado a essas preocupações, o processo envolve duas etapas: aparência e forma do conteúdo e na segunda fase os detalhes, como por exemplo, a simbologia utilizada.

Como o mapa em papel não conseguia atender todos os usuários devido aos diferentes níveis de conhecimento e percepções, inicia-se uma nova etapa no processo de comunicação cartográfica:

“O computador, que até há pouco tempo era utilizado para automatizar a produção dos mapas em papel, começa a incorporar uma forma de cartografia interativa e passa a ser, neste caso, não somente um meio de produção de mapas, mas um meio de comunicação.” (Peterson, 1999, p. 147)

Os mapas interativos, ou que utilizam alguma multimídia, foram entendidos como uma nova forma de manipular as informações, de forma que as características e fenômenos de mundo real fossem melhores percebidas:

“Mapas em papel somente podem representar um mundo de forma estática e imutável, as representações mentais que são derivadas a partir dele delimitam as interações do usuário com a realidade.” (Peterson, op.cit., p.20)

À medida que o usuário pode alterar o mapa para adequá-lo à sua percepção do mundo, o mapa deixa de ser um elemento estático e passa a ser uma *Obra Aberta*. Peterson apresenta a proposta de um novo modelo de comunicação cartográfica onde o controle do processo de comunicação tem a participação do usuário e não está mais só nas mãos do cartógrafo. Nesse modelo existe um ambiente para a utilização do mapa preparado pelo cartógrafo, bem como as bases e camadas de visualização, mas é o usuário quem decide como e quais informações serão apresentadas. (Figura 7).

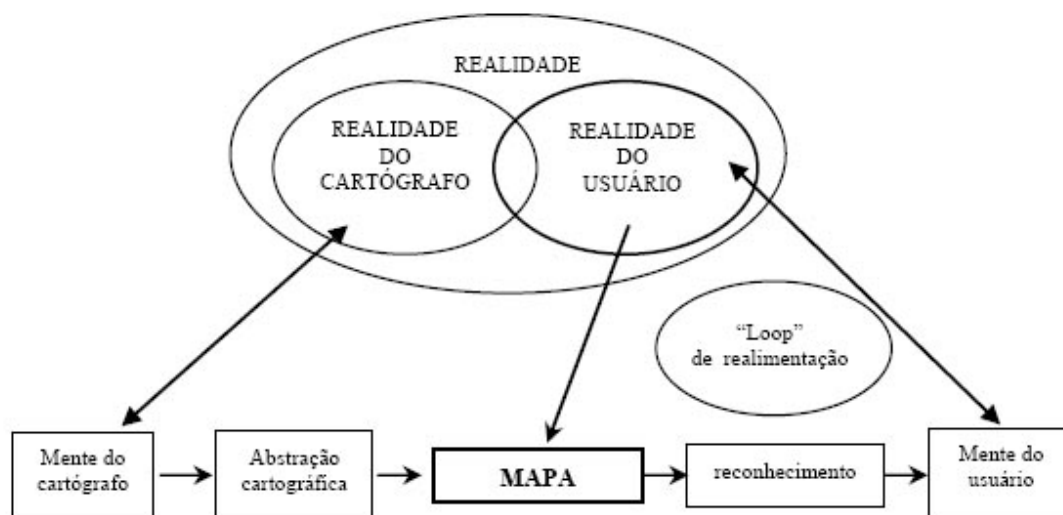


Figura 7 - Modelo de Comunicação Cartográfica para mapas interativos – Fonte: Peterson, 1999, p 249.

Um grande esforço tem sido feito para o desenvolvimento de aplicativos para mapeamento interativo. Essas pesquisas tiveram início em 1979 como o sistema DIDS (Domestic Informations Display System) e vêm aumentando até hoje com a criação de sistemas como o *i3geo*, que podem ser incorporados na classe dos sistemas abertos por terem o código fonte à disposição dos desenvolvedores para darem início ao processo de customização dos dados. Esse é um sistema aberto tanto para o cartógrafo quanto para o usuário: *“Talvez a mudança mais importante na prática do mapeamento interativo, nos últimos dez anos, seja o surgimento do “usuário-produtor” de mapas.”* (Fairbain, 1994, p 11).

Com base nessa visualização dinâmica e interação cartógrafo e usuário, segundo Cowen (1990), há quatro fases marcantes na construção do pensamento da geoinformação: a modelagem dos processos, o desenvolvimento de aplicações, a ênfase em ferramentas e os interesses na base de dados. Acrescenta-se a estas quatro etapas uma quinta, surgida da preocupação com o diálogo entre os produtos gerados pelo geoprocessamento e os seus usuários. Isto justifica a modelagem de dados visando comunicabilidade das informações.

Com isso, a nova comunicação cartográfica vai ao encontro aos conceitos da *Obra Aberta*, já que pode ser entendida como um modelo de possibilidades

comunicacionais que nunca se esgota totalmente. Para Erwin Panofsky (1955, p.29) as informações emitidas em uma comunicação não são como um dado fixo e resolvido, e sim como uma proposta de significação no sentido de que a interpretação se dará por cada um de maneiras diferentes. Sintetizando, o emissor da informação produz uma forma comunicacional acabada em si e deseja que ela seja usufruída e compreendida da forma como a produziu. Porém, a reação a estímulos e entendimento das relações, traz uma situação existencial concreta, uma sensibilidade condicionada a determinados gostos, vivências, experiências que permitem que a compreensão da informação seja verificada segundo uma perspectiva particularmente individual. Em tese, a forma final da comunicação pode ser compreendida segundo múltiplas perspectivas sem deixar de ser ela mesma.

Dentro da *Obra Aberta*, o código não é oculto, ou seja, permite a continuidade da construção por outras pessoas que queiram incorporar ao projeto. Bons exemplos são os softwares livre disponíveis na internet para a criação de WebGis, como é o caso citado do i3geo. Esse software fornece os códigos abertos para que um usuário utilize os dados criados até o momento e prossiga o trabalho a partir de um determinado ponto podendo criar um novo padrão de comunicação e disponibilização dos dados.

2.4. Evolução da Cartografia até a Cartografia Multimídia

Apesar de a história datar surgimento da cartografia na Grécia antiga, a confecção de mapas para registros de ocorrências e fenômenos espaciais antecede a escrita. Os antigos utilizavam mapas para representar a sua visão de mundo e os lugares que o cercavam. Segundo Oswald Dreyer-Eimbcke (1992, pg.41), é possível que *“todas as civilizações do mundo possuíssem, desde as épocas mais remotas, algum tipo de representação simbólica ou geográfica de seu mundo habitado e conhecido”*. A representação mais antiga conhecida até hoje é o mapa da cidade de Catal Hyük, na antiga Anatólia (a parte asiática que, junto com a Trácia, a parte europeia, formava o que hoje é a Turquia), desenterrado nas escavações em Ancara e pintado na parede de uma caverna em aproximadamente 6.200 a.C.,

A base da cartografia atual é atribuída aos gregos, egípcios e romanos. Foi no berço da civilização ocidental que aconteceu a origem da cartografia com conceitos como a esfericidade da Terra, latitude e longitude, as primeiras projeções e o cálculo do tamanho do planeta. Graças ao impulso das artes, filosofia, ciência, política e ao intercâmbio comercial e cultural com o resto da Europa, com o Oriente e o norte da África – devido a sua posição estratégica – os gregos construíram um valioso patrimônio geográfico, cartográfico e histórico. As primeiras concepções cartográficas contam a história da Guerra de Tróia. Desde as civilizações mais antigas até hoje, a cartografia sempre esteve associada ao poder militar e às táticas de guerra e dominação territorial. Na alta idade média, por exemplo, a curiosidade geográfica se tornou perigosa, pois já não se reconheciam mais as antigas fronteiras geográficas que demarcavam o Império Romano, ultrapassado e invadido pelos povos “bárbaros” germânicos e árabes. Na baixa idade média, as cruzadas e navegações também contribuíram para o surgimento de instrumentos de reconhecimento da terra e outras inovações dentro das representações cartográficas.

Com isso, podemos presenciar a dualidade da cartografia. Segundo Nunes (2004) “*a Cartografia é uma ciência tão antiga quanto à espécie humana e tão nova quanto o jornal de hoje.*” Ela é antiga quanto à forma de expressão de idéias sobre o espaço físico, pois o mapa antecede outras formas de comunicação humana, mas é nova, pois é uma ciência que tem sido constantemente submetida a inovações tecnológicas.

Inicialmente, houve muita relutância quanto ao uso de novas tecnologias na cartografia. Isso devido ao fato de que os cartógrafos, muitas vezes militares, tinham o receio de que o computador não permitisse o desenho de um mapa tão preciso quanto os feitos à mão. Com a introdução efetiva da tecnologia, esta era utilizada apenas para a reprodução ou cópia do processo tradicional. O computador não era utilizado para nada mais além do desenho do mapa. A dúvida nesse estágio era quanto à gravação dos mapas, pois existia o receio da perda de qualidade. Com o passar do tempo e a implementação total da

tecnologia computacional, deu-se início aos mapas digitais, banco de dados para armazenamento de informações alfanuméricas e até mesmo o início de conceitos como visualização cartográfica. Constitui-se, então, uma nova fase da cartografia: a cartografia multimídia.

A cartografia, até então concentrada nas mãos dos militares, começou a ser difundida para o público geral. No Brasil, em especial, os anos 80, ela teve um grande destaque com a criação do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e do CCAuEx (Centro de Cartografia Automatizada do Exército), com a automatização dos processos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e do ICA (Instituto de Cartografia Aeronáutica), além da criação de produtos nacionais como CARTOCAD. A cartografia ocupou um espaço dentro das universidades e os mapas começaram a ser significativamente distribuídos. Mais pessoas começaram a ter acesso a essa ferramenta, o que permitiu que a cartografia se tornasse uma ciência mais democratizada. Assim, para Monmonier (1982), a cartografia multimídia não pode ser encarada apenas como um simples elo entre a cartografia tradicional e um moderno processo de controle de equipamentos, mas sim como a mudança de processos e conceitos, os quais permitirão a utilização de mapas como um melhor instrumento de pesquisa, ensino e comunicação de informações, aumentando o valor de suas informações para a tomada de decisões.

Com a revolução eletrônica na era da informação permitindo manipulação de grandes quantidades de dados, o aumento dos problemas ambientais de crescente complexidade, e a necessidade de dados para conhecer e gerenciar essas questões ambientais, houve uma grande difusão da cartografia. Os mapas começam a ser entendidos como uma ferramenta de conhecimento territorial que devem responder a duas perguntas básicas:

1. Quais são as características em tal localidade?
2. Onde estão localizadas as características dadas?

Os objetivos do mapa, o público alvo, a escala a ser utilizada e o formato antecedem o trabalho de escolha de elementos gráficos e a modalidade gráfica

de representação. São essenciais os cuidados com as referências do mapa, tais como fonte dos dados, orientação, data, sistema de coordenadas. É importante também a escolha de um título representativo, das toponímias e dos elementos da legenda. Esses itens não devem ser colocados em segundo plano, principalmente se o trabalho envolve um público heterogêneo quanto ao grau de conhecimento, como se observa hoje em dia.

Com um público cada vez maior e variado quanto ao conhecimento da ciência cartográfica, iniciou-se um processo de preocupação com o tratamento das informações gráficas para garantir a correta interpretação da informação observando as propriedades inerentes à percepção visual.

“Alguns grupos de estudo sobre este tema apoiaram suas propostas na busca de uma representação gráfica monossêmica, o que significa que a definição de cada signo precederia sua transcrição ou interpretação. Entre os trabalhos mais difundidos estão os denominados como metodologia da “Semiologia Gráfica”, desenvolvidos sob a coordenação do Prof. Jacques Bertin (1967).” (MOURA et al., 2006, p.3).

Uma das correntes nos estudos do tratamento gráfico da informação foi proposta por Jacques Bertin, em meados da década de 60 no Laboratoire de Graphique, da École Pratique des Hautes Etudes em Paris, e denominada Semiologia Gráfica. O autor estudou a linguagem dos sinais e a decodificação de seus significados, a partir dos quais ele propõe uma teoria que visava a comunicação monossêmica no tratamento gráfico da informação. A comunicação gráfica que, até então, estava atrelada à lingüística cujo valor do signo está ligado a comunicação verbal, passa a ser estudada como uma disciplina autônoma.

A Semiologia Gráfica trabalha com o conceito de construção de mapas para serem vistos e não para serem lidos. Dessa forma, a percepção acontece de forma imediata, a partir do trabalho com os traços de pertinência dos signos constituindo as regras semânticas em função da relação de criação e concepção da linguagem universal dos códigos.

Segundo Bertin (1967), a cartografia hoje não tem apenas a função de trazer imagens de dados georreferenciados de interesse do homem, e sim trazer a representação de múltiplos fenômenos que o homem deve conhecer para tomar determinadas decisões.

Santos (1987) mostra que as representações gráficas são expressões de uma linguagem. O ser humano utiliza quatro formas para se comunicar: as palavras, os números, a música e os elementos gráficos. O mapa está inserido dentro da linguagem visual, usando um significante que denota um determinado significado para conseguirem realmente representar o elemento de interesse.

O sistema de signos é trabalhado de forma bidimensional e com base na compreensão visual do significado que ele atribui. Trabalha-se com a idéia de que o mapa possui três níveis diferentes de leitura: global, intermediário e elementar:

“Em uma leitura inicial tem-se informações sobre o conjunto, sobre como se agrupam as tipologias identificadas no documento. Na leitura intermediária, observa-se as características das tipologias, enquanto na leitura elementar observa-se cada elemento mapeado.” (Moura, 2001, p.52)

Utilizar a semiologia gráfica significa decodificar a linguagem escrita para a visual, evitando os ruídos de comunicação, buscando códigos universais. Quando trabalhamos com mapas de precisão, a legenda deve conter elementos usuais entre o público que será o responsável pela interpretação do mapa. Todavia, quando trabalhamos com mapas de comunicação, a semiologia gráfica se torna uma importante ferramenta na escolha dos ícones gráficos. O nível de organização dos componentes de legenda está relacionado ao significado da informação.

A linguagem gráfica como um sistema design dos gráficos é formada pelo significado (conceito) e significante (imagem gráfica). As três relações (similaridade/diversidade, ordem e proporcionalidade) consistem nos

significados da representação gráfica e são expressas pelas variáveis visuais (tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma), que são significantes.

Para Bertin (1967) os significados de cada variável visual são:

- tamanho: grande, médio e pequeno;
- valor: variação de tonalidade do branco ao preto;
- granulação: variação da repartição do preto no branco onde se deve manter a mesma proporção de preto e de branco;
- cor: variação das cores primárias e combinações, sem variação de intensidade, tendo às cores a mesma intensidade. Por exemplo: usar azul, vermelho e verde é usar a variável visual “cor”. O uso do azul-claro, azul médio e azul escuro corresponde à variável “valor”.
- orientação: são as variáveis de posição entre o vertical, o oblíquo e o horizontal.
- forma: agrupa todas as variações geométricas ou não. Elas são múltiplas e diversas.

O autor explica que existem três níveis de organização da informação:

1. Quantitativo: exprimem quantidade entre os elementos da legenda. Pode ser associativo que exprime comparação entre os elementos ou seletivo que exprime diferenciação.
2. Ordenado: exprime componentes de legenda estão reunidos por uma relação de ordem.
3. Qualitativos: exprime componentes de legenda que são diferentes entre si.

Em síntese, Bertin (op. cit.) reconhece que existem quatro questões envolvidas na linguagem cartográfica quando se trata de mapas estáticos. As ferramentas disponíveis para traduzir as relações comunicativas e de significado de qualquer informação são:

1. as duas dimensões do plano, mobilizadas pelo mapa base;
2. seis variáveis visuais: tamanho, granulação, valor, orientação, cor e forma, determinadas pela relação de significado entre os dados (Figura 10);

3. três modos de implantação: pontual, linear ou zonal (Figura 08).
4. três níveis de organização da informação: quantitativo, ordenado e qualitativo (Figura 09).

Variáveis visuais	Pontual	Linear	Zonal
Cor			
Forma			
Valor			
Tamanho			

Figura 8 - Variáveis visuais e modos de implantação. Fonte: BERTIN (1967 p.66)

Variável visual	Nível de organização		
	Seletivo	Ordenado	Quantitativo
Forma	= =		
Cor	= =		
Tonalidade		O	
Tamanho		O	Q

Figura 9 - Nível de organização das variáveis visuais. Fonte: BERTIN (1967, p.76)

AS DUAS DIMENSÕES DO PLANO	VARIÁVEIS VISUAIS					
	MODOS DE IMPLANTAÇÃO				PROPRIEDADE PERCEPTIVAS	
	PONTUAL	LINEAR	ZONAL	Q	O	H
TAMANHO				Q	O	H
VALOR					O	H
GRANULAÇÃO					O	H
COR						H
ORIENTAÇÃO						H
FORMA						H

As transições gráficas que resultam desta série detêm, o significado da mesma.

H ASSOCIATIVA
 O SELETIVA
 Q QUANTITATIVA

Figura 10 - Tabela completa de variáveis visuais com nível de organização. Fonte: BERTIN (1967, p.56)

A Semiologia Gráfica foi muito utilizada pela cartografia. Todavia o mundo contemporâneo já não trabalha mais com a comunicação monossêmica, ou seja, que define que cada signo procede a sua interpretação. Hoje a realidade é cada vez mais complexa, o que torna praticamente impossível que diferentes tipos de usuários tenham a mesma interpretação do mesmo mapa. Acredita-se que a semiologia tentou criar parâmetros independentes dos fenômenos culturais que já não atendem à demanda globalizada dos produtos cartográficos.

Entre as correntes que se propuseram ao estudo do tratamento gráfico da informação, deve ser mencionada também a Gestalt, que foi uma escola de psicologia alemã que iniciou seus trabalhos nas primeiras décadas do século XX, tendo sido iniciados por Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka. Suas pesquisas têm sido utilizadas em vários campos da estética, pois seus estudos também tratam do campo da percepção visual e da comunicação. Os teóricos da Gestalt foram responsáveis por grandes avanços no campo da psicologia, memória e aprendizado. O princípio da teoria envolve exatamente a na padronização monossêmica da comunicação e sim os estudos dos princípios de organização visual, pois sempre entendemos as coisas dentro de um contexto e conjuntos de relações do qual elas pertencem.

“Enquanto a Semiótica trabalha a associação entre elementos, formas e idéias ou valores a eles associados, a Gestalt trata das relações entre as partes de uma composição visual, afirmando o princípio que sempre vemos as coisas através de um conjunto de relações. Sua teoria afirma que a primeira sensação a ser sentida, ao se observar um objeto, já é global, unificada. Para a nossa percepção, resultado de uma sensação global, as partes são inseparáveis do todo.” (Fracarolli, 1994).

Para Kofka (1955), a primeira sensação já é a da forma, a global e unificada. Quando enxergamos, já vemos as relações de sistemas e não elementos isolados. A mente humana é organizada para perceber o ambiente nos sistemas correlacionados mas distintos entre si. A percepção é resultado de uma sensação global, pois as partes são inseparáveis do todo.

A Gestalt tem suas contribuições na cartografia está relacionada ao tratamento gráfico da informação e o estudo das relações entre as partes de composição de um sistema.

Segundo a teoria de Gestalt, a atividade perceptiva está subordinada a um fator básico de pregnância. Um objeto é pregnante desde que exprima uma característica qualquer, de maneira suficientemente forte para destacar-se, impor-se e ser de fácil evocação. As características que determinam a pregnância de uma imagem são observadas nas Leis da teoria de Gestalt, que são princípios estruturais e funcionais do campo perceptivo. Estas leis estabelecem a forma como os elementos constitutivos de uma imagem podem vir a ser percebidos em termos organizacionais, seguindo os princípios:

1. Relação figura-fundo: as figuras são vistas em contraposição do fundo. Os elementos são delimitados e percebidos, o fundo é ilimitado e difuso. Deve-se estar atento para os dois não disputarem a atenção do usuário.
2. Configuração: as formas regulares são melhores percebidas que os elementos de formas irregulares.
3. Similaridade: Os objetos similares tendem a se agrupar.
4. Centro de gravidade: Toda composição gráfica tem um ponto que atrai a atenção. A posição dos elementos então se torna muito importante.
5. Fechamento e boa continuidade: o fechamento relaciona-se ao fechamento visual como se completássemos visualmente um objeto incompleto e dois objetos alinhados parecem estar relacionados.
6. Reprodução da forma: Se já vimos uma forma inteira, ao vermos ela pela metade, a reproduzimos inteira na memória.

Dentre os conceitos estudados pela teoria de Gestalt, destaca-se, como referência para a composição gráfica, o conceito de que o todo é mais do que a soma das partes. Isto significa dizer que dois elementos juntos são mais que a união de suas características, e sim a criação de um terceiro elemento com características próprias. Assim, deve-se ter especial atenção na composição de

um mapa para não criar elementos não programados, gerando falsas leitura e interpretação do desenho:

“Isto equivale a dizer que “A + B” não é simplesmente “(A+B)”, mas sim um terceiro elemento “C” que possui características próprias. Na cartografia isto está relacionado à justaposição dos muitos elementos, pois caso não seja estudada a relação de hierarquia entre os componentes, haverá ruído na comunicação.” (Moura, 2006, p.4)

Analisando essas idéias, percebe-se a importância e influência que estes conceitos exercem sobre a composição gráfica. Compreende-se que a tarefa de elaboração de mapas não é mais apenas um desenho artístico, ou uma apresentação de escalas e orientações. É indispensável à realização de um planejamento, estruturação e, porque não, da execução de uma fase de testes para se conseguir um resultado que produza considerável assimilação e o mínimo de ambigüidade e ruído na comunicação visual.

Na percepção do espaço trabalha-se com três dimensões, e ela não está associada a nenhum órgão específico, mas é usualmente considerada como supra-modal, ou seja, é compartilhada pelas demais modalidades e utiliza elementos da percepção auditiva, visual e temporal. Em termos visuais, a percepção espacial é principalmente afetada pela distância entre os objetos e o tamanho relativo dos mesmos; a combinação destes dois fatores com outros agentes pode ser especialmente útil na percepção e simulação espacial. Neste sentido, destacam-se os seguintes aspectos a serem observados:

- a) Dominância da verticalidade: Uma linha horizontal parecerá menor que uma linha vertical mesmo se elas forem exatamente do mesmo tamanho. A idéia desse comprimento maior deve-se à dominância da vertical na estrutura do campo perceptivo humano.
- b) As partes e a totalidade: A percepção das partes é afetada pelo todo e pelas relações estabelecidas entre os objetos no campo perceptivo. A percepção não se resulta do estímulo individual dos elementos e sim do estímulo de todo um sistema.

- c) Superfícies: A percepção de diferentes superfícies está relacionada com as composições heterogêneas das mesmas. Na ausência dessas diferenças não é possível a sua aquisição nem a sua localização.
- d) Volume e Profundidade: Esse caso pode ser subdividido em:
- a. Sobreposição: se um objeto está sobreposto a outro, cobrindo-o parcialmente, o primeiro será percebido como mais próximo e o último como mais distante.
 - b. Tamanho: entre dois objetos de tamanhos distintos, mesmo que postos lado a lado, o maior tende a parecer mais próximo e o menor mais distante.
 - c. Paralaxe de movimento: diferentes direções podem ser percebidas de acordo com a posição dos objetos, os mais distantes parecem acompanhar o movimento do observador, enquanto os mais próximos podem ser percebidos em movimento segundo a direção oposta.
 - d. Nitidez relativa: entre dois objetos que possuem graus diferenciados de nitidez, o mais nítido parece mais próximo sendo mais rapidamente percebido.
 - e. Luz e Sombra: indicações distintas de profundidade podem ser obtidas a partir de combinações de modelos de luz e sombra.
 - f. Perspectiva linear: regula a impressão de distância o grau de convergência entre figuras e o tamanho das mesmas.
 - g. Gradiente de textura: devido à geometria da situação espacial, uma textura uniforme é projetada na retina de uma forma tal que, quanto maior à distância, maior a densidade da textura na imagem.

Todas as observações até agora referidas sobre o sistema de percepção humano podem ser aplicadas de maneira a obter o maior proveito possível das visualizações geradas. No entanto, a fim de suscitar novas informações,

destacar outras ou induzir o utilizador a perceber propositadamente determinadas informações a partir dos dados, deve-se considerar ainda outros conceitos, tornando-se necessário entender adequadamente todas as fases do processamento perceptível. É relevante salientar que em cada uma das fases envolvidas pode-se aplicar, de maneira distinta, os princípios da percepção visual; sendo que existem muitos trabalhos de investigação que abrangem apenas uma destas fases.

Um modelo simplificado do sistema de processamento de informação através da percepção visual humana é usualmente útil como ponto de partida para análises mais detalhadas. Uma visão geral da estrutura englobada no sistema de visão humano é de extrema valia para a compreensão dos processos envolvidos. Segundo Ware (2004), o referido sistema é usualmente dividido em três fases: o processamento paralelo para extrair propriedades de baixo nível da cena visual em causa; a percepção de padrões na imagem formada; e o processamento seqüencial dirigido.

Nos estudos do o processamento paralelo para extrair propriedades de baixo nível da cena visual em causa o foco era a forma como o sistema visual humano analisa imagens. Um dos resultados iniciais mais importantes foi à descoberta de um conjunto de propriedades visuais que são detectadas de forma precisa e muito rápida pelo sistema visual de baixo nível. Segundo Healey (1999), esta propriedade foi inicialmente designada por *preattentive*, correspondendo ao momento anterior à nossa atenção estar focalizada. Em relação à visualização, o termo *preattentive* continua a ser usado e traduz a noção da velocidade e de facilidade com que certas propriedades são identificadas pelos humanos nas imagens visualizadas. A lista de características que se processam de forma *preattentive* pode ser dividida em quatro categorias básicas: cor, forma, movimento e localização espacial. Destaca-se que dentro de um determinado espaço de visualização, qualquer modificação das características *preattentive* de um objeto em relação às demais, poderá alterar foco de atenção.

