

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA

AVALIAÇÃO DE INTERFACES PARA MAPAS FUNCIONAIS NA WEB

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Área de Concentração em Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica, Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Luciene Stamato
Delazari

**CURITIBA
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

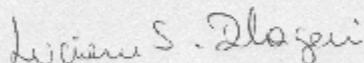
Milhares de livros grátis para download.

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA

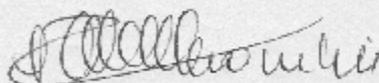
"AVALIAÇÃO DE INTERFACES PARA MAPAS FUNCIONAIS NA WEB"

Dissertação nº 228 aprovada como requisito parcial do grau de **Mestre** no Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

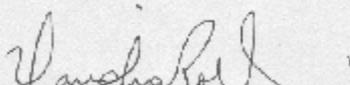


Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Luciene Stamato Delazari
Departamento de Geomática, UFPR



Prof^a. Dr^a. Mônica Modesta Santos Decanini
Universidade Estadual Paulista, UNESP



Prof^a. Dr^a. Claudia Robbi Sijter
Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 27 de julho de 2009.

Aos meus pais, Raimundo e Maria Odeth, porque sem eles eu não teria em mim tanta vontade de ser melhor, de abraçar o mundo e de seguir em frente.

Aos meus irmãos, Ruy e Anie, porque são o espelho que amo.

Aos meus amigos, todos, porque com eles aprendo e desaprendo, e as risadas todas tornam o mundo um lugar mais agradável.

À música toda que há no mundo, que para mim é a manifestação mais real do que é o amor.

E a minha esposa Louise, pelo tempo interminável a qual nos dedicamos a caminhar de mãos dadas...

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ensinar todo dia a compreender.

A minha querida orientadora, professora Luciene Delazari, que merece muitos abraços apertados pela paciência, pelas grandes idéias, pela maravilhosa amizade e pela confiança em mim depositada. Não tenho palavras para agradecer, muito obrigado de todo o coração.

À professora Cláudia Robbi pela imensa quantidade de ensinamentos passados no decorrer dos últimos 3 anos.

A todos os colegas do curso de pós-graduação em Ciências Geodésicas, em especial ao Márcio, Suelen, Diuli, Anna, Fabi, Karol, pelo prazer de desfrutar bons momentos junto com vocês.

À Professora Dulce Bueno, pela amizade tão elegante e bem-humorada e pela ajuda em todos os momentos e ao Professor Henrique Firkowski, pela sua amizade e disposição em ajudar sempre.

Aos senhores Djalma Medeiros e Waldir Simões, por me darem o suporte necessário na empreitada que é mudar de cidade. Minha eterna gratidão por tamanha ajuda e apoio.

À CAPES pelo auxílio financeiro e ao Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas da UFPR pela estrutura fornecida.

A todos os professores que tive contato durante o curso: Professores Sílvio, Quintino, Cláudia, Pedro, Luís, Anselmo.

Ao Professor José Brandão, da UTAM-Est de Manaus, pelo incentivo à idéia de vir à Curitiba. Muito obrigado mestre.

Aos colegas do curso de especialização em geotecnologias, aos companheiros de laboratório e também aos alunos de graduação em Engenharia Cartográfica, sempre enchendo de “vida” o nosso ambiente de trabalho.

Agradeço aos vários usuários e desenvolvedores espalhados pelos fóruns de discussão na internet da comunidade *opensource*, especialmente aqueles relacionados aos programas aqui utilizados.

Por fim, obrigado mais que especial a todos as pessoas que participaram da amostra para esta pesquisa.

Amar e mudar as coisas me interessa mais...

Belchior

RESUMO

Desde a metade da década de 1990, mídias interativas tornaram-se cada vez mais presentes no dia-a-dia das pessoas. A pesquisa em cartografia passou a levar em consideração esta nova realidade, uma vez que a interatividade passou a ter um importante papel na formação de conhecimento e cada vez mais trabalhos procuram desenvolver métodos e diretrizes para a construção de mapas eficazes e efetivos, nos ambientes digitais. O advento da internet como parte integrante dos processos de produção cartográficos trouxe novos desafios para a pesquisa na área, uma vez que novas variáveis passaram a ter influência neste processo. O conceito de mapas interativos vem evoluindo juntamente com o desenvolvimento da *world wide web*, uma vez que os produtos da cartografia têm seus horizontes expandidos pela visualização e pela interatividade. A exemplo de outros serviços disponíveis na internet, os serviços de mapeamento na *web* permitem a usuários sem conhecimento específico criarem mapas sob-demanda para atender os mais diversos usos. Poucos trabalhos avaliaram os programas e as interfaces utilizados para a construção de mapas na internet, porém pouco ainda se sabe sobre as necessidades dos usuários destes mapas e acerca dos benefícios que ferramentas de análise espacial incorporadas às interfaces podem trazer à usabilidade do produto. Assim, o objetivo deste trabalho é definir, para o público geral, interfaces mais eficazes em mapas para *web* destinados a análises espaciais específicas. De forma a alcançar este objetivo, foi realizado primeiramente um levantamento de produtos disponíveis na internet brasileira e, após a classificação e entendimento acerca do funcionamento destes produtos, desenvolvido um sítio de testes, composto por interfaces-mapa idênticas (com elementos cartográficos básicos) onde foram testadas em 3 tarefas funções de navegação e 3 ferramentas de análises (medição de distâncias, sobreposição de feições e ferramenta de consulta). Para a avaliação dos resultados nas três tarefas, os usuários enviaram suas respostas por meio de formulários no sítio. Foram realizados testes estatísticos para validação da amostra e das respostas obtidas, bem como para entender quais características possuem relação direta com o correto cumprimento das tarefas. Os resultados demonstraram existir uma relação entre a experiência no uso de mapas e os índices de acerto nas tarefas; que a amostra de usuários pareceu não ter problemas no uso das funções de navegação nem no uso de raciocínio espacial para cumprimento das tarefas, ao contrário do processo de interação com as ferramentas, que parece depender do design da ferramenta em questão; que não existe uma indicação de influência positiva entre a simples presença de ferramentas na interface e o aumento no índice de acertos; e, por último, que usuários que se utilizam de ferramentas de análise específicas para um determinado fim, tendem a aumentar suas chances de cumprir uma tarefa relacionada a esta funcionalidade. Os resultados permitem-nos ressaltar a importância de cartógrafos participarem do processo de construção de funcionalidade para estes mapas na *web*, perceber um hiato entre as possibilidades e funcionalidades solucionadas pela pesquisa em Cartografia e o que é utilizado nos produtos disponíveis na internet brasileira além de definir parâmetros a serem considerados no desenvolvimento de novos produtos

Palavras-chave: Mapas interativos, Webmapas, Cartografia e a Internet, testes de Interface, mapas funcionais

ABSTRACT

Since the mid of 1990's, interactive media is becoming commonplace. As traditional printed maps lack interaction and this is considered a key piece in knowledge formation, cartography has started research in methods and guidelines about what would be an effective interactive map and about the process of understanding and exploring geographic data. Computer-aided cartography has been significantly developed since then, and the advent of the internet as a part of the digital mapping process brought new trends in cartography research and development. The Interactive maps concept has evolved together with the web, since interactivity and other visualization tools are expanding possibilities of cartographic products, that now are delivered in a real-time process. Just like in other internet services, web makes possible for general audience to create on-demand maps to suit specific or general needs. Software to web cartography have been evaluated about their interface and interaction levels and there are few works describing what are the real needs and benefits of common interface functionality tools. Objectives of this research are to evaluate the effectiveness of spatial analysis tools implemented at functional map interfaces and to describe and discuss the potential of webmapping tools for spatial analysis tasks, emphasizing interactivity role on this process. To achieve this, a quantitative analysis with randomic webmaps users sample was held, with an experimental website, created for the study. User attributes were combined with the accomplishment rates on 3 spatial analysis tasks, evaluating the following features: navigation tools (zoom and panning), distance measurement, overlay and query tools. The research tried to answer if the common internet mapping website user can make use of these tools and if this use may be beneficial to perform tasks successfully. Data from tests was collected by user answer form sent remotely and statistical tests were taken to validate the sample itself and for modeling the relation between user attributes and task succeeded answers. The results showed, first, the importance of basic cartography knowledge to manipulate some of these tools, expressed by better results accomplished by experienced map and webmap users, and with positive general successful tasks, supported by a map with all the basic cartographic elements; second: users do not seem to have problems using navigation tools and spatial knowledge to accomplish tasks, but there is some difficulty for interaction with spatial analysis tools, depending on how these are presented. The intersect tool was constructed with an assisting approach and users have used it significantly more than query and measure tools. Third, there is not an indication of positive influence between presence of tools in the interface and positive task results. And finally: users that used the spatial analysis tools had significantly better performance than users that did not use these tools. Results allow us to attest the importance of cartographers and web developers get together to design and implement web map functionality. Also was possible to verify that software used to publish geospatial data on the internet don't take into account all of the digital cartography and geographic information systems scientific knowledge.

Keywords: Interactive Maps, Webmapping , Brazilian web atlases, Internet Cartography, interfaces use and user issues, functional maps

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - MODELO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA TRADICIONAL E MODELO DE COMUNICAÇÃO PARA MAPAS INTERATIVOS.....	15
FIGURA 02 - DIAGRAMA DA SISTEMÁTICA DE TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETO CARTOGRÁFICO.....	28
FIGURA 03 - CARACTERÍSTICAS DE MAPAS NA WEB	39
FIGURA 04 - XEROX PARC MAP VIEWER.....	41
FIGURA 05 – FUNÇÕES DE MAPAS NA WEB.....	43
FIGURA 06 – ESQUEMA DE UTILIZAÇÃO DO GML EM CONJUNTO COM BIBLIOTECAS DE ESTILOS.....	51
FIGURA 07 – INTERAÇÃO ENTRE UM SÍTIO DE WEBMAPPING COM O USUÁRIO E OS PROGRAMAS QUE FUNCIONAM EM SEGUNDO-PLANO NOS SERVIDORES.	52
FIGURA 08 - ARQUITETURA DE UM SERVIDOR WEB	53
FIGURA 09 - CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES DE ANÁLISE ESPACIAL EM SIG.....	57
FIGURA 10 - MODELO DE ATRIBUTOS PARA ACEITABILIDADE DE UM SISTEMA.....	65
FIGURA 11 - DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO PARA SISTEMAS INTERATIVOS.....	69
FIGURA 12 - CUBO DE TIPOS DE USUÁRIOS	75
FIGURA 13 – JANELA DE INSTRUÇÕES BÁSICAS (TAREFA 1).....	99
FIGURA 14 – PÁGINA DE AJUDA.....	99
FIGURA 15 – INTERFACE GERAL.....	101
FIGURA 16 – INTERFACE TAREFA 1 – MAPA 1A.....	104
FIGURA 17 – INTERFACE TAREFA 1 - MAPA 1B.....	105
FIGURA 18 – INTERFACE TAREFA 2 – MAPA 2A.....	106
FIGURA 19 – INTERFACE TAREFA 2 – MAPA 2B.....	107
FIGURA 20 – INTERFACE TAREFA 3 – MAPA 3A.....	108
FIGURA 21 – INTERFACE TAREFA 3 – MAPA 3B.....	109
FIGURA 22 - INTERFACE DO ATLAS DO ESTADO DO AMAZONAS – INPA (SIGLAB). ..	112
FIGURA 23 - INTERFACE DO ATLAS DE SAÚDE DO BRASIL.....	115
FIGURA 24 - INTERFACE DO MAPA DE TRANSPORTES – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES.....	118
FIGURA 25 - INTERFACE DO ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL.....	120
FIGURA 26 INTERFACE DO ATLAS GEOGRÁFICO ESCOLAR (IBGE).....	122
FIGURA 27 - INTERFACE DO ATLAS ELETRÔNICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	125
FIGURA 28 INTERFACE DO MAPA INTERATIVO DO ESTADO DE SC.....	128
FIGURA 29 – INTERFACE DO ATLAS INTERATIVO DO NORDESTE.....	131
FIGURA 30 - INTERFACE DO PORTAL DE INFORMAÇÕES DA SAÚDE DO RN.....	133
FIGURA 31 - PERFIL DA AMOSTRA – SEXO.....	140
FIGURA 32 - PERFIL DA AMOSTRA – IDADE.....	140
FIGURA 33 - PERFIL DA AMOSTRA – FORMAÇÃO.....	140
FIGURA 34 - PERFIL DA AMOSTRA – FREQUENCIA DE USO DA INTERNET.....	140
FIGURA 35 - PERFIL DA AMOSTRA – EXPERIÊNCIA COM MAPAS EM GERAL.....	141
FIGURA 36 - PERFIL DA AMOSTRA – EXPERIÊNCIA COM MAPAS NA WEB.....	141
FIGURA 37 - PERFIL DA AMOSTRA – TEMPO QUE ACESSA A INTERNET.....	141
FIGURA 38 - PERFIL DO USUÁRIO: SERVIÇOS DE MAPEAMENTO.....	142
FIGURA 39 - TAREFA 1B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	144
FIGURA 40 - TAREFA 3B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	144
FIGURA 41 - TAREFA 2B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	146

FIGURA 42 - TAREFA 1: RESPOSTAS.....	147
FIGURA 43 - TAREFA 1A: RESPOSTAS.....	147
FIGURA 44 - TAREFA 1B: RESPOSTAS.....	147
FIGURA 45 - TAREFA 2: RESPOSTAS.....	149
FIGURA 46 - TAREFA 2A: RESPOSTAS.....	150
FIGURA 47 - TAREFA 2B: RESPOSTAS.....	150
FIGURA 48 - TAREFA 3: RESPOSTAS.....	153
FIGURA 49 - TAREFA 3RU: RESPOSTAS.....	153
FIGURA 50 - TAREFA 3PREF: RESPOSTAS.....	153
FIGURA 51 - TAREFA 3GUAR: RESPOSTAS.....	153
FIGURA 52 - TAREFA 3A – PREF: RESPOSTAS.....	154
FIGURA 53 - TAREFA 3B - PREF: RESPOSTAS.....	154
FIGURA 54 - TAREFA 3A - GUARITA1: RESPOSTAS.....	154
FIGURA 55 - TAREFA 3B - GUARITA1: RESPOSTAS.....	154
FIGURA 56 - TAREFA 3 – PERCENTUAL DE ACERTO PARA A SUBTAREFA 3GUAR EM RELAÇÃO À EXPERIÊNCIA DE USO EM MAPAS NA WEB.....	161
FIGURA 57 - TAREFA 1B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	162
FIGURA 58 - TAREFA 1B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO NÃO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE.....	162
FIGURA 59 - TAREFA 2B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE	163
FIGURA 60 - TAREFA 2B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO NÃO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE	163
FIGURA 61 - TAREFA 3B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE (PREFEITURA).....	163
FIGURA 62 - TAREFA 3B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO NÃO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE (PREFEITURA).....	163
FIGURA 63 - TAREFA 3B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE (GUARITA 1).....	164
FIGURA 64 - TAREFA 3B – PERCENTUAL DE RESPOSTAS CORRETAS QUANDO NÃO HÁ UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE (GUARITA 1).....	164

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - USO POTENCIAL DE VÁRIAS FORMAS DE ATLAS.....	35
QUADRO 2 – RESUMO DAS ESPECIFICAÇÕES PARA WMS.....	48
QUADRO 3. COMPARATIVO ENTRE POTENCIALIDADES DE HUMANOS E MÁQUINAS, POR MEIO DA SUMARIZAÇÃO DE DIVERSAS FONTES NA PESQUISA EM PSICOLOGIA HUMANA.....	73
QUADRO 4 - DIRETRIZES PARA DESIGN DE INTERFACES PARA SIG.....	79
QUADRO 5 – MODELO DE LEVANTAMENTO DE DADOS ACERCA DE SISTEMAS DE ATLAS ELETRÔNICOS BRASILEIROS NA WEB.....	86
QUADRO 6 - ATLAS ELETRÔNICOS AVALIADOS	87
QUADRO 7 – USUÁRIOS DE INTERNET COM FREQUÊNCIA MÍNIMA MENSAL NOS MAIORES PAÍSES DA AMÉRICA LATINA (2005-201).....	94
QUADRO 8 - TAREFAS PROPOSTAS; FORMA DE AVALIAÇÃO DA RESPOSTA; ESPECIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE.....	97
QUADRO 9 - ELEMENTOS IMPLEMENTADOS NA INTERFACE DO MAPA DE ANÁLISE PARA O GRUPO DE CONTROLE.....	97
QUADRO 10 - MODELO DO QUESTIONÁRIO DE CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO.....	98
QUADRO 11 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS DO ESTADO DO AMAZONAS – SIGLAB INPA.....	113
QUADRO 12 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS DE SAÚDE DO BRASIL.....	116
QUADRO 13 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS GEOGRÁFICO ESCOLAR – IBGE.....	123
QUADRO 14 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS ELETRÔNICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	126
QUADRO 15 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: MAPA INTERATIVO DO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	129
QUADRO 16 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS INTERATIVO DO NORDESTE.....	132
QUADRO 17 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: GEOLIVRE - PORTAL DE INFORMAÇÕES DA SAÚDE.....	135
QUADRO 18 – RESUMO DA VERIFICAÇÃO DOS ATLAS.....	135

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TESTE QUI-QUADRADO PARA A VALIDAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS NOS GRUPOS DO EXPERIMENTO.....	138
TABELA 2: TESTE DE INDEPENDÊNCIA QUI-QUADRADO ENTRE OS GRUPOS DE CONTROLE E AS CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO.....	139
TABELA 3. FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA CADA UM DOS FATORES.....	143
TABELA 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA DE MEDIÇÃO: VALOR P.....	144
TABELA 5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA INTERSEÇÃO: VALOR P.....	145
TABELA 6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA CONSULTA: VALOR P.....	145
TABELA 7. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 1 – MÉDIAS.....	148
TABELA 8. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 1 – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS.....	148
TABELA 9. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 2 – MÉDIAS.....	150
TABELA 10. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 2 – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS.....	150
TABELA 11 - TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3PREF: MÉDIAS.....	155
TABELA 12. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3PREF – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS.....	155
TABELA 13. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3GUAR – MÉDIAS.....	155
TABELA 14. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3GUAR – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS.....	155
TABELA 15. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CUMPRIMENTO DA TAREFA 1 E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO: VALOR P.....	156
TABELA 16. MODELO DE REGRESSÃO ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A TAREFA 1.....	157
TABELA 17. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CUMPRIMENTO DA TAREFA 2 E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO.....	158
TABELA 18. MODELO DE REGRESSÃO ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A TAREFA 2.....	158
TABELA 19. ANÁLISE DE VARIÂNCIA: CUMPRIMENTO DA TAREFA 3 – SUBTAREFA 3PREF E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO.....	159
TABELA 20. ANÁLISE DE VARIÂNCIA: CUMPRIMENTO DA TAREFA 3 – SUBTAREFA 3GUAR E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO.....	159
TABELA 21. MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A SUBTAREFA 3PREF.....	160
TABELA 22. MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A SUBTAREFA 3GUAR.....	160

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 EVIDÊNCIAS DE INTERESSE E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	18
1.2 OBJETIVOS PROPOSTOS.....	23
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	23
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	23
1.3. CAPÍTULOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	24
2. BREVE HISTÓRICO DA PESQUISA EM CARTOGRAFIA	25
2.1 ASPECTOS COGNITIVOS NO USO DE MAPAS E A VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA.....	29
2.2 INTERATIVIDADE EM MAPAS.....	32
2.3 ATLAS ELETRÔNICOS.....	33
2.4 PANORAMA E PERSPECTIVAS PARA A CARTOGRAFIA DO SÉC. XXI.....	36
2.4.1 <i>Mapas para web e serviços relacionados</i>	37
3. CONCEITOS E TECNOLOGIAS EM MAPAS PARA WEB	40
3.1 A INTERNET E OS MAPAS.....	40
3.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ARQUITETURA DE WEBMAPAS.....	44
3.2.1 <i>Softwares</i>	44
3.2.2 <i>Especificações empregadas</i>	47
3.2.3 <i>Formatos de saída de dados no navegador web</i>	48
3.2.4 <i>Servidores</i>	51
3.3 A CARTOGRAFIA E AS TECNOLOGIAS EM MAPAS PARA WEB.....	54
3.4 IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPACIAL EM INTERFACES DE MAPAS PARA WEB.....	55
4. INTERFACES EM MAPAS INTERATIVOS	60
4.1 ABORDAGENS EM INTERFACES BASEADAS EM MAPAS.....	62
4.1.1 <i>Abordagem cognitiva</i>	62
4.1.2 <i>Engenharia Semiótica</i>	63
4.2 AVALIAÇÕES DE INTERFACES, IHC E A USABILIDADE.....	64
4.2.1 <i>Critérios Ergonômicos</i>	67
4.2.2 <i>Testes de usabilidade</i>	68
4.2.3 <i>Métodos formativos em IHC</i>	72
4.2.4 <i>Métodos Somativos em IHC</i>	73
4.2.5 <i>Experimentação controlada</i>	74
4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O USUÁRIO.....	74
4.4 A IMPORTÂNCIA DAS INTERFACES EM MAPAS PARA WEB.....	75
4.5 TRABALHOS REALIZADOS.....	77
5. METODOLOGIA	85
5.1 VERIFICAÇÃO DE PRODUTOS EXISTENTES.....	85
5.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA PARA TESTES.....	87
5.2.1 <i>Área de Estudo</i>	89
5.3 TESTES COM O USUÁRIO.....	90
5.3.1 <i>População e Tamanho da amostra</i>	93
5.4 DECISÕES DO PROJETO DE INTERFACE.....	100
5.4.1 <i>Tarefa 1: Medição de Distâncias</i>	103
5.4.2 <i>Tarefa 2: Sobreposição de Feições</i>	105
5.4.3 <i>Tarefa 3</i>	107
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
6.1 VERIFICAÇÃO DE ATLAS BRASILEIROS NA WEB.....	110
6.1.1 <i>Atlas do Estado do Amazonas – SIGLab INPA</i>	111
6.1.3 <i>Mapa de Transportes do Ministério dos Transportes</i>	117

6.1.4 Atlas sócio-econômico do Rio Grande do Sul.....	119
6.1.5 Atlas Geográfico Escolar - IBGE.....	121
6.1.6 Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo.....	123
6.1.7 Mapa interativo do estado de Santa Catarina.....	126
6.1.8 Atlas interativo do Nordeste.....	129
6.1.9. GeoliveRN – Portal de informações da saúde (Rio Grande do Norte).....	132
6.1.10 Resumo da verificação dos produtos.....	135
6.2 TESTES COM USUÁRIO.....	137
6.2.1 Perfil da amostra.....	139
6.2.2 Utilização das ferramentas.....	143
6.2.3 Cumprimento das tarefas.....	146
6.2.3.1 Tarefa 1.....	146
6.2.3.2 Tarefa 2.....	149
6.2.3.3 Tarefa 3.....	151
6.2.4 Relação entre características do usuário e cumprimento das tarefas.....	156
6.2.5 Relação entre o uso das ferramentas de análise e o cumprimento das tarefas	161
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	165
REFERÊNCIAS.....	169
APÊNDICES.....	183

1. INTRODUÇÃO

A percepção do espaço em que se vive parece ser característica intrínseca da espécie humana e determinou nossa supremacia frente às intempéries naturais durante os últimos milênios. A necessidade de descrever o mundo surge a partir do momento em que nossa percepção da realidade é transmitida para outrem por meio de abstrações. Câmara (2003) cita um ensaio de Carlo Ginzburg acerca do termo *Representação*. A origem do termo adviria dos manequins de cera colocados ao lado de reis franceses e ingleses, em suas cerimônias funerárias. A presença deste manequim era uma maneira de testemunhar a transcendência dos monarcas, lembrando àqueles que presenciavam a cerimônia que apesar de morto, o rei continuaria presente para os seus súditos (“re + présentation”). A idéia de uma descrição do mundo a partir de conceitos abstratos (representação) é o ponto de partida da ciência cartográfica, que tem como um dos seus objetos de estudo o processo de construção de mapas. Este processo tem sido diretamente afetado pelo desenvolvimento das tecnologias computacionais, e o computador tornou-se o principal instrumento na tarefa de produzir mapas.

A evolução tecnológica acompanha a crescente necessidade de cartografia em âmbito mundial: cada vez mais pessoas passam a incorporar mapas a suas atividades do dia-a-dia. O acesso universal à informação por meio da internet forma cada vez mais usuários – número que pode chegar a cerca de 43 milhões de usuários no Brasil (E-MARKETER, 2007) – que assumem que quaisquer informações na tela do computador são clicáveis e interativas.

O modelo tradicional da comunicação cartográfica (KOLÁCNÝ, 1977) prevê que os mapas são construídos de forma a comunicar informações para o(s) usuário(s). Acrescentar interatividade a este processo permite um diálogo entre usuário e mapa à medida em que este usuário torna-se diretamente responsável pela representação da informação geográfica. Segundo Edsall (2008) todas as etapas do processo cartográfico passam a ser passíveis de alteração por meio de interação: pode-se modificar a apresentação de dados temáticos e base cartográfica, nível de detalhamento, tipo de mapa, classificação, esquema de cores,

área de abrangência e outras. Isso faz com que o usuário possa ter um infinito número de possibilidades de representação (FIGURA 01). Cada uma dessas possibilidades tem potencial para alterar modelos mentais e construir conhecimento, bem como também pode resultar na distorção e interrupção desse processo. Os recursos de interatividade tornam possível ao usuário incorporar suas próprias abstrações ao produto, em um processo iterativo de exploração de dados.

Robertson (1994) sugere que a interatividade não apenas ativa o conhecimento pré-existente mas que também pode ser usada para construção de novos conceitos e informações. Para que sejam efetivos, os processos interativos precisam ser integrados à ferramentas que apoiem a tomada de decisão relacionada aos dados geográficos e análises espaciais.

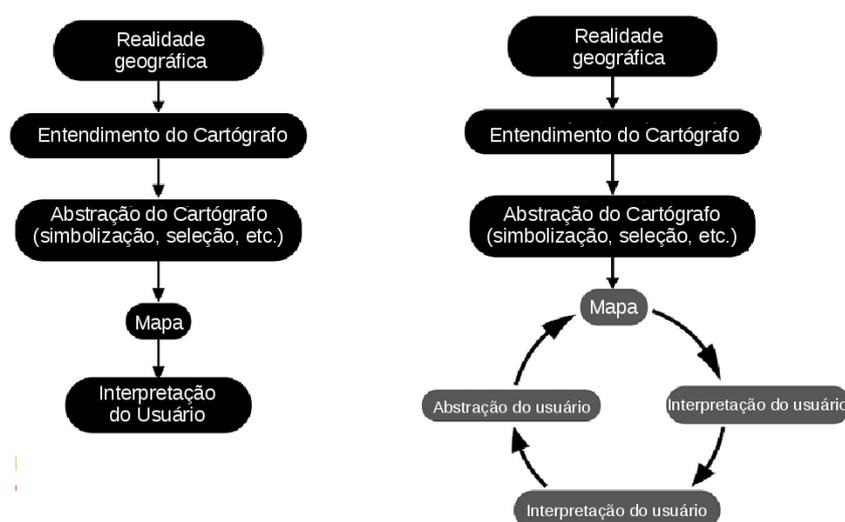


FIGURA 01 - MODELO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA TRADICIONAL E MODELO DE COMUNICAÇÃO PARA MAPAS INTERATIVOS
 FONTE: Traduzido de EDSALL (2008)

Neste contexto deve-se considerar a presença da internet inserida no processo de distribuição e acesso à informação geográfica. Atualmente o uso do termo internet, fundamentalmente ligado ao conceito de rede de computadores, passa a confundir-se com a *World Wide Web*, ou simplesmente *web*, onde séries de documentos em formato hipertexto podem ser compartilhados e vistos na tela do usuário por meio de um programa navegador, que realiza a comunicação entre

cliente (computador do usuário, conectado à rede) e o servidor (onde estão armazenados os documentos). Esta transmissão se dá através de linguagens e protocolos, que definem a maneira de solicitação e de resposta para este processo. Um exemplo da diferença entre o que cada termo abrange é o processo de envio e recebimento de *e-mails*: utilizamos a internet para o intercâmbio destas mensagens, sem precisar da *web* – que também pode ser utilizada, por meio dos chamados *webmails*.

A internet é uma importante ferramenta de disseminação de informação espacial e o uso deste tipo de informação cresce a um ritmo maior do que cresce a própria internet (PETERSON, 2007). Harrower (2004) considera que a internet revolucionou a cartografia devido a 4 fatores básicos: facilidade de distribuição de produtos cartográficos; acesso universal a mapas até então indisponíveis a estes usuários; maior demanda por serviços de mapeamento em geral e; surgimento de ferramentas que permitem ao cartógrafo o desenvolvimento de aplicações sob-demanda de forma mais eficiente e com atualização mais rápida.

Um fator que chama atenção neste atual paradigma da produção cartográfica é a facilidade com que usuários criam e acessam mapas. Assim, tendências surgidas em outras áreas do conhecimento como a existência de produtos colaborativos - popularmente conhecidos como *wiki's* (GUPTILL, 2007) e ambientes onde o criador e o usuário do mapa podem ser a mesma pessoa são incorporadas ao processo cartográfico, modificando os tradicionais modelos de comunicação cartográfica. O papel do cartógrafo nesse contexto passa a ser o de inserir-se no processo de desenvolvimento dos novos produtos, utilizando para isso o conhecimento científico da cartografia e suas pesquisas acerca do uso e dos usuários de mapas digitais. O atual panorama da internet mundial demonstra que o desenvolvimento dos mapas para *web* insere as representações cartográficas nos chamados geo-serviços, tornando o mapa instrumento interativo que pode ser usado por diversos perfis de usuários para a execução das mais diversas tarefas, ao invés de um produto final projetado para um determinado fim (VAN ELZAKKER, 2004, PETERSON, 2007).