Na segunda etapa, a de percepção de padrões na imagem formada, processos ativos decompõem rapidamente o campo visual em regiões e padrões simples; tais como contornos contínuos, regiões de cor semelhante e regiões com textura idêntica. A etapa de determinação de padrões no processamento visual é extremamente flexível e influenciada pelas informações disponibilizadas pela primeira etapa de processamento paralelo. O processamento nesta etapa é mais lento e envolve a memória em longo prazo, maior ênfase a aspectos proeminentes, mecanismo de atenção e movimentos visualmente guiados através de diferentes caminhos para reconhecimento de objetos.

Finalmente, ocorre o processamento seqüencial dirigido. Em um nível mais elevado da percepção, as imagens estão presentes na memória visual através das demandas da atenção ativa, e será esta memória que ajudará a responder às pesquisas visuais.

“Quando se tratando da visualização externa, o sistema humano constrói uma seqüência de pesquisas visuais que serão respondidas por estratégias visuais de procura. Neste nível, o que está retido na memória por um determinado período de tempo permitirá a construção de padrões, utilizando os já disponíveis, e respostas as pesquisas visuais. Por exemplo, se usamos um mapa de estrada para procurar uma determinada rota, a pesquisa visual desencadeará uma procura para ligar contornos vermelhos (que habitualmente representam vias importantes) entre dois símbolos visuais (representando as cidades pretendidas)” – (Ware, 2004, p.253).

Portanto, outro fator a ser levado em conta, em termos de percepção visual, é a experiência passada; que no caso das associações, é fundamental para o processo da percepção. É só nesse momento que podemos compreender o que já tivemos consciência prévia, tanto que à medida que adquirimos novas informações a nossa percepção se altera:

“A percepção visual é o resultado da interação intrínseca entre: informações externas adquiridas pelo sistema visual e

informações internas baseadas no conhecimento previamente adquirido.” (Rensink, 2002, p.63).

Em um contexto mais geral, pode-se perceber que a comunicação visual está intimamente ligada à percepção visual, gerando o que podemos chamar de visualização. O termo visualização significa construir uma imagem visual na mente humana, e isto é mais do que uma representação gráfica de dados ou conceitos. Card (1999, p.21) define a visualização como sendo “*o uso de representações visuais de dados abstratos, suportadas por computador e interativas para ampliar a cognição*”.

Podemos destacar três fases do processo de visualização: a preparação dos dados (usualmente designada por pré-processamento), onde temos a entrada de dados brutos que após serem formatados e normalizados deverão estar organizados em uma representação lógica; o mapeamento, no qual se faz a associação entre os dados e as representações gráficas e, por último, a transformação visual, também conhecida como *rendering*. Uma estrutura visual que suporta os dados previamente formatados é usada na fase de *rendering* para a geração de uma imagem de visualização dos dados envolvidos:

“A escolha de uma representação gráfica adequada para os dados, e que considere adequadamente os princípios da percepção humana, não é uma tarefa simples, e consiste num dos principais desafios da Visualização Científica; principalmente, na visualização de dados abstratos, que são caracterizados pela falta da noção natural de posicionamento espacial.” (Vande, 2005, p.33)

*“A escolha da representação adequada para um determinado conjunto de dados, deve ser baseada em critérios de expressividade (*expressiveness*) e eficácia (*effectiveness*). O critério de expressividade diz respeito às representações gráficas que traduzem exatamente a informação com interesse para o utilizador. O critério de eficácia está relacionado com a*

facilidade de compreender as representações e as informações que elas expressam.” (Mackinlay, 1988, p.182).

Para ser efetiva, uma visualização científica deve transmitir rapidamente as informações e não induzir a erros. Para tal, deve atender às capacidades de percepção da visão humana. Vale registrar que tanto a expressividade como a eficácia são dependentes da percepção humana, pois não há efetividade sem uma representação expressiva que esteja de acordo com os requisitos da percepção humana:

“A visualização científica pode ser definida como o uso da tecnologia computacional para criar visualizações, com o objetivo de facilitar a compreensão, o raciocínio e a solução de problemas. A ênfase não está no armazenamento da informação, mas na construção do pensamento”. (Earnshaw e Wiseman, 1992, p.34)

Relacionando atributos visuais, Mackinlay (1988) elaborou uma tabela de prioridades de acordo com o seu grau de acuidade em termos perceptivos e a natureza dos dados. Na FIGURA 11, são considerados três tipos de dados aos quais vão sendo apresentados por ordem decrescente os atributos visuais perceptíveis:

Percepção	Dados Quantitativos	Dados Ordinais	Dados Nominais
Maior	Posição	Posição	Posição
	Comprimento	Densidade	Croma de Cor (<i>hue</i>)
	Ângulo	Saturação de cor	Textura
	Inclinação	Croma de cor (<i>hue</i>)	Conexão
	Área	Textura	Delimitação
	Volume	Conexão	Densidade
	Densidade	Delimitação	Saturação de cor
	Saturação de cor	Comprimento	Forma
	Croma de cor (<i>hue</i>)	Ângulo	Comprimento
	Textura	Inclinação	Ângulo
	Conexão	Área	Inclinação
	Delimitação	Volume	Área
Menor	Forma	Forma	Volume

Figura 11 - Acuidade de percepção dos atributos visuais. Fonte: MACKINLAY op. Cit)

O valor de um determinado sistema computacional de visualização de dados pode ser determinado pelas capacidades perceptíveis e do conhecimento

obtido pelo seu utilizador a partir das imagens de visualização geradas pelo mesmo sistema.

Na cartografia, o termo visualização passou a ser mais utilizado há quatro décadas. A evolução cartográfica decorre da evolução da cartografia e das técnicas da tecnologia na informação visual, incluindo a visualização científica e a computação gráfica associada aos sistemas de informação geográfica. Após 1987, muitos cartógrafos iniciaram seus estudos na área da visualização e comunicação cartográfica. Para DiBiase et al. (1992), visualização cartográfica significa a utilização de métodos gráficos para análise e apresentação dos dados. Em 1990, DiBiase propôs um modelo de visualização onde as funções do mapa estão relacionados ao domínios públicos e privados. Para a autora (1992) apud Maceachren (1994), os mapas que pertencem aos domínios privados são utilizados para confirmação e exploração dos dados espaciais, e conseqüentemente são utilizados apenas por pessoas que estão desenvolvendo trabalho de análise e planejamento. Já os públicos têm função de ampla comunicação e difusão da informação.

O uso do mapa tem como objetivo a aquisição de conhecimento por meio da geração e interpretação das representações cartográficas, no processo chamado de concepção visual³. Quando os mapas são utilizados para mostrar resultados, pertencem ao domínio público. Nesse caso são criados para serem publicados e fazem parte do processo denominado comunicação visual⁴.

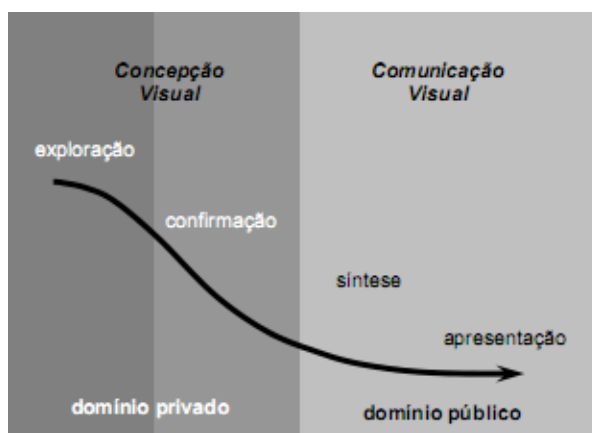


Figura 12 - Uso dos mapas na visualização cartográfica. Fonte: DiBiase, 1992, p.204.

³ Tradução do autor para o termo Visual Thinking..

⁴ Tradução do autor para o termo Visual Communication.

Em 1993, a Associação Cartográfica Internacional criou um grupo na comissão de Uso de Mapas para pesquisar a visualização e suas implicações para a cartografia. Esse grupo de trabalho foi promovido, em 1995, à Comissão de Visualização e, em 1999, à Comissão de Visualizações de Ambientes Virtuais. A comissão ocupava-se basicamente para encontrar co-relações entre a cartografia e a visualização científica. Um dos primeiros resultados dessa pesquisa foi à concepção do espaço tridimensional, que MacEachren (1995) denominou de (cartografia)³ – cartografia ao cubo – mostrado na FIGURA 13.

Nessa concepção, a visualização é considerada um complemento da comunicação. Até aquela etapa de pesquisa a comunicação cartográfica evidenciava o uso de mapas estáticos, tendo como foco o consumo público enfatizando extração de parte específicas da informação.

Já os estudos atuais buscam associar ferramentas multimídias aos produtos cartográficos, para gerar visualizações que atendam a exploração e análise dos dados. DiBiase (1995) cria, então, um modelo chamado “Matriz de uso do mapa” (Figura 14) que apresenta exemplos de diferentes usos dos mapas no modelos (cartografia)³.

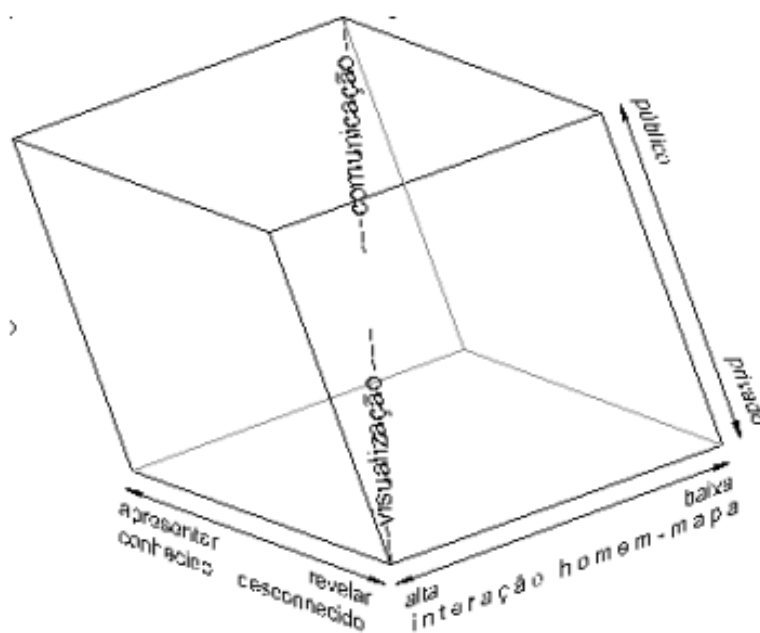


Figura 13 - (Cartografia)³ – Representação do “Espaço” de uso do mapa. Fonte: MacEachren, 1995, p.57.

		ALTA INTERAÇÃO		BAIXA INTERAÇÃO	
		Revelar o desconhecido	Apresentar o conhecido	Revelar o desconhecido	Apresentar o conhecido
PÚBLICO	PRIVADO	Uma manipulação interativa de valores de isolinhas	Uma interface Hipermídia para acessar uma coleção de mapas em CD-ROM	Um "tour guiado" direcionado por um roteiro geográfico	Recuperar informação a partir de um mapa
	PÚBLICO	Uma interação computacional com o software MatLab	Localizar uma loja usando um quiosoque de informações dentro de um shopping center	Análise de superfícies utilizando um programa computacional	Localizar uma loja usando um mapa "você-está-aqui" num shopping center

Figura 14 - Matriz de uso do mapa. Fonte: DiBiase, 1994, p.4.

As inovações trazidas pela visualização cartográfica exigem que algumas novas pesquisas sejam realizadas para que novas técnicas computacionais sejam aplicadas dentro do contexto das geoinformações. Surgiu um novo contexto de possibilidades de manipular dados que, juntamente com técnicas de computação e interfaces gráficas, permitam realizar análises por meio de interações e animações de mapas. Programas computacionais para cartografia permitem que o usuário interaja desde a seleção de características até a definição de simbologia a ser aplicada na visualização do mapa. Trazendo, com isso, o conceito de obra aberta e um novo conceito dentro dos modelos comunicacionais cartográficos.

A multimídia veio como um auxílio à consolidação desse novo modelo comunicacional. Ela é a integração de múltiplas formas de representação suportadas pelo computador e a responsável pela criação do conceito da interatividade. Foi à interatividade quem permitiu que a comunicação fosse feita de forma aberta e dinâmica conforme o usuário.

A forma mais comum da multimídia é o hipertexto, textos com estruturas de links. Na cartografia, o hipertexto trouxe os hipermapas (FIGURA 15) que permitiram ao usuário fazer buscas geográficas somada às buscas temáticas, nos quais o acesso às informações se dá a partir do mapa. No procedimento o

usuário define uma janela de busca em uma visualização e o sistema disponibiliza todas as informações relacionada à área selecionada.

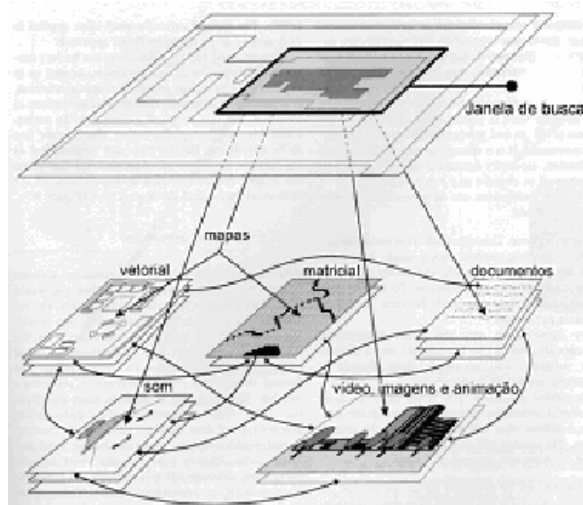


Figura 15 - Conceito de hipermapas – Ligação de componentes de multimídia individuais e o mapa.

A multimídia e a interação dão aos usuários condições para expandir os canais de informações disponíveis para o usuário. O mapa se torna mais acessível e mais comunicativo. Todos esses avanços tecnológicos vieram para resolver a questão da dificuldade existente na comunicação cartográfica, pois todas as teorias comunicacionais dentro da cartografia se propuseram a criar regras que atendessem à grande gama de diferentes usuários. O valor da multimídia está relacionado à sabedoria de transferir uma informação. O usuário deve conseguir explorar o mapa de acordo com a sua velocidade de compreensão. O usuário deve estar no controle. A multimídia e a interação são peças fundamentais para criar aplicativos de fácil manipulação e mais comunicativos segundo as regras de teoria da comunicação visual.

Segundo Peterson (1999), um mapa interativo é uma forma de apresentação cartográfica assistida por computador que tenta imitar a representação de mapas mentais. Assim, os mapas interativos fazem parte do novo contexto da cartografia multimídia. A cartografia multimídia é a compilação da combinação de mapas com outras mídias (texto, gráficos, vídeos, sons).

A cartografia multimídia pode ser vista como uma esfera que pode ser movida pelo usuário através e dentro do plano de realidade geográfica. O plano de

realidade geográfica é composto de vários níveis de abstração. Alterações na esfera através da superfície afetam a variedade de aspectos inter-relacionados com a representação, tais como a escala e a perspectiva. O crítico na utilização da cartografia multimídia é o ponto de contato entre um método ideal para o dado -> informação -> transferência de conhecimento -> compreensão por parte do usuário. Esse ponto de contato é onde está o potencial da cartografia. Esse potencial pode ser controlado pelo usuário que escolhe os métodos de representação particular, de acordo com suas habilidades e conhecimento, ao mesmo tempo em que cartógrafo pode aplicar suas preferências de representação e aumentar uma pequena área à esfera e ditar, dessa maneira, algumas relações entre usuários.

A *world wide web*, por sua vez, mudou a forma como os mapas são distribuídos e usados além de ter um potencial de melhora de qualidade desses mapas como uma forma de comunicação. Hoje existem milhões de pessoas conectadas à web que estão procurando por todos os tipos de informações.

Compreendemos a internet como fonte de informação e, ao mesmo tempo, como canal de comunicação. A caracterização nada mais é do que uma tentativa, agora mais focalizada, de definir sistemas de informação na Internet como sistemas de comunicação.

Cendón (2000) descreve a evolução e consolidação da internet como fonte de informação, principal meio de publicação e mecanismo de identificação de recursos. Além disso, ela discute as características especiais que a diferenciam de outras fontes e os meios de acesso à informação especializada que ela proporciona:

“A interconectividade ampla entre os diferentes computadores é garantida pelo uso, em toda a rede, de um conjunto de protocolos padrão, o TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Dessa forma, recursos informacionais que anteriormente, apesar de acessíveis por redes, eram sistemas ilhados, podem, na Internet, ser oferecidos de maneira integrada” (Cendón, 2000, p.276).

Destacam-se também como características marcantes da internet a facilidade de criação e acesso aos recursos informacionais e a interatividade. É justamente essa última que dá à Internet seu caráter de canal de comunicação. Reforçada a questão da comunicação, percebe-se que são várias as facetas a serem analisadas quando se fala em Internet, tendo em vista as diferentes formas de acesso a documentos e pessoas, tais como o FTP, o Correio Eletrônico, os Grupos de Discussão e a Web. Mas, como afirma Cedón (2000), a atenção está na World Wide Web.

“A Web rapidamente dominou a Internet ao combinar simplicidade de uso, facilidade de criar e fornecer documentos e a exibição de documentos em formatos multimídia, mais aceitáveis do que longas páginas ininterruptas de texto”.
(Cendón, 2000, p.288).

Na cartografia, a internet se mostrou como a principal forma de divulgação de dados. Assim como a cartografia multimídia veio para disseminar a informação geográfica para um maior número de pessoas se colocando como a fonte de informação, a internet veio como o canal de transmissão dessa informação. Hoje é a internet que define como os mapas são distribuídos.

A tendência da interatividade como uma das facetas da multimídia permite ao usuário diferentes percepções de um mesmo mapa e atualizações mais frequentes. O valor da multimídia e da internet associados está relacionada à sabedoria de transferir uma informação. Essa união trouxe uma nova forma de trabalhar com mapas. Hoje ainda percebemos que muitas pessoas não têm capacidade básica para trabalhar com mapas. O grande motivo é que os mapas não são bem compreendidos. Isso se dá devido à dificuldade de representações mentais, dificuldades de abstração e dificuldades de percepção do espaço principalmente quando a escala é muito diferente do espaço real. A multimídia resolveu o problema de restrição dos mapas a uma única percepção, permitindo o usuário testar métodos representativos mais significativos segundo a sua percepção do mundo e de acordo com suas velocidades de compreensão. Já a internet resolveu o problema de dificuldade relacionada ao acesso aos softwares. Ela permitiu que o mapa chegasse até os

usuários que não tem nenhum conhecimento dos aplicativos destinados ao desenvolvimento de sistemas de informação que é de domínio especialista.

A cartografia multimídia é o novo momento no processo evolutivo da cartografia que veio no intuito de trabalhar as questões de visualização e disseminação da ciência. A internet veio como uma importante ferramenta para auxiliar os especialistas na difícil tarefa de disseminação de informações geográficas.

2.5. Interfaces

Segundo Freitas (2005), o conceito de interface se expressa pela presença de uma ou mais ferramentas para o uso e movimentação de qualquer sistema de informações, seja ele material, seja ele virtual.

Segundo Leite (2000) considera-se que uma interface homem-máquina é a parte de um artefato que permite a um usuário controlar e avaliar o funcionamento deste artefato através de dispositivos sensíveis às suas ações e capazes de estimular sua percepção. No processo de interação usuário-sistema a interface é o combinado de software e hardware necessário para viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação. O projetista de interface deve conhecer o funcionamento da atividade cognitiva do usuário para projetar interfaces efetivas e fáceis de usar (Eberts, 1994 apud Lucena,1998).

“A interface de usuário deve ser entendida como sendo a parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato - física, perceptiva ou conceitualmente.” (Moran, 1981, p.7).

2.5.1. Interfaces e Interação

A interface é um sistema de comunicação usuário-sistema pela sua capacidade de interação, e por ser uma ferramenta que oferece instrumentos que permitem e facilitam o processo comunicativo. Esse sistema é constituído do conjunto de software e hardware, sendo que o hardware está mais relacionado com a questão da percepção motora, já que é composto dos dispositivos com os

quais o usuário interage com o sistema, tais como o mouse, teclado, monitor e etc. Por outro lado, o software irá trabalhar com a cognição, que é a percepção filtrada pelo conhecimento acumulado, o que passa pela inteligência e está relacionada ao processo de aprendizagem. Na relação entre o hardware e o software, o último é a parte do sistema que habilita os processos computacionais necessários para as tarefas de controle do hardware, construção de dispositivos virtuais, geração de diversos símbolos que representam as informações do sistema e a interpretação dos comandos dos usuários.

A interação é um processo no qual o usuário exerce ações no sistema e interpreta as respostas oferecidas pela interface.

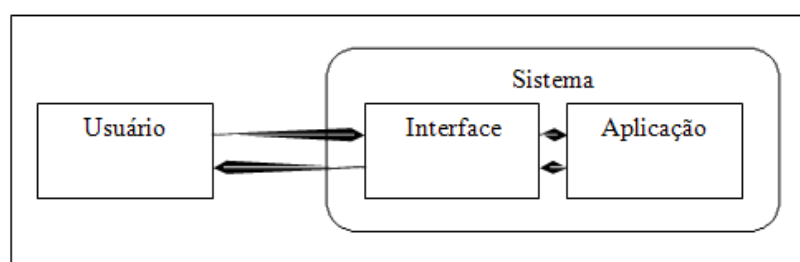


Figura 16 - Processo de interação usuário-sistema. Fonte: Leite, 2000.

Segundo Lucena (1998), existem alguns requisitos gerais que devem ser considerados na construção de interfaces:

- Utilizar metáforas adequadas ao domínio da aplicação. A escolha de metáforas permite agilizar o processo mental do usuário ao relacionar o símbolo com o seu conteúdo semântico. A utilização de metáforas está relacionada com a construção de ícones de conhecimento geral. Um exemplo simples da utilização de metáforas é o símbolo de uma impressora que faz com que o usuário saiba instantaneamente que aquele botão é para a impressão de documentos.
- Auxiliar na escolha do operador adequado para a execução da tarefa desejada. O sistema deve listar e sugerir operadores apropriados. Oferecer formas de explicar “para executar determinada função, qual

botão eu devo usar?”, “qual é a função desse botão?”, “como manipular tal operador?”, além de oferecer um operador de seleção e consulta aos dados.

- Promover ambiente dinâmico e interativo, de modo a oferecer ao usuário controle sobre o aplicativo no qual o sistema esteja apto a oferecer respostas imediatamente após os atos do usuário.
- Evitar sobreposição de janelas, pois o excesso de janelas se abrindo dificulta o diálogo com o usuário.

Projeto de Interface

Um dos principais requisitos de uma interface é que ela seja comunicativa e de fácil usabilidade. Quanto mais a interface guiar o passo-a-passo do usuário, principalmente aquele inexperiente, mais eficaz é a interface. Geralmente projetar uma interface é um trabalho longo e com várias etapas. Além de todo trabalho de conceituação, operacionalização e implantação, é imprescindível que se faça a validação do sistema com testes de usabilidade com diferentes tipos de usuários.

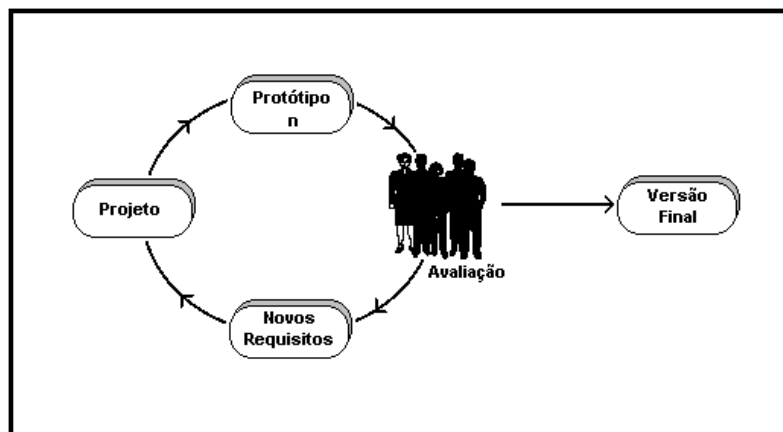


Figura 17 - Modelo de ciclo de vida da interface. Fonte: Campos, Rocha (1998 op. cit)

As interfaces devem ser intuitivas. O uso de imagens é um ponto positivo. Ele permite uma facilidade no aprendizado. A redundância texto e imagem é a composição ideal. Quando a ferramenta possui um nome e também um

desenho, a fixação do significado para o usuário é mais rápida.

Outro fator importante é a utilização correta de textos e perguntas em determinadas ações a serem executadas pelo usuário. Por exemplo: ao invés de perguntar: “Você deseja sair sem salvar?” no qual o usuário desatento pode clicar em ok, é melhor perguntar: “Salvar o arquivo?” e as respostas disponíveis serem “salvar” e “não salvar”.

Segundo o Common Front Group (1995), projetar uma interface é uma combinação de arte e ciência, pois é necessário apoiar-se em aspectos da cognição para que sua eficiência seja plena. Outro fator importante no projeto de interfaces é assegurar a consistência da aplicação com o uso de ícones, nome das funções, localização de botões de diferentes janelas sempre da mesma forma, etc. Alguns dos elementos importantes na composição de uma interface são: comunicabilidade e interatividade; navegabilidade e usabilidade; acessibilidade; e aplicabilidade.

2.5.2.1. Comunicabilidade /Interatividade

O conceito de comunicabilidade, segundo Souza (2005), refere-se ao correto diálogo, através das interfaces, da mensagem do designer sobre o que é o sistema (que pode ser uma página da internet, um programa de computador, um vídeo-game ou a interface do telefone celular), além de deixar claro para que serve esse sistema, para quem ele se destina, como ele funciona, etc.. A hipótese subjacente ao conceito de comunicabilidade é que, se um usuário entende as decisões que o projetista tomou ao construir a interface, aumentam suas chances de fazer um bom uso daquele sistema. Quando os sistemas apresentam alta comunicabilidade, os usuários são capazes de responder às questões:

- Para que serve o sistema

- Qual é a vantagem em utilizá-lo
- Como ele funciona
- Quais são os princípios gerais de interação com o sistema

Esses novos termos de “comunicabilidade”, dentro da engenharia semiótica, tratam da apresentação da primeira teoria na área de *human-computer interaction* (HCI) produzida na América Latina, que caracteriza sistemas interativos como artefatos de metacomunicação. Nessa teoria, esses artefatos são vistos como “uma mensagem de projetistas para usuários”, que comunicam a lógica do sistema e, a partir daí, permitem que os usuários se apropriem do sistema para fazerem o que for necessário, desejado ou simplesmente imaginado:

“O desafio é oferecer formas de um conjunto infinito de possibilidades de significação que os usuários dão ou querem dar ao que vêem nas interfaces de sistemas se aproximarem do conjunto finito e constante de significações que o sistema consegue interpretar a partir ‘das falas dos usuários’”. (Souza, 2005, p.79).