Cartwright (2003) cita vários fatores que diferenciam e particularizam a publicação de mapas na *web* em relação a outras formas de publicação de mapas:

considerações acerca do tráfego e transmissão de dados; acesso aos vários níveis de informação através de processos interativos efetivos; a consideração de um crescente potencial mercadológico associado diretamente aos *websítios* criados (propaganda e cobrança de serviços); o ambiente computacional aonde está inserido o usuário; as limitações impostas por aspectos tecnológicos; e as questões de acessibilidade.

Usualmente um mapa para *web* é acessado concomitantemente associado a um conjunto de ferramentas e serviços. Estas ferramentas são os mecanismos que realizam a interação entre o usuário e o mapa e constituem-se na interface do produto. Cartwright (2001) sugere que as interfaces para representações computacionais de dados geográficos por natureza ou de representações espaciais de fenômenos não-geográficos incorrem na necessidade de um conjunto de diretrizes diferenciado dos projetos de interfaces gráficas em geral, bem como das representações cartográficas tradicionais. Pode-se explicar esta necessidade pelo fato de que, neste tipo de representação cartográfica, o usuário necessita lidar com o processo de interpretação dos símbolos cartográficos e com o manuseio das ferramentas de interatividade da interface concomitantemente.

Fazendo um paralelo entre a implantação de um atlas eletrônico para *web* com as etapas de um projeto cartográfico (SLUTER, 2008), onde o cartógrafo considera as necessidades do usuário para definir as informações temáticas e sua classificação, os mapas a serem gerados, a base cartográfica a ser utilizada, a linguagem cartográfica de cada mapa, a escala e projeção cartográfica para só então realizar a coleta e análise dos dados, pode-se identificar de antemão que a aplicação voltada para a *web* possui características diferenciadas em todas as etapas. Dada a natureza universal da própria internet já a definição de necessidades do usuário torna-se tarefa complexa para o cartógrafo. A estas etapas acrescenta-se a necessidade de um projeto para a interface geral do produto que considere a funcionalidade do mesmo – que está diretamente ligada à efetividade no cumprimento das necessidades para qual o mapa foi projetado ou ao estímulo do processo de visualização cartográfica – e também sua estética, responsável direta pela aceitação inicial do produto.

1.1 EVIDÊNCIAS DE INTERESSE E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A Associação Cartográfica Internacional (ICA) instituiu em 1999 a Comissão de “Mapas e a Internet”, que tem como tópico de pesquisa a análise da utilização de mapas na internet com vistas a um melhor aproveitamento destes mapas para os usuários. Uma das principais linhas de investigação descritas pela ICA é o desenvolvimento de diretrizes para a construção de mapas na internet, incluindo as decisões tradicionais de um projeto cartográfico relativas à linguagem cartográfica, escala e projeções utilizadas, bem como a inserção de ferramentas de interatividade, desempenho computacional e elementos gráficos, como fontes e leiaute da página da *web*. Estes estudos podem expandir o papel da *web* na cartografia - atualmente consolidado por meio da distribuição, popularização e facilidade no acesso de mapas - para um mecanismo que auxilie na produção de mapas mais eficazes enquanto instrumentos de comunicação e de representação do espaço geográfico em que vivemos, atingindo a maneira em como os usuários processam e interagem com o este espaço.

Frank (1993) sugere que, em um sistema de informação geográfica, a interface com o usuário é o próprio sistema, no sentido em que é frequentemente a única parte de contato direto entre este e o usuário, constituindo-se o projeto desta interface um fator crucial para o bom aproveitamento das funções disponibilizadas. Testes para avaliar o processo de interação do usuário com uma determinada interface de produtos cartográficos digitais vêm sendo realizados, com metodologias diversas (MAZIERO, 2007; SEIXAS, 2004; KÜLLI, T., 2003; NIVALLA, 2007).

Para Maziero (2007), o usuário de mapas interativos, ao explorar dados espaciais no ambiente interativo cartográfico explora a interface computacional independentemente de conhecimento sobre o uso de mapas, o que leva à divisão do processo de interação em duas partes: a interação com a interface computacional e a interação com a interface-mapa. A autora salienta ainda a importância de considerar que ambas as interfaces estão continuamente dependentes e interligadas, tornando-se essencial o desenvolvimento do projeto de ambas concomitantemente, de forma a definir o processo de interação usuário-mapa.

Seixas (2004) cita que a possibilidade de se mudar a apresentação nos mapas interativos aumenta a complexidade de sua avaliação em relação aos tradicionais mapas em papel, pois além dos símbolos estáticos, o produto possui signos dinâmicos, que decorrem do processo de interação. Para analisar de fato se um produto possui um projeto de interface adequado é necessário considerar que o usuário utilizará este produto para execução de determinadas tarefas de forma mais eficaz e efetiva (TOBÓN, 2002). Especificamente na avaliação da usabilidade de um produto cartográfico construído para o processo de exploração ou simplesmente para comunicação, van Elzakker (2004) afirma que tal avaliação só terá resultados satisfatórios se considerar a utilização de testes relacionados ao cumprimento de tarefas específicas por parte dos usuários deste produto. Este pensamento corrobora Cartwright (2003), que cita que a questão fundamental para a avaliação de um produto cartográfico multimídia é saber o quão efetivo este produto é dentro do processo de comunicar a informação geográfica.

No contexto da criação dos mapas, pode-se vislumbrar o papel do cartógrafo ocupado por usuários sem conhecimento especializado em cartografia, o que provoca uma reflexão profunda na pesquisa do processo de comunicação por meio de mapas e da sobreposição de realidades entre cartógrafo e usuário, com consequências diretas na eficácia das representações cartográficas. Tais consequências podem ser diretamente mensuradas por meio da análise de mapas projetados para um propósito específico (van ELZAKKER, 2007; van ELZAKKER, 2004) – denominados mapas funcionais. Van Elzakker (2004) explicita que a pesquisa em mapas funcionais é “possível e muito necessária” no uso de mapas onde “o cartógrafo e o usuário podem ser os mesmos e os modelos tradicionais de comunicação cartográfica não podem ser aplicados tão facilmente”.

Os desafios propostos pela universalização da internet na cartografia devem nortear práticas que incluam no projeto de construção de interfaces interativas meios que considerem todas as particularidades – ou a ausência delas – de todos os tipos de usuário. Desta forma, a internet torna acessíveis produtos cartográficos a um número crescente de usuários, especialistas ou não, com maior ou menor familiaridade com procedimentos disponíveis nas interfaces destes produtos.

A Associação Internacional de Cartografia (ICA) criou, em 2005, o grupo de

trabalho em “questões acerca dos usos e usuários” (*use and user issues*), o que demonstra a importância de usuários e da usabilidade dos produtos cartográficos, que acompanha uma tendência mundial, no campo da IHC (Interação Humano-Computador), de projeto de interfaces centrados no usuário (VAN ELZAKKER & WEALANDS, 2007; NIELSEN, 1993). Fairbairn et al (2001) demonstra que características do usuário como suas preferências, experiências pregressas, grau de conhecimento específico podem relacionar-se com as tarefas que estes desempenham com mapas e fazer com que haja diferenças significativas no comportamento de testes para um mesmo conjunto de dados geográficos.

Porém, como enfatizado por Maziero (2007), Nivalla (2007), Seixas (2004), Cartwright et al (2001), a metodologia para avaliação de interfaces de sistemas cartográficos computacionais ainda é considerada incipiente, já que existem diversos aspectos do processo interativo e da visualização cartográfica que não estão contemplados pelos métodos testados, além da dificuldade em se determinar claramente quem são os usuários e quais as tarefas que estes usuários irão executar com o sistema.

Juristo & Ferre (2006) apontam a dificuldade de utilizar a multidisciplinaridade oferecida pelas técnicas de IHC a favor do projeto de softwares em geral, dada a especificidade de cada projeto. Junta-se a isto o fato de que não se sabe exatamente quais paradigmas da cartografia tradicional são compatíveis com os projetos de interfaces em sistemas cartográficos digitais interativos, o que faz com que haja um limitante natural nos estudos da área. Neste contexto a estratégia de projeto de interfaces de sistemas cartográficos interativos centralizadas no usuário passa a ser uma alternativa para o estabelecimento de diretrizes que garantam a aceitabilidade destas interfaces.

A literatura sobre mapas para *web*¹ concentra-se principalmente nos aspectos computacionais envolvidos na sua produção, isoladamente em relação ao conhecimento científico da cartografia. Também os testes de avaliação de interfaces são incipientes e sem resultados conclusivos em relação a diretrizes específicas para a construção de mapas para *web*. Não se chegou a uma metodologia eficaz para a realização destes testes, tendo sido a teoria da usabilidade e a inspeção

1 Como em MITCHELL (2005) e PENG; TSOU (2003)

semiótica métodos utilizados na pesquisa cognitiva e de percepção. Neste trabalho procurar-se-á utilizar uma abordagem funcional de uso de mapas (BOARD, 1978), na qual assume-se que o produto cartográfico avaliado possui a função de servir como instrumento para a execução de uma determinada tarefa, e foi desenvolvido para tal. Para validação dos resultados, os testes seguirão metodologia quantitativa, partindo de uma hipótese mensurável para o tratamento estatístico dos dados coletados, permitindo assim a generalização das conclusões, o que constitui-se em uma metodologia apropriada para uma população extremamente heterogênea (usuários de mapas na internet) e de tamanho grande (WITTE e WITTE, 2005).

Esta pesquisa baseia-se no contexto dos mapas funcionais e considera que a proposição de diretrizes para a sua construção depende essencialmente do entendimento de que o projeto cartográfico destes deve incluir e considerar a interpretação, o processamento cognitivo e a tomada de decisão por parte do usuário do mapa, no momento em que este executa a tarefa, considerando o processo como um todo. Dentro deste processo, entender e conhecer o usuário possui papel fundamental (MACEACHREN; KRAAK, 2001; SLOCUM ET AL, 2001; VAN ELZAKKER, 2004; CARTWRIGHT, *et al* 2001). Definir características básicas destes usuários e como elas estão relacionadas com a eficácia do projeto de interface é também pressuposto básico da engenharia de usabilidade, proposta para quaisquer tipos de interfaces em sítios da *web* (NIELSEN, 1993)

Considerando-se que existem poucas diretrizes gerais em mapas para a *web*, no que diz respeito à interface com usuários não-especialistas (CARTWRIGHT ET AL. 2001; MAZIERO, 2007) e que a construção de produtos cartográficos para a *web* possui particularidades que diferenciam este processo tanto da construção de mapas tradicional e em Sistemas de Informação Geográfica *desktop*, quanto da construção de outros tipos de *sítios* na *web* (PETERSON, 2007; CARTWRIGHT *et al*, 2001), procura-se avaliar o papel de funções de interatividade e ferramentas de análise espacial na execução de tarefas em mapas funcionais na *web*.

Assim, esta pesquisa assume que se ferramentas de análise espacial e interatividade permitem que mapas para a *web* sejam utilizados pelos usuários da internet como meio para a execução de tarefas específicas, então é possível associar este fato à presença e utilização destas ferramentas por parte destes

usuários. Identificar se usuários que não dispõem destas ferramentas em sua interface também conseguem atingir o mesmo objetivo pode indicar que estas ferramentas podem ser substituídas pela correta implementação da interface básica para este mapa – seja nas funções de navegação, seja nos aspectos de simbologia, escala e acurácia. Assim, procura-se contribuir para a proposição de diretrizes gerais para o projeto cartográfico de mapas funcionais para *web*, no que diz respeito às funções de interatividade e ferramentas de análise a serem implementadas nestes produtos.

Para tal construir-se-ão duas versões do mapa, para a mesma área e tarefa, a primeira constituindo-se apenas na interface básica (CARTWRIGHT, 2001; MAZIERO, 2007; NIVALLA, 2007; MILLER, 2007) para este tipo de mapa, que contém as seguintes características: toponímias, identificação de coordenadas, seleção de camadas, ampliação, redução e definição de escala. A partir de ferramentas utilizadas em Sistemas de Informação Geográfica para análise espacial - medição de distâncias, ferramenta de sobreposição, ferramenta de consulta e seleção – propõe-se que, adicionalmente à primeira versão, sejam implementados algoritmos que emulem estas ferramentas, constituindo a interface da segunda versão do mapa.

Na avaliação proposta assume-se que, em mapas projetados para o cumprimento de determinadas tarefas de análise espacial, a eficácia das interfaces destes mapas está diretamente relacionada ao cumprimento das tarefas. Estas, por sua vez, estão atreladas ao processo de comunicação cartográfica (KOLACNY, 1977) e, portanto, às características dos usuários e ao processo de interação proporcionado pela presença de funções de navegação e de análise espacial na interface do mapa para *web*.

1.2 OBJETIVOS PROPOSTOS

1.2.1 Objetivo geral

Investigar interfaces de mapas para *web* destinados a análises espaciais específicas e a usuários da internet em geral.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar um conjunto de atlas eletrônicos interativos disponíveis na *web* quanto às funções de interatividade implementadas na interface destes produtos e as tecnologias utilizadas para tal;
- Conceituar e identificar tecnologias disponíveis para a implementação de mapas para a *web* e ferramentas de interatividade associadas a estes mapas;
- Analisar as características de usuários de mapas na *web* e a utilização de funções de interatividade e ferramentas de análise espacial por parte dos mesmos, relacionando seu uso ao cumprimento de determinadas tarefas nestes produtos;

1.3. CAPÍTULOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A pesquisa aqui apresentada está dividida em 8 capítulos. No capítulo I foi realizada uma Introdução ao tema, apresentação das evidências de interesse, justificativa, problema de pesquisa e objetivos do trabalho. No capítulo II, denominado “Breve Histórico da Pesquisa em Cartografia”, faz-se um apanhado da teoria em cartografia e dos avanços na pesquisa científica da área até os dias atuais. No capítulo III, “Tecnologias em Mapas para *web*”, estão sumarizados os conceitos e tecnologias envolvidos na publicação de mapas na internet e sua correspondência com a cartografia; No capítulo IV, “Interfaces em Mapas Interativos”, estão apresentados diversos aspectos relativos aos testes para avaliação de interfaces e principais conceitos teóricos para a compreensão do processo de interação humano-computador.

No capítulo V, “Metodologia”, estão descritos os materiais e métodos utilizados para alcançar os objetivos propostos no capítulo I. No capítulo VI, “Resultados e Discussão”, constam os resultados das análises e testes propostos no capítulo V, acompanhados de uma discussão acerca da validade destes resultados e o que cada um destes significa para a pesquisa. Por fim, no capítulo VII encontram-se as conclusões e Recomendações para pesquisas relacionadas e trabalhos complementares. As Referências bibliográficas encontram-se no capítulo VIII.