Uma interface com boa comunicabilidade permite que o usuário formule um modelo mental compatível com o do projetista. O uso de analogias com artefatos familiares ao usuário pode contribuir para isto, pois o usuário já possui um modelo mental sobre o comportamento desses artefatos. No entanto, é importante deixar claro qual é o escopo da analogia, ou seja, quais são as porções do modelo mental sobre o artefato conhecido que podem ser transportadas para a construção do modelo mental sobre a interface em questão.

A interatividade, então, se torna um fator essencial para que exista o correto diálogo do sistema com o usuário. Segundo Makedon (1994, p.41) é a interatividade que “coloca o usuário no controle do sistema, manipulando as diversas mídias nos diferentes modos de interação”, e que permite a

cooperação dos múltiplos autores.

Conforme a conceituação de Campos, Campos e Rocha (1998), *“o desenvolvimento de um software de qualidade requer a verificação da presença ou ausência de critérios de qualidade. Selecionar um sistema de autoria é uma etapa importante porque é neste momento que o usuário contemplará os requisitos e expectativas, escolhendo a ferramenta correta para a aplicação”*. Assim os sistemas de autoria trabalham a interatividade.

Cartwright (1999, p.32) descreve um mapa interativo como *“uma forma de apresentação cartográfica assistida por computador que busca imitar a representação de mapas mentais. O mapa interativo é uma extensão da habilidade humana de visualizar lugares e distribuições”*.

Para garantir que uma interface seja acessível, é importante não utilizar um número excessivo de tipos de mídia. Contudo, muitas vezes a utilização em excesso faz com que o usuário perca a atenção sobre o foco principal da aplicação. O estilo de interação com o sistema depende dos tipos de operação. Segundo Schneider (1987) apud Lindholm e Sarjakoski (1994), existem cinco categorias de interação:

- Interfaces de linguagem natural: tipo de interface menos usual e que envolve comandos digitados pelo usuário, na linguagem utilizada no dia-a-dia. No caso de análises espaciais é uma tarefa que exige muito esforço, o que torna seu uso pouco prático.
- Interfaces de linguagem de comando: permitem que o usuário forneça instruções diretamente ao sistema por meio de comandos específicos. A interface de linguagem de comando é poderosa e flexível, mas necessita que o usuário aprenda a linguagem e memorize os comandos. Apesar da grande maioria dos SIGs comerciais possuírem interfaces gráficas baseadas em ícones, menus e botões, o uso de linguagens de comando

e linguagens de programação continua sendo necessário para a realização de projetos complexos, que envolvem procedimentos de modelagem. Entre as abordagens possíveis, pode-se citar: macro-comandos interpretados (exemplo: ARC/INFO); linguagens de programação (exemplo: AVENUE do Arc/View); linguagens de programação específicas para geoprocessamento, com alto conteúdo semântico (exemplo: LEGAL do SPRING).

- Interface de seleção de menus: fornece ao usuário algumas possibilidades sob a forma de menus ou listas. A seleção de menus reduz a flexibilidade por limitar as opções a um número pré-definido de escolhas, ao mesmo tempo em que evita escolhas erradas ou inviáveis. Este estilo de interação necessita que os menus sejam auto-explicativos. Um menu de seleção pode tomar a forma de um grupo de botões de opção (radio buttons), ou botões de seleção (check boxes). Um problema nesta interface pode ser a confusão ou dificuldade de navegação para o usuário no caso de menus múltiplos e submenus.
- Interfaces de manipulação direta: neste tipo de interface o usuário manipula os elementos que representam as operações do sistema, através do mouse. As interfaces gráficas baseadas em manipulação direta permitem uma maior interação do usuário com o sistema mediante o ato de apontar, mover ou conectar representações de objetos do sistema na tela do computador.

Moraes (1998) considera as palavras 'interativo' e 'interatividade' como conceitos de *“uma ação recíproca entre, no mínimo, dois agentes; um processo bidirecional, em que o fluxo se dá em duas direções”*. Baseado nessa idéia, os níveis de interação podem ser divididos da seguinte forma:

- nível do contato: interação mínima entre o usuário e o fabricante ou responsável, para pedir informações, fazer reclamações, na qual a navegação é linear (duas vias) e não é instantânea.
- nível de personalização: o usuário pode solicitar um produto, pode usar recursos multimídia (como é o exemplo de jogos que permitem personalizar o ambiente), pode selecionar o material, selecionar o grau de dificuldade e interferir no final. São exemplos os cursos online, as listas de discussão ou grupos, os chats e outros em que o usuário é visto como um visitante.
- nível de intercâmbio: há uma troca entre usuário, produto e produtor. O usuário 'conversa' e interfere no produto final, pode comentar e delimitar o seu conteúdo. São exemplos os blogs, fóruns e sites que permitem a inserção de informações em suas páginas.

A categoria, tipos e os níveis de interação devem ser bem estudados na construção de uma interface para múltiplos usuários para garantir a simplicidade de manipulação e, ao mesmo tempo, ser um aplicativo rico em informações e ganhos de conhecimento. Ele deve ajudar o usuário utilizar o sistema e ao mesmo tempo ser intuitivo para que o usuário não se canse de usá-lo. A escolha do tipo de interação é um dos passos mais importantes, pois será ela a principal responsável pela fixação da atenção dos usuários no aplicativo. A interface também deve ser visualmente agradável, pois o usuário terá mais interesse em utilizar uma interface atrativa.

2.5.2.2. Navegabilidade e Usabilidade

É comum, quando se trata do conceito usabilidade, ouvir-se muito o termo “fácil de usar”. Também é freqüente perceber que “fácil de usar” rapidamente se confunde com “menos cliques para chegar a uma resposta esperada”. Resumindo, as pessoas confundem arquitetura de informação com usabilidade.

Isso tem sua raiz na própria história da Arquitetura de Informação, que nasceu com a onipresença das interfaces gráficas traduzindo a arquitetura de

sistemas, e com a aplicação do ISO relativo à usabilidade desde entre os anos de 1991 e 1998. (International Standard. ISO /IEC 9126 Information technology, 1991. 13 p.)

Nesse universo, as duas disciplinas, navegabilidade e usabilidade, visam facilitar a tarefa para o usuário. No caso específico da usabilidade, incorporam-se preocupações lingüísticas e estéticas, pois seu interesse de estudo é quanto à capacidade de comunicação da interface.

Entretanto, vivemos numa sociedade saturada de informações, as pessoas têm que optar por um ou outro veículo de comunicação para obter conhecimento. Em termos práticos, isso significa que um produto e sua comunicação precisam se destacar para encontrarem espaço entre as preferências pessoais dos usuários.

Para complicar ainda mais a vida dos estudiosos da interação homem-máquina, é necessário pensar em como criar uma ligação emocional entre o usuário e a interface digital de hardware e software. Entre os recursos disponíveis para atingir este objetivo, o que mais tem crescido é o design de interação, que trabalha muito com a questão da usabilidade e da comunicabilidade.

Usabilidade é o termo técnico usado para descrever a qualidade de uso de uma interface (Bevan, 1998). Essa é uma qualidade importante, pois interfaces com usabilidade aumentam a produtividade dos usuários, diminuem a ocorrência de erros (ou a sua gravidade) e, não menos importante, contribuem para a satisfação dos usuários. A satisfação é um critério importante, embora não o único, para determinação da qualidade global da aplicação. De um modo geral, este é um critério final para que o usuário adquira um software ou visite regularmente um site. Buscando explicitar em que consiste a usabilidade como um elemento da “utilidade” e da “aceitação prática”, Nielsen (1993, p.53) coloca os seguintes componentes:

- Fácil de aprender;

- Eficiente no uso;
- Fácil de ser lembrado;
- Resulta em poucos erros;
- É agradável.

“De acordo com o Relatório de Avaliação - SIAE, a navegabilidade para ser considerada adequada, o site ou CD-ROM deve ter mecanismos navegacionais que permitam ao usuário saber claramente e em todo momento como se passa de um nível a outro da navegação; ao mesmo tempo, deve permitir uma contextualização em todas as páginas, ou seja, em que site ou parte do site ele se encontra e como acessar os outros tópicos sem ter que voltar no caminho percorrido. Para isso, utiliza-se muito, além das barras de navegação e dos frames, o recurso de mapa do site, que representa graficamente a estrutura de todo o conteúdo e a estrutura de nós e links.”
(USP, 2001).

Navegabilidade e usabilidade fazem parte do mesmo conceito, qual seja: os graus de facilidade que o usuário possa ter no contato, a manutenção do interesse na navegação e no uso da hipermídia, o que inclui desde o uso dos ícones, até dos menus e a busca por palavras-chave. Compreende os recursos disponíveis no site, mediante os conceitos de acessibilidade, legibilidade, layout e qualidade de imagens:

- Acessibilidade - facilidade de acesso ao conteúdo e à forma como os meios e os recursos computacionais foram empregados
- Legibilidade - organização das informações em um projeto que harmonize cores e composição dos elementos, visando à comunicação visual e a funcionalidade. De forma geral, compreende a organização do conteúdo de modo que as informações sejam compreendidas com facilidade pelo usuário, que deve ser capaz de ler e decodificar.
- Layout - o modo como os elementos da navegação e os textos são apresentados na hipermídia, o seu arranjo e desenho

- Qualidade da imagem - implica na qualidade das imagens do sistema que compõem a hipermídia: qualidade de escaneamento, resolução e processamento, lembrando-se que arquivos de imagens quase sempre se tornam arquivos 'pesados', e que dificultarão a usabilidade, uma vez que não se poderá prever a capacidade computacional disponível.

É necessário reconhecer que a usabilidade está relacionada ao tipo de aplicação em questão, ao perfil dos usuários, aos contextos de utilização, etc., e que todos eles são variáveis. Além disso, tais valores podem se modificar em função do tempo com o crescimento da população de visitantes, mudança dos requisitos e recursos da aplicação e mesmo de atualização da tecnologia. Assim, a determinação da usabilidade pode variar em função destes critérios, de modo que não se pode garantir que um projeto terá 100% de usabilidade uma vez que os padrões de comunicação e acessibilidade de cada pessoa são determinados pelas suas experiências prévias.

Considera-se que a interface tem um problema de usabilidade se um determinado usuário ou um grupo de usuários encontram dificuldades para realizar uma tarefa com a interface. Tais dificuldades podem ter origens variadas e ocasionar perda de dados, diminuição da produtividade, ou mesmo a total rejeição do software por parte dos usuários.

Embora alguns problemas de usabilidade possam ser específicos a um grupo de usuários, outros podem ser reconhecidos como problemas comuns à grande maioria. Segundo Rubin (1994) para fazer uma avaliação da usabilidade, deve-se observar os seguintes fatores para a avaliação dos problemas de usabilidade:

- Desempenho do usuário durante a realização de tarefas: a observação (direta ou indireta) da realização de tarefas por usuários permite a verificação das seguintes métricas:
 - Conclusão de tarefas (com sucesso, parcialmente concluída, não-concluída): tarefas que não são concluídas ou o são apenas parcialmente são um forte indício de que existe algum problema de usabilidade;

- Tempo de realização da tarefa: mesmo se concluída com sucesso, um tempo excessivamente longo pode indicar um esforço desnecessário sendo exigido do usuário;
- Ocorrência de erros: vários tipos de erros podem ocorrer durante a realização de uma tarefa. Se o erro é causado por uma operação do usuário, por exemplo, deve-se investigar se a interface não induz ao erro através de comandos complexos ou ausência de mensagens adequadas. Se o erro é produzido por uma atividade do sistema, deve-se verificar como o usuário é advertido da ocorrência e que suporte é oferecido pela interface para efetuar a recuperação deste erro;
- Satisfação subjetiva do usuário: a usabilidade é também uma qualidade subjetiva que compreende a opinião do usuário da interface, com verificação da satisfação com a interface;
- Correspondência com os objetivos do usuário: independente das tarefas suportadas pelo sistema, verifica-se se os objetivos dos usuários foram alcançados. Esta é uma métrica que pode ser quantitativa ou qualitativa, de acordo com o que é considerado como objetivo final dos usuários;
- Adequação aos padrões (normas, recomendações ergonômicas, etc.): grande parte do conhecimento sobre usabilidade é organizado na forma de normas e recomendações ergonômicas tais como as definidas pela ISO9241. Tais recomendações descrevem padrões conhecidos de problemas e, em alguns casos, propõem soluções ou alternativas para evitá-los. A aplicação de tais recomendações durante o desenvolvimento da interface pode realmente evitar ou reduzir vários problemas de usabilidade. Pode-se verificar a usabilidade inspecionando uma interface em relação a tais recomendações.

2.5.2.3 Acessibilidade

Acessibilidade é o termo usado para descrever problemas de usabilidade encontrados por usuários com necessidades especiais como, por exemplo, usuários que tem algum tipo de dificuldade auditiva ou visual. Acessibilidade implica em tornar utilizável a interface por qualquer pessoa, independente de alguma deficiência física, sensorial, cognitiva, condição de trabalho ou barreiras tecnológicas.

A maioria das recomendações ergonômicas e recomendação para acessibilidade são úteis por qualquer usuário, como os exemplos: imagem e animações para descrever a função de cada imagem, mapas clicáveis, multimídia para ter interação, entre outros.

Acessibilidade e usabilidade são conceitos fortemente relacionados, pois ambos buscam melhorar a satisfação e eficiência de uso da interface. Contudo, acessibilidade diz respeito a uma população muito mais ampla e genérica.

2.5.2.4. Aplicabilidade

A aplicabilidade de um sistema também determina sua qualidade de uso. Este conceito está relacionado com a utilidade deste sistema em uma variedade de situações e problemas (Fischer, 1998). Está relacionado ao quanto o sistema é útil para o contexto em que foi projetado, e em que outros contextos o sistema pode ser útil.

Do ponto de vista do usuário, a qualidade da interface e da interação determina a qualidade do sistema, e não seus algoritmos, arquitetura ou modelos de dados. Para ele, o sistema é a interface. O grau de qualidade de uso de um sistema pode causar aumento (ou queda) de produtividade dos usuários, e reduzir (ou aumentar) os custos com suporte técnico para atendimento aos usuários. Além disto, as iniciativas voltadas para a qualidade de uso de sistemas computacionais estão geralmente associadas a melhorias em processos de negócio, que ajudam a promover ainda mais um aumento de qualidade do produto final. As interfaces de baixa qualidade confundem os

usuários, desmotivam a exploração, induzem os usuários ao erro, diminuem a produtividade, dentre outros problemas.

Os problemas de um sistema podem ser verificados a partir de diversos métodos de avaliação realizados ao longo do processo de desenvolvimento. Em geral, os métodos de avaliação mais utilizados se concentram em avaliar a usabilidade e a comunicabilidade de um sistema. Por outro lado, para validar a aplicabilidade, os métodos se concentram em quesitos qualitativos.

2.6. Projetos de interface em cartografia

Atualmente existe a possibilidade de inclusão de várias mdias e formas de interatividade na produção e concepção de um produto cartográfico, o que pode ser avaliado tanto de modo qualitativo como quantitativo. Qualitativamente, a interação com as visualizações em tempo real e as atualizações devem ser mais fáceis e rápidas. Quantitativamente, deve ser possível gerar uma quantidade maior de visualizações em menor tempo. Isso muda o mapa de um produto basicamente estático para uma ferramenta dinâmica, que necessita de novas necessidades quanto aos projetos de interfaces.

Os projetos de interfaces interativas para a cartografia requer um estudo dos tipos de interação e medias, para que as funções de visualização sejam feitas de forma correta. Para Cartwright et. al. (2001), um aspecto importante quando se trata de interatividade em cartografia é que o fenômeno que está sendo representado é o mesmo sobre o qual são realizadas navegações e interação. Por exemplo, um mapa turístico pode apresentar links para outros mapas, imagens ou informações adicionais em pontos de interesse.

Todas as interfaces interativas da cartografia devem conter algumas funções básicas para o usuário, tais como ferramenta de zoom, deslocamento (pan), consulta a tabela de atributos, manipulação de componentes básicos de

legenda (cor, espessura, textura). Outro aspecto importante é que ela deve obedecer aos aspectos cognitivos da obtenção da informação.

A interação e a visualização da informação dependem da tecnologia computacional disponível. Não existem regras definidas para os projetos de interface.

A interatividade tem despertado o interesse de muitos estudiosos da área de visualização cartográfica. A capacidade de alteração dinâmica das representações das informações altera a capacidade de leitura do mapa e, conseqüentemente, o processo ativo de construção do conhecimento.

Crampton (2002) faz uma classificação preliminar sobre os tipos de interatividade no qual existem cinco tarefas a serem realizadas na visualização (Figura 18). A classificação ordinal é feita a partir do nível de maior complexidade e sofisticação nas tarefas interativas no processo de criação da visualização.

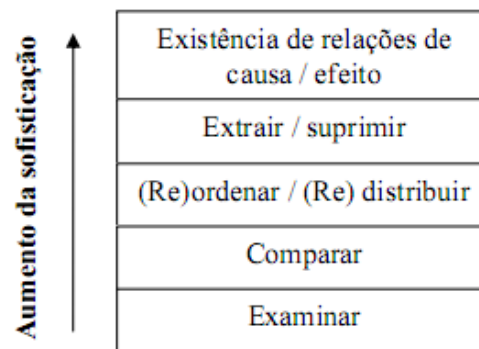


Figura 18 - Sofisticação nas tarefas interativas. Fonte: Crampton, 2002, p.87.

Na primeira fase, a de “examinar”, o usuário tem pouca interação com o sistema, então ele consegue apenas inspecionar as bases ou fazer consultas que permitam que ele passe-a conhecer a base. Por exemplo: uma consulta na lista de atributos.

Na segunda fase, o usuário já consegue comparar duas bases. Aqui ele consegue fazer sobreposição de layers através do canal de consultas abertas. É necessário que exista a visualização de mais de uma camada de informação.

No terceiro estágio, é necessária a visualização dinâmica dos dados. Neste estágio o usuário pode variar o limiar de correlação estatística entre as variáveis. No nível seguinte, o usuário já tem controle quase total sobre o sistema. Ele é capaz de dar entrada e saída de dados conforme a sua necessidade. O sistema se encontra aberto para as alterações desejadas.

Na última instancia, o usuário consegue manipular os dados a fim de testar a existência de relação de causa e efeito. Esse tipo de operação consiste em analisar a intensidade e natureza da relação entre as variáveis. Um exemplo é quando dois ou mais conjuntos de dados são interligados por *links*. Nessa linha de raciocínio, podemos acrescentar uma nova fase dentro dessa tabela de tarefas interativas: as análises ambientais, para as quais o usuário poderá realizar todos os tipos de interação citados e utilizar a álgebra de mapas para cruzar camadas de informações, gerando um terceiro mapa completamente novo. Por exemplo, se o usuário deseja produzir um mapa de “Distribuição de Infra-Estrutura Urbana”, ele poderá cruzar os mapas de distribuição de abastecimento de água, distribuição do serviço de coleta de lixo, esgotamento sanitário, acessibilidade viária, drenagem pluvial e outros. Essa matemática é feita através de análises de multicritérios, na qual o próprio usuário atribui pesos e notas para as camadas e as composições de legenda de cada layer.

Apesar de encontrarmos aplicativos que executem uma ou mais tarefas interativas, não é comum encontrar softwares que reúnam praticamente todas as tarefas e que tenham passado por testes sistemáticos de comunicabilidade e usabilidade para que consigam realmente cumprir sua tarefa interativa.

2.6.1. Metodologia na Composição de Software

Planejar, executar e customizar um software requer atenção em algumas questões precedentes. O sistema e a interface devem ser tratados em vários e

diferentes níveis para que as características tanto do sistema como da interface não acabem determinando o objetivo do sistema, já que o projeto não tem como objetivo simplesmente construir um software, e sim conceber um programa que atenda às necessidades dos usuários.

Segundo Leite (2000), a construção de um software, mesmo que a partir de um modelo pré-existente, envolve as etapas de definição, desenvolvimento e operação. Na etapa de definição é necessário determinar os requisitos do software em relação às necessidades dos usuários. No desenvolvimento, ou o que chamaremos de customização, são abordados a concepção, especificação, projeto de interface, escolha da linguagem, codificação e validação do sistema. Na etapa de operação, o software é utilizado pelo usuário e são realizados as manutenções, adaptações, correções e acréscimo de novas funções para que sejam atendidos os novos requisitos do programa. Dentre as metodologias de criação de softwares para a cartografia, foi escolhida a proposta de Howard e MacEachren (1996), que separa a abordagem de construção do sistema em três etapas: conceitual, operacional e de implantação:

1. Conceitual: as atenções estão focadas no uso e operação do sistema de um modo geral. Deve responder as seguintes perguntas:
 - a. Qual o objetivo a ser alcançado pelo sistema?
 - b. Como atingir esse objetivo?
 - c. Qual deve ser o resultado esperado pelo usuário ao utilizar esse sistema?
 - d. Qual é o público alvo desse sistema?

Essa etapa trabalha com a definição da problemática e são gerados os modelos descritivos e conceituais, a partir de uma descrição inicial em forma de texto, a partir do qual através de metodologias e técnicas é organizada uma modelagem estruturada através de diagrama de fluxo de dados (DFD) e entidade-relacionamento (E-R), ou a modelagem orientada a objeto (OOM).

2. Operacional: Nessa etapa se definem a estrutura dos dados e a forma de manipulação destes. São definidas as operações apropriadas para alcançar os objetivos propostos na fase conceitual. Por exemplo: para

saber quais características são encontradas em um determinado espaço, uma função de *query* no banco de dados através do *select by location* (selecionar por localização) pode ser muito útil. As decisões do nível operacional não olham a questão do ambiente de hardware ou de software que se está utilizando, mas na prática sabe-se que as ferramentas disponíveis limitam muito as funções que são especificadas no quesito conceitual. Nessa fase existe uma compatibilização entre os dois níveis: o que se deseja fazer e o que é possível fazer.

3. Implantação: Nessa etapa o usuário começa a ser incorporado à construção do sistema. Aqui são feitas as considerações sobre o que o usuário terá que ver e fazer para conseguir interagir com o sistema. São definidos os métodos de armazenamento e recuperação de informações, plataforma de hardware e software, entre outras. A tarefa mais importante nesse nível é o projeto de interface, a aparência do sistema através de tipos de controle e ferramentas, elementos gráficos, local ideal para cada elemento, aparência das informações (esquema de legenda, cores, escala), dentre outros.

Para Cartwright (1999) a parte mais importante na fase de implantação é a escolha do tipo de interação com o usuário. Cada função pode ter um tipo de interação mais interessante como, por exemplo, a cor da legenda. Ela pode ser selecionada em uma paleta de cores ou o usuário pode escrever a cor em um campo destinado para isso. A decisão crítica está relacionada com a definição do tipo de interação que combina com o tipo de operação, de modo a ser fácil para o usuário entender e utilizar o sistema.

2.7. Avaliação de Sistemas de Informação.

A avaliação de sistemas de informação tem como característica marcante a complexidade no seu campo de pesquisa:

“Avaliação de sistemas de informação tem sido descrita como um problema de difícil solução” (Whittaker, 2001, p.46).

Serafeimidis (1997) defende que o conceito de avaliação é complicado e elusivo, criando uma dificuldade de abordagem tanto em termos conceituais quanto operacionais. Segundo ele, a avaliação é de difícil abordagem não apenas no campo de sistemas de informação, mas em várias outras disciplinas, a exemplo da educação e das ciências sociais como um todo. Para ele, isso se justifica pelo fato de que o processo de avaliação é inerente à natureza humana, já que todos nós avaliamos o valor de indivíduos, objetos, situações e resultados todos os dias de nossas vidas, seja formalmente ou informalmente, e até mesmo inconscientemente, com base em critérios implícitos ou explícitos:

“A avaliação de um sistema de informação é um julgamento de valor, levado a cabo por uma ou mais pessoas em uma organização, com um objetivo específico, em um estágio específico de um ciclo de vida de um sistema, com o uso de um método específico” (Serafeimidis, op. cit., p.182).

A partir disso, o autor afirma que a avaliação é um processo complexo, que nunca é completo, sendo sempre norteado por alguns balizadores pré-definidos. Em outras palavras, o resultado de qualquer avaliação é sempre relativo (Serafeimidis, 1997).

Existem vários métodos de avaliação de interfaces e eles diferem entre si em vários aspectos. É preciso entender as diferentes características de cada método, para se definir qual deles é o mais apropriado para se avaliar a interface de um software em um determinado contexto.

2.7.1. Métodos de avaliação analíticos

Métodos de avaliação analíticos são aqueles nos quais avaliadores inspecionam ou examinam aspectos de uma interface de usuário relacionados à usabilidade (Mack & Nielsen, 1994).

A avaliação analítica ou por inspeção é utilizada para identificar problemas na usabilidade da interface e analisar esses problemas a fim de consertá-los para melhorar o trabalho com a interface. Os principais objetivos dessa avaliação são:

- Identificar os problemas.
- Selecionar os problemas que devem ser corrigidos: Após encontrar os erros, os projetistas tentam eliminar o maior número de erros possíveis de acordo com a priorização dos erros mais graves.

Segundo Lynch & Palmiter (2002) existem três tipos de conhecimento envolvidos em uma avaliação analítica: conhecimento sobre o domínio, conhecimento e experiência no projeto e avaliação de interfaces de usuário, e experiência em se realizar um tipo específico de avaliação:

- Conhecimento sobre o domínio: necessário para determinar o que os usuários esperam, o que eles precisam, quais as tarefas mais frequentes e as mais importantes.
- Conhecimento e experiências no projeto e avaliação de interface do usuário: necessário para que o projetista consiga avaliar aspectos importantes como navegação, terminologias, estruturas de controle.
- Experiência em realizar um tipo específico de avaliação: dá ao avaliador a capacidade de representar um cliente, bem como o conhecimento sobre o que procurar e o que relatar como resultado da avaliação.