2. BREVE HISTÓRICO DA PESQUISA EM CARTOGRAFIA

O objetivo da pesquisa na cartografia, considerando-se o paradigma da comunicação cartográfica, é a construção de mapas melhores, de forma a comunicar maior quantidade de informação mais acuradamente. Esta pesquisa pode ser dividida historicamente em duas partes (PETERSON, 1995; SLOCUM *et al.*, 2009): (1) A pesquisa relativa à resposta de estímulo proporcionada pelos símbolos utilizados no mapa ativa nas décadas de 60 e 70 do século passado e (2) a pesquisa direcionada para os aspectos cognitivos da interação homem-mapa, baseada em como os mapas são entendidos, processados e lembrados, esta iniciando a partir do final da década de 70.

Kraak e Ormeling (1996) apontam dois momentos que, até então, haviam revolucionado de forma profunda os paradigmas da ciência cartográfica: a disponibilização de imagens advindas de satélites e a introdução de computadores nos processos cartográficos. Porém nesta “revolução” há que se reconhecer o papel preponderante dos trabalhos de Robinson e sua equipe – Robinson (1952) é considerada a publicação que marca a passagem da cartografia como técnica para o surgimento de abordagens mais científicas (MACEACHREN, 1995). Crescentemente a partir deste ponto os princípios relativos à construção de mapas passaram a considerar a importância do usuário: surge o conceito de efetividade de mapas, que designa os produtos cartográficos que capturam e retratam informações relevantes de forma que os seus usuários possam analisá-las e interpretá-las.

Os objetivos na produção de mapas passaram então a ser a redução de erros na representação, em relação à realidade geográfica, e o aumento da efetividade do produto por meio do correto desenvolvimento do projeto cartográfico, o que levou à adoção de idéias behavioristas em pesquisas experimentais (SLOCUM *et al.*, 2009), onde, de maneira geral, procurava-se obter respostas acerca da melhor forma de simbolizar e representar um determinado dado geográfico. (ELZAKKER, 2004; KITCHIN; PERKINS, 2008).

A partir do final da década de 1960, com o trabalho de Jacques Bertin²,

2 BERTIN, J. *Sémiologie Graphique*. Paris: Gauthier – Villars. 1967.

alguns cartógrafos passaram a, em oposição à abordagem behaviorista funcional, dar ênfase ao “poder semiótico” do mapa (MACEACHREN, 1995). Ou seja, trata-se de considerações acerca de signos³ usados no mapa e de como estes símbolos podem tornar visível a relação entre a mente de quem projeta e de quem o lê.

A semiologia gráfica⁴, na cartografia, tem como principal base a idéia de que mapas são construídos para serem vistos e entendidos e não apenas para serem “lidos”, de maneira que a percepção e o entendimento de suas feições devem ser imediatos (BERTIN, 1967⁵ APUD MAZIERO, 2007). Os princípios da semiologia gráfica aplicados à cartografia proporcionaram a identificação das variáveis visuais usadas para a representação dos mapas. Mais tarde, quando do surgimento da cartografia interativa baseada em interfaces computacionais, o conhecimento advindo da semiologia gráfica foi base para a criação da engenharia semiótica. Seixas (2004) indica que sob a perspectiva da engenharia semiótica o cartógrafo e o usuário possuem o mesmo papel durante o processo interativo: o de interlocutores um do outro, com foco na comunicação.

A partir deste ponto o direcionamento da pesquisa acadêmica na cartografia deu-se pela introdução de modelos de comunicação, de maneira a questionar acerca dos obstáculos que estariam entre o usuário e o cartógrafo, no processo de decodificação da informação transmitida por meio do mapa. A publicação do modelo de Kolacny (1977)⁶ deu início a um novo paradigma, onde a comunicação cartográfica surgiu para tornar-se a função primária da cartografia, sendo o mapa o veículo que a torna possível. Neste trabalho o mesmo autor afirmou que:

"O trabalho do cartógrafo deve estar totalmente baseado nas necessidades e condições subjetivas do usuário do produto cartográfico. Isto significa um profundo conhecimento das condições que constituem os problemas associados ao uso destes produtos."

3 Segundo Maziero (2007), o signo como conhecido hoje foi definido por Charles Peirce como “alguma coisa que representa algo para alguém”.

4 O termo Semiótica passou a ser adotado de forma única desde 1969, com a fundação da Associação Internacional de Estudos Semióticos (IASS) (NÖTH (2003) apud MAZIERO, 2007, p.36).

5 BERTIN, J. *Sémiologie Graphique*. Paris: Gauthier – Villars. 1967.

6 Segundo MacEachren (1995), este modelo foi inicialmente publicado em 1969, aproximadamente 17 anos após a publicação da obra de Robinson, “*The Look of Maps*”

Em 1978, Board definiu como um mapa pode ao mesmo tempo ser concebido como um modelo tanto conceitual quanto funcional do mundo, aspecto apontado por MacEachren (1995) como crucial nas pesquisas de funcionalidade em mapas, dentro do paradigma da comunicação cartográfica. Estas pesquisas usualmente adotavam a idéia de que para abordar este aspecto o produto deveria estar restrito à comunicação de uma mensagem predeterminada.

Ainda dentro do contexto da comunicação cartográfica, Sluter (2007) propõe um modelo de projeto cartográfico (FIGURA 2) que considera as características do usuário e o uso do mapa nas etapas iniciais do projeto, para concretizar o processo de comunicação cartográfica. O cartógrafo toma as decisões de projeto já conhecendo de antemão quais as funções que o mapa vai desempenhar e as características do usuário, de forma a obter uma representação otimizada, porém de uso restrito.

Nos últimos anos da década de 1970, a cartografia começa a ser influenciada pelo surgimento de sistemas computacionais e por meio da aplicação de modelos matemáticos criaram-se novas bases conceituais para esta. Porém é por meio dos mapas que foram formulados os problemas relevantes envolvendo dados espaciais que originaram a criação dos chamados Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

Na década de 1980 a abordagem da pesquisa em cartografia voltou-se para o processo da confecção dos mapas e em como as novas tecnologias poderiam ser aproveitadas neste processo. A chamada cartografia analítica⁷, que partia de um princípio puramente matemático para caracterizar o mundo e estabeleceu bases para a Ciência da Informação Geográfica, introduziu novos conceitos que viriam a subsidiar a evolução nas técnicas de mapeamento (KITCHIN e PERKINS, 2008). Segundo van Elzakker (2004), com os avanços tecnológicos a maior parte das pesquisas a partir de então passou a se concentrar no processo de construção e produção dos mapas, ao invés do foco em sua utilização e nos seus usuários.

7 TOBLER, W. R. Analytical cartography. In: *American Cartographer*, 3(1): p.21-31.

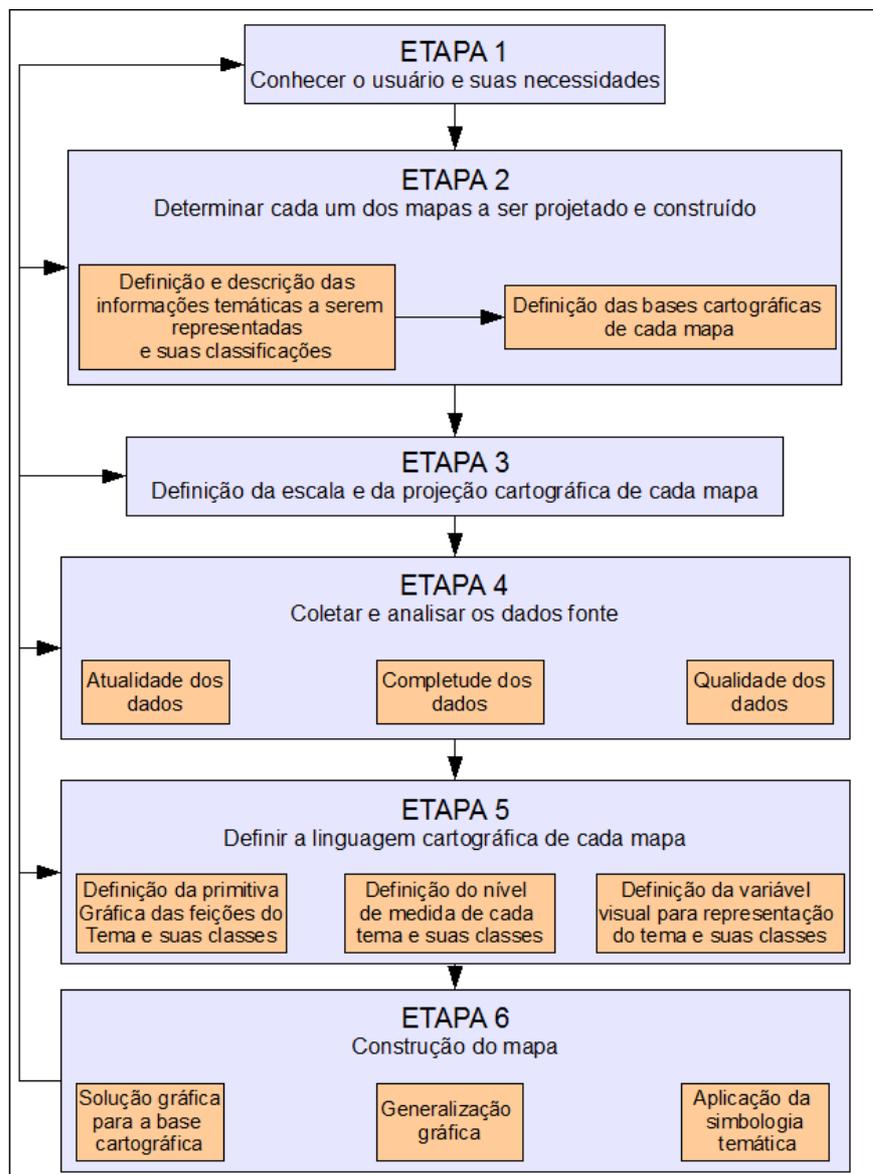


FIGURA 02 - DIAGRAMA DA SISTEMÁTICA DE TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETO CARTOGRÁFICO
FONTE: SLUTER (2007)

MacEachren (1995, p.270) cita que para cada variável visual, Bertin propôs regras para o seu uso mais adequado, mas que o trabalho como um todo foi criticado pelo seu determinismo ao mesmo tempo que foi pouco modificado desde sua primeira versão – Morrison em 1974⁸, Caivano em 1990⁹, e o próprio

8 MORRISON, J.L. A theoretical framework for cartographic generalization with emphasis on the process of symbolization. In: International Yearbook of Cartography. 14, p.115-127

9 CAIVANO, J.L. Visual texture as semiotic system. In: Semiotica, 80(3/4), 1990. p.239-252.

MacEachren em 1992¹⁰ e 1994¹¹ propuseram modificações ao trabalho inicial. Van Elzakker (2004) conjectura acerca do que levou a semiologia gráfica de Bertin a ser adotada pelos cartógrafos como a “gramática oficial da cartografia mundial”. Ele alega que os trabalhos de Bertin tiveram poucos aspectos testados em pesquisas empíricas – muito em parte devido ao fato da publicação original ter tido impacto inicialmente somente na França, tendo sido traduzida para o inglês somente em 1983 e nesta época a pesquisa em cartografia estar mais voltada para os aspectos analíticos citados no parágrafo anterior. Porém, a lógica intrínseca à maior parte das regras propostas, sua aplicação facilmente percebida por qualquer pessoa e o fato desta “padronização de convenções” ser facilitadora da comunicação cartográfica universal fez com que esta abordagem fosse – e ainda seja - adotada na cartografia ocidental.

Porém, a partir do momento que usuários interpretam mapas e que, em sua grande maioria, não aprendem estas convenções cartográficas de forma substancial, a cartografia passou a perceber a necessidade da pesquisa perceptiva e cognitiva no uso de mapas.

2.1 ASPECTOS COGNITIVOS NO USO DE MAPAS E A VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Taylor (1994) afirma que a cognição na cartografia é um processo único, que envolve o uso do cérebro no reconhecimento de padrões e relacionamentos em um contexto espacial. A chamada cartografia cognitiva trata da aplicação de teorias e métodos cognitivos para entender os mapas e o seu uso, além da aplicação de mapas para entendimento do processo cognitivo (MONTELLO, 2002). A cognição estuda percepção, aprendizado, memória, pensamento, avaliação, resolução de problemas e comunicação.

Montello (2002) afirma que o modelo da comunicação cartográfica tornou-se

10 MACEACHREN, A.M. Visualizing uncertain information. In: Cartographic Perspectives. n. 13. p.10-19

11 MACEACHREN, A.M. Some Truth with Maps: A Primer on Design and Symbolization. Washington, DC: Association of American Geographers. 1994

mais acurado ao reconhecer que mapas funcionam não somente porque possuem significado dado pelo cartógrafo e transmitido para a mente do usuário, mas também porque os usuários possuem conhecimentos pré-existentes que estão necessariamente envolvidos na compreensão do mapa. Portanto, pode-se afirmar que mapas estimulam e sugerem conhecimento.

Lobben (2004, p.270), ao examinar o processo de leitura de mapas para navegação, argumenta que diferentes elementos do mapa e diferentes tipos de mapa “despertam o uso de diferentes processos cognitivos controlados por diferentes seções do cérebro humano. Estes processos requerem o cumprimento de diversas tarefas, que são abordadas com diferentes estratégias”.

Robbi (2000) define que há aquisição de conhecimento a partir do momento que nós, seres humanos, processamos imagens espaciais por meio da visão e que das pesquisas em processos cognitivos resultaram teorias que explicam o processamento das informações visuais. Santil (2008) afirma que a percepção visual do estímulo, no momento em que alguém observa um mapa, ocorre porque o sentido da visão é acionado pela luz recebida pelos olhos. A retina sensibilizada então envia impulsos elétricos ao cérebro, que “compreende” o estímulo e responde com o seu significado, no processo chamado de cognição visual. MacEachren (1995) aponta diversas áreas de estudos relacionadas à cognição visual, tais como a neuropsicologia, *Gestalt*, estruturas do conhecimento e a pesquisa em percepção visual onde são construídos conhecimentos sobre a cognição humana. Porém as pesquisas recentes na cartografia sobre percepção e cognição não conseguiram ainda resultados conclusivos no entendimento dos processos mentais que ocorrem na comunicação cartográfica.