Existem diversos tipos de avaliação analítica: avaliação heurística, percurso cognitivo, percurso pluralista, conformidade com diretrizes e padrões, além das inspeções de consistência, de características ou formais (Mack & Nielsen, 1994). Daremos ênfase à avaliação heurística e ao percurso cognitivo, que são as duas avaliações mais importantes para o aplicativo desenvolvido.

2.7.1.1. Avaliação Heurística

Segundo Nielsen (1994), o método de avaliação heurística é um método analítico que visa identificar problemas de usabilidade conforme um conjunto de heurísticas ou diretrizes (*guidelines*).

Esse método não envolve usuários e deve ser executado apenas por especialistas. Recomenda-se a participação de três a cinco pessoas. É um método bastante rápido e de baixo custo.

Essa avaliação necessita de uma fase de preparação onde se definem:

- Proposta de design (papel ou protótipo);
- Hipóteses sobre os usuários (opcional);
- Cenário de tarefas (opcional).

Ela deve seguir os procedimentos:

1. Sessão curta de duas horas no qual o especialista, sozinho, deve:
 - a. Julgar a conformidade da interface com um determinado conjunto de princípios (“heurísticas”) de usabilidade
 - b. Anotar os problemas encontrados e sua localização
 - c. Julgar a gravidade desses problemas
 - d. Gerar um relatório individual com o resultado de sua avaliação e comentários adicionais

Assim como o Delphi⁵, esse teste deve ser individualmente para que a opinião de um especialista interfira na opinião do outro.

2. Consolidação da avaliação dos especialistas:
 - a. Novo julgamento sobre o conjunto global das falhas encontradas.

⁵ Técnica Delphi, consiste em um questionário interativo, aplicado repetidas vezes, a um grupo de especialistas, voltado para um assunto de interesse do entrevistador. A cada rodada de aplicação dos questionários, as respostas são analisadas, sob um tratamento estatístico simples, cujos resultados são apresentados aos participantes para avaliação de seus posicionamentos à luz do resultado da tabulação de dados. Desta forma os entrevistados poderão verificar se manterão ou alterarão suas posições anteriores. Uma característica desta técnica é o anonimato da identidade das pessoas pesquisadas. (WRIGHT, 1986, p.8)

b. Relatório coletivo dos problemas de usabilidade encontrados.

Nessa fase, os avaliadores têm acesso aos relatórios individuais dos outros avaliadores. No final da avaliação de todos os relatórios, deve-se gerar um relatório unificado com todos os erros encontrados.

3. Seleção dos problemas a serem resolvidos.

Esta análise deve levar em conta não apenas a gravidade dos problemas, mas também os prazos e o orçamento do projeto, bem como a capacitação da equipe de desenvolvimento.

Nielsen (1993) propôs um conjunto básico de heurísticas. Cada elemento de interface (ou conjunto de elementos) deve ser analisado para verificar sua conformidade com cada uma das seguintes heurísticas:

- Visibilidade do estado do sistema: mantenha os usuários informados sobre o que está acontecendo.
- Correspondência entre o sistema e o mundo real: utilize conceitos, vocabulário e processos familiares aos usuários.
- Controle e liberdade do usuário: forneça alternativas e “saídas de emergência”; possibilidades de *undo* e *redo*.
- Consistência e padronização: palavras, situações e ações semelhantes devem significar conceitos ou operações semelhantes; caso haja convenções para o ambiente ou plataforma escolhidos, estas devem ser obedecidas.
- Prevenção de erro: tente evitar que o erro aconteça, informando o usuário sobre as conseqüências de suas ações ou, se possível, impedindo ações que levariam a uma situação de erro.
- Ajuda aos usuários para reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros: mensagens de erro em linguagem simples, sem códigos, indicando precisamente o problema e sugerindo de forma construtiva um caminho remediador.

- Reconhecimento em vez de memorização: torne objetos, ações e opções visíveis e compreensíveis.
- Flexibilidade e eficiência de uso: ofereça aceleradores e caminhos alternativos para uma mesma tarefa; permita que os usuários customizem ações freqüentes.
- Design estético e minimalista: evite porções de informação irrelevantes. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades de informação relevantes e reduz sua visibilidade relativa.
- Ajuda e documentação: devem ser fáceis de buscar, focadas no domínio e na tarefa do usuário, e devem listar passos concretos a serem efetuados para atingir seus objetivos.

Para cada problema encontrado, ou seja, heurística violada, deve-se determinar a localidade do problema e sua gravidade.

Para determinar a localidade, deve-se perguntar:

- O erro está acontecendo em apenas um local?
- O erro está na estrutura geral do sistema?
- O erro é a ausência de alguma coisa? Devemos incluí-la?

Quanto à gravidade, ela é calculada por uma seqüência de fatores:

- O problema é comum ou raro?
- Será fácil ou difícil para o usuário superar o problema?
- Persistência do problema (O problema acontece uma vez e o usuário lida bem com isso, ou ele acontece repetidas vezes e incomoda o usuário?)

Após determinados os fatores de gravidade, ela pode ser mensurada a partir dos valores da escala:

- 0 – Não concordo que isto seja um problema (este valor pode resultar da avaliação de um especialista sobre um problema apontado por outro especialista).

- 1 – Problema cosmético: não precisa ser consertado a menos que haja tempo extra no projeto.
- 2 – Problema pequeno: o conserto deste problema é desejável, mas deve receber baixa prioridade.
- 3 – Problema grande: importante de ser consertado; deve receber alta prioridade.
- 4 – Catastrófico: é imperativo consertar este problema antes do lançamento do produto.

No final desse processo, os especialistas geram um relatório final. O ideal é que se faça essa avaliação no ciclo inicial de projeto, ou seja, interfaces que ainda não tenham sido implementadas e que se encontram no papel.

2.7.1.2. Percurso Cognitivo

O percurso cognitivo é um método analítico que avalia uma proposta de projeto de IHC no contexto de tarefas específicas do usuário (Wharton et al., 1994). Ele objetiva avaliar, principalmente, o aprendizado do sistema pela suposta exploração pelo usuário. Nesse método o custo de aprendizado deve ser determinado pelo benefício imediato do usuário.

O percurso cognitivo investiga principalmente:

- A correspondência entre o entendimento de uma tarefa por parte dos usuários e dos projetistas.
- A escolha adequada do vocabulário usado.
- O feedback adequado para as conseqüências de uma ação.

A proposta desse método é que em um bom projeto de interface as intenções do usuário levem-no a executar a ação adequada. Caso isto não aconteça, são levantadas hipóteses sobre as possíveis causas dos problemas, para que sejam estudadas e sejam propostas soluções alternativas.

Esse método também não envolve necessariamente usuários. Ele pode ser executado individualmente ou em grupo. O grupo deve ser composto pelo

projetista, pela a equipe do projeto, pelo pessoal de marketing e documentação, além de especialistas em interface.

Antes de fazer a avaliação propriamente dita, deve-se passar pelo estágio da preparação que inclui:

- Hipóteses sobre os usuários e sobre o conhecimento que eles têm sobre a tarefa e sobre a interface proposta
- Cenários de tarefas, construídos a partir de uma seleção de tarefas importantes e de tarefas freqüentes
- Seqüência “correta” de ações para completar cada tarefa, tal como definida pelo projetista
- Proposta de design em papel ou protótipo, ilustrando cada passo e indicando o estado da interface antes/depois de cada um.

Para executar o percurso cognitivo deve-se seguir os seguintes passos:

1. Apresentação da proposta da interface.
2. Os avaliadores criam cenários possíveis sobre a interação de um usuário típico com o sistema, com base na seleção de tarefas.
3. Os avaliadores simulam a execução das tarefas fazendo perguntas sobre cada passo, como por exemplo:
 - a). Dada a decomposição de uma tarefa em subtarefas, o usuário saberá por onde começar?
 - b). Saberá qual é o próximo passo?
 - c). Onde está o elemento de interface correspondente ao próximo passo?
 - d). Que ações a interface torna disponíveis para executar a tarefa? O usuário associará o elemento de interface correto à meta a ser atingida?
 - e). O elemento de interface revela seu propósito e comportamento?
 - f). O usuário consegue identificar os elementos de interface?

g). Se a ação correta é tomada, o usuário perceberá que progrediu em direção à solução da tarefa?

4. Elaboração de relatório que com pontos chave como:

- a. O que o usuário precisa saber para executar tal função.
- b. O que o usuário deve aprender para executar tal função.

Para corrigir as possíveis falhas do sistema, o designer precisa conhecer os usuários e ter uma idéia sobre como eles descreverão suas tarefas. Com esta informação, o designer poderá fornecer rótulos e descrições de ações que incluam palavras que os usuários utilizariam para descrever estas tarefas. Também pode ser necessário modificar os rótulos de outros controles, para que os usuários possam decidir sobre qual é o correto.

2.7.2. Métodos de avaliação empíricos

Nesta seção serão apresentados alguns dos principais métodos de avaliação empíricos, ou seja, aqueles nos quais se envolvem usuários para a coleta de dados, que são posteriormente analisados pelo especialista para identificar os problemas da interface. Em particular serão enfatizados os métodos de avaliação de interfaces feitos em ambientes controlados.

O ambiente controlado aqui descrito trata-se de laboratórios onde o avaliador tem mais controle sobre o ambiente e as atividades dos usuários. Aqui, o avaliador pode identificar os problemas sem se preocupar com fatores externos, tais como o usuário ser interrompido durante os testes.

Existem vários métodos que permitem fazer a avaliação dentro de um laboratório. Todos têm a preparação e a execução como ponto em comum, todavia existem variações em relação à variação no tipo de dados a ser coletado ou na análise a ser feita. Os testes de usabilidade buscam avaliar a qualidade de usabilidade presente em um software, avaliando principalmente o desempenho do usuário com o software. Os testes de comunicabilidade apreciam a qualidade de comunicabilidade, e buscam identificar os pontos do sistema que não foram bem comunicados pelo designer ao usuário.

A preparação dos testes em laboratório requer uma preparação minuciosa para que o avaliador tenha o controle de fato sobre o ambiente. Isso envolve certificar-se de que todos os usuários terão as mesmas condições de teste e que este trará resultados que permitirão a avaliação dos critérios desejados. Na etapa de preparação, o avaliador deve definir:

1. Os objetivos e funções do teste,
2. Critérios relevantes e pontos críticos,
3. Selecionar as tarefas,
4. Selecionar os usuários,
5. Gerar o material para o teste e
6. Executar o teste-piloto

Vale registrar que as tarefas devem ser típicas, no sentido de serem tarefas tão realistas quanto se possa prever sobre o uso a ser feito do sistema. No caso de testes de usabilidade, o avaliador deve definir também as medidas a serem observadas para cada aspecto que se deseja apreciar. Por exemplo, para se avaliar o critério de produtividade, possivelmente será desejável medir o tempo gasto no desempenho de cada tarefa, e o número de erros cometidos por tarefa.

“Na definição das tarefas, o avaliador deve tomar cuidado com o tempo previsto para cada tarefa e para o teste. Normalmente o tempo de execução de uma tarefa deveria ser de no máximo 20 minutos, e deveria se manter o tempo de teste inferior à uma hora para não ser muito cansativo para o participante.” (Preece et al., 2002, p.193).

2.7.2.1 Seleção de usuários

Ao entrar em contato com as interfaces de ambientes interativos, os usuários se dividem basicamente em três grupos principais: novatos, intermediários e experientes. Cooper (1995) caracteriza os diferentes usuários por grupos de

acordo com os seus questionamentos durante a interação com a interface. A classificação dos usuários proposta por ele segue o esquema:

- Usuário novato: O que este programa faz? Qual é o escopo deste programa? Onde eu inicio? E como eu imprimo?
- Usuário intermediário: Quais são as novas funções nesta versão atualizada? Eu esqueci como importar. O que este comando faz? Errei! Como eu desfaço? Como eu encontro a função X? Qual comando eu usei para a função X? Lembre-me o que isto faz.
- Usuários experientes: Como eu automatizo isto? Quais são os atalhos para este comando? Isto pode ser mudado? O que é perigoso? Há uma tecla equivalente no teclado? Como eu otimizoo isto?

Richard (1990) complementa o trabalho de Cooper (op. cit) especificando as características que definem os grupos de usuários, e que conformam a arquitetura cognitiva do sistema. Para o autor, é possível identificar:

- Os usuários novatos, com sua demanda primordial de tomar conhecimento da interface de funções e comandos, são reconhecidos como usuários em resolução de problema com elaboração de procedimentos;
- Os usuários intermediários reconhecem a interface, mas têm a utilização das funções e comandos como uma atividade de execução não automatizada;
- Os usuários experientes possuem o conhecimento da utilização da interface das funções e comandos como uma atividade de execução automatizada.

O avaliador deve definir o perfil dos usuários para participarem do teste. Normalmente, o objetivo é ter usuários que representem usuários típicos do sistema. O usuário típico depende do tipo de sistema sendo desenvolvido e seu público alvo.

Quando se tratam de dados geográficos, existem também diferentes grupos de usuários: o novato é aquele que se restringe ao nível da visualização. Apesar da acessibilidade de dados ser cada vez maior, ele ainda não passou pelo processo de construção da informação. Para eles são necessárias ferramentas de codificação da linguagem cartográfica e da visualização dos dados para a compreensão da informação. O segundo é o intermediário que consegue utilizar ferramentas de geoprocessamento para realizar consultas, sem a capacidade de construir análises espaciais. Por último existe o especialista, que consegue selecionar e aplicar modelos de análise espacial, pois domina os conceitos de suas lógicas internas. Entre os especialistas, há também aqueles que vão propor novos modelos de análise espacial.

É importante que exista a mesma quantidade de pessoas do sexo masculino e do sexo feminino para equilibrar a avaliação, a não ser que o perfil seja um público especificamente desejado. Outro fator essencial a se relevar é a experiência dos participantes em relação ao sistema ou sistemas similares.

Além de definir o perfil dos usuários que farão o teste, devem-se definir quantos usuários deverão executar a avaliação. Segundo Dumas e Redish (1999), esses testes envolvem normalmente entre 5 e 12 usuários. Nielsen (2000) por sua vez indica que o teste seja realizado com cinco usuários. Para ele esse é o número com o melhor custo-benefício. Isso é devido ao fato de que os testes com usuários são capazes de identificar 30% dos problemas da interface. Cada novo usuário encontra 30% de problemas. Destes, uma parte representam erros encontrados pelo usuário anterior e alguns novos erros observados. Segundo Nielsen, com cinco usuários se encontram aproximadamente 85% dos problemas da aplicação e o benefício dos novos erros encontrados vale o custo do teste executado. Nos casos em que a aplicação se destina a usuários de perfis distintos, Nielsen recomenda que para cada perfil identificado se faça a avaliação com três usuários. Isto porque muitas vezes usuários de perfis distintos identificam os mesmos problemas.

2.7.2.2. Geração do Material de teste

As tarefas a serem executadas nos testes devem ser apresentadas de forma escrita para os usuários, dando a descrição plausível de uma situação contextualizada no uso da aplicação. Além disso, a apresentação da tarefa de forma uniforme a todos os participantes garante que todos terão as mesmas informações ao executar a tarefa.

Com frequência, os testes são seguidos de entrevistas ou questionários que buscam entender melhor as ações do usuário ou avaliar sua percepção e satisfação com a aplicação. Nestes casos, os roteiros de entrevista ou questionários a serem apresentados aos participantes também devem ser gerados previamente.

2.7.2.3. Execução do teste piloto

Uma vez que o material de teste está pronto, deve-se fazer uma avaliação piloto para ter certeza de que o teste será realizado com sucesso. O que se procura observar no teste piloto é se os participantes conseguiram entender corretamente todo o material apresentado, se o tempo de execução do teste está dentro do previsto e é viável, se através das tarefas propostas se conseguem obter as medidas especificadas, se é possível avaliar o critério desejado e, finalmente, verificar as habilidades de avaliador em deixar os participantes à vontade.

Execução do teste em laboratório.

Os testes devem ser executados em laboratório para se ter mais controle sobre a atividade realizada. Os laboratórios costumam ser equipados com um computador e um espaço para o participante e o avaliador. Seria interessante se o avaliador tivesse um monitor que replicasse o que está sendo executado no computador do usuário e outro computador para anotações. Assim ele poderia acompanhar os passos que estão sendo executados pelo usuário e fazer anotações relevantes. É interessante que se tenha uma câmera no monitor do usuário, para gravar suas expressões faciais diante da execução de cada etapa do teste.

2.7.2.4. Análise dos resultados

Muitos dados são coletados com a avaliação executada em ambientes controlados: registro de uso, anotações de observação, preenchimento de questionários e condução de entrevistas. Na etapa de análise o avaliador deve analisar os dados coletados durante o teste para todos os usuários e a partir dele gerar o relatório do teste. O relatório costuma descrever os testes feitos, os problemas encontrados e, dependendo do nível de informação que o avaliador tenha sobre as intenções e decisões de design, pode conter também hipóteses sobre as causas dos problemas observados.

2.7.3. Testes de Usabilidade

O teste de usabilidade é executado em laboratório e tem por objetivo permitir que se apreciem os fatores que caracterizam a usabilidade de um software, ou seja, facilidade de aprendizado, facilidade de uso, eficiência de uso e produtividade, satisfação do usuário, flexibilidade, utilidade e segurança no uso (Preece et al., 2002). Através do teste procura-se quantificar o desempenho do usuário. Nessa medição, tenta-se quantificar o tempo empregado e as ações do usuário, como, por exemplo, tempo gasto para se executar uma tarefa, o número de erros executados, a porcentagem de usuários a conseguirem se recuperar de um erro, ou porcentagem de usuários que se declaram satisfeitos com a aplicação, ou aqueles que preferem a aplicação a outro sistema.

A análise dos resultados coletados identifica problemas segundo sua gravidade:

- Problemas catastróficos: impede que o usuário termine de executar a tarefa.
- Problemas sérios: atrapalha a execução da tarefa.
- Problemas cosméticos: atrasa a execução ou irrita o usuário.

O resultado dessas análises permite encontrar as deficiências do aplicativo em relação à interface e ao uso do mesmo. Essa análise é importante para consertar defeitos graves da aplicação.

2.7.4. Teste de comunicabilidade

Assim como os testes de usabilidade, os testes de comunicabilidade também devem ser executados em laboratório. Todavia, o seu objetivo é avaliar a qualidade da comunicação entre o projetista e o usuário:

“O teste de comunicabilidade é analisado através de um pequeno conjunto de expressões que o usuário potencialmente pode usar para se exprimir em uma situação onde acontece uma ruptura na sua comunicação com o sistema”. (Prates et al., 2000, p. 102).

No caso de testes de comunicabilidade, a gravação da interação do usuário com o sistema durante o teste será necessária, pois a análise será feita principalmente a partir deste registro. Além das anotações do observador durante o teste, as gravações em vídeo também podem ser feitas para enriquecer os dados, e permitir a verificação da reação do usuário relativa a algum trecho da interação observado.

A análise é dividida em três etapas, segundo Prates et al., (2003): Etiquetagem, Interpretação e Perfil Semiótico, descritas as seguir.

1. Etiquetagem: Consiste em assistir às gravações da interação e atribuir a expressão apropriada nos momentos de ruptura da interação. Na etiquetagem, o avaliador assiste as gravações feitas da interação do usuário com a aplicação. Ao observar uma ruptura da interação o avaliador associa à seqüência de ações problemática uma das expressões de comunicabilidade. Descreveremos alguns conjuntos de expressões, seus significados e algumas ações de interface que caracterizam cada uma delas.

- Cadê? - Ocorre quando o usuário sabe a operação que deseja executar, mas não a encontra de imediato na interface. Um sintoma freqüente é abrir e fechar menus e submenus e passar com o cursor

de mouse sobre botões, inspecionando diversos elementos de interface sem ativá-los.

- O que fazer? – O usuário não sabe o que fazer e procura se orientar sobre qual é o próximo passo a ser seguido. Os sintomas incluem vagar com o cursor do mouse sobre a tela e inspecionar os menus de forma aleatória ou seqüencial.
- O que é isso? – Ocorre quando o usuário não consegue compreender o significado de um elemento da interface. O sintoma principal é quando o usuário deixa o mouse sobre o elemento para ver se ele obtém alguma dica.
- Onde estou? - O usuário efetua operações que são apropriadas para outros contextos, mas não para o contexto atual. Um sintoma típico é desfazer a ação incorreta e mudar em seguida para o contexto desejado.
- O que fiz de errado? - A operação efetuada não produz o resultado esperado, mas o usuário não entende ou não se conforma com o fato. O sintoma típico consiste em o usuário repetir a ação.
- O que houve? - O usuário não percebe ou não entende a resposta dada pelo sistema para a sua ação. Os sintomas típicos incluem repetir a ação, buscar uma forma alternativa de alcançar o resultado esperado ou procurar um help que o auxilie na execução da tarefa.
- Para mim está bom... - Ocorre quando o usuário acha equivocadamente que concluiu uma tarefa com sucesso. O sintoma típico é encerrar a tarefa e indicar na entrevista ou no questionário pós-teste que a tarefa foi realizada com sucesso.
- Desisto. – O usuário não consegue executar determinada função e desiste. O sintoma principal é a interrupção da tarefa prematuramente.
- Vai de outro jeito mesmo! - O usuário não consegue realizar a tarefa da forma como o projetista gostaria que ele o fizesse, e resolve seguir outro caminho, geralmente mais longo ou complicado. Sintoma clássico é a utilização de varias ferramentas e mais tempo na execução da tarefa.

- Socorro! - O usuário não consegue realizar sua tarefa através da exploração da interface. O sintoma é recorrer à documentação ou pedir explicação a outra pessoa.
- OK, Feito. – O usuário consegue realizar a tarefa sem nenhuma dificuldade.

Para conseguir determinar o conjunto de expressões e ações, é importante observar o usuário e fazer anotações ou mesmo gravar as feições do usuário através de uma *webcam* ou um câmera. É indispensável fazer anotações sobre suas ações no aplicativo para determinar qual o problema na comunicação e conseguir ajustar os ruídos.

2. Interpretação: consiste em tabular e consolidar a informação obtida, ou seja, as expressões obtidas, associando-as a classificações de problemas de interação ou diretrizes de design.

A classificação genérica define os problemas de interação como sendo de navegação, atribuição de significado, percepção, falha de execução da tarefa, e incompreensão ou recusa de *affordance*⁶. Problemas de falha na execução da tarefa são os mais graves, uma vez que o usuário não consegue atingir o objetivo que o levou a usar a aplicação. Os de navegação se referem àqueles nos quais os usuários se “perdem” durante a interação com o sistema. Os de atribuição de significado, conforme o nome diz, acontecem quando o usuário não é capaz de atribuir um significado relevante para os signos encontrados na interface. Os de percepção são quando os usuários não conseguem perceber alguma resposta do sistema ou seu estado corrente. No caso do problema de incompreensão de *affordance*, o usuário não consegue entender uma solução oferecida pelo designer, e acaba por executar a tarefa desejada de uma forma mais complicada, que não caracteriza a solução principal do designer. Finalmente, no caso de recusa de *affordance*, o usuário entende a solução principal oferecida, mas escolhe não utilizá-la e em seu lugar utilizar outra forma de interação que julga ser melhor.

⁶ Termo que se refere às propriedades percebidas e reais de um artefato, em particular as propriedades fundamentais que determinam como este artefato pode ser utilizado (Norman, 1988, p.67).

No final, as expressões devem ser associadas às classificações supracitadas em uma tabela conforme ilustrado na Figura 19.

Expressão de comunicabilidade	Problemas de Interação					
	Execução	Navegação	Atribuição de significado	Percepção	Incompreensão de <i>affordance</i>	Recusa de <i>affordance</i>
Cadê						
E agora?						
O que é isto?						
Epa!						
Onde estou?						
Assim não dá.						
Por que não funciona?						
Ué, o que houve?						
Para mim está bom...						
Não dá.						
Vai de outro jeito						
Não, obrigado.						
Socorro!						

Figura 19 - Associação entre expressões e classificação.

3. Perfil semiótico, que consiste em interpretar a tabela resultante do passo anterior, dentro do quadro teórico da semiótica na tentativa de se reconstruir a meta-mensagem sendo transmitida pelo designer ao usuário através da interface.

Através da tabulação dos resultados, esse último passo acrescenta à avaliação problemas identificados na linguagem de interface da aplicação, podendo fazer considerações sobre possíveis premissas de design e conhecimentos táticos utilizados.

2.7.5. Teste de Usabilidade X Teste de Comunicabilidade

A diferença dos dois testes está na qualidade de uso que eles pretendem propiciar para a interface. Os testes de usabilidade pretendem avaliar a solução do designer quanto às facilidades de manipulação do aplicativo, enquanto o teste de comunicabilidade avalia a comunicação feita sobre essa solução. Para isso, os testes de usabilidade normalmente coletam dados quantitativos e buscam informar designers durante o ciclo de desenvolvimento quais critérios não correspondem ao objetivo almejado para o software. Testes de comunicabilidade, por sua vez, coletam dados qualitativos e têm por objetivo

informar designers sobre pontos da sua aplicação que não estão sendo transmitidos com sucesso aos usuários.

É importante que se faça os dois testes para conseguir deixar a aplicação funcional, tanto no sentido de facilidade de uso como de compreensão comunicacional.

Poucos trabalhos convergem para o estudo de interfaces de aplicativos voltados para a cartografia. É essencial que os trabalhos que desenvolvem esse tema tenham como preceito a construção e validação das interfaces conforme indicado pela bibliografia. A preocupação com os testes finais com a participação dos usuários pode trazer um novo paradigma para a cartografia na divulgação e apresentação dos dados. Este trabalho visou cumprir todas as etapas de desenvolvimento e avaliação final. Durante o desenvolvimento do aplicativo, o trabalho foi feito com a participação direta dos usuários que colaboraram, através de questionários e testes práticos, a construir a interface comunicativa e na decisão da simbologia de representação dos dados e das ferramentas. Após o término da interface, o aplicativo passou por mais uma avaliação com trinta usuários de diferentes conhecimentos específicos sobre internet/computador e conceitos cartográficos. Esse teste além de avaliar a usabilidade do software, serviu para validar o consenso de opiniões do primeiro grupo que contribuiu na construção da interface. Esse último teste foi controlado pela projetista através de gravações de feições e captura de tela para ver a movimentação do mouse. Para iniciar a parte prática do trabalho, dividiu-se a metodologia em três níveis: conceitual, operacional e implementação, como poderá ser visto no capítulo a seguir.