A partir do momento em que algo se torna visível e nosso processo cognitivo visual capta este sinal e o associa a conhecimentos pré-existentes, isto nos aproxima do entendimento deste algo. De acordo com este pensamento pode-se associar a criação de mapas mentais à *insights* criativos e inovadores. Estes elementos estão diretamente relacionados ao conceito de visualização, que é a habilidade humana que combina a compreensão de uma imagem e sua interpretação, resultando na apreensão de conhecimento através da formação de uma imagem mental de um determinado conceito abstrato. Esta compreensão é

provocada pela apreciação intuitiva de características daquilo que está contido no conjunto de dados - como a descoberta de padrões existentes - e pode salientar aspectos relevantes (WOOD, 1994). Estes podem ou não ser visuais por natureza, transformando-os em representações visuais que podem ser entendidas fácil e intuitivamente pelo observador. A partir dos conceitos de visualização cartográfica tradicional e da visualização científica surgiu o conceito moderno de Visualização Geográfica ou Geovisualização.

Voženílek (2005) cita que, contrastando com as formas tradicionais de construção de mapas e os processos clássicos de visualização cartográfica, a ênfase da Geovisualização está em oferecer uma plataforma experimental altamente interativa e dinâmica visualmente, que pode ser usada para análise, exploração e trabalho colaborativo. Assim, o conceito de Geovisualização está intrinsecamente ligado à interatividade. Nos processos de visualização cartográfica, esta diz respeito ao sistema computacional que muda a apresentação das informações conforme o procedimento de entrada de dados feito pelo seu usuário.

Em 1994, MacEachren, ao propor o modelo Cartografia³, permite a interpretação de que não há fronteiras que limitem a utilização dos mapas, mas somente extremos neste processo. Segundo MacEachren e Kraak (1997) toda atividade de uso de mapas envolve tanto a construção de conhecimento e o pensamento visual (visualização) quanto o processo de transferência de informação (comunicação cartográfica).

Uma outra abordagem é apresentada por Freitag (1993), que considera que os mapas possuem funções variantes e invariantes. A expressão “função invariante” significa que qualquer mapa carrega informação e reflete alguma explicação do mundo. Já a expressão “funções variantes” diz respeito à comunicação, função de transferência de conhecimento e o direcionamento comportamental, este último subdividido em conjuntos de funções: publicidade, orientação e de decisão.

Segundo este mesmo autor, em funções cognitivas todos os processos e operações geram e aumentam conhecimento espacial. Para a função de comunicação, que abrange todos os processos e operações de transferência de informação cartógrafo-usuário, pode-se separar grupos de sub-funções de acordo com a extensão do conhecimento transferido, o nível de conhecimento prévio e a

forma e significado desta transferência; a função de suporte à decisão agrupa todos os processos e operações que, baseados na avaliação do fenômeno espacial, resultam em ações e decisões espaciais. Exemplos destes tipos de função incluem navegação, planejamento e persuasão; a função social engloba todos os processos que resultam em ações e comportamento social. Um exemplo desta função envolve a relação entre o cartógrafo e outras pessoas dentro do processo de mapeamento, incluído os usuários.

2.2 INTERATIVIDADE EM MAPAS

A interatividade em mapas permite o diálogo entre o homem e um computador, ou mais especificamente, entre um pesquisador e seus dados. Mapas que incorporam elementos de interatividade permitem evadir as limitações dos mapas tradicionais como também que sejam feitas importantes conexões entre diferentes variáveis e diferentes formas de representação (EDSALL, 2007)

A adição de certas funcionalidades relativas à interatividade ao mapa confere maior efetividade e utilidade a este (EDSALL, 2007). Como cita Delazari (2004), se o produto cartográfico permite ao usuário a possibilidade de escolher a visualização das informações em diferentes escalas, escolher a simbologia para a representação das feições, efetuar movimentos, este produto é um mapa interativo - o desenvolvedor passa a abrir mão indiretamente do controle sobre a informação transmitida e quem a controla é o usuário. Neste contexto é interessante citar Cartwright *et al.* 2001, que explica que, num sistema computacional, o que é interativo não é o mapa em si, mas sim a sua interface.

Peterson (1995) propôs uma classificação para mapas interativos, a saber:

a) Atlas eletrônicos são um tipo de conjunto de mapas interativos que combina recursos de multimídia com a visualização dos mapas. Estes podem permitir desde a seleção de diferentes imagens até recursos de *hot-spot* (*links* para outros mapas ou explicações sobre um elemento do mapa);

(b) Mapas para navegação pessoal têm como objetivo substituir os guias

rodoviários; permitem ao usuário obter informações sobre percursos, recursos de ampliação (*zoom-in*) e redução (*zoom-out*) de escala. Caso sejam integrados a receptores GPS são chamados de sistemas de navegação automática. Exemplos conhecidos são as páginas da Internet Kretta (<http://www.kretta.com.br>) e Maplink (<http://maplink.uol.com.br/index.htm>);

c) Mapas para análise de dados são sistemas para mapeamento interativo que permitem aos usuários a geração de mapas com diferentes classificações, observação dos valores máximos e mínimos de cada fenômeno, entre outras funções. Podem também incorporar recursos de animação cartográfica.

2.3 ATLAS ELETRÔNICOS

Em geral, os Atlas são considerados uma forma “superior” de cartografia já que sua produção requer um planejamento estrutural mais complexo, uma vez que não é um produto composto por apenas um mapa, com um projeto específico: podem ser dezenas e e centenas deles, cada um retratando uma situação específica, porém relacionados entre si (KRAAK; ORMELING, 1996)

O termo Atlas Eletrônico foi primeiramente usado por Eva Siekierska¹² em 1984. Podemos defini-lo como uma coleção de mapas suportados por uma base de dados disponível em meio digital. Wang et al (2003) cita que um Atlas Eletrônico é uma mídia digital que incorpora uma interface visual e ferramentas para visualização, análise e exploração de fenômenos espaciais e processos temporais, conectando modelos cartográficos com bases de dados geográficas.

A produção deste tipo de Atlas está diretamente ligada à transmissão de informação. Por isso deve existir um direcionamento que leve em conta o usuário final da informação gerada, independentemente do tipo de ferramentas empregadas no desenvolvimento do produto. Além disso, este tipo de produto pode ter uma ligação mais efetiva com elementos multimídia, dada sua natureza estruturada.

Em Kraak e Ormeling (1996, p.184) encontra-se uma primeira classificação

12 SIEKIERSKA, E. (1984): Enlarging rules and generalization methods in an electronic atlas. In: Graphics Interface. n.84 Ottawa, Ontario, Canadá: 1984. p. 247-248.

acerca dos tipos de Atlas Eletrônicos, reproduzida abaixo:

a) Atlas Eletrônicos “simples-vista” (*view-only*): podem ser considerados versões eletrônicas dos Atlas em papel, sem funcionalidades extras;

b) Atlas Eletrônicos interativos: permitem ao usuário manipular conjuntos de dados em um ambiente interativo, de forma a modificar esquemas de cores, método de classificação e outros aspectos, pela manipulação de uma base de dados realizada por meio das ferramentas de interatividade;

c) Atlas Eletrônicos analíticos: possibilitam explorar o ambiente digital através da combinação e modificação da base de dados. Podem ser efetuados cálculos e manipulações de feições, além da utilização de funcionalidades de SIGs. A ênfase está no acesso à informação espacial e na visualização do resultado.

As principais características de sistemas computacionais que implementam atlas eletrônicos (DELAZARI, 2004; KRAAK; ORMELING, 1996) são resumidas abaixo:

a) O usuário pode explorar os dados em um ambiente gráfico interativo, sendo possível apontar para uma feição no mapa e determinar um valor associado, ampliar uma região geográfica para obter maiores detalhes ou comparar dois mapas quaisquer da base de dados;

b) É possível utilizar animação de mapas, principalmente para representar mudanças temporais (representação de fenômenos dinâmicos);

c) Uso de Multimídia: fotos, som, vídeo, realidade virtual;

d) Personalização: usuário cria seus próprios mapas sob demanda;

e) Uso de plataformas computacionais diversas;

f) Utilização, alteração e manipulação em banco de dados “on the fly”

g) Combinação de dados espaciais;

Além disso, Atlas eletrônicos também podem oferecer possibilidades para análise de variáveis, seleção de atributos, cartometria, e funções típicas de Sistemas de Informação Geográfica - SIG. Assim, estes programas computacionais podem também constituir um sistema de informações, porém com diferenças em relação a um SIG tradicional, já que a ênfase de um Atlas Eletrônico – também conhecido como AIS, Sistema de Informação em Atlas - consiste na visualização de dados, permitindo que o usuário – mesmo não especialista - a partir do seu conhecimento,

interaja com o programa e faça as análises desejadas nos dados brutos previamente preparados – e limitados - pelo desenvolvedor. Além disso no AIS o usuário apenas pode gerar mapas a partir de uma determinada base de dados, sendo que para modificá-la é necessário reprogramar todo o sistema.

Em um SIG, a ênfase está no manuseio e processamento dos dados para futura análise, onde a interface é, geralmente, mais elaborada, dada a complexidade das informações a serem processadas e da quantidade de parâmetros de entrada. Além disso as possibilidades de customização do sistema são de implementação mais complexas, bem como as possibilidades de geração de produtos finais são mais abrangentes.

Porém, dentro da visão atual de que a internet suplantou a maior parte da produção em outras mídias digitais para sistemas de atlas eletrônicos, considera-se que estes produtos passaram a ser oferecidos quase que exclusivamente em *websítios*, tornando-se parte da rede de serviços oferecidos pela “web geográfica”. Buckley (2003) cita que além das funções atribuídas aos atlas tradicionais em papel e aqueles em mídia digital discreta – CD-ROM, DVD, Disquetes – os atlas eletrônicos para a *web* possuem o diferencial de ter *links* para dados online de outras fontes (QUADRO 1). Segundo este autor, isto se reflete em uma mudança fundamental, já que passa a ocorrer um processo de interação com a informação em si, muito mais do que com a interface propriamente dita, o que pode tornar os processos de aprendizado mais efetivos.

<i>Funções e usos</i>	<i>Atlas em Papel</i>	<i>Atlas em CD-ROM/DVD</i>	<i>Atlas na web</i>
DECORAÇÃO	X		
REFERÊNCIA	X	X	X
TOMADA DE DECISÕES POLÍTICAS	X	X	X
PESQUISA	X	X	X
EDUCAÇÃO	X	X	X
EXPLORAÇÃO		X	X
INTERATIVIDADE		X	X
ANIMAÇÃO		X	X
<i>LINKS</i> PARA DADOS PREVIAMENTE ARMAZENADOS		X	X
<i>LINKS</i> PARA DADOS EM TEMPO REAL			X
<i>LINKS</i> PARA OUTRAS FONTES			X

QUADRO 1 - USO POTENCIAL DE VÁRIAS FORMAS DE ATLAS
 FONTE: BUCKLEY (2003)

2.4 PANORAMA E PERSPECTIVAS PARA A CARTOGRAFIA DO SÉC. XXI

Slocum et al (2009) apontam várias consequências dos avanços tecnológicos na cartografia, sintetizados abaixo:

- A democratização da cartografia, onde fazer mapas não é mais atividade unicamente exercida por cartógrafos e geógrafos: qualquer pessoa com acesso a um computador pode criar mapas, porém sem garantias que estes mapas serão bem projetados e acurados; outra consequência diz respeito a tornar possível a construção de mapas até então considerados impossíveis ou de extrema dificuldade de serem criados utilizando métodos manuais. Um exemplo é o processo de animação em mapas.

- Outro aspecto importante a ser considerado é a mudança na forma fundamental na qual as pessoas usam os mapas. Com a introdução de ferramentas de interatividade o usuário passa a ter a possibilidade de examinar de forma dinâmica os dados geográficos e a partir daí desenvolver diversas representações deste mesmo dado – cartografia exploratória.

- A possibilidade de adicionar ao mesmo produto uma série de recursos multimídia como *hyperlinks* entre mapas, texto, fotos, vídeos, sons e afins.

- A capacidade de criar representações cada vez mais realistas dos ambientes naturais da Terra, com os usuários podendo navegar e interagir em um ambiente de 3 dimensões, e, mais recentemente, utilizar-se de equipamentos de imersão em ambientes virtuais.

- A habilidade de acessar mapas e informações correlatas por meio da *web*, que passa a servir como fonte de dados, mapas, softwares para criação de mapas, softwares para visualização cartográfica, Atlas eletrônicos, ferramentas de desenvolvimento de software e materiais de ensino.

Em conjunto com o desenvolvimento da cartografia multimídia (CARTWRIGHT; PETERSON, 1999) e os sistemas de posicionamento por satélite, observa-se que cada vez mais a cartografia passa a estar em qualquer lugar, por meio de serviços de mapeamento móvel que inclui funcionalidades de navegação e roteamento, inclusive em áreas urbanas e fechadas. Várias são as implicações dos

sistemas desenvolvidos para este tipo de cartografia – chamada de ubíqua: adaptação para telas de diferentes limitações em resolução e cor, características do usuário, situação do usuário, limitações de cobertura e telecomunicações, limitações de memória, adaptabilidade e acessibilidade (GARTNER *et al*, 2007).

Peterson (2007) identifica cinco princípios que, juntos, guiam e motivam o desenvolvimento da cartografia multimídia: O primeiro trata do fato de que mapas em papel são inadequados para transmissão e representação de ambientes espaciais, especialmente o caráter dinâmico e multifacetado destes ambientes. O segundo trata de problemas associados com a distribuição dos mapas em papel e seus altos custos de produção e disseminação. O terceiro preocupa-se com as diferenças no uso de mapas entre usuários e o problema de que a maioria das pessoas não usa e nem consegue usar mapas em papel de forma efetiva. O quarto princípio diz respeito ao intrínseco valor da multimídia e a crença de que adicionando seus elementos aos mapas tem-se ganho na informação e na transferência de conhecimento. O quinto trata da obrigação dos cartógrafos acerca da comunicação da informação espacial de maneira efetiva para a maior quantidade de pessoas possível. De uma maneira geral esta situação modifica os paradigmas da cartografia. Van Elzakker e Wealands (2007) explicam que a partir destes novos conceitos a cartografia precisa cada vez mais se preocupar com a pesquisa sobre o uso e usuários de mapas.

2.4.1 Mapas para web e serviços relacionados

Cartwright (2003) cita que a produção de mapas para *web* depende de um projeto que contemple a *forma*, – simples, equilibrada, interativa e usável – e a *função* – de forma a assegurar que a informação geográfica retratada pode cumprir uma determinada tarefa. Nos últimos anos a pesquisa em cartografia procurou acompanhar o desenvolvimento de aplicações e tecnologias voltadas para os serviços e programas de mapeamento e SIG. No domínio das aplicações para internet a discussão que envolve conhecimento científico em cartografia usualmente encontra-se no domínio do projeto de interface do mapa a ser exibido por meio do

navegador *web* (*forma*). Nesta discussão existe o componente tecnológico que influencia decisivamente no produto final a ser disponibilizado: a preocupação em saber o quanto e como a *web* diferencia-se de outras formas de publicação eletrônica, além da verificação de como as variáveis visuais de Bertin podem ser usadas ou adaptadas nos produtos baseados na *web* (CARTWRIGHT, 2003).

Assim, a internet estabilizou-se no campo de estudos da cartografia. As particularidades para esta nova forma de fazer mapas e oferecer serviços relacionados são várias; existem novos fatores (CARTWRIGHT, 2003) a serem considerados neste novo contexto: a velocidade de transmissão de dados e o tráfego dos mesmos; a implementação e alocação de funções que garantam uma interação mais efetiva e prazerosa ao usuário; a viabilidade de acesso que permita que o usuário receba em sua tela exatamente aquilo que foi planejado no projeto; prender a atenção do usuário na interface do produto; questões de acessibilidade e universalidade no acesso e; as questões relativas à comercialização e marketing que possam estar embutidos nos serviços e produtos da *web*. Além destes fatores novos, alguns outros necessitam ser repensados, como a questão da privacidade, propriedade intelectual, ética e políticas públicas de distribuição e acesso (MONMONIER, 2003)

Slocum et al. (2009) desenvolveram uma categorização destes produtos de forma que se tenha uma visão geral do que há de mais interessante nas abordagens para a publicação de produtos cartográficos na *web*. O autor propõe cinco aspectos a serem considerados na descrição de páginas da *web* que incorporam produtos cartográficos (FIGURA 03).

Em cada continuum mostrado na FIGURA 03, estão os extremos de aspectos mais comuns em mapas para a *web*, de maneira que os produtos existentes podem ter características de todos estes continuums. Para o autor, os produtos que se encaixam neste paradigma não podem ser considerados “meros mapas” e sim “serviços de mapeamento”, classificados de acordo com o que oferecem em termos de funcionalidade aos usuários. Cartwright (2003) lista os serviços de mapeamento disponíveis na internet:

- a) Coleções de imagem e mapas;

- b) Coleções de dados descarregáveis;
- c) Serviços de Informação com mapas;
- d) Atlas Eletrônicos para a *web*;
- e) Produtos híbridos.

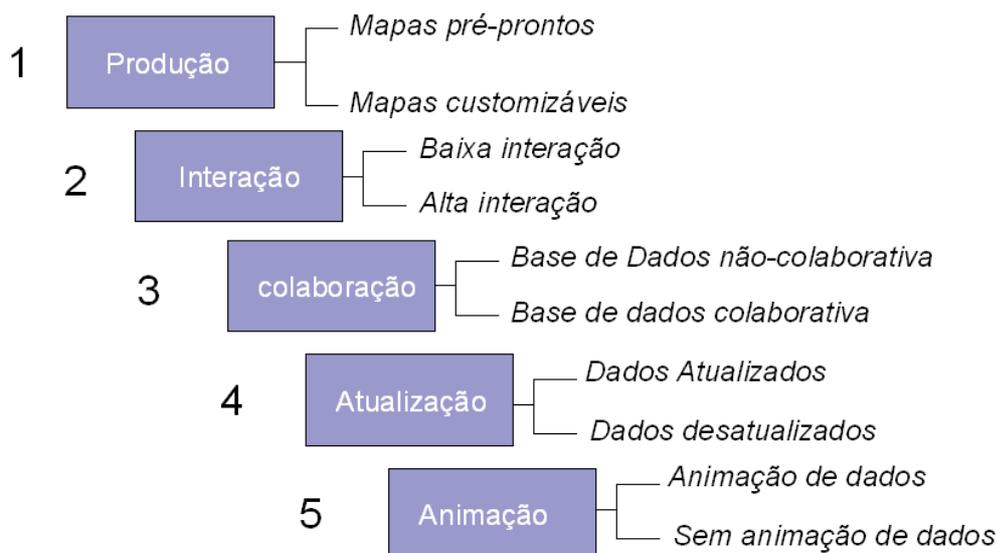


FIGURA 03 - CARACTERÍSTICAS DE MAPAS NA WEB
 FONTE: SLOCUM et al. (2009)

A partir do modelo de MacEachren e Kraak (1997), que disserta acerca dos usos dos mapas, You et al (2007) percebem que na maior parte dos mapas para *web* não estão ainda implementadas funções para processamento, análise e síntese de dados, restando a estes produtos a função principal de apenas apresentar dados espaciais, o que demonstra que ainda precisam ser estudados os aspectos tecnológicos para implementação de ferramentas que potencializem as aplicações dos mapas na internet. Alguns dos aspectos computacionais envolvidos no processo de representação de dados espaciais na *web* serão apresentados no capítulo seguinte, procurando enfatizar as tecnologias código-aberto e suas relações com a teoria cartográfica e os Sistemas de Informações Geográficas.

3. CONCEITOS E TECNOLOGIAS EM MAPAS PARA WEB

3.1 A INTERNET E OS MAPAS

A internet é uma importante ferramenta de disseminação de informação espacial e o uso deste tipo de informação cresce a um ritmo maior do que cresce a própria internet (PETERSON, 2007b). Harrower (2004) considera que a internet revolucionou a cartografia devido a 4 fatores básicos:

- Facilidade de distribuição de produtos cartográficos;
- Acesso universal a mapas até então indisponíveis a estes usuários;
- Maior demanda por serviços de mapeamento em geral e;
- Surgimento de ferramentas que permitem ao cartógrafo o desenvolvimento de aplicações sob-demanda de forma mais eficiente e mais rapidamente atualizável.

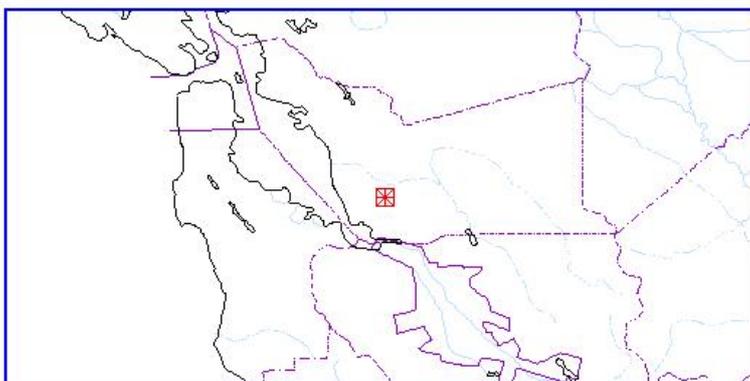
As tecnologias digitais baseadas na internet trouxeram como benefício a distribuição e o acesso à informação de forma mais fácil, flexível e eficiente, bem como o compartilhamento e a integração da informação. Além disso, serviços de ferramentas de visualização e análise de dados geográficos - componentes em SIG e ferramentas de mapeamento - podem ser construídos de acordo com o propósito da aplicação.

Com a utilização da internet para a distribuição de produtos cartográficos consegue-se eliminar a maior parte dos problemas dos SIG tradicionais, aproveitando-se do caráter amigável das páginas da *world wide web* (ou simplesmente *web*) para facilitar o acesso a dados espaciais, até então disponíveis apenas para profissionais da área. Apesar das aplicações para *web* estarem voltadas para a visualização do produto final, ou seja o mapa, e ainda pouco desenvolvidas no que diz respeito a funções de análise tipicamente de SIG's (KRAAK, 2004), a *web* já influencia diretamente no papel que os mapas

desempenham e na sua forma de produção. Aplicativos como o *Google Earth* (<http://earth.google.com.br>) e *Google maps* (<http://maps.google.com.br>) exemplificam a popularização de serviços de mapeamento junto aos usuários da rede mundial de computadores.

Um dos primeiros sítios de mapeamento via *web* foi o *Xerox PARC Map Viewer* (FIGURA 4) que se utilizava de um módulo *CGI*¹³ escrito em linguagem *PERL*, gerando imagens no formato *GIF* a partir de uma base de dados (MITCHELL, 2005).

Xerox PARC Map Viewer: usa 37.30N 122.41W (409.1X)



Select a point on the map to zoom in (by 2), or select an option below. Please read [About the Map Viewer](#), [FAQ](#) and [Details](#). To find a U.S.

Options:

- Zoom In: [\(2\)](#), [\(5\)](#), [\(10\)](#), [\(25\)](#); Zoom Out: [\(1/2\)](#), [\(1/5\)](#), [\(1/10\)](#), [\(1/25\)](#)
- Features: [Default](#), [All](#); [-rivers](#), [+roads](#), [+railroads](#), [+federal lands](#)
- [View Color Legend for usa map](#)
- Display: [monochrome](#); Projection: [elliptical](#), [rectangular](#), [sinusoidal](#); [Narrow](#), [Square](#)
- Change Database to [World \(less detail\)](#);
- [Hide Map Image](#), [Retrieve Map Image Only](#), [No Zoom on Select](#), [Apply Selection](#)
- [Place mark at \(37.30N 122.41W\)](#), [Reset All Options](#)

Requested region is 0.88 deg. wide by 0.38 deg. (26.22 miles) high.

[\[Best of the Web '94\]](#) [\[Top 5% Web Site\]](#) [\[Magellan 4-Star Site\]](#) Map Viewer provided by the [Xerox Palo Alto Research Center](#)

FIGURA 04 - XEROX PARC MAP VIEWER
FONTE: PUTZ (1994)

Os predecessores dos mapas atualmente disponibilizados na internet foram os chamados *hypermapas* (LAURINI; MILLERT-RAFFORT, 1990¹⁴, apud

¹³ *Common Gateway Interface*

¹⁴ LAURINI, R.; MILLERT-RAFFORT, F. Principles of geomatic hypermaps, Proceedings 4th conference on Spatial Data Handling. Zurique, Suíça: p. 642-651

CARTWRIGHT, 2003), descritos como produtos multimídia, digitalizados e com interatividade limitada à ampliação de escala. A preocupação em relação ao projeto destes mapas dizia respeito à incorporação de *links* eficientes que permitissem ao usuário alcançar opções de ramificação onde podiam mover-se entre níveis hierárquicos de informação (CARTWRIGHT, 2003). Produtos deste tipo tornaram-se populares, sendo comercializados por meio de CD-ROMS em livrarias, bancas de jornal e lojas de departamento, normalmente associados a um outro produto – como um livro ou uma revista.

Junto com a popularização dos mapas na internet vieram também problemas relativos à ausência de um projeto cartográfico básico, adequado ao novo tipo de mídia interativa; a despeito da questão envolvendo aspectos profissionais relativos à regulamentação e competência dos usuários destes sistemas interativos - que de simples usuários passam a “cartógrafos” em poucos cliques do mouse – ainda a pesquisa na eficiência e padronização de layouts de elementos gráficos para aplicações cartográficas específicas da *web* é necessária para tornar estas aplicações verdadeiramente efetivas e *usáveis* (PETERSON, 2008).

Além disso, a própria questão computacional, no que diz respeito à arquitetura de softwares ainda é elemento a ser evoluído, pois com a gradual migração de sistemas de informações geográficas para a internet o processamento computacional tende a exigir cada vez mais eficiência dos programas envolvidos. Apesar das ferramentas disponíveis incorporarem cada vez mais funções, baseadas principalmente em sistemas de informação geográfica locais (para *PC*), a publicação, manutenção e análise de dados geográficos pela internet ainda é, para a cartografia, um campo de pesquisa recente e com várias questões em aberto (KOUA; KRAAK, 2004; PETERSON, 2008).

Assim, com a redescoberta da importância de ferramentas que manipulem dados geográficos, usuários da internet passaram a incorporar aos poucos este tipo de informação em suas vidas: guias turísticos; mapas de rotas urbanas e estradas; jogos e afins. Procurar um endereço nas grandes cidades brasileiras via internet é prática cada vez mais comum, o que nos leva a uma definição para este tipo de aplicação, o mapeamento via *web* ou, em inglês, *webmapping*. Kolodziej (2003) define o mapeamento via *web* como um conjunto de produtos, padrões e tecnologias

que possibilitam acesso à informação geográfica através da internet.

Algumas novas funções para os mapas, com o surgimento e disseminação destes produtos na *web* são (adaptado de KRAAK, 2004) (FIGURA 05):

- a) Índice para outras informações, geográficas ou não-geográficas;
- b) Visualização e pré-visualização de dados: quando o interesse é armazená-los localmente;
- c) Ferramenta de busca em uma infraestrutura de dados geográficos específica (local).

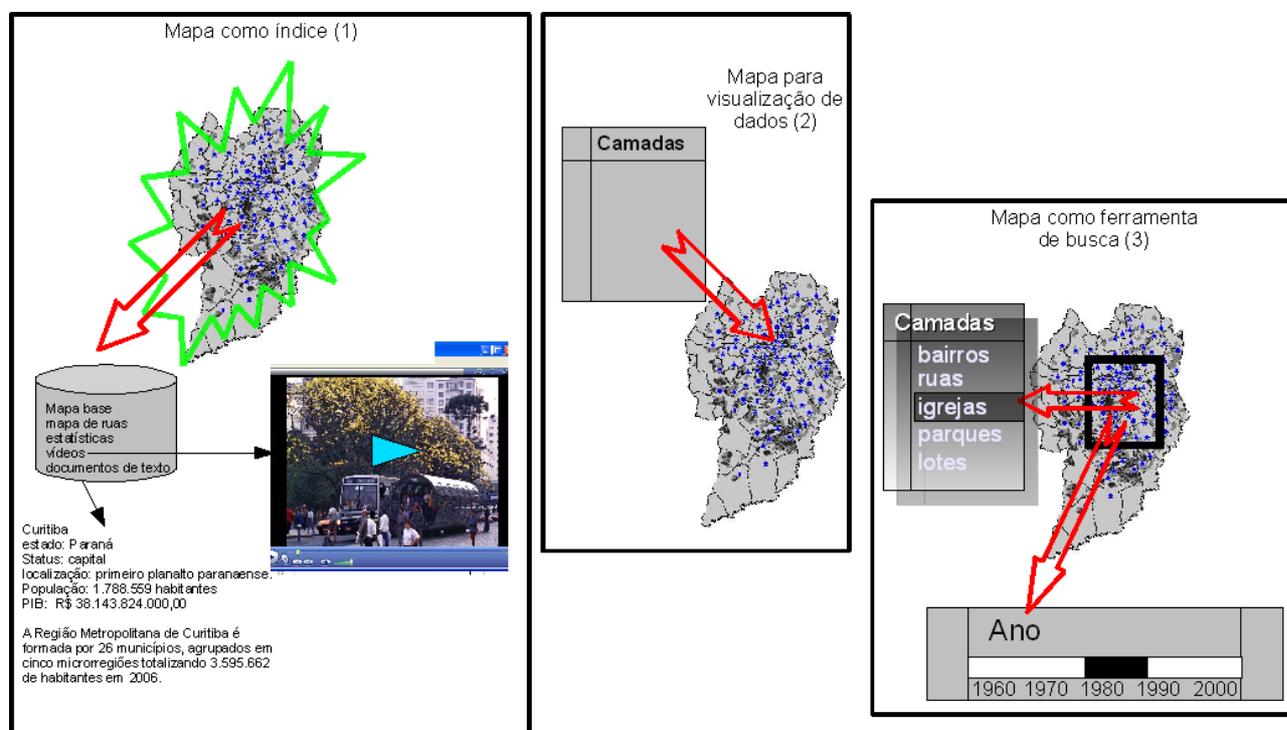


FIGURA 05 – FUNÇÕES DE MAPAS NA WEB
FONTE: Traduzido de KRAAK (2004)

As aplicações em mapas para *web* podem gerar produtos cartográficos de acordo com a seguinte classificação: aplicações estáticas e aplicações interativas. No primeiro caso, existem servidores que geram mapas em formato imagem, normalmente a partir de bases em estrutura matricial ou mesmo vetorial, de forma que possa ser mostrada em tela por meio da linguagem do navegador gráfico (*html*¹⁵) exibida em uma página. O conceito de interatividade resume-se à entrega de

¹⁵ *Hypertext Markup Language*, mostra como cada elemento em um texto deve ser mostrado pelo navegador

uma imagem atualizada – pré-preparada – em resposta ao pedido do usuário.