3. Metodologia - Projeto e Implementação

Para definir uma metodologia de modelagem em comunicação em Webgis será realizada, inicialmente, uma adaptação do roteiro metodológico de Howard e MacEachren (1996). Na fase conceitual descrevemos o domínio do problema e respondemos as perguntas colocadas pelos autores. No nível operacional, definimos quais as ferramentas desejadas para a implantação, elementos gráficos de composição da interface, decisão de componentes que estarão passíveis de customização e outros. No nível de implantação abordamos a construção do aplicativo em si, já com os parâmetros traçados na fase operacional, e a hospedagem do sistema.

Para o desenvolvimento dessa dissertação, foi necessário seguir alguns passos desde a fase teórica até a conclusão do protótipo. Após a revisão sobre usabilidade e comunicabilidade em projetos de interface em cartografia, que foi importante para construir o pensamento sobre a metodologia que deveria ser usada, foi necessário fazer estudos e download dos softwares livres disponíveis no mercado para utilização, fazer testes com usuários para definir os melhores padrões de comunicação projetista -> usuário e definição de ferramentas, interface e análise. Concomitantemente com os testes, avaliou-se quais áreas seriam os estudos de caso e deu-se início ao desenvolvimento do projeto no nível de implementação. Com a finalização da interface, houve a publicação dos protótipos na internet e os testes finais de usabilidade e comunicabilidade com os usuários. (Vide Figura 20).

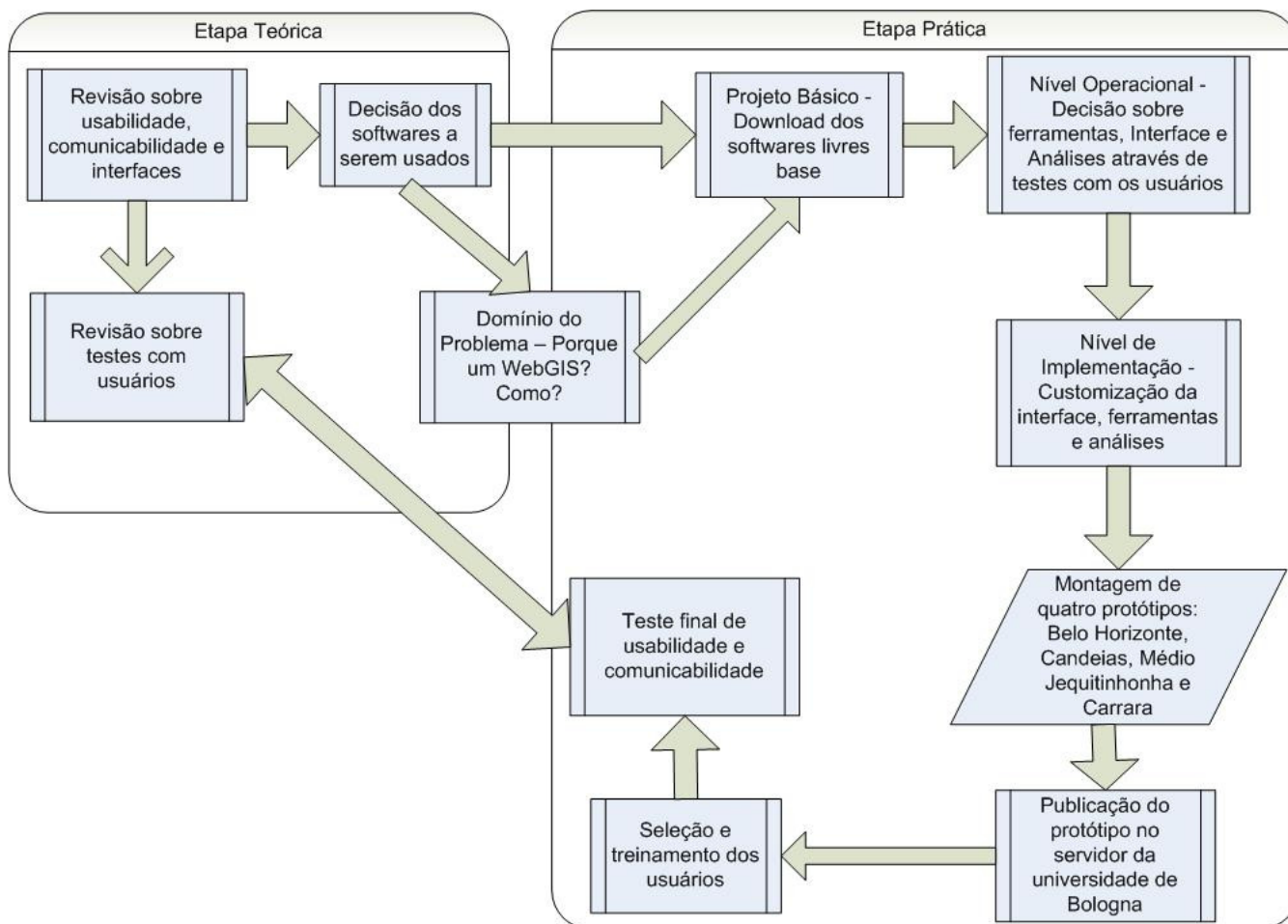


Figura 20 - Fluxograma da metodologia utilizada.

3.1. Domínio do Problema – O contexto do WebGIS

A crescente demanda por produtos oriundos do geoprocessamento por diversos tipos de usuários fez com que houvesse uma grande preocupação com a difusão da informação. Inicialmente, os produtos eram feitos de especialistas para especialistas. A divulgação da importância da utilização de mapas para a compreensão dos fenômenos territoriais colocou o geoprocessamento em foco. Surge um novo momento de preocupação não apenas com os métodos de confecção dos mapas e com a preparação das bases a serem utilizadas, mas sim com a forma de difusão das geoinformações para que elas fossem do domínio público.

Hoje o público em geral utiliza mapas diariamente como meio de aquisição de informações ou como ferramenta de localização. O usuário é bombardeado

com informações espaciais nas televisões, internet, jornais e revistas. Diante das significativas mudanças, segundo Forer (1993), surgiu a necessidade de inclusão de mapas digitais, bases cartográficas digitais e imagens de sensoriamento remoto na mídia. Perkins (1994, p.96) acrescenta: *“There may well be a requirement to translate data to new media, in order to preserve its utility in the future.”*⁷

A multimídia interativa se estabeleceu como um meio no qual os produtos podem ser amplamente utilizados e distribuídos. Novos mapas, impossíveis de serem feitos em papel, contendo recursos de animações, multimídia, hipertextualidade e interatividade se tornaram uma realidade do nosso cotidiano. Com a multimídia, os usuários podem desenvolver um produto de forma a atender às suas necessidades pessoais. A multimídia, desenvolvida inicialmente para mídia discreta, com os CDs e disquetes, passou a abranger a distribuição via World Wide Web. A tecnologia aplicada à cartografia sempre foi bastante divulgada, mas atualmente ela se ocupa da distribuição de mapas em tempo real, construção de WebGis, acesso a grandes bancos de dados e outros. A informática democratizou a cartografia. Todas as pessoas com acesso a internet são capazes de fazer consultas sobre melhor em rotas, localização de lugares, acesso a mapas de todos os tipos.

De acordo com Zerger et al. (2002) o escopo e capacidade de processamento de informações espacialmente localizadas podem ser estendidos através da *linkage* hipermídia, vídeo e visualização. Isso deve promover ferramentas para usuários casuais e profissionais para explorar ambientes alternativos.

Com isso, ocorreu um expressivo interesse na concepção de projetos de WebGIS para a disponibilização de dados de geoprocessamento para todos os tipos de usuários. Para Cartwright (1999), esses sistemas tecnológicos para disponibilização de mapas devem, na realidade, conter uma grande gama de informações e proporcionar acesso as informações de formas customizadas pelo usuário. Eles possuem o benefício de proporcionar um mapa que não é

⁷ Tradução: “Há uma exigência na tradução das informações em novas medias, a fim de preservar sua utilidade no futuro.”

apenas uma imagem da realidade geográfica, mas também ser uma máquina de pesquisas, darem acesso às geoinformações e seus atributos além de possuir uma interface que permite o usuário fazer a utilização do sistema sem erros, ou seja, com as características definidas por ele mesmo. Os elementos geográficos *linkados* são um aglomerado de itens, sistema, processos e convenções.

Os sistemas de informação geográfica, a multimídia e a internet permitiram uma cartografia interativa que permite que o usuário “converse” não mais com o cartógrafo, mas sim com o mapa. Com isso, os objetivos da cartografia têm mudado. Hoje a linha de pesquisa em cartografia que converge para a visualização cartográfica tenta criar regras e parâmetros para a relação entre leitor e mapa.

Muitos estudos convergem para o desenvolvimento dos WebGIS e discussão sobre os melhores métodos, conceitos e tipos de interatividade. O foco acadêmico na questão é de muita importância, pois a grande maioria dos sistemas desenvolvidos até hoje para atenderem toda a pirâmide hierárquica de usuários foram desenvolvidos por empresas de softwares e multimídia.

Outra questão é quanto à interface. Existem vários modelos diferentes, mas não existe nenhum teste de acessibilidade e comunicabilidade desses sistemas bem como uma regra ou convenção sobre como cada função deve ser implantada.

3.2. Base Tecnológica

Para esse projeto de interface, a base tecnológica utilizada foi apoiada em softwares de livre domínio como mostra a Figura 21. O interesse por softwares livres se deve ao fato da possibilidade de utilização do aplicativo por empresas, pessoas e instituições que não tenham recursos financeiros para adquirir a licença de softwares proprietários pagos.

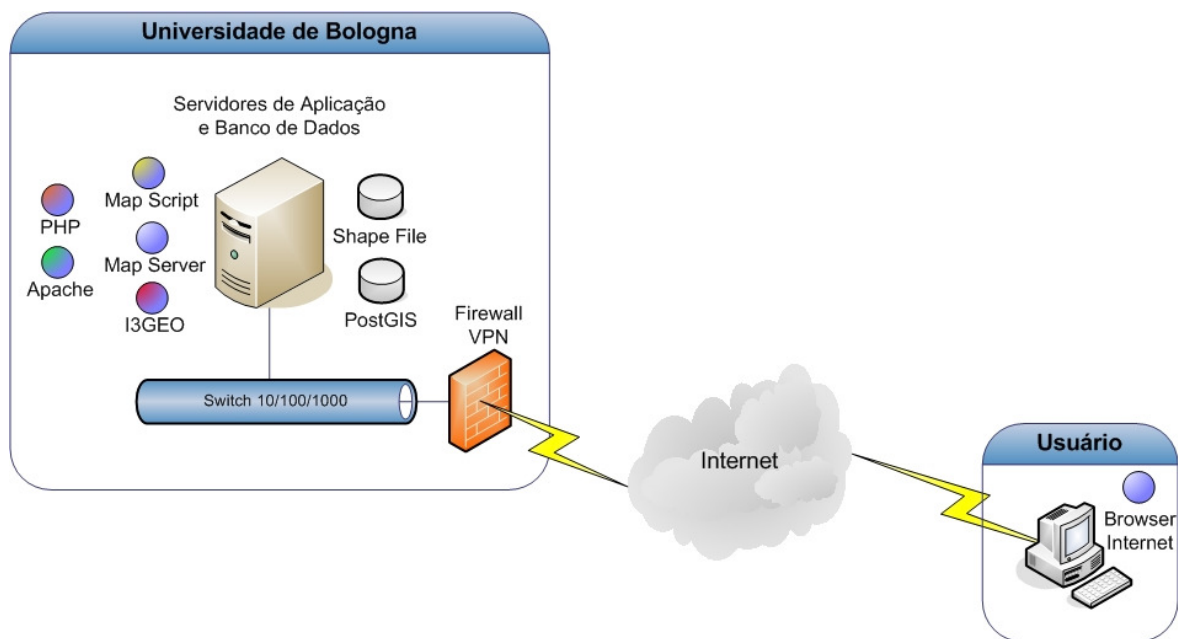


Figura 21 - Projeto Tecnológico Básico do Projeto de Interface.

Para o protótipo, foi utilizado o mapserver como ambiente de desenvolvimento para construção de aplicativos espaciais na internet. Sua escolha se deve ao fato do software ser bem documentado e por suas potencialidades de customização de novas bibliotecas. MapServer é uma aplicação do tipo servidor de mapas, disponível para sistemas operacionais Unix e Windows. Possui uma interface de programação chamada MapScript, que torna possível o uso de linguagens populares como PHP, Java e outras para a construção de aplicações mais complexas.

O MapServer dá suporte ao formato vetorial ShapeFile do ArcView. O formato de saída do aplicativo pode ser personalizado, permitindo a construção automática de legenda e barras de escala, a construção de mapas temáticos usando expressões lógicas ou regulares baseadas em classes, entre outras facilidades. Este aplicativo provê condições suficientes de suporte para uma grande variedade de aplicações espaciais na Web.

Isso explica também o motivo da utilização da linguagem de programação php e do uso do shapefile como extensão dos dados.

O i3geo, software desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, foi outro aplicativo utilizado no desenvolvimento desse projeto. A Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento (i3geo) foi desenvolvido para o acesso e análise de dados geográficos. Nele existe a concentração de algumas ferramentas que já estão agrupadas dentro de um único pacote. Ele é baseado em softwares livres.

O banco de dados utilizado foi o postgis. O PostGIS é uma extensão geográfica, também gratuita e de código fonte aberto, que visa permitir ao SGBD PostgreSQL gerenciar informações geo-espaciais.

O servidor web utilizado foi o servidor HTTP Apache uma vez que ele é um dos mais bem sucedidos servidor web livre.

O browser foi customizado a fim de atender os níveis de acessibilidade, comunicabilidade e usabilidade propostos nessa dissertação.

3.3. Nível Operacional

No nível operacional são tratados os objetivos propostos no nível conceitual e se define como será atingido o objetivo proposto a partir de uma técnica operacional. Nesse estágio definimos o que os usuários gostariam de ter em um aplicativo de geoprocessamento na internet, quais são as características visuais desses elementos para que eles sejam comunicativos, quais são as facilidades e dificuldades observadas na utilização de softwares já difundidos no mercado, etc. Esse nível é dividido em três etapas: ferramentas, interface e elaboração de análises.

3.3.1. Ferramentas:

Para definir quais eram as ferramentas necessárias ao aplicativo, foram selecionadas vinte e sete pessoas de diferentes posições na escala hierárquica de usuários conforme definido por Cooper (1995) e citado no item 3.5.4. Esses usuários foram selecionados e agrupados de acordo com suas habilidades na

utilização do computador e da internet para responder a um questionário e fazer alguns testes práticos, a fim de avaliarmos onde existe a dificuldade de manuseio. Esses usuários responderam a dois questionários: o primeiro com perguntas tais como: *“qual desses elementos gráficos melhor representa a ferramenta pan para você?”* e o segundo questionário foi mais interativo e com solicitações tais como: *“desenhe o elemento gráfico que vem à sua mente quando falamos da ferramenta pan”*.

Os testes práticos desta etapa basearam-se no uso de softwares já existentes, diante dos quais se pediu que os usuários executassem tarefas corriqueiras, explicando passo a passo qual ferramenta utilizar e observando a reação de cada usuário para encontrar as ferramentas que executariam as tarefas. Um exemplo de tarefa requisitada foi: *“Selecione a ferramenta “zoom em um retângulo de interesse”, aplique o zoom na camada de informação de vias e use o “i” de informação” para saber o nome da via.”*

Os dois questionários e o teste prático deram subsídios para a escolha de ícones que teriam uma média dos consensos e que seriam adequados códigos perceptivos. Além disto, foi possível também identificar quais eram as ferramentas básicas mais utilizadas pelos usuários, que foram os botões: *zoom, pan, refresh, fit view* e informação.

Como a base utilizada foi o aplicativo i3geo, foi feito um teste no software para avaliar quais ferramentas deveriam permanecer no protótipo, quais deveriam sair e quais deveriam ser incluídas. Foi realizado um teste prático para ver quais ferramentas eram utilizadas com mais facilidade e quais eram as mais compreendidas pelos usuários. Sobre as ferramentas interativas, ficou definido que elas seriam:

- Medir trecho: Ferramenta que mede um segmento, um trecho;
- Medir área: Ferramenta que mede a área de um polígono;
- Consultar banco de dados: Consulta simples aos dados alfanuméricos;
- Inserir xy: Ferramenta que insere um ponto a partir de coordenadas x e y;

- Inserir gráfico: Ferramenta que insere gráfico a partir de uma coluna na tabela que possua dados numéricos;
- Inserir texto: Ferramenta que insere textos;
- Lente: Ferramenta que permite uma visualização maior da camada, ou seja, é como se estivesse usando uma lente de aumento para ver o dado.
- Interface com Scielo (Scientific Electronic Library Online): Ferramenta que faz consulta, com o servidor de notícias *scielo*, as informações de uma área de abrangência definida pelo usuário no mapa.
- Interface com Google Earth: Ferramenta que interage com o *Google Maps* segundo uma área de abrangência definida pelo usuário.
- Modelos 3d: Ferramenta de criação de modelos digitais de terreno.
- Interface com servidores de fotos: Ferramenta que faz consulta com o servidor fotos, exibindo fotos da área de abrangência definida pelo usuário.
- Impressão de mapas temáticos: Ferramenta que permite a impressão de mapas temáticos.

3.3.2. Interface:

Um dos aspectos mais importantes em um mapa é a facilidade de seu manuseio e o quanto ele é comunicativo. É nessa instância que são trabalhadas as questões relacionadas à interface do protótipo. Para determinar quais elementos da interface são importantes para a melhor visualização cartográfica, foi selecionado um grupo de trinta pessoas com diferentes conhecimentos sobre o uso do computador e da internet. Foram dez usuários do grupo “novatos”, no qual as demandas primordiais são tomar conhecimento da interface de funções e comandos; dez usuários “intermediários” que reconhecem a interface, mas utilizam funções e comandos de modo não automatizado; e dez usuários “avançados” que possuem o conhecimento da utilização da interface, das funções e dos comandos como uma atividade de execução automatizada.

Os usuários abordaram questões relacionadas ao layout como, por exemplo, onde devem ficar localizadas as ferramentas, onde devem estar posicionados os menus, quais características da legenda devem ser abertas, ou seja, quais dessas feições o usuário poderá customizar segundo seus interesses. Essa discussão foi feita através de dois testes: um questionário perguntando sobre suas preferências e outro teste através da verificação do tempo de resposta dos usuários diante de diferentes interfaces.

Em relação à legenda, foram avaliadas quais características deveriam ser organizadas como uma Obra Aberta, ou seja, passíveis de customização por cada usuário. Os elementos indicados são:

- Opacidade – Se você deseja ver o tema com algum tipo de transparência.
- Novo nome – Para renomear o tema
- Procurar – Procurar alguma informação na tabela de dados. Define-se qual a coluna de interesse e onde se deseja procurar.
- Texto – Também conhecida como toponímia. Defini-se qual coluna da tabela deseja inserir no mapa. As informações são estampadas no mapa conforme as propriedades de letra definidas nessa caixa de diálogo.
- Etiquetas – Rotula os elementos de acordo com uma coluna da tabela de dados alfanuméricos e com o “i” de informação posicionado sobre o elemento, o rotulo é exibido.
- Filtros – Com essa ferramenta é possível fazer uma consulta um pouco mais complexa ao banco de dados. Existe a possibilidade de fazer expressões inserindo mais de uma variável da mesma coluna do tema, por exemplo, quero que selecione o estado igual a MG e o estado igual a RJ. É possível inserir quantas variáveis desejar.
- Tabela – Também trabalha com os dados alfanuméricos. Aqui, se existe alguma coluna com dados numéricos, é possível trabalhar com algumas operações de estatística.

- Gráfico – Atalho para a ferramenta de gráfico dentro da barra de ferramentas.
- Editar Legenda – Aqui o usuário poderá aplicar mudanças quanto ao tipo, nome, cor, criar classes, dentre outras.

O sistema de menus foi muito bem recebido por todos os usuários. Os menus da barra superior (vide Figura 22) ficaram de fácil acesso por se assemelharem a quase todos os softwares disponíveis hoje no mercado, conforme foi percebido nos testes.

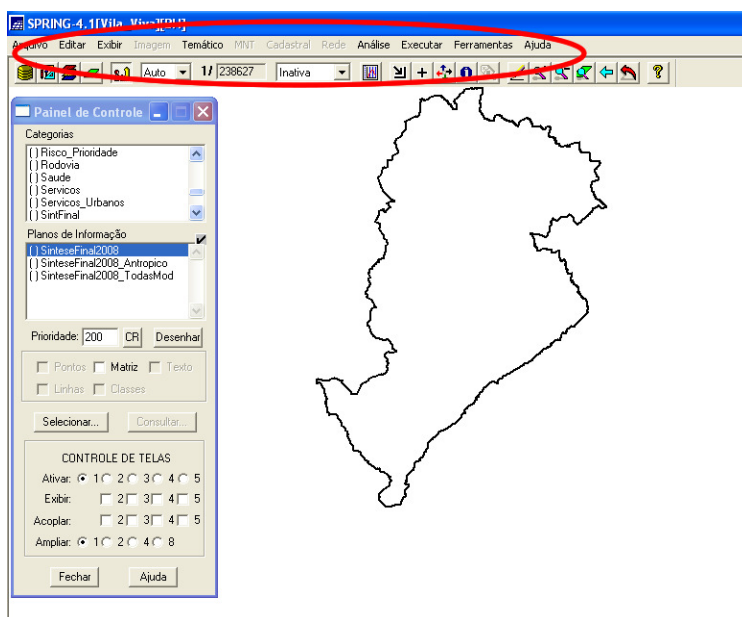


Figura 22 - Ilustração do posicionamento dos menus.

Os menus do WebGIS proposto são : Arquivo, Janelas, Análises e Ajuda. Em arquivo, o usuário poderá salvar o seu mapa através do arquivo *.map e poderá carregá-lo quando for utilizar o aplicativo novamente na opção carregar mapa nesse mesmo menu. Em janelas, o usuário poderá ver as janelas de barra de ferramentas e janelas de mensagens caso ele tenha fechado alguma das duas. Em análises é possível encontrar algumas análises territoriais que envolvem dados vetoriais. Em ajuda é possível encontrar tutoriais e outras informações para se utilizar melhor o sistema.

Juntamente com o controle de *layer* existe um sistema de abas (vide Figura 23) para a inserção de outras ferramentas. São quatro abas: a primeira de controle

de camadas, a segunda de *upload* de dados, a terceira de propriedades do mapa e a quarta de legenda.



Figura 23 - Sistema de Abas – Software Arcgis

Na primeira aba, no “controle de *layer*”, um fator importante é a necessidade de ordenamento de *layer*. Cada pessoa tem o interesse de visualizar os temas segundo uma ordem diferente para elaborar suas consultas. Para isso, ficou claro que a melhor maneira de fazer isso é da mesma forma como o software Arcview. A técnica de segurar o *layer* e arrastar para cima é o mais comum conforme mostrou os testes práticos com as trinta pessoas. Apenas nove pessoas que não usam internet/computador quase nunca que não se perguntaram se existia alguma forma de fazer isso e também nem sentiram necessidade de realizar tal função.

Na aba “adiciona”, o usuário poderá inserir um dado pessoal dentro do sistema. Esse *upload* será através de arquivos *.dbf ou shapefile e criará um novo tema dentro do sistema. Existem duas ferramentas disponíveis para a criação de conexão ao serviço WMS e ao GeoRSS. Essas ferramentas permitem uma interface de trabalho com o Arcview, por exemplo. Existe também nesta aba uma ferramenta relacionado ao acesso de bases no servidor, através da qual o usuário poderá navegar nas pastas do servidor como se estivesse trabalhando no *Windows Explorer* e, clicando sobre a base, ela será adicionada em temas. Ainda estão em processo de testes à verificação de como fica a segurança do aplicativo e o compartilhamento de dados com essa ferramenta. Outra opção disponível é quanto ao *download* de arquivos existentes no sistema. Essa

opção ficou mais viável dando permissão de *download* individualmente para cada camada de informação. Como estamos trabalhando com dados públicos, existem alguns dados que, apesar de poderem ser visualizados, a instituição proprietária não permite a distribuição. Para isso, os arquivos que possuem permissão para *download*, quando incluídos no tema, mostram um ícone identificando a possibilidade de copiar o arquivo para a máquina local.

Na aba “legenda” é elencada todos os temas que o usuário está visualizando e suas identificações icônicas. Como essa ferramenta teve 100% de aceitação, ela também recebeu uma aba para os usuários a localizarem com mais facilidade.

Na aba “propriedades” foram inseridas as ferramentas de customização da interface, citadas pelos usuários como de alta prioridade e importância. Ficou claro, através dos testes de comunicabilidade, que seria interessante permitir alterações nas configurações do *layout* por parte de cada usuário, para que o conhecimento e a interação com a interface permitissem melhor diálogo usuário - interface. Foi pesquisado o que os usuários gostariam de poder customizar na interface conforme o seu interesse para criar os seus mapas temáticos. Como o sistema trás consigo a idéia da Obra Aberta para ser o mais comunicativo e acessível possível, essa é uma etapa muito importante na definição do protótipo. Os elementos mais citados para a mudança na interface e que foram implementados são:

- Refresh Automático – 56% das pessoas colocaram como fator importante – Define em quantos segundos o mapa deverá ser atualizado automaticamente.
- Templates – 93% das pessoas colocaram como fator importante – Define o formato de exibição da tela principal. Define onde deve estar às barras de ferramentas e os menus.
- Grade de coordenadas – 40% das pessoas colocaram como fator importante – O usuário coloca o intervalo entre as linhas em décimos de graus e um novo tema é criado com essa grade.

- Cor de Fundo - 83% das pessoas colocaram como fator importante – Define qual a cor de fundo a ser visualizada no mapa principal. A cor é definida por uma paleta de cores ou através de definição numeral dos valores de RGB.
- Cor da Seleção – 76% das pessoas colocaram como fator importante – Define qual a cor a ser utilizada para destacar os elementos de cada tema quando selecionados.
- Tamanho – 93% das pessoas colocaram como fator importante – Define o tamanho da tela de visualização. Existem pessoas que trabalham na resolução 1024/768px e outras que trabalham com 800/600 px. por exemplo.
- Escala – 86% das pessoas colocaram como fator importante – define as propriedades da escala como largura, altura, unidade, estilo, intervalo, cor e outras.
- Legenda – 100% das pessoas colocaram como fator importante – Essa ferramenta ficou com 100% de aprovação entre os usuários. Dentro desse contexto, os usuários pediam que fosse possível inserir a legenda na tela de visualização do mapa principal, cor, Posição, tamanho de símbolo, tamanho do texto, espaçamentos.

3.3.3. Análises:

As análises territoriais são encontradas no menu “análise” no canto superior direito. Essas análises estão vinculadas aos dados vetoriais e permitem investigações territoriais de áreas de influência como centróides, *buffer*, agrupamentos, dissolve, distância entre pontos, consulta por atributo espacial. Para chegar à definição de quais análises seriam implantadas, quatro especialistas em geoprocessamento citaram quais eram as análises territoriais usando vetor que eles mais utilizavam na execução de seus trabalhos.

Como o aplicativo foi testado nos dois sistemas operacionais, Windows e Linux, o aplicativo que funciona na família Linux possui mais uma aba que é a de “análise”. Essa aba é responsável pela ferramenta em desenvolvimento de

álgebra de mapas. Essa ferramenta permite que seja feito a álgebra de mapas com imagens e o cruzamento de matrizes a fim de chegar a mapas sínteses. Essa ferramenta utiliza o algoritmo matemático do software Grass adaptado para ao aplicativo.

3.4. Nível de Implementação:

No nível de implementação é necessário traçar qual a área que servirá de teste para o protótipo ser avaliado. Nesse trabalho foi decidido que seriam feitos 4 protótipos de diferentes áreas para atender duas demandas: a primeira de belo horizonte pois é a área com uma alta gama de informações que estão disponíveis para o manuseio e as demais para atender os objetivos traçados pelo convênio Alfa-Faro que será mais detalhado em frente.

3.4.1. Estudos de Casos:

O primeiro estudo de caso para a construção do protótipo foi a cidade de Belo Horizonte, pois além de ser uma área com uma grande gama de informações disponíveis, é uma cidade que está crescendo muito no âmbito do geoprocessamento e também do crescimento urbano. Nesse sentido, para planejar, é preciso conhecer. No intuito de fornecer uma ferramenta de auxílio às tomadas de decisão, o sistema está sendo desenvolvido para a cidade de Belo Horizonte.

Com a facilidade de aquisição da base de dados, o primeiro protótipo construído foi o de Belo Horizonte para os primeiros testes de comunicabilidade. Nesses testes foram analisados como seriam as ferramentas, a interface, e outros componentes importantes do software.

Em um segundo momento, decidiu-se, como parte das atividades do projeto Alfa-FARO (América Latina Formações Acadêmicas - Formação Acadêmica em Rochas Ornamentais e Geoprocessamento), com a participação da Universidade Federal de Minas Gerais (BR) e Università degli Studi di Bologna (IT), pela organização de três estudos de caso, sendo um deles italiano

(relativo ao mármore de Carrara) e dois brasileiros (relativos aos xistos em porção do Médio Jequitinhonha – MG e aos granitos na região de Candeias – MG).

Para a implementação dos três estudos de caso de WebGis junto à universidade de Bologna, foi preciso, inicialmente, montar o GIS (sistema de informação geográfica). As bases para Médio Jequitinhonha fazem parte da tese de doutorado de Marcela Mourão Moura (IGC, UFMG) e foram manipuladas de forma a atender os requisitos básicos para darem entrada em um sistema web. Para o médio Jequitinhonha, trabalhou-se com dados de imagem de satélite, dados geológicos, dados cadastrais (rodovias, limites urbanos, sedes, ect.), dados de áreas de requerimento DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineraria) dentre outros. Esse sistema teve o enfoque na exploração de áreas de xisto localizadas no médio Jequitinhonha, porção nordeste de Minas Gerais.

O segundo estudo de caso teve o enfoque no granito. A área de estudo foi Candeias, porção sudoeste de Minas Gerais (BR). As bases de dados foram tiradas da tese de doutorado de Marcos dos Santos Campello, defendida em 2006 na Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Foram usados dados cadastrais (rodovias, limites municipais, hidrografia, distritos, etc), geologia, imagens de satélite e áreas de proteção permanente.

Por último, o exemplo utilizado da Itália foi de Carrara, porção noroeste do país. A base de dados foi toda criada a partir do processamento de imagens de satélite Landsat, Ikonos e SRTM. Alguns dados foram como pontos de interesse e estradas foram obtidos com o Openstreetmap Geofabrik e, por último, a camada de geologia do Dipartimento Difesa del Suolo.

A contribuição do WEBGIS para o projeto ALFA-FARO está vinculada a divulgação dos dados geográficos produzidos durante a vigência do projeto e a disponibilização dos dados geoespaciais para a comunidade participante do convênio e para a comunidade virtual, de modo geral. Somado a isso, objetivou-se trazer para o convênio e para a Itália uma tecnologia não muito divulgada sobre geoprocessamento e cartografia digital. Além dessas

questões, o desenvolvimento desses três estudos de caso permitiu os estudos de acessibilidade, navegabilidade, usabilidade e comunicabilidade do modelo e os testes sobre multi-acesso e infra-estrutura mínima para um bom uso do aplicativo que será testado.

O depósito do aplicativo no servidor do DICMA (Departamento di Ingegneria Chimica, Mineraria e delle Tecnologie Ambientali) permitiu a segunda fase de testes, relacionado à usabilidade e à infra-estrutura, ou seja, avaliação do hardware em relação à multi-acessos e outros. A experiência também foi significativa para realizarmos a conversão do aplicativo de Windows para Linux, de modo a promovermos os testes em diferentes plataformas de sistema operacional.

3.4.2. Customização da interface

Quanto à interface optou-se, a partir dos testes de comunicabilidade, que se trataria de uma interface limpa, na qual grande parte da tela estivesse disponível para a visualização do mapa (Figura 24)

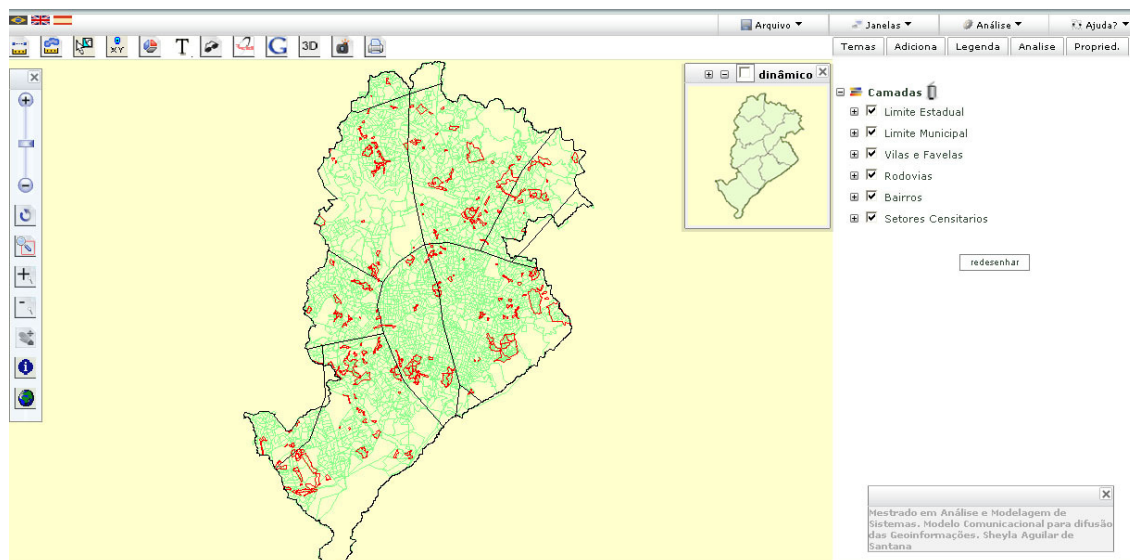


Figura 24 - Interface customizada.

Nessa interface customizada, a barra de ferramentas básicas fica posicionada no canto esquerdo da tela, as ferramentas interativas na barra superior e a área para manipulação das camadas no lado direito da tela. Existem duas abas disponíveis junto ao controle de *layer*. A aba “adiciona” fica responsável pelo

download e upload de arquivos e a aba “legenda” para a visualização dos componentes de legenda dos temas visíveis. Para o aplicativo em LINUX, existe uma terceira aba para análise onde será possível fazer a álgebra de mapas.

Para os elementos da interface a serem customizados pelos usuários, a aba “propriedades” ficou disposta da seguinte forma (Figura 25):

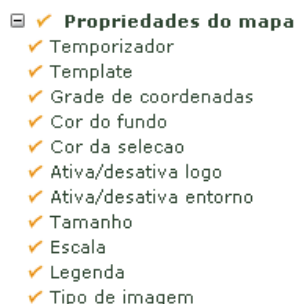


Figura 25 - Proposta de Customização das propriedades do mapa.

Como a legenda é um item que recebeu muita atenção por todos os usuários, ela poderá ser customizada individualmente, conforme os desejos de visualização de cada usuário. A proposta é que ao abrir a setinha para baixo, estejam disponíveis quatro quadradinhos que significam: se a escala do tema é compatível com a do mapa, excluir tema, sobe e desce o layer e zoom no layer (Figura 26).

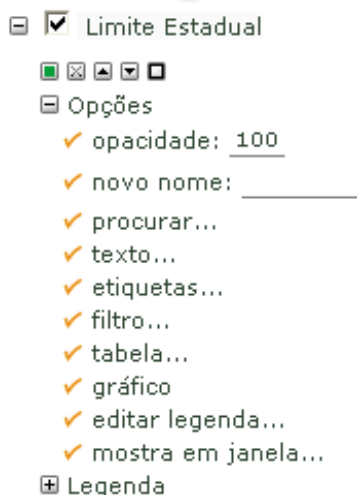


Figura 26 - Proposta de elementos a serem customizados por casa usuário.

Os testes de feitos na fase operacional permitiram a criação de duas barras de ferramentas. Uma delas de uso básico e outra de uso interativo. Após os testes

de comunicabilidade sobre os ícones e seus posicionamentos, a ferramenta organizada é ilustrada na Figura 27.



Figura 27 - Ferramentas Básicas

Para a barra de ferramentas com elementos definidos como mais interativos e diferentes dos usuais em diversos aplicativos, foram feitos testes para se avaliar quais dessas eram de interesse manter no protótipo. As ferramentas implementadas foram as da Figura 28:



Figura 28 - Ferramentas Interativas

Como estamos tratando de ferramentas que serão de fato avaliadas pela sua capacidade interativa, cada uma deve possuir algum tipo de forma para atrair o usuário e ao mesmo tempo facilitar a sua usabilidade, mesmo para os usuários que têm o costume de utilizar aplicativos de geoprocessamento.

Todas as ferramentas inseridas no protótipo passaram por um teste com os vinte e sete usuários para se avaliar não só qual era a melhor representação gráfica, mas também qual era a melhor forma de se colocar a ferramenta disponível para que ela fosse usada sem grandes dificuldades. Todas as

ferramentas descritas foram planejadas de forma a atender às sugestões dos usuários e corrigindo alguns erros de comunicação percebidos pela mestrand – em relação à usabilidade - durante o uso de alguns softwares que disponibilizam as mesmas ferramentas. Para todas as ferramentas, ficou claro que a melhor forma de disponibilização é através da abertura de uma caixa de diálogo explicativa e indicando os passos a serem seguidos pelo usuário para a sua correta utilização (Figura 29).

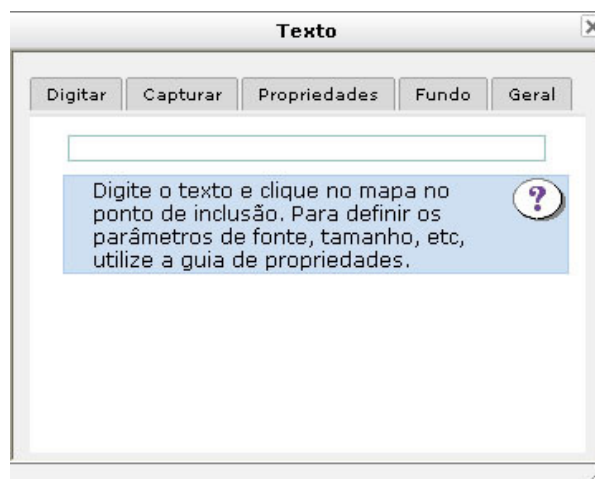


Figura 299 - Exemplo de ferramenta que utiliza caixa de diálogo.

O aplicativo foi concluído no âmbito do desenvolvimento e das parametrizações da interface e das ferramentas com o usuário final. A partir daí foram iniciadas as etapas de testes de comunicabilidade e testes de usabilidade de avaliação empírica, executados em laboratório para se ter maior controle sobre os resultados finais, cuja importância foi discutida no item anterior.

Após a implantação dos sistemas em diferentes servidores e sistemas operacionais foi selecionado um grupo de usuários de trinta pessoas de diferentes áreas do conhecimento e com graus de conhecimento diferentes sobre o uso do computador e da internet. Esses dois testes visaram coletar informações quantitativas e qualitativas para o aprimoramento do WebGIS.

4.3. Utilizações e Funcionalidades

O WebGIS, assim como os Sistemas de Informação Geográfica, é um modelo que pode ser reaplicado em diversas áreas do conhecimento. Trata-se de uma ferramenta para o conhecimento de um espaço e, conseqüentemente, de auxílio na tomada de decisões. Várias campos podem-se utilizar das potencialidades dos SIGs e dos WebGIS como, por exemplo, a biologia para conhecer quais as áreas mais propícias para o aparecimento de um determinado inseto, os infectologistas para compreender as variáveis que podem influenciar na constante aparição de determinada doença em determinado local, etc.

Nesse aplicativo, podemos utilizar a visualização dos dados para entender o território. Como o usuário pode fazer o *upload* de dados, cada pessoa poderá trabalhar com a sua área de interesse.

Uma das potencialidades dessa obra aberta é a visualização simultânea de um ou mais layers para conseguir compreender a realidade espacial. A visualização de duas ocorrências espaciais pode trazer respostas sobre fenômenos no sistema. Um exemplo disso é, por exemplo, conseguir sobrepor a camada de Áreas de Proteção Permanente sobre a camada de uso do solo para analisar quais os usos indevidos do solo. Outro exemplo é a sobreposição de declividade com a hidrografia para verificar as áreas potenciais à susceptibilidade de impactos causados pela ausência de drenagem pluvial, como mostra a figura 30:

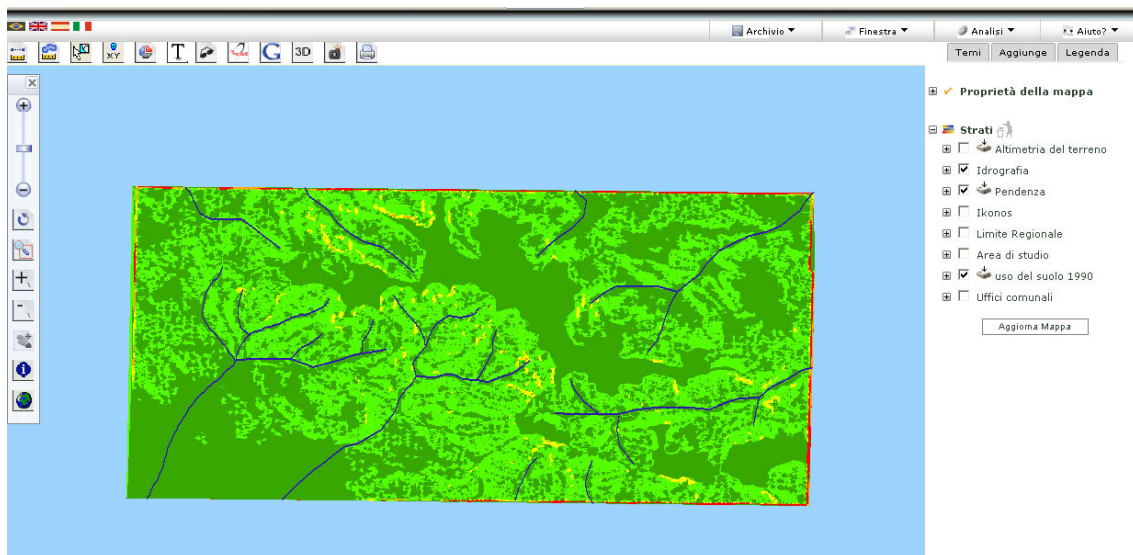


Figura 30 - Exemplo de sobreposição de duas camadas de informação – Exemplo Carrara(IT).

Outra possibilidade que pode ser aproveitada por diversas áreas é o upload de tabela de pontos dbf. Todos aqueles que trabalham com GPS poderão colocar os pontos no aplicativo visualizando a sua trilha/rota e fazendo uma interface com o Google Maps.

A possibilidade de consultas a banco de dados utilizando mais de uma camada de informação permite utilizar filtros para encontrar respostas como, por exemplo: Desejo saber qual região tem a população infantil maior que 1000 habitantes e possui uma alta mortalidade. Isso permite a avaliação de implantação de um novo posto de saúde, por exemplo.

Todas as análises possíveis dependerão dos dados que a pessoa possui e a tabela alfanumérica associada ao dado.

A ferramenta de acoplar permite que uma pessoa consiga ver duas camadas avaliando, por exemplo, evolução do uso do solo. Para isso deveria colocar a camada de informação mais antiga por baixo e abrir uma janela para a camada de informação atual, como ilustra a figura 31:

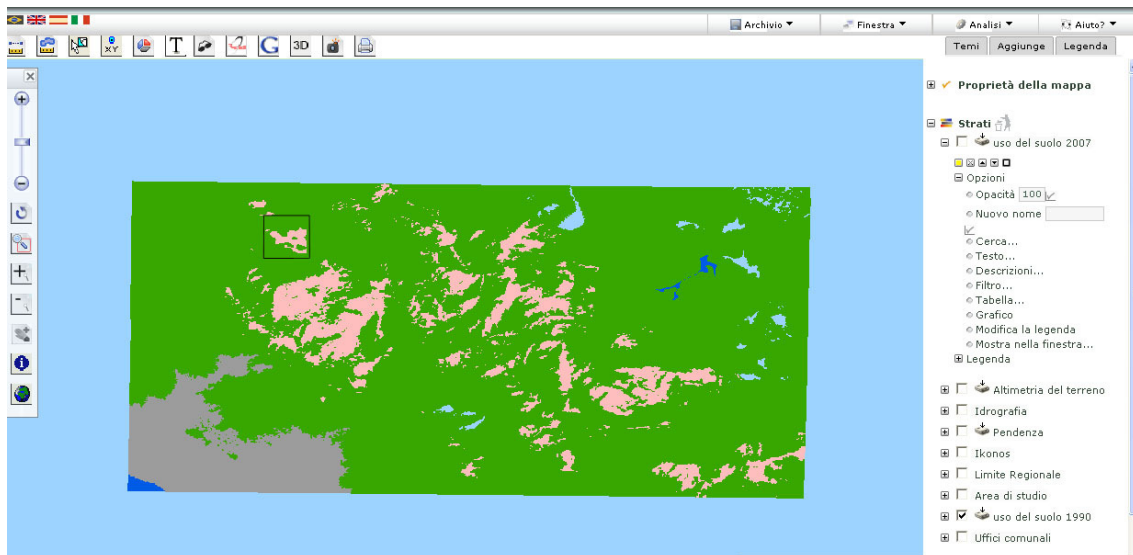


Figura 31 - Exemplo de acoplamento de duas camadas. Exemplo Carrara (IT)

As análises disponíveis no menu suspenso permitem análises um pouco mais complexas como por exemplo os buffers. Um exemplo de utilização é para determinar faixa de domínio de rodovias para evitar a invasão de moradores de rua (Figura 32).

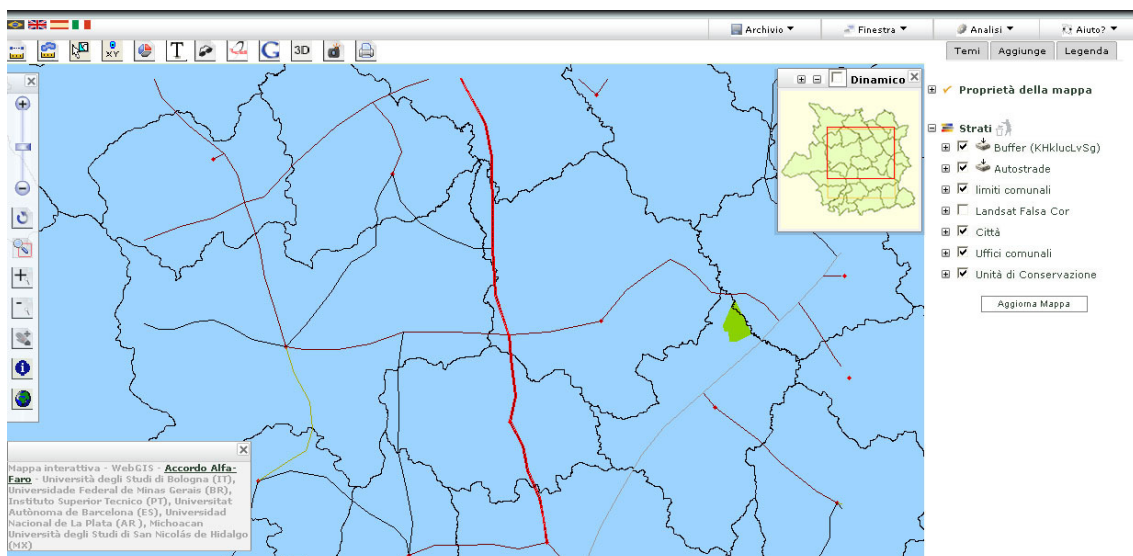


Figura 322 - Exemplo de análise buffer para avaliar faixa de domínio de rodovia - Exemplo Candeias (MG)

Dentre as diversas opções de ferramentas interativas, destaca-se a ferramenta de fotos que busca imagens da área de visualização no servidor de imagens da internet (Figura 33). Hoje se sabe que as fotos são importantes no auxílio da decodificação da linguagem cartográfica. A visualização de imagens permite uma melhor interpretação e inserção do terreno de análise.

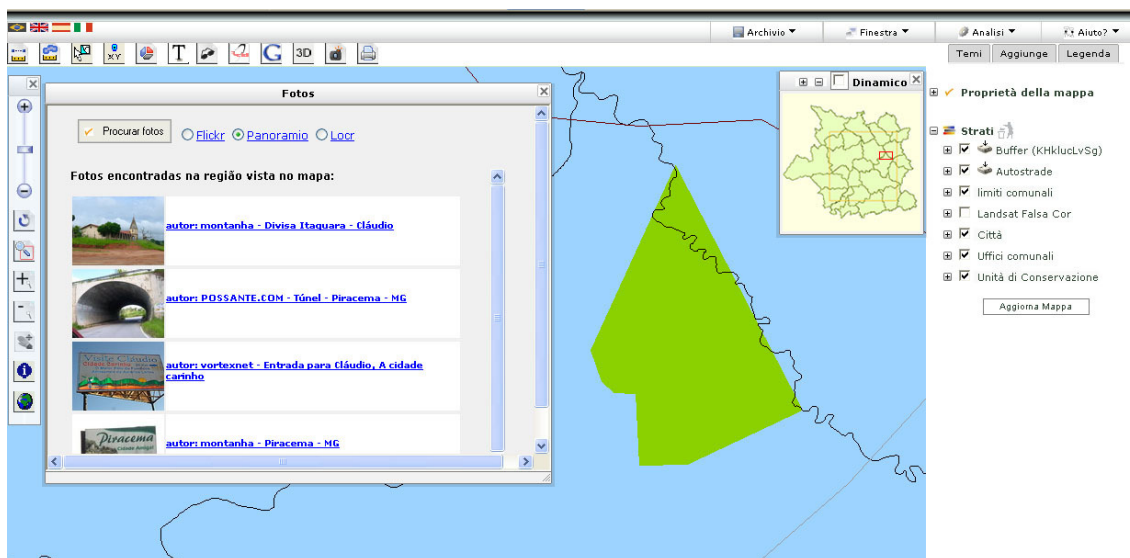


Figura 33 - Exemplo do uso da ferramenta de fotografia. Exemplo Candeias (MG)

A impressão de mapas temáticos se mostrou uma ferramenta de muita usabilidade para um grande número de pessoas, pois permite que um usuário que não saiba mexer nos softwares de geoprocessamento, mas possui conhecimentos cartográficos consiga construir os seus próprios mapas para análise (Figura 34).

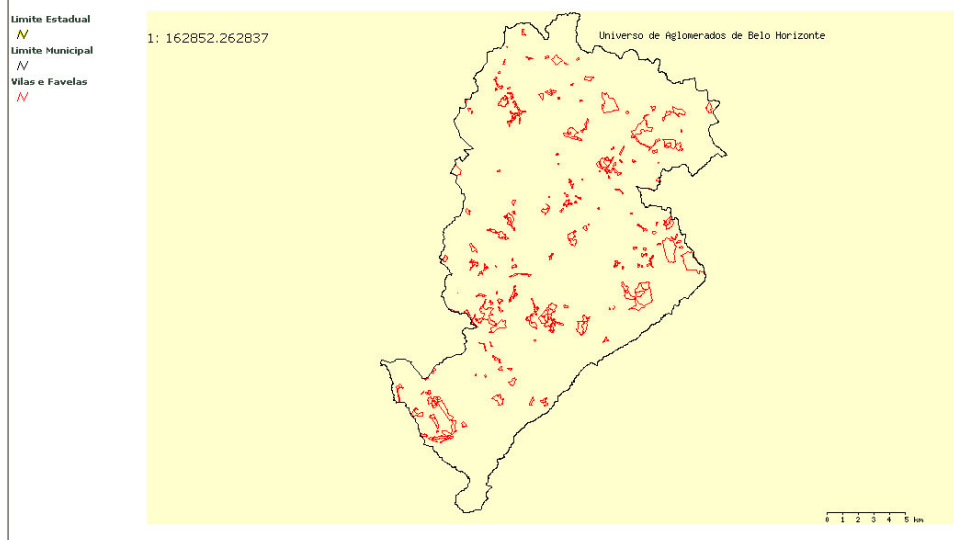


Figura 344 - Exemplo de um mapa temático elaborado por um usuário teste.