No caso das aplicações interativas, tem-se uma relação aonde o usuário pode manipular uma base de dados através de ferramentas visuais e analíticas em vetores, imagens em formato matricial, banco de dados e metadados, de forma a gerar mapas que atendam necessidades específicas. Este processo é a interação de comandos com um ou mais servidores, que retornam dados repetidamente atualizados. Estas aplicações podem requerer habilidades de programação específicas para o gerenciamento e publicação, bem como na manutenção e atualização de servidores, o que talvez explique o fato de ainda serem poucos na web, e que, em sua maioria, possuam funções limitadas.

3.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ARQUITETURA DE WEBMAPAS

3.2.1 *Softwares*

A arquitetura de uma aplicação *web* voltada para mapeamento pode ser agrupada de acordo com os tipos de programas utilizados em seu desenvolvimento. No passado grandes empresas, como a ESRI e a AUTODESK, líderes de mercado, estabeleceram vários padrões para dados geográficos, bem como para interfaces e elementos gráficos a serem usados em mapas gerados por computador. Com a popularização da internet estas e outras empresas ofereceram soluções proprietárias para este tipo de aplicação, porém, dado o caráter dinâmico e extremamente comunitário da internet, os programas código-aberto passaram a aumentar sua participação no mercado, uma vez que grande parte dos usuários especialistas participa ativamente do projeto de vários destes softwares. Nos dias atuais estes programas são alternativa cada vez mais viável para a arquitetura e desenvolvimento de aplicações em mapeamento via *web*.

Programas código-aberto (*open source*) basicamente são aplicativos desenvolvidos de acordo com o princípio de livre distribuição do programa e de seu

código fonte. Além disso, segundo o portal *opensource.org* (2007), o conceito de software livre deve estar além da simples distribuição: sua concepção nasce do trabalho de toda uma comunidade de usuários e desenvolvedores que interagem entre si em um intercâmbio de informação visando tornar o código fonte cada vez mais robusto, eficiente e abrangente. Isto minimiza falhas e conseqüentemente maximiza o desempenho final do programa. A preocupação com a documentação e o fato dos desenvolvedores serem parte da comunidade de usuários torna o suporte ágil e seu uso cada vez menos complexo.

De acordo com Ramsey (2007), os programas código-aberto que possuem algum tipo de função de análise de dados geoespaciais podem ser classificados de acordo com as linguagens de programação utilizadas nas suas implementações:

- Linguagem C: UMN Mapserver, GRASS, GDAL/OGR, OSSIM, Proj4, GEOS, PostGIS, QuantumGIS e MapGuide OS. Aqui também incluídos os desenvolvedores que trabalham com linguagens “script”, muito próximas às bibliotecas C, como Python, Perl e PHP;
- Java: GeoTools, uDig, GeoServer, JTS, JUMP, e DeeGree;
- DotNet: Worldwind, SharpMap, NTS, e MapWindow;
- Web Applications: MapBuilder, ka-Map!, OpenLayers, Mapbender e Cartoweb.

Da lista acima, *Mapserver*, *OpenLayers*, *Mapbender*, *Cartoweb*, *Mapguide*, *Geotools*, *ka-Map*, *Geoserver*, *Deegree*, *Worldwind* e *Sharpmap*, são aplicativos que possuem funções desenvolvidas para leitura, ou acesso ou para a implementação de aplicações em mapeamento via *web*. Dentro do conceito código-aberto, estes softwares são desenvolvidos segundo as especificações do *Open Geospatial Consortium*, OGC.

Este consórcio internacional desenvolve e disponibiliza publicamente especificações para interfaces computacionais para aplicações geoespaciais. Estas especificações tornam a internet, sistemas e serviços *wireless* e outros sistemas locais capazes de suportar dados espaciais, proporcionando aos desenvolvedores uma maneira de fazer com que informações e serviços espaciais complexos estejam acessíveis e utilizáveis em quaisquer tipos de aplicação. Limp (2002) aponta que as especificações OGC para aplicações em mapeamento para a

web oferecem um padrão para que os usuários realizem buscas por mapas e fontes de geoprocessamento na *web*, independentemente do tipo de servidor de mapas ou do fabricante. Tal comunicação entre aplicações é chamada de interoperabilidade. Interessante notar que atualmente as grandes empresas desenvolvedoras de software implementam este conceito em seus programas, de forma a ter total compatibilidade com as especificações OGC.

Segundo Peng e Tsou (2003), um sistema de distribuição de mapas através da *web* (ou sistemas móveis) possui 3 elementos básicos: componentes de apresentação, componentes lógicos e componentes de dados. Os componentes de apresentação referem-se a tudo o que está relacionado ao *display*. Segundo o OGC (2000) este tipo de componente deve prover: (1) a visualização: de mapas (imagens, matrizes, vetores); de texto (metadados); de tabelas e de gráficos. (2) a renderização: que inclui as operações de ampliação e redução de escala, deslocamento, mudanças em *labels* e simbolização; (3) consulta e seleção: Edição, de forma a permitir que o cliente efetue o gerenciamento, atualização e modificação da informação geospacial.

Novas funções estão sendo incorporadas a este tipo de componente:

a) Busca (*discovery*) – permite a busca de dados, provedores de dados e serviços geospaciais, podendo realizar busca, acesso, consulta e recuperação destas informações em diversos servidores.

b) Registro e Publicação – para que o “cliente-busca” possa funcionar corretamente, deve existir no componente de apresentação um cliente que registre e publique esse registro de forma que os dados e a capacidade de análise dos mesmos tornem-se acessíveis e disponíveis para outros usuários.

Os componentes lógicos basicamente recebem as consultas de um cliente, preenchem estas consultas e retornam os resultados. São os servidores, computadores que constituem o lado-servidor da aplicação e são listados no item 3.2.4.

Um mapa só existe se houver algum tipo de informação espacial representada em sua saída. Esta informação pode ser advinda de imagens de satélite, conexões em bancos de dados, ou arquivos vetoriais, de texto, tabulares ou em formatos proprietários – como o padrão ESRI *Shapefile* – contendo a geometria

de uma determinada feição ou informações de outros servidores de mapas pela internet.

Estes são conhecidos como Dados Geográficos que, em conjunto com os Metadados Geográficos, usualmente descritores da procedência da informação geográfica, constituem as informações brutas processadas pelas aplicações em SIG. Com o crescimento da quantidade de informações na “*geoweb*”, a necessidade de catalogação de dados geográficos irá possibilitar a existência de um sistema de busca via *web* específico para dados geográficos.

3.2.2 Especificações empregadas

O OGC possui especificações para componentes usados em aplicações que manipulam dados geográficos. A seguir são listadas aquelas de maior importância em sistemas de mapas para *web*:

- **WMS:** *Web Map Service*. Mostra informação geográfica como imagens em estrutura matricial (QUADRO 2);
- **WFS:** *Web Feature Service*. Comunica dados geográficos reais *de e para* o usuário no formato GML – *Geography Markup*¹⁶ *Language*. Permite as seguintes operações: consultas na base de dados e retorno de feições; busca de definições para uma feição (suas propriedades, nomes e tipos); bloqueio de modificações na base de dados;
- **WFS-T:** *Web Map Service-Transactional*. A mesma especificação WFS; adicionalmente permite aos usuários editarem dados geográficos em blocos transacionais, através das funções de adicionar, deletar e atualizar feições na fonte de dados;
- **WCS:** *Web Coverage Server* – permite a publicação de “*coverages*” - que representam fenômenos relativos à variação espacial. Conceitualmente é fácil pensar no WCS como o equivalente matricial do WFS;

¹⁶ A expressão *Markup* denota uma maneira de expressar a estrutura de um documento sem a presença do próprio documento. Marcação *markup* são conhecidas como tags e, no escopo do código, são representadas por textos entre sinais < >.

- **SFS: Simple Feature Specification** - interfaces de programação de uma aplicação (API's) que proporcionam a publicação, armazenamento, acesso e operações simples em feições (ponto, linha, polígono, multiponto). Desenvolvidas para trabalhar com dados em SQL – *Standard Query Language*.
- **CT: Coordinate Transformation Service** - proporciona um padrão para que qualquer programa especifique e acesse operações de transformações em sistemas de coordenadas, incluindo projeções cartográficas.
- **SLD: Styled Layer Descriptor** - dá ao Serviço WMS a capacidade de utilização de simbologia definida pelo usuário em feições vetoriais e *coverages*. Também define uma operação para acesso padronizado à simbologia da legenda.

Nome	Descrição	WMS
tipo de serviço	diga ao servidor que você quer fazer uma requisição WMS	Service = WMS
Solicitar um mapa	Oposto a pedir outros tipos de dados WMS	Request = getmap
Especificar a versão de WMS a ser usada	Alguns servidores suportam apenas algumas versões	Version= 1.1.1
Projeção ou sistema de referência	Informa a projeção para o mapa requisitado usando o código EPSG	srs=EPSG:4326
Formato de imagem	Em que formato de imagem o mapa será enviado de volta	format=image/jpeg
Nomes das camadas ou base de dados	São os nomes usados pelo servidor para descrever uma camada ou um grupo de camadas a ser desenhado.	layers=Countries, road, water, cities
Tamanho da imagem	Tamanho da imagem - altura e largura – em unidades de pixel	Width="7200"
	Muitos servidores restringem o tamanho 1024 x 1024 ou 2000 x 2000	Height="14400"
Extensão geográfica	2 pares de coordenadas definem os cantos do mapa	Bbox=-170 0, -50 90
Escolher estilos para cada camada	As camadas podem ser desenhadas de diferentes maneiras. Deixar este campo em branco significa deixar o estilo em seu default.	styles=

QUADRO 2 – RESUMO DAS ESPECIFICAÇÕES PARA WMS

FONTE: MITCHELL (2005)

3.2.3 Formatos de saída de dados no navegador web

É impossível fazer um desenho simples de um círculo, por exemplo, diretamente no navegador num sistema baseado somente no paradigma HTML e HTTP¹⁷. Assim, devido ao fato da *web* não ter sido desenvolvida para trabalhar com dados geográficos – que possuem componentes geométricos que informam sobre sua posição em um sistema de projeção – aplicações do lado do cliente (*client-*

¹⁷ *Hypertext Transfer Protocol*, é o protocolo de comunicação entre o navegador e o servidor web. Possui caráter estático, pois faz com que o servidor web trate cada requisição como um novo pedido.

side), como *plug-ins*¹⁸, *applets*¹⁹ Java e controles *ActiveX*²⁰ foram desenvolvidas para dar aos navegadores suporte a este tipo de dado, proporcionando ao usuário funções de consulta, seleção e desenho, por exemplo.

Usualmente os dados dos mapas que vemos na tela, destinados aos usuários finais podem ser resultado de dois tipos de saída:

- Saída matricial: neste tipo de saída a representação de dados se dá através de um conjunto de pixels e uma grade de pontos xy . A requisição do usuário é manuseada pelo servidor de mapas e o que o cliente recebe é uma imagem “chamada” no documento HTML. Este tipo de sistema caracteriza-se pelo processamento (cálculo para montagem do mapa) pelo lado do servidor (*server-side processing*).
- Saída vetorial: um gráfico vetorial utiliza princípios matemáticos para descrever formas e caminhos de uma imagem. O processamento, neste caso, é feito do lado do cliente (*client-side processing*) e é possível com o envio da informação geométrica do dado no formato GML diretamente para o computador do cliente. Usualmente a saída envolve dados no formato SVG²¹, VML²², PGML²³ ou quaisquer outras linguagens que permitam a renderização de curvas, linhas, polígonos e dados vetoriais em geral num navegador.

Peng e Zhang (2004) fazem uma comparação de desempenho entre estes dois tipos de dados de saída. Seus resultados permitem afirmar que, uma vez que as informações já estejam armazenadas, o tempo de operação para atendimento de requisições – como uma operação de ampliação de escala por exemplo – é sempre pequeno na saída vetorial, o que corresponde a um significativo ganho de desempenho geral em relação ao formato matricial.

Alguns formatos de dados são importantes para o entendimento do

18 Aplicativos que estendem a funcionalidade de navegadores *web*. Necessitam de *download* e instalação para que o navegador possa interpretar informações em determinados formatos.

19 Pequenos programas em linguagem *Javascript* “chamados” a partir de documentos HTML e interpretados pelo navegador em tempo real através de máquinas virtuais. Desempenham papel importante na inserção de interatividade em documentos HTML estáticos.

20 Tecnologia similar aos *applets* java, porém desenvolvida pela *Microsoft*, o que garante acesso total ao sistema operacional *Windows*. Um controle *active x* é um conjunto de regras que é interpretada pelo navegador de forma a garantir novas funcionalidades via *web*.

21 *Scalable Vector Graphics*

22 *Vector Markup Language*

23 *Precision Graphics Markup Language*

paradigma de saída de dados vetorial. O mais básico é o XML, *eXtensive Markup Language*, formato universal para documentos estruturados na internet que permite aos desenvolvedores especificarem regras para construir dados de qualquer tipo em formato texto, de forma a produzir arquivos simples, de fácil leitura e interpretação (sem ambiguidades) e que dispensam uma plataforma, tornando-os independentes. A linguagem XML facilmente resolve o problema de transferência de informação entre sistemas isolados, pois proporciona um meio flexível de transferência de dados por protocolos padrão da *web*. Os principais benefícios de sua utilização são listados por Alesheikh et al (2004): simplicidade, interoperabilidade, extensibilidade, auto-descritividade e suporte multilíngue.

A partir do conceito XML, foi criado o seu equivalente geoespacial, o formato GML, *Geography Markup Language*. É um padrão de dados geográficos baseado no formato XML (conseqüentemente semelhante a este) desenvolvido pelo OGC. Descreve as propriedades das entidades geográficas (feições) ou funções de distribuição (*coverages*) usando linguagem XML. Outras ferramentas são usadas para estilizar o padrão em mapas, num processo que envolve a interpretação do código para atribuição de símbolos gráficos, estilos de linhas e preenchimento de área ou volume, e, frequentemente, transformações da geometria do dado GML na geometria de saída.