A facilidade de salvar a sua customização (Figura 35) para iniciar o trabalho do ponto em que parou é outro ponto positivo. A interface inicial passou por estudos para ficar de uma forma agradável e comunicativa, o que não impede que usuários mudem os elementos para as características do seu agrado.

Nesse pensamento consiste a idéia da obra aberta. Você pode alterar o software de tal forma que ele se torna mais comunicativo para você mesmo e, conseqüentemente, seja mais fácil de manusear. Nesse aplicativo trabalhamos com um arquivo *.map. Esse arquivo gerado deve ser copiado e gravado no bloco de notas com a extensão proprietária do mapserver.

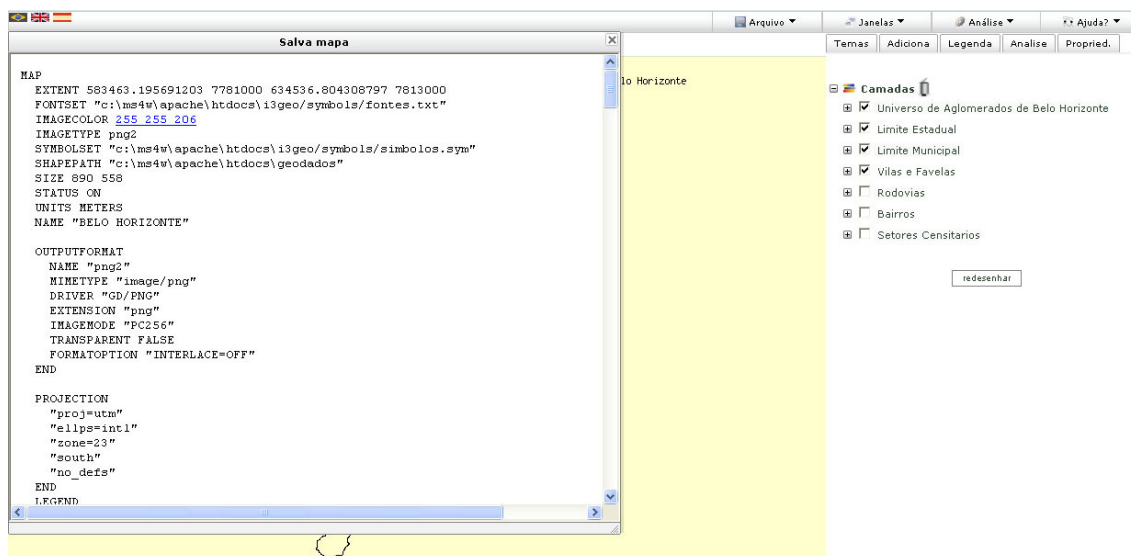


Figura 355 - Exemplo de a função salvar arquivo customizado.

O ambiente do WebGIS pode ser muito explorado e terá funções diferentes de acordo com as respostas buscadas pelo próprio usuário. Com a finalidade de ser um sistema de informação geográfico disponibilizado na web, esses aplicativos podem servir de ferramentas para o conhecimento territorial de um espaço ou fenômeno geográfico. Aqui pudemos citar algumas funcionalidades muito úteis de um WebGIS que ainda não pode ser encontradas com grande facilidade nos aplicativos disponíveis. Essas ferramentas citadas nesse pequeno exemplo de utilização e funcionalidade foram selecionadas pelos usuários do primeiro grupo de testes como as necessárias e interessantes do aplicativo. No item a seguir veremos os testes realizados com trinta usuários que utilizaram o software para avaliar a comunicabilidade e usabilidade do aplicativo através de testes práticos controlados pela projetista.

3.5. Testes com usuários

A execução de testes com pessoas de todos os graus da pirâmide hierárquica de usuários é a última etapa prevista para se validar o software, tendo como

função identificar situações críticas na sua utilização. O propósito desses testes é proporcionar um meio de verificar componentes individuais no sistema propostos por grupos de usuários finais, e assim sistematizar uma média de consensos para verificar se é possível criar um aplicativo comunicável e acessível ao maior número de usuários. Existem diversas abordagens que são utilizadas para avaliar os erros em componentes específicos de um sistema, tais como entrada de dados, passagem de parâmetros, funcionamento da interface, entre outros (Sommerville, 2000).

Segundo Leite (2000), a avaliação ou verificação do software pode ser realizada mediante atividades de correção, validação e usabilidade⁸. O software é considerado correto quando atende às suas especificações e pode ser testado pelos usuários finais com a prova do programa. A prova do programa baseia-se em testes controlados em laboratório para se verificar a aderência do software à sua especificação e definição conceitual formal, aqui descrito no capítulo metodológico. A validação visa determinar se as funcionalidades, a arquitetura e a interface satisfazem aos usuários.

Quando tratamos de softwares aplicados à cartografia, são poucos os estudos sobre testes de comunicabilidade e usabilidade que fazem uso da prática de avaliação do usuário.

Os testes de um software compreendem duas questões importantes:

1. O que queremos que seja testado?
2. Como realizar os testes?

O software *HealthVis* foi testado e avaliado por MacEachren (1995) no intuito de avaliar a interface de um sistema de mapeamento direcionado à análise de variáveis múltiplas com variação temporal. Esse software foi testado por pessoas com tarefas de diferentes graus de dificuldade e teve como objetivo: avaliar a interpretação da simbolização dos mapas e dos controles interativos,

⁸ A usabilidade é definida como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas, de maneira eficaz, eficiente e agradável (ISO 9241)

analisar e documentar as limitações do aplicativo e caracterizar a eficiência do software. O teste foi controlado em laboratório.

Seguindo as etapas traçadas no item 2.8 sobre avaliações empíricas, e tendo como base o teste feito no software *HealthVis*, a primeira fase para a realização do teste de usabilidade é traçar os objetivos e funções do teste. Nesse trabalho temos como objetivo avaliar três grandes itens do WebGIS: verificar a interpretação da simbolização dos mapas e dos controles interativos (comunicabilidade), avaliar e documentar as limitações do aplicativo (infra-estrutura) e caracterizar a eficiência do software (usabilidade).

Em um segundo momento é importante que definir as questões que queremos responder com esses testes.

- O uso do software necessita de algum treinamento ou experiência prévia?
- Os usuários vêem o uso do WebGIS como uma melhoria em relação aos mapas tradicionais?
- Que mudanças devem ser realizadas no protótipo?
- O aplicativo está comunicável?
- O aplicativo está acessível em termos de usabilidade?
- O usuário novato terá um ganho de conhecimento em conceitos cartográficos ao ponto de poder se tornar um usuário intermediário e assim por diante, ou seja: os usuários poderão mudar de padrão de conhecimento com o incentivo do aplicativo?
- Quais são os requisitos mínimos de infra-estrutura para que o aplicativo tenha sua melhor performance?

O terceiro passo foi definir as tarefas a serem executadas para se conseguir chegar às respostas esperadas. O teste proposto para todos os usuários foi composto de uma lista de atividades para serem executadas no aplicativo publicado na web. A lista de tarefas foi um pouco extensa para se conseguir avaliar as três variáveis no mesmo teste. As tarefas executadas na primeira fase foram para avaliar a interpretação da simbolização; na segunda fase para avaliar a usabilidade com tarefas de execução em ferramentas do aplicativo; e a terceira foi para avaliar multi-acessos, resposta da infra-estrutura de

hardware para verificar as configurações mínimas para ter uma qualidade de atendimento a requisições enviadas ao software.

Cada atividade colocada no teste possui relação particular com uma tarefa específica implementada no WebGIS. O roteiro foi elaborado a fim de minimizar a intervenção e presença da desenvolvedora para avaliar se a linguagem dos textos explicativos no software está adequada, se os ícones estão comunicativos, bem como a facilidade de manuseio por parte dos usuários. Os testes foram filmados para podermos observar a interação homem-máquina. O roteiro completo utilizado encontra-se no anexo A.

3.5.1. Usuários

Após definido qual seria o roteiro dos testes selecionamos os usuários, que resultou em um grupo composto por trinta pessoas. Para cada grupo de usuários definido por Cooper (op.cit) existem 10 participantes. Esses usuários foram classificados da seguinte forma:

1. Usuários novatos: Não têm conhecimento cartográfico e tampouco intimidade com computador/internet. – Esse grupo foi composto por comerciantes, donas de casa, etc.
2. Usuários intermediários: Têm certo conhecimento cartográfico e utilizam internet e computador com uma frequência regular, mas não diária. Esse grupo foi composto por estudantes de geografia, geologia, engenharia, ect.
3. Usuários avançados: Conhecimento especialista nos conceitos cartográficos e utilizam computador e internet como ferramenta de trabalho diário. Esse grupo foi composto de profissionais de geoprocessamento e de tecnologia da informação.

O primeiro passo após a seleção de usuários foi instruí-los sobre como realizar o teste a fim de evitarmos resultados tendenciosos ou errôneos. Houve o envio da lista de atividades por e-mail com arquivos de instalação de três programas no computador local onde seria realizado o teste e um link direcionando para um dos três servidores de hospedagem em que o usuário faria a prova. Um dos programas enviados permite a gravação da execução das tarefas através da *webcam*, outro grava as atividades realizadas na tela (ferramenta utilizada na

produção de vídeo aula) e por último um cronometro digital que você vai dando cortes no tempo à medida que termina a tarefa para cronometrar o tempo despendido de cada atividade. Esse cronômetro gera uma tabela *Excel* com o registro do tempo. Por último, pede-se um comentário verbal sobre a utilização do software, seus pontos críticos e relevantes, além de responder as perguntas:

1. Você acha que o WebGIS atende aos objetivos propostos?
2. A interface é fácil de usar?
3. A interface é fácil de entender?
4. Os diálogos interface – usuário são auto-explicativos?
5. Você avalia que o ambiente é exploratório?
6. Você considera que o layout da interface ajuda no desenvolvimento das atividades?

Pediu-se para todos os usuários irem verbalizando seus pensamentos durante a execução do teste para que a avaliadora pudesse compreender melhor as feições de cada usuário.

Com os aplicativos de filmagem instalados, pedimos que os usuários iniciassem o cronômetro e comesçassem a executar as tarefas. Após a finalização de cada uma delas eles davam um corte de tempo no cronometro. Após a realização de todas as tarefas, o colaborador respondia ao questionário, fazia os comentários verbais e enviava por email todos os arquivos da filmagem, cronometro, etc.

As respostas para o quesito comunicabilidade foram obtidas pela interpretação do comportamento do usuário frente às tarefas, através de uma câmera que estava filmando toda a atividade. As respostas para usabilidade foram obtidas através da gravação dos movimentos na tela para execução das tarefas, verificando o tempo de realização de uma atividade, o número de erros cometidos e os tipos de erros. Por último, o teste de infra-estrutura foi resultado das imagens da tela dos usuários e do tempo de resposta do hardware, link de internet e outras variáveis para a execução das ações, para se saber qual sistema operacional, servidor, link são mais adequados para a instalação final do software.

Vale registrar que para os usuários que não tinham muito conhecimento de computador/internet, a avaliadora estava presente para a montagem do ambiente para a execução do teste. Todavia, durante a execução, a avaliadora ficava próxima para esclarecer eventuais dúvidas, mas não tão próxima a ponto de tirar a liberdade do usuário.

3.5.2. Síntese dos resultados dos testes

Os primeiros resultados avaliados e tabulados foram os resultados das tarefas executadas. Para o teste de comunicabilidade, avaliaram-se as reações iniciais na execução de uma determinada tarefa. Mesmo o usuário tendo a primeira reação “Cadê?”, por exemplo, não significa que ele não conseguiu executar a tarefa, mas sim que existe um pequeno ruído de acessibilidade ou comunicação interface-usuário. Os valores tabulados com as respostas encontradas no teste estão em porcentagem sendo que 100% correspondem ao total de 30 usuários e pode ser encontrada no ANEXO B.

A segunda planilha (ANEXO C) é um resumo do tempo gasto para a execução das tarefas e o número de cliques errados para a execução da tarefa. Para fazer uma previsão de tempo a ser gasto por cada tipo de usuário, fez-se um teste controlado pela avaliadora com uma pessoa de cada grupo de usuário para estimar aproximadamente o tempo gasto. Nesse teste inicial de três pessoas, a avaliadora esteve presente para solucionar dúvidas e facilitar o teste para ter uma estimativa de tempo de realização de cada tarefa por cada grupo de usuários. Para os novatos, esperava-se que grande parte deles fizesse as questões entre 3 e 4 minutos; para os intermediários entre 2 e 3 minutos; para os especialistas entre 1 e 2 minutos. A quantidade de erros e o excesso de tempo identificam problemas de usabilidade.

A última planilha identifica o percentual de respostas positivas e negativas em relação às perguntas enviadas para os usuários (vide Figura 36).

Figura 36 - Tabela de resultados das perguntas enviadas aos usuários

Avaliando os resultados finais dos testes, foram positivas as respostas em relação à facilidade de utilização e os tempos de resposta para o encontro de

PERGUNTAS	SIM	NÃO	Indiferente/Indeciso
1. Você acha que o WebGIS atende os objetivos propostos?	80	20	
2. A interface é fácil de usar?	70	30	
3. A interface é fácil de entender?	66.6	26.6	6.6
4. Os diálogos interface – usuário são auto-explicativos?	73.3	26.6	
5. Você avalia que o ambiente é exploratório?	100		
6. Você considera que o layout da interface ajuda no desenvolvimento das atividades?	86.6	13.3	

ferramentas e menus no WebGIS. O alto índice de pessoas que conseguiram executar as tarefas superou a porcentagem de todas as outras reações esperadas. Uma expressão muito observada foi a “*Vai de outro jeito mesmo.*” Essa avaliação trouxe uma boa perspectiva para a projetista, pois apesar das tarefas não terem sido realizadas da forma como o programado, os usuários conseguiram finalizar as tarefas e identificaram diversas formas de chegar ao mesmo resultado.

Entre os usuários novatos percebeu-se que as questões relacionadas com a interpretação da simbologia obtiveram resultados positivos, uma vez que a grande maioria conseguiu encontrar ferramentas e menus na mesma velocidade que os demais grupos, quando era explicitado qual ferramenta deveria ser utilizada. Quando a questão deixava clara a tarefa, mas não indicava qual ferramenta deveria ser usada, a porcentagem de pessoas com reação “*Cadê?*” aumentou. As tarefas que contemplam explorar o WebGIS tiveram muitas expressões como “*E agora?*” e “*Socorro*”. Essa análise permite afirmar que para os usuários que não possuem intimidade com computador e com internet necessitariam de um treinamento prévio para a utilização plena do aplicativo, não devido à dificuldade de compreensão da linguagem, mas pela falta de conhecimento e intimidade com computador. Os comentários das pessoas do grupo dos novatos confirmaram que aproximadamente 80% das pessoas acharam o aplicativo comunicativo e de simples interface, apesar de não terem conseguido finalizar todas as tarefas exigidas. Muitos atribuíram a

dificuldade de manuseio da aplicação com o fato de não conhecerem sobre conceitos cartográficos e muitas vezes nem entendiam muito bem para que serve o software, potencialidades, funcionalidades, etc. Todos os dez usuários desse grupo afirmaram que o ambiente é exploratório e de grande interesse para a área do geoprocessamento. Todos aprovaram a presença de tutorial.

Os usuários intermediários resultaram no grupo de maior interesse no software, sendo o público que pôde tirar mais proveitos das potencialidades de um aplicativo WebGIS. Na parte da comunicação foram evidenciadas algumas falhas no aplicativo, tais como ausência de *tips* – dicas de utilização, dados sem metadados, entre outros. A análise feita por esse grupo foi um pouco mais crítica no sentido das tarefas de usabilidade. Percebeu-se a presença forte da expressão “OK. Feito”, “Vai de outro jeito mesmo!” e “Não, obrigado.” Essa última expressão surtiu comentários verbais no sentido de que era claro como o designer gostaria de executar a tarefa, mas o usuário preferia adotar um caminho que considerava mais fácil. O tempo de execução das tarefas foi baixo quando se tratava de interpretação dos símbolos e médio quando se tratava dos testes de usabilidade. Com a evolução do teste, nas últimas tarefas, percebeu-se que os usuários desse grupo já estavam com maior domínio sobre a ferramenta e conseguiam conduzir o aplicativo de maneira correta. O principal comentário verbal foi o depoimento de que aplicativo é de fácil manuseio, a interface é agradável e leve, e que as potencialidades do aplicativo são muito úteis para o conhecimento de uma área e para as pessoas que trabalham com tomadas de decisões. Muitos disseram que iniciaram a utilização freqüente do aplicativo e afirmaram que a ferramenta de impressão de mapas temáticos elaborados conforme a decisão do usuário é uma das ferramentas mais interessantes. Houve sugestões de inserção de novas ferramentas relacionadas à geoestatística. Muitos citaram a facilidade de *upload* e *download* de bases como um item muito bom.

No grupo especialista verificou-se uma grande facilidade e agilidade durante todo o teste. Foram feitos alguns comentários sobre terminologias utilizadas, principalmente no menu de análises, que eles consideravam estar confuso. Avaliaram positivamente a utilização de caixa de diálogo explicativa para cada

ferramenta. O tempo de execução das tarefas foi pequeno e com pequenos erros. Esse grupo foi capaz de identificar algumas ferramentas com erros e falhas. Praticamente todos os usuários em todas as tarefas exibiram a expressão “OK, Feito.”. Esse grupo avaliou o aplicativo como muito útil, de interface acessível, e destacaram o fato de ser uma Obra Aberta, ou seja, consideraram um aspecto super positivo poderem utilizar os códigos para continuar o desenvolvimento a partir do ponto testado. Esse grupo colocou algumas sugestões como:

- Inserir uma ferramenta que permita a visualização simultânea de dois mapas possibilitando diferentes análises;
- Salvar o arquivo customizado em forma de XML ao invés de *.map para facilitar o manuseio dessa opção de salvar o mapa.
- Considerar a questão de segurança para *upload* de arquivos e edição de textos.

Todos os usuários do grupo especialista fizeram o teste no Linux para verificarem a função, ainda em fase de testes, de implementação de álgebra de mapas. Todos os especialistas gostaram muito da possibilidade de análises territoriais via web, uma ferramenta ainda não disponível nos WebGIS existentes. A ferramenta ainda trabalha com cores indexadas e não valores atribuídos ao pixel. Apesar disso, todos os especialistas ficaram muito satisfeitos em ver testes para a implantação dessa função tão utilizada e com ampla funcionalidade no geoprocessamento. Esse teste foi feito apenas pelo grupo avançado, pois a ferramenta não está totalmente pronta e, além disto, para sua compreensão é necessário um conhecimento especialista. As sugestões estiveram relacionadas com a avaliação do uso do banco de dados Oracle Spatial, pois ele é capaz de guardar informação pixel a pixel mesmo no raster. Essa ferramenta utilizou código php e algoritmos do software Grass.

Com os testes foi possível chegar às seguintes respostas para as perguntas colocadas no começo do capítulo:

- O uso do software necessita de algum treinamento ou experiência prévia?

Quando estamos falando do usuário novato, é preciso que exista um treinamento para o melhor manuseio da ferramenta.

- Os usuários vêem o uso do WebGIS como uma melhoria em relação aos mapas tradicionais?

Um comentário muito freqüente de todos os grupos foi no sentido que essa ferramenta atende aos novos conceitos e evolução da cartografia multimídia, pois permite evoluir dos mapas analógicos para os mapas interativos.

- Que mudanças devem ser realizadas no protótipo?
 - Avaliar a funcionalidade da ferramenta Scielo
 - Colocar dicas de utilização
 - Verificar como implantar a questão de segurança do dado
 - Salvar o mapa customizado em XML
 - Mudar as terminologias no menu de análise.

- O aplicativo está comunicável?

Sim, o aplicativo teve boa resposta para os testes de comunicabilidade. Com certeza não é possível fazer um aplicativo que seja totalmente comunicável para todas as pessoas, inclusive porque a comunicação depende das experiências vividas de cada indivíduo. De qualquer forma, os testes mostraram uma resposta positiva para esse item.

- O aplicativo está acessível em termos de usabilidade?

Para aqueles que têm alguma intimidade com cartografia e computador, o aplicativos está acessível e de fácil uso. O tempo de resposta para as tarefas ilustrou muito bem isso.

- O usuário novato terá um ganho de conhecimento em conceitos cartográficos que poderá se tornar um intermediário e assim por diante?

O usuário novato teria dificuldade em avançar para o estágio intermediário se não adquirisse alguma instrução, e é importante lembrar que os novatos apresentam dificuldades que os fazem pensar em desistir da utilização do

software. Já o grupo intermediário tem muitas possibilidades de vir a ser um usuário avançado.

- Quais são os requisitos mínimos de infra-estrutura para que o aplicativo tenha sua melhor performance?

Foi possível fazer 20 acessos simultâneos e abertura de sessões diferentes para ver qual servidor e conjunto de infra-estrutura melhor atendiam o aplicativo. O *deskserver* na Itália foi o que teve a pior resposta, pois não agüentou mais que 10 pessoas acessando simultaneamente. O *Windows Server* e o *Linux* responderam muito bem ao aplicativo. Não foi registrado nenhum erro de página durante os testes, mas a velocidade de resposta para as requisições dos usuários variou muito nos três servidores. Os testes de multiacesso simultâneos mostraram que a configuração ideal de hardware baseia-se em uma arquitetura de servidores redundantes de aplicação e um servidor de banco de dados, conforma ilustrado na Figura 37, e de software que seja armazenado na plataforma *Windows Server 2003*, no mínimo, ou no *Linux*.

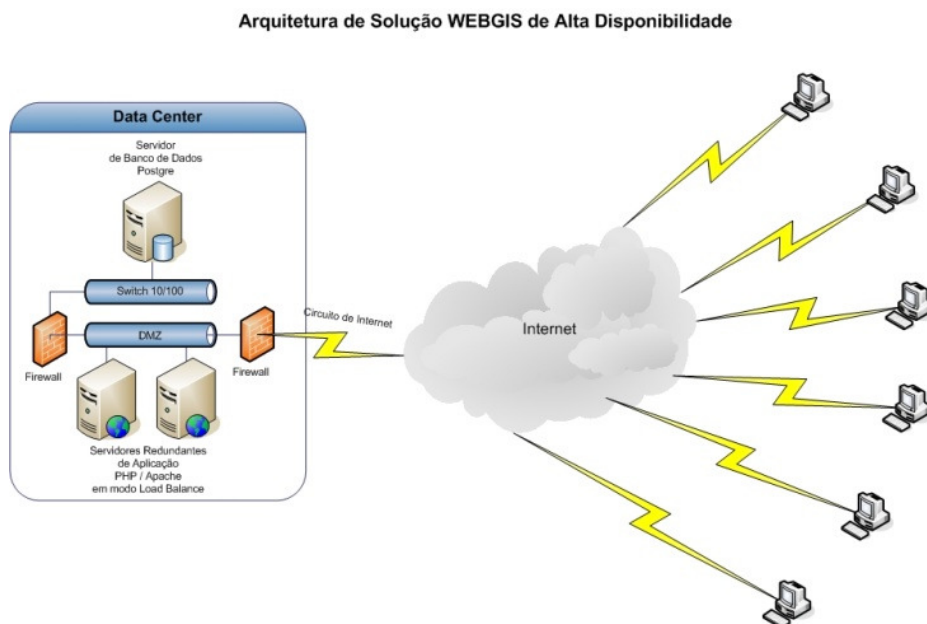


Figura 377 - Arquitetura de Infra-Estrutura para a solução WebGIS de Alta disponibilidade.

A realização de testes com o usuário em um aplicativo é de suma importância, pois permite avaliar pontos positivos e negativos do sistema implantado. Nessa

etapa o projetista identifica as situações críticas, pontos de melhoria e define novas implementações. Essa avaliação serviu como indicador de eficiência do sistema. Como ele estava sendo testado à medida que estava sendo desenvolvido, o teste final correu de forma muito tranqüila e comprovou, em sua maioria, as respostas obtidas nos testes preliminares. As sugestões dadas pelos usuários, tais como inserção de *tips* e salvar o mapa customizado com XML serão reavaliadas e entrarão como propostas para o futuro.

Os resultados dos testes permitiram chegar à conclusão de que existem problemas cosméticos que atrasam a execução da tarefa ou irritam o usuário mas de qualquer forma a pessoa ainda consegue finalizar a execução da atividade. Um outro ponto positivo foi perceber que os problemas catastróficos (impedem que o usuário termine de executar a tarefa) estavam mais relacionados às pessoas do grupo dos novatos e não necessariamente a problemas relacionados à funcionalidade da interface. Os problemas considerados sérios (atrapalha a execução da tarefa) como, por exemplo, erros na terminologia, foram revisados para o ajuste do aplicativo.

4. Conclusão dos Testes e Recomendações

A pesquisa voltada para a visualização cartográfica visa o desenvolvimento de novos métodos de representação e apresentação das informações geográficas. A Associação Cartográfica Internacional (ICA), em suas recomendações, coloca a importância de inserção de novos recursos de interatividade.

Nesta dissertação foi proposto o desenvolvimento de um aplicativo e testá-lo a fim de descobrir formas de disponibilização e divulgação dos dados geoespacializados para o maior número de pessoas possível.

Para alcançar o objetivo, foi conformada uma base teórica sobre WebGIS, através de revisão bibliográfica, enfatizando a questão da interatividade. A teoria conseguiu comprovar que existe um interesse no modo de apresentação do dado, através de mudança do estático para o digital.

Para decidir sobre a interface do aplicativo proposto houve um estudo para decidir estilos e tipos de interatividade. Dessa revisão ficou claro que:

- Não existe um consenso sobre qual é o tipo de interatividade adequado a uma determinada aplicação.
- Os elementos essenciais em um projeto de interface são: simplicidade, consistência e prevenção de escolhas incorretas pelos usuários.

Os resultados dos testes mostraram que o conhecimento específico de cada indivíduo em virtude do seu conhecimento anterior permite a identificação de pontos positivos e negativos no software, bem como maior facilidade de manuseio e compreensão das potencialidades e funcionalidades do aplicativo.

Em conversa prévia com os usuários que se disponibilizaram a testar o software, pode-se perceber quais eram os requisitos esperados para o protótipo do WebGIS. O aplicativo deveria permitir a inclusão de recursos de interatividade, geração de mapas por parte do usuário e análise e exploração das informações. A partir dessa primeira avaliação com usuários e pessoas da área de cartografia, antes mesmo de serem realizados os testes práticos,

avaliou-se que o WebGIS já atende uma primeira demanda global dos usuários desse tipo de aplicação. O WebGIS proposto permite, além das funções de visualização e de análise e exploração do dado, o uso de um conjunto de ferramentas destinadas à interação homem-máquina para aumentar a atratividade do programa.

Segundo os usuários, o aplicativo é ideal para as pessoas que já possuem algum conhecimento sobre conceitos cartográficos e uma pequena intimidade com computador/internet. Esse aplicativo tem uma potencialidade muito grande para quem deseja visualizar e fazer análises com dados espacialmente localizados. Um ponto forte muito citado está relacionado às ferramentas interativas especialmente a de impressão de mapas temáticos e de interface com o *Google Maps*. A ferramenta de impressão permite que pessoas que não têm muita intimidade com softwares proprietários de geoprocessamento possam confeccionar mapas temáticos com maior facilidade. Somado a essa ferramenta de impressão, outro ponto muito elogiado foi à possibilidade de customização de praticamente todos os elementos da interface e dos componentes de legenda. Sendo assim, todos os usuários são capazes de fazer mapas de acordo com seus interesses.

A ferramenta de interface com o *Google maps* também recebeu muitos elogios, pois ele é um dos maiores servidores de pesquisa de dados geográficos disponíveis na internet para o grande público.

A ferramenta de interface com servidores de publicações acadêmicas (SciELO) e de fotos (Panoramio) foram aprovadas especialmente pelos usuários do grupo novatos. A possibilidade de acesso a imagens e notícias que fazem referência a um espaço permitem a decodificação da linguagem cartográfica para uma linguagem mais acessível para as pessoas que não dominam conhecimentos cartográficos.

A possibilidade de geração de gráficos e de colocação de textos na interface também permite maior facilidade de interpretação dos dados exibidos na tela.

Todavia, as pessoas que mais elogiaram essa ferramenta foram os usuários do grupo intermediário.

Praticamente todos os usuários elogiaram a interface e os ícones escolhidos para representar as ferramentas. Os usuários do teste final corroboraram com os testes feitos durante a execução do aplicativo.

As conclusões obtidas a partir dos testes práticos foram:

- Ficou claro que o ambiente de utilização do protótipo é fácil. Isso pode ser verificado pelas respostas positivas relacionadas à facilidade de utilização, presentes na maioria das funções testadas. Mesmo não tendo 100% de tarefas executadas, os usuários identificaram que o aplicativo é amigável e de fácil manuseio.
- A facilidade de uso permite avaliar que a interface projetada encontra-se adequada à aplicação. Em função do pouco conhecimento computacional de um grupo de usuários a interface foi projetada de modo a minimizar as ações incorretas do usuário como a escolha criteriosa da simbolização.
- As exigências em relação às funções disponíveis no protótipo estão interligadas com o conhecimento específico dos usuários. Os novatos esperam apenas visualizar o mapa, os intermediários esperam fazer consultas simples ao banco de dados e os avançados esperam encontrar diversas ferramentas que permitam manipular a representação das informações geográficas. Todos os usuários foram atendidos nas suas demandas, segundo a avaliação dos próprios usuários.
- Percebeu-se que o aplicativo atende demandas interdisciplinares, uma vez que usuários de diversas áreas do conhecimento afirmaram que o WebGIS é uma ferramenta que permite a construção de mapas temáticos diversos que servem como instrumento adequado para a realização de análises territoriais e tomadas de decisões, bem como permite as consultas abertas, ou seja, explorar diferentes associações de informações a fim de trazer respostas para as questões colocadas.

Avaliando as respostas obtidas com os usuários, concluiu-se que o protótipo atingiu o objetivo de servir como auxílio para a compreensão, utilização e análise de dados geográficos por um grande número de pessoas. O modelo

comunicacional acompanhou as tendências da evolução da cartografia multimídia por ser um software preocupado com a difusão do dado de forma acessível sendo uma obra aberta. Esse modelo poderá ser utilizado em qualquer área do conhecimento, visto que análises espaciais decorrentes do uso de mapas são aplicadas em qualquer situação em que sejam necessários o conhecimento dos fenômenos espaciais e suas inter-relações, sendo assim reproduzível.

O modelo criado e avaliado é inovador, pois trabalha com os mais novos conceitos dentro da comunicação e da cartografia. A Obra Aberta conjugada com a interatividade em aplicativos voltados para a cartografia ainda é algo não muito difundido no mercado. Uma consequência do desenvolvimento dessa dissertação foi à possibilidade de articulação intercontinental e multidisciplinar entre a Universidade Federal de Minas Gerais e a Universidade de Bologna, na Itália, através da troca de conhecimentos, pesquisas e projetos fornecendo resultados à comunidade com a constatação de que se trata de um modelo novo e inovador também na Europa.

Em uma breve avaliação com os demais aplicativos existentes hoje para a disponibilização de dados georreferenciados deve-se ressaltar a importância dos seguintes pontos existentes dos protótipos:

- Entrada de dados por parte do usuário
- Customização quase total da interface por parte do usuário
- Customização dos componentes de legenda
- Possibilidade de salvar as customizações para iniciar outro dia de trabalho do ponto final do dia anterior
- Visualização simultânea de dois mapas com a função acoplar
- Consulta a banco de dados utilizando duas ou mais informações
- Tradução em três línguas
- Interface com o Google Maps
- Interface com servidor de notícias e fotografias
- Impressão de mapas temáticos criados pelo usuário.
- Ferramenta de álgebra de mapas – ainda em implantação.

O modelo atingiu as expectativas e se mostrou ser possível atingir um grande número de usuários devido à interatividade homem-máquina. Considerando que o modelo gerado é muito complexo e com uma infinidade enorme de potencialidades e funcionalidades, a projetista avaliou os testes de forma muito positiva uma vez que foram feitas poucas críticas e recomendações. A base do aplicativo feito foi o software i3geo do Ministério do Meio Ambiente. A evolução do aplicativo i3geo hoje se dá com a participação das pessoas que o manuseiam e ajudam a construir uma versão cada vez mais amigável e funcional. Uma iniciativa inovadora no país, que o coloca como destaque nessa área WebGIS, como pode ser comprovado na breve experiência na Itália, em que muitos mal conheciam a tecnologia. A possibilidade de alteração do código fonte por ser uma obra aberta permitiu o desenvolvimento dessa parte prática do trabalho e avaliou o aplicativo i3geo somado às contribuições vindas provenientes desse trabalho como uma ferramenta de grande capacidade em termos de comunicabilidade e usabilidade. Muitas características foram mantidas devido à aprovação do design, da linguagem, da diagramação e da simbologia por parte de quase 100% dos usuários. Outras várias foram sendo alteradas e modificadas no código fonte original do aplicativo para o aperfeiçoamento. O modelo comunicacional teve uma excelente aceitação e reconhecimento por ter sido customizado no *frontpage* de acordo com a opinião dos usuários e por ter um background coberto de ferramentas e funcionalidades encontrados em diversos softwares de geoprocessamento unindo a comunicação com a usabilidade.

A continuidade desse trabalho seguirá com a implantação das recomendações feitas pelos usuários:

- Colocar dicas de utilização
- Salvar o mapa customizado em XML
- Mudar as terminologias no menu de análise.
- Implantar de modo definitivo a ferramenta de álgebra de mapas⁹
- Desenvolver rotinas de segurança para disciplinar a utilização do software;
- Implantar uma ferramenta de emissão de relatórios sobre o dado

⁹ Colocação efetuada pelo grupo dos especialistas que foi o único grupo a ter contato com a ferramenta ainda em desenvolvimento.

5. Referências Bibliográficas

- APOSTEL, L. **Toward the formal study of models in the non-formal sciences.** In: FREUDENTHAL, H. **The concept and the role of the model in mathematics and natural and social sciences.** Amsterdam: Dordrecht, 1991.
- ARAÚJO, V.M.R.H.; FREIRE, I.M. **A Rede Internet como canal de comunicação,** na perspectiva da Ciência da Informação. *Transinformação*, v.8, n.2, p. 45-55, maio/ago. 1996.
- BERTALANFFY, L. **General system theory: a critical review.** *General Systems*, v.7, p.1- 20, 1962.
- BERTIN, J. **Semiologie graphique.** Paris – Neuchatel: Mouton-Gauthiers-Villars. 431p. 1967
- BERTIN, J. - **A neográfica e o tratamento gráfico da informação.** Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986. 273p.
- BEVAN, N. **Usability Issues in web site design.** In: Proceedings of UPA'98, Washington DC, 22-26, 1998. Disponível em : <http://www.usability.serco.com/papers/usweb98.pdf>
- HEALEY, C.G. **Fundamental Issues of Visual Perception for Effective Image Generation.** In SIGGRAPH 99 Course 6: Fundamental Issues of Visual Perception for Effective Image Generation. Los Angeles, pp. 1-42, 1999.
- WARE, C. **Information Visualization: Perception for Design.** San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher, 513p, 2004.
- CÂMARA, G. **Introdução à Ciência das Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2005. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: Março de 2008.
- CAMPOS, F.; CAMPOS, G.; ROCHA, A.R. **Dez Etapas Para o Desenvolvimento de Software Educacional do Tipo Hipermídia.** Porto Alegre: UFRGS, 1998. Disponível em: http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/CONG_1996/CONGRESSO_HTML/19/ETAPAS.HTML. Acesso em: 30/07/08.

- CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P. **Multimedia Cartography**. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. **Multimedia Cartography**. 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, 343 p.
- CARTWRIGHT, W. J.; CRAMPTON, G.; GARTNER, S.; MILEER, K.; MITCHELL, E.; SICKIERSKA, & J WOOD. **Geospatial Information Visualization Use Interface Issues. Cartography and Feospatial Information Sustems**. 28:1 45-60, 2001.
- CENDÓN, B.V. **A Internet**. In: **Fontes de Informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, Capítulo 19, p. 275-300, 2000.
- CHORLEY, J.; HAGGET, P. **Models, Paradigms and the New Geography**. In: _____. **Integrated Models in Geography**. London: Methuen, p.9-41, 1967
- COMMOM FRONT GROUP. **Some background on user interfaces**. Disponível em <<http://cfg.cit.cornell.edu/cfg/>>. Acesso em 28 Jul 2008
- COOPER, A. **About Face. The Essentials of User Interface Design**. IDG Books, 1995.
- COWEN, D. **Gis versus Cad versus DBMS: what are the differences?** In.: PEUQUET, D.; MARBLE, D. **Introductory readings in Geographic Information Systems**. London, Taylor and Francis, 1990.
- CRAMPTON, J.W., **Interactivity Types in Geografic Visualization**. In: **Cartography and Geographic Information Science**, v.29, n.2, p. 85-98, 2002.
- DIBIASI, D. **Animation and the role of map design in Scientific Visualization**. **Cartography and Geographic Information Systems**, v.19, n.4, p.201-214, 265-266, 1992.
- DIBIASI, D.; MACEACHREN, A. M., KRYGIER, J. B. and REEVES, C. **Animation and the role of map design in scientific visualization**. **Cartography and Geographic Information Systems** 19(4): 201-214, 265-266, 1995
- DIBIASI, D. **Designing animated maps for a multimedia encyclopedia**. **Cartographic Perspectives** (19): 3-7,19, 1994
- DUMAS, J. S e REDISH, J. C. **A Practical Guide to Usability Testing** (Revised Edition). Exeter, UK: Intellect, 404p, 1999.

- EARNSHAW, R.A.; WISEMAN, N. **An introductory guide to scientific visualization**. 1ed. Berlim: Springer – Verlag, 156p, 1992.
- ECO, U. (1932) **A Estrutura ausente: introdução a pesquisa semiológica**. Tradução: Pérola de Carvalho – São Paulo: Perspectiva, 7 a Ed., 2a impressão, p.419, 2005.
- ECO, U. (1932) **A obra aberta: forma e indeterminação nas poéticas contemporâneas**. Tradução: Giovanni Cutolo. São Paulo, Perspectiva, 9a Ed., 2a impressão, p.284, 2007.
- EGBERT, S. L. **The design and evaluation of an interactive choropleth map exploration system**. Tese (PhD) – Department of Geography – University of Kansas, Kansas, 129p., 1994.
- FAIRBAIN, D.J. **The frontier of cartography: mapping a changing discipline**. Photogrammetric Record. Vol.14, n.84, p.903-915, 1994.
- FISCHER, G. **Beyond ‘Couch Potatoes’: From Consumers to Designers**. In Proceedings of the 5th Asia Pacific Computer-Human Interaction Conference. IEEE Computer Society, 2-9, 1998.
- FORER, P. **Envisioning environments: map metaphors and multimedia databases in education and consumer mapping**. In: Proceedings of the 6th International Cartographic Association Conference, Köln, Germany, ICA, pp.959-982, 1993.
- FORER, O. and UNWIN, D. **Enabling Progress in GIS and Education**. In LONGLEY, P.A.; GOODCHILD, M.F., MAGUIRE, D.J. and RHIND, D.W., eds. Geographical Information Systems. Vol.2, Management Issues and Applications, New York, John Wiley & Sons. pp.747-756, 1993.
- FRACAROLLI, C. **A percepção da forma e sua relação com o fenômeno artístico: O problema visto através da Gestalt**. Faculdade de arquitetura e urbanismo. USP, São Paulo, 1994.
- FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 7^a ed., 93p, 1983.
- FREITAS, J.C. **O design como interface de comunicação**. In: LEÃO, L. O chip e o calidoscópio: reflexões sobre as novas mídias. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2005.

- GATES, B. **A empresa na velocidade do pensamento: com um sistema nervoso digital**. Tradução: Pedro Maia Soares, Gabriel Tranjan Neto. São Paulo: Companhia das Letras, p.448, 1999.
- HALL, E.T. **A dimensão oculta**. 2ª. Edição, Rio de Janeiro, Francisco Alves, 180p, 1981.
- HOWARD, D., MACEARCHREN, A., **Interface design for geographic visualization: tool for representing reliability**. Cartography and Geographic Information Systems. V.23, n.2, p.59-77, 1996.
- (ICA) - INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION – Penn State University. Commission Overview. Disponível em: <http://www.geovista.psu.edu/sites/icavis/com_overview.html>. Acesso em 22 maio 2008.
- MACKINLAY, J. **Applying a theory of graphical presentation to the graphic design of user interfaces**, Symposium on User Interface Software and Technology. Proceedings of the 1st annual ACM SIGGRAPH symposium on User Interface Software, pp. 179-189, 1988.
- International Standard. ISO /IEC 9126 Information technology - **Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use**. 13 p, Primeira edição 1991.
- KAPLAN, A. **The conduct of inquiry**. San Francisco : Chandler 428 p. , 1964.
- KEATES, J.S. **Cartographic design and production**. 3.ed., New York: Longman Group Limited. 240p. , 1980.
- KOFFKA, K. **Principles of Gestalt Psychology**. New York: Harcourt, 720p. , 1955
- KOLACNY, A. **Cartographic Information – A Fundamental Concept and Term in Modern Cartography**. Cartographica. Suplemento n.1, Vol. 14, p.39-45, 1977.
- KOZEL, S. **Comunicando e representando: mapas como construção socioculturais**. In: SEEMANN, J. (organizador). **A aventura Cartográfica: perspectivas, pesquisas e reflexões sobre a cartografia humana**. Forataleza: Expressão Gráfica e Editora, p.131- 150 , 2005.

- KRAAK, M. J.; DRIEL, R. V. **Principles of Hipermaps. Computers & Geosciences**, v.23, n.4, p. 457-464, 1997.
- KRAAK, M. J.; ORMELING, F. J. **Cartography: Visualization of Spatial Data**. 3.ed. England: Addison Wesley Longman, 222 p. , 1998.
- LEITE, J.C. **Design de interfaces de usuário. 2000**. Notas de Aula de Engenharia de Softwares. Disponível em <<http://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES>> Acesso em 17 de Maio de 2008.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro, Ed:34, 263p. 1993.
- LINDHOLM, M.; SARJAKOSKI, T. **Designing a visualization user interface**. In: MACEACHREN, A.M.; TAYLOR, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, p.167-184, 1994.
- LUCENA, I. S. **Projeto de interfaces para álgebra de mapas em geoprocessamento no ambiente SPRING**. 1998. Dissertação (Mestrado) – INPE. São José dos Campos, 1998. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/ivan>>. Acesso em: 28 Jul. 2008.
- LYNCH, G. and PALMITER, S. **Design and Rapid Evaluation of Usable Web Sites**. CHI 2002, Minneapolis, Minnesota, USA, 20-25 April, 2002.
- LYNCH, K. **A imagem da cidade**. Lisboa, Edições 70, 205p., 1988.
- MACEACHREN, A. M. **How Maps Work: Representation, Visualization, and Design**. New York: The Guilford Press. 513p, 1995.
- MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M.J. **Exploration Cartography Visualization: advancing the agenda**. Computer & Geosciences. V.23, n.4, p.335 a 344, 1997.
- MACK, R.; NIELSEN, J. **Usability Inspection Methods**. New York, NY: John Wiley & Sons, 448p, 1994.
- MAKEDON, F. **Issues and Obstacles with Multimedia Authoring**. Proceedings of the EDMEDIA 94. Educational Multimedia and Hypermedia, 38-45, 1994.
- MONMONIER, M.S. **Computer-Assisted Cartography; Principles and prospects**. 1ed. New Jersey. Prentice Hall Inc. 214p. 1982.

- MORAES, M. **Produtos interativos para consumidores multimídia: discutindo a interatividade na era dos bits.** Pré Textos, Bahia, 25 nov. 1998. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/pretextos/>>. Acesso em: 30/07/08.
- MORAN, T. **The Command Language Grammars: a representation for the user interface of interactive computer systems.** In: International Journal of Man-Machine Studies 15:3-50, Academic Press, 1981
- MOSTAFA, S.P.; TERRA, M. **As fontes eletrônicas de informação: novas formas de comunicação e de produção do conhecimento.** São Paulo: São Paulo em Perspectiva, Fundação SEADE, v.12, n.4, out/dez 1998.
- MOURA, A.C.M., OLIVEIRA, S.P., LEÃO, C. – **Cartografia e Geoprocessamento Aplicados aos Estudos em Turismo.** Geomática, Santa Maria, v.1, n.1, p.77-87, 2006.
- MOURA, A.C.M. – **Cartografia II** – Apostila do Departamento de Cartografia da UFMG, 60p, 2001
- NIELSEN, J. **Usability Engineering.** Boston - USA: Academic Press, p.362, 1993.
- NIELSEN, J. **Heuristic Evaluation.** In: MACK, R.; NIELSEN, J. (eds.) **Usability Inspection Methods.** New York, NY: John Wiley & Sons, 25-62. 1994.
- NIELSEN, J. **Test with 5 Users,** 2000. Alertbox. Disponível online em <<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>> Acesso: agosto/2008.
- NORMAN, D. **Psychology of Everyday Things.** BasicBooks. HarperCollins Publishers, 257p, 1988.
- NUNES, J.L. – **Cartografia Digital – Histórico e Evolução** – Notas de aula da disciplina Cartografia Digital e GPS do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Computação – Geomática - UERJ. 2004.
- DREYER-EIMBCKE, O. **O descobrimento da Terra: história e histórias da aventura cartográfica.** São Paulo: Melhoramentos, 41p., 1992.
- PANOFSKY, E. **Meaning in the visual arts: papers in and on art history.** Universidade de Michigan, 362p., 1955,

- PERKINS, C. **Quality in map librarianship and documentation on the GIS age.** In: The Cartography Journal, vol.31, no.2, p.93-99, 1994
- PERKINS, C. **Cartography: mapping theory.** Progress in Human Geography. Volume 27, p. 341, 2003.
- PETERSON, M. P. **Elements of Multimedia Cartography.** In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. **Multimedia Cartography.** 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 343 p., 1999,
- PIERCE, X. **Elements of Logic.** V. Collected Paper II. Cambridge , Harvard University Press, 1932.
- PRATES, R.O.; SOUZA, C.S.; BARBOSA, S.D.J.; **A Method for Evaluating the Communicability of User Interfaces.** Interactions 7, 1. New York, NY: ACM Press, 31-38, 2000.
- PRATES, R.O.; SOUZA, C.S.; BARBOSA, S.D.J **Avaliação de interfaces de usuários – conceitos e métodos.** XXII Jornada de Atualização em Informática em Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Campinas, São Paulo, Brasil, p. 245 – 293, 2003
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E. **Interaction Design: Beyond Human-computer Interaction.** New York, NY: John Wiley & Sons. 544p, 2002.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E.; BENYON, D.; HOLLAND, S.; CAREY, T. **Human- Computer Interaction.** England: Addison-Wesley, 775p. 1994.
- RAMOS, C. **Visualização Cartográfica e Cartografia Multimídia: Conceitos e Tecnologias.** São Paulo: ed.UNESP, 2005.
- RENSINK, R.A. **Internal vs. external information in visual perception.** ACM International Conference Proceeding Series; Proceedings of the 2nd international symposium on Smart graphics, Vol. 24, pp. 63-70, 2002.
- RICHARD, J. F. **Les Activités Mentales: Comprendre, raisonner, trouver des solutions.** Armand Colin Éditeur. Paris: 1990. Tradução Companhia das Letras, 1994.
- RIJKEN, D. **Tools and Media. Pubic Discussion About Doors of Perception,** 1996. Disponível em: <http://www.doorsofperception.com/> . Acesso em Fevereiro de 2008.

- RUBIN, J. **Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design and Conduct Effective Tests.** John Wiley & Sons. New York. 330 p. 1994.
- RUIZ, C. H.; GARCÍA, G.A. **Propuesta de Modelos Predictivos em La Planificación Territorial y Evaluación de Impacto Ambiental.** Revista Eletronica de Geografia Y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito legal: B. 21.741-98. Vol. XI, núm. 245 (41), 1 de agosto de 2007
- SANTANA, S.A. **A Geotecnologia na Identificação de uma Referência Cultural e no Processo de Interpretação, Planejamento e Gestão do Patrimônio Imaterial do Mercado Central.** Monografia de Graduação em Turismo, UFMG, 58p., 2005.
- SANTOS, M. M. D. **A representação gráfica da informação geográfica,** Geografia, 12(23): 1-14, 1987.
- SCHNEIDER, B. **Integration of Analytical GIS-Functions in Multimedia Atlas Information Systems.** In: International Cartographic Conference, 19th, Ottawa. Anais. Ottawa: ICA, 1999. Sessão 3, p.10-17, 1999.
- CARD, S.K., MACKINLAY, J.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in Information Visualization: using vision to think.** Morgan Kaufmann Publishers. 689p. 1999.
- SAYÃO, L.F. **Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico.** Ci. Inf. vol.30 no.1 Brasília Jan./Apr. 2001
- SERAFEIMIDIS, V. **Interpreting the evaluation of Information Systems investments: conceptual and operational explorations.** Dissertation submitted in fulfilment of the requirements for the award of the degree of Doctor of Philosophy by the University of London, 256p, 1997.
- SERRES, M. **A lenda dos anjos.** São Paulo: Aleph, 340p., 1995.
- SOMMERVILLE, I. **Software Engineering.** 6.ed., Pearson Education Ltd, 2000.
- SOUZA, C. S. **The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction.** MIT Press, Cambridge, MA. 257p, 2005

- SOUZA, M.A.; DODEBEI, V.L. **Modelos e sistemas em ciência da informação**. Rio de Janeiro, 20 p., 1993. (Seminário apresentado à disciplina Linguagem e Ciência da Informação III. Curso de Doutorado em Ciência da Informação).
- TEIXEIRA, RR. **Modelos comunicacionais e práticas de saúde**. Interface Comunicação, Saúde, Educação; 1(1):7–42, 1997
- ULMANN, S. **Semántica. Introducción a la ciencia del significado**. Espanha, Madrid, 320p., 1967.
- USP. Relatório de Avaliação - SIAE/99: **Sistema integrado de apoio ao ensino**. São Paulo: USP, 2001. Disponível em: http://www.usp.br/siae/proj/mdidat/result/99/rela99_anexo.htm. Acesso em: 25/07/08
- WATSON, J.B. **Psychology as the behaviorist views it**. Em T. Shipley (Org.), Classics in psychology. New York: Philosophical Library, 1961. (Trabalho original publicado em 1913)
- WHARTON, C., RIEMAN, J., LEWIS, C. and POLSON, P. **The Cognitive Walkthrough Method: A Practitioner's Guide**. In NIELSEN, J., and MACK, R.L. (Eds.), **Usability Inspection Methods**, John Wiley & Sons, New York, NY, 448p., 1994
- WHITTAKER, L. **Information Systems Evaluation: a post-dualist interpretation**. Tese de Doutorado em Engenharia, Modelagem Ambiental e Tecnologia da informação na Universidade de Pretoria – África do Sul. 258p., 2001.
- WRIGHT, J. T. C.. **A técnica Delphi: uma ferramenta útil para o planejamento do Brasil?** Anais. Sociedade Brasileira de planejamento empresarial. Acervo FIA/FEA/USP. São Paulo, p.14., 1986.
- VANDE, A.M. **Form Follows Data – The Symbiosis between Design & Information Visualization**. In **Proceedings of CADfutures**, OKK Verlag, Vienna, Austria, pp.31-40, 2005.
- VERÓN, E. **Ideologia, Estrutura e Educação** (1970). In: WERNECK, V.R.; **Ideologia na Educação: Um estudo sobre a interferência da ideologia no processo educativo**. Texas, 131p. 1982.

- ZERGER, A.; BISHOP, I.; ESCOBAR, F. E HUNTER, G. A **Self-Learning Multimedia Approach for Enriching GIS Education.** Journal of Geography in Higher Education, vol.26, no.1, p.67-80 , 2002.

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C