O padrão define alguns requisitos básicos para cada desenvolvedor construir seus próprios esquemas e, através dessas definições, separar os conceitos de conteúdo de dados e sua apresentação, tornando-os etapas independentes. Ou seja, assume-se que o GML captura as propriedades e as geometrias dos objetos reais. A forma como são simbolizados é uma etapa diferente. No formato GML (FIGURA 06) estão incluídas ferramentas para manipulação de feições, coordenadas, sistemas de referência, geometria, topologia, unidades de medida e generalização de valores.

Para desenhar na tela um mapa de informações codificado em GML é necessário transformar o dado em um dos formatos de vetores gráficos, suportados pelo navegador. Isso significa associar um estilo gráfico a cada tipo de feição GML. Esse processo é chamado de renderização gráfica, em *webmapping*.

Várias especificações baseadas no padrão GML para descrever elementos

vetoriais têm sido desenvolvidas, incluindo o SVG, VML e o X3D, a evolução da sintaxe e do comportamento do VRML – *Virtual Reality Markup Language* – estes usados para a renderização de dados tridimensionais. Essas especificações são similares ao GML, mas têm objetivos diferentes: descrevem geometria de feições, porém as especificações gráficas estão mais direcionadas para fatores relacionados com a aparência, aí incluindo propriedades e elementos para cores e transparências, por exemplo.

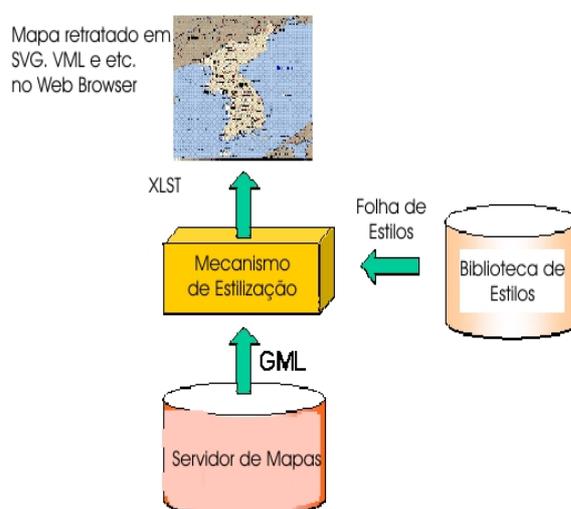


FIGURA 06 – ESQUEMA DE UTILIZAÇÃO DO GML EM CONJUNTO COM BIBLIOTECAS DE ESTILOS
 FONTE: GALDOS SYSTEMS Inc. (2000)

3.2.4 Servidores

A arquitetura básica de uma aplicação voltada para mapeamento via *web* pode ser ilustrada como na Figura 07. Nesta arquitetura, os servidores fazem parte do grupo dos componentes lógicos e podem ser basicamente divididos em (HACHLER, 2003; MITCHEL, 2005):

Servidor Web: manuseia as comunicações de alto-nível entre o usuário final que usa um navegador *web* para acessar o sítio e os serviços adjacentes de mapeamento interno no computador-servidor (FIGURA 08). A este usuário final, o servidor web apresenta uma página *web* contendo mapas e ferramentas para seu

manuseio. Dois exemplos de servidores são o *Apache HTTP Server* e o *IIS (Internet Information Services)* da *Microsoft*.

Servidor de Mapas: é o mecanismo por trás dos mapas que vemos em páginas na *web*. Este servidor possui um programa que deve ser configurado de forma a realizar a comunicação entre o servidor *web* e montar as camadas de dados em sua imagem correspondente. O servidor *web* recebe requisições de mapas e as repassa para o servidor de mapas. Este gera a imagem requisitada e envia ao servidor *web*, que repassa a informação para o usuário. Portanto, sua função básica é ler informação de várias fontes e colocá-las (as camadas) em conjunto num arquivo gráfico (o mapa). Cada camada é desenhada acima das outras e levada ao usuário através de uma saída amigável. O resultado deste processo, obtido por meio da renderização, é alcançado cada vez que o usuário solicita um novo mapa ao servidor (numa operação de ampliação de escala, por exemplo).

Exemplos de servidores de mapas são o *ArcIMS (ESRI)*, *Geoserver (código-aberto)*, *Mapserver (Universidade de Minesota, código-aberto)*; este último sendo o projeto código-aberto mais utilizado, atualmente implementando as seguintes especificações OGC: *WMS, WFS, WMC e WCS (UMN MAPSERVER, 2007)*.

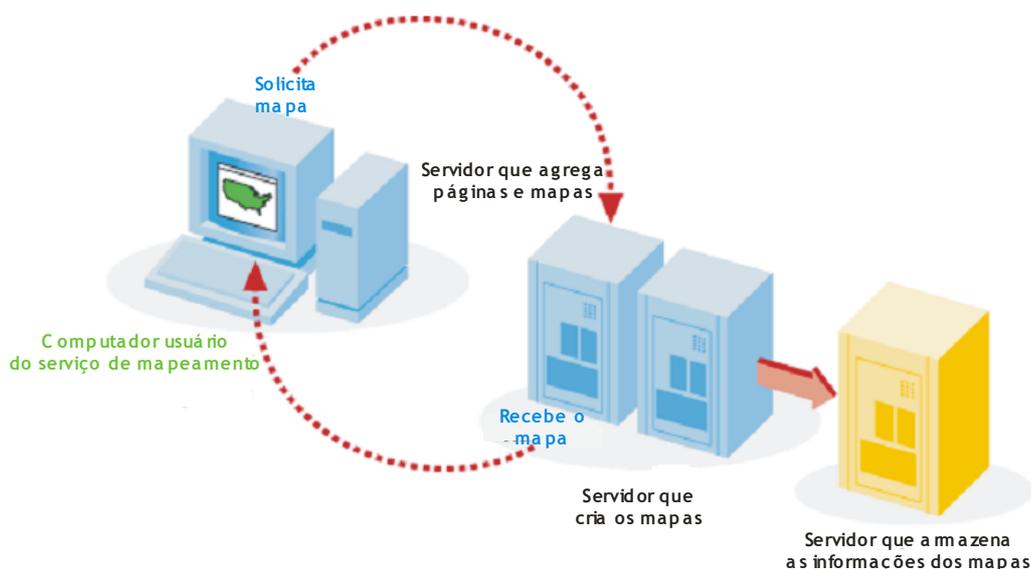


FIGURA 07 – INTERAÇÃO ENTRE UM SÍTIOS DE WEBMAPPING COM O USUÁRIO E OS PROGRAMAS QUE FUNCIONAM EM SEGUNDO-PLANO NOS SERVIDORES.

FONTE: MITCHELL, 2005

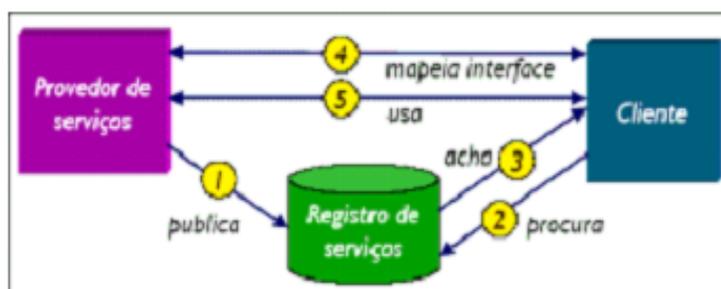


FIGURA 08 - ARQUITETURA DE UM SERVIDOR WEB
 FONTE: BRANDÃO;RIBEIRO (2007)

Armazenamento de Dados: em uma aplicação de mapeamento na *web*, um servidor de armazenamento de dados (*Data Server*) contém e entrega dados através de um formato comum a qualquer cliente. Usualmente esta entrega é selecionada através de uma consulta SQL, linguagem padrão de consulta em bancos de dados. Localmente, cada sistema utiliza seu próprio formato proprietário (ESRI, Geomídia, como ex.). Nestes sistemas tanto o dado geográfico quanto a tabela de atributos são armazenados em arquivos controlados pela aplicação, com funções pré-definidas. Todos os dados utilizados por uma aplicação em *webmapping* podem ser armazenados de várias formas. Este tipo de manuseio de dados viola o princípio da independência de dados, que postula que o usuário deve interagir com uma representação de um dado independentemente do tipo de armazenamento. Como resultado tem-se problemas com a consistência e seguridade dos dados, devido ao controle de acesso, e acesso concorrente de vários usuários.

Usualmente existem 3 tipos de arquitetura de servidores de banco de dados: processo-por-cliente (processo separado para cada cliente), encadeamento múltiplo (provê serviços para várias requisições de vários usuários) e arquiteturas híbridas. Um exemplo de Gerenciador de Banco de Dados Geográficos que pode equipar um destes servidores é o PostGIS – extensão que implementa a funcionalidade geográfica a um banco de dados PostgreSQL – que é uma aplicação código-aberto que segue a especificação “SFS para SQL” e é certificada pelo OGC. Na prática, um banco de dados geográfico comporta-se como um banco de dados convencional (relacional ou orientado a objetos, como é o caso do próprio PostgreSQL) com o adicional de um componente espacial, que diz respeito à geometria da feição e à referência por ela adotada (POSTGRE, 2007).

Além de gerenciar de forma robusta o banco de dados da aplicação um

Sistema Gerenciador de Banco de Dados como o PostGIS mantém e implementa a especificação OGC (SFS) e pode ser usado para funções de cálculos relativas à geometria: distância entre pontos, área de polígonos, sobreposição de feições e outras operações. Isto significa que é viável, em uma aplicação para *webmapping*, trabalhar diretamente com o banco de dados, via SQL, desde que seja conhecido o padrão implementado, como as especificações OpenGIS (OGC). O ganho desse tipo de procedimento, em termos de desempenho computacional, dependerá do tipo de aplicação e quantitativo de dados, devendo esta simulação de desempenho ser testada, comparando-se vários conjuntos de dados e arquiteturas diferentes (CÂMARA, 2003).

3.3 A CARTOGRAFIA E AS TECNOLOGIAS EM MAPAS PARA WEB

Um dos aspectos básicos da cartografia é definir o tipo de mapa a ser construído. Mapas podem assumir o papel de referência geral, ao representar todos os aspectos mensuráveis no terreno (cartas topográficas) ou enfatizar um determinado aspecto relativo a um ou mais conjuntos de dados (mapas temáticos) (SLOCUM, et al, 2009). É importante para a cartografia que sejam estabelecidos paralelos entre as tecnologias existentes para sua execução e implementação computacional e a teoria cartográfica. Esta associação permite que o cartógrafo atue de forma a utilizar-se das tecnologias computacionais para corroborar a teoria cartográfica e auxiliar analistas e programadores nas decisões do projeto de softwares. Esta visão pode nortear o desenvolvimento destas ferramentas segundo o conhecimento científico da cartografia, o que pode tornar a ferramenta computacional instrumento de aplicação e validação destas teorias.

Um exemplo disto, segundo Cammack (2007), é a evolução no desenvolvimento das especificações de *webservices*, que pode ser mensurada pela consequente distribuição de dados em tempo real. Tal ferramenta pode ser usada, por exemplo, na integração e verificação de bases cartográficas atualizadas para a apresentação de produtos temáticos, eliminando os problemas relativos à

incongruência temporal entre ambos, aumentando assim a confiabilidade na acurácia da representação cartográfica. Neste tipo de integração os metadados e as infra-estruturas de dados espaciais terão papel fundamental, juntamente com as tecnologias colaborativas e de redes sociais, os quais vêm se multiplicando nas aplicações de tecnologia da informação em geral (GUPTIL, 2007; CARTWRIGHT, 2008)

O mesmo autor identifica ainda a evolução dos serviços de requisição WMS, através da estilização ativa de dados por meio de descritores como o SLD, hoje implementado no servidor de mapas *geoserver*, que permite a utilização da maioria das variáveis visuais cartográficas propostas pela semiologia gráfica de Bertin. Outros fatores a serem considerados para investigação de forma a acelerar o desenvolvimento computacional dos produtos para internet é a implementação de algoritmos de generalização cartográfica, ferramentas de navegação dinâmicas e verificação de acurácia das projeções cartográficas associadas às bibliotecas padrão-OGC como o “*Proj 4*”.

3.4 IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPACIAL EM INTERFACES DE MAPAS PARA WEB

Os processos de Análises Espaciais são características que diferenciam um Sistema de Informações Geográficas de outros sistemas que trabalham com dados geográficos. O paradigma básico deste tipo de processo está associado aos relacionamentos existentes entre entes espaciais. Sommer e Wade (2006) definem a análise espacial como o processo de examinar localizações, atributos e relacionamentos entre feições espaciais através de técnicas analíticas, de forma a abordar uma determinada questão ou adquirir conhecimento sobre os dados. A análise espacial pode extrair ou criar nova informação de dados espaciais.

Aronoff (1989) propõe uma classificação para as funcionalidades de um SIG, no que diz respeito às tarefas que ele deve tornar possível a execução, dentro do processo de análise espacial (FIGURA 09). Com o desenvolvimento computacional

e a evolução das tecnologias de mapeamento para a *web*, já existem produtos que procuram “emular” as ferramentas de análise espacial em SIG.

Embora existam na literatura outras abordagens para a classificação e descrição de ferramentas e processos de análises espaciais²⁴ e que a distinção entre categorias e abordagens neste contexto seja tênue, optou-se por assumir a classificação de Aronoff (1989) como base para a implementação das ferramentas de análise espacial neste trabalho, uma vez que a discussão acerca da classificação destas ferramentas não faz parte do escopo deste texto.

Somente com o advento da chamada *web 2.0*, denominação dada ao conjunto de novas tecnologias e padrões que tornam a internet um repositório de serviços colaborativos, integrados e interativos (CARTWRIGHT, 2008), é que tornou-se possível a incorporação de determinadas ferramentas desenvolvidas para SIG's “online”. A comunidade código-aberto teve papel preponderante no desenvolvimento de ferramentas que executam requisições sob-demanda na própria interface-cliente (ou na base de dados): Cecconi e Gallanda (2002); Ramos et al. (2007); Chang et al. (2004) utilizam dados nativamente vetoriais por meio de SVG, por exemplo.

24 MAGUIRE et al. **GIS Spatial Analysis and Modeling**. Nova Iorque. ESRI Press, 2005.; MITCHELL, A. **The ESRI Guide to GIS Analysis**. Vol.1 e Vol.2. Nova Iorque. ESRI Press, 1999.; UNWIN, D.J. **Introductory Spatial Analysis**. Routledge Kegan & Paul. 1982.; Troubador Publishing Ltd; 2 edition.; de SMITH, M.J. *et al* **Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools**. Matador. Leicester, 2007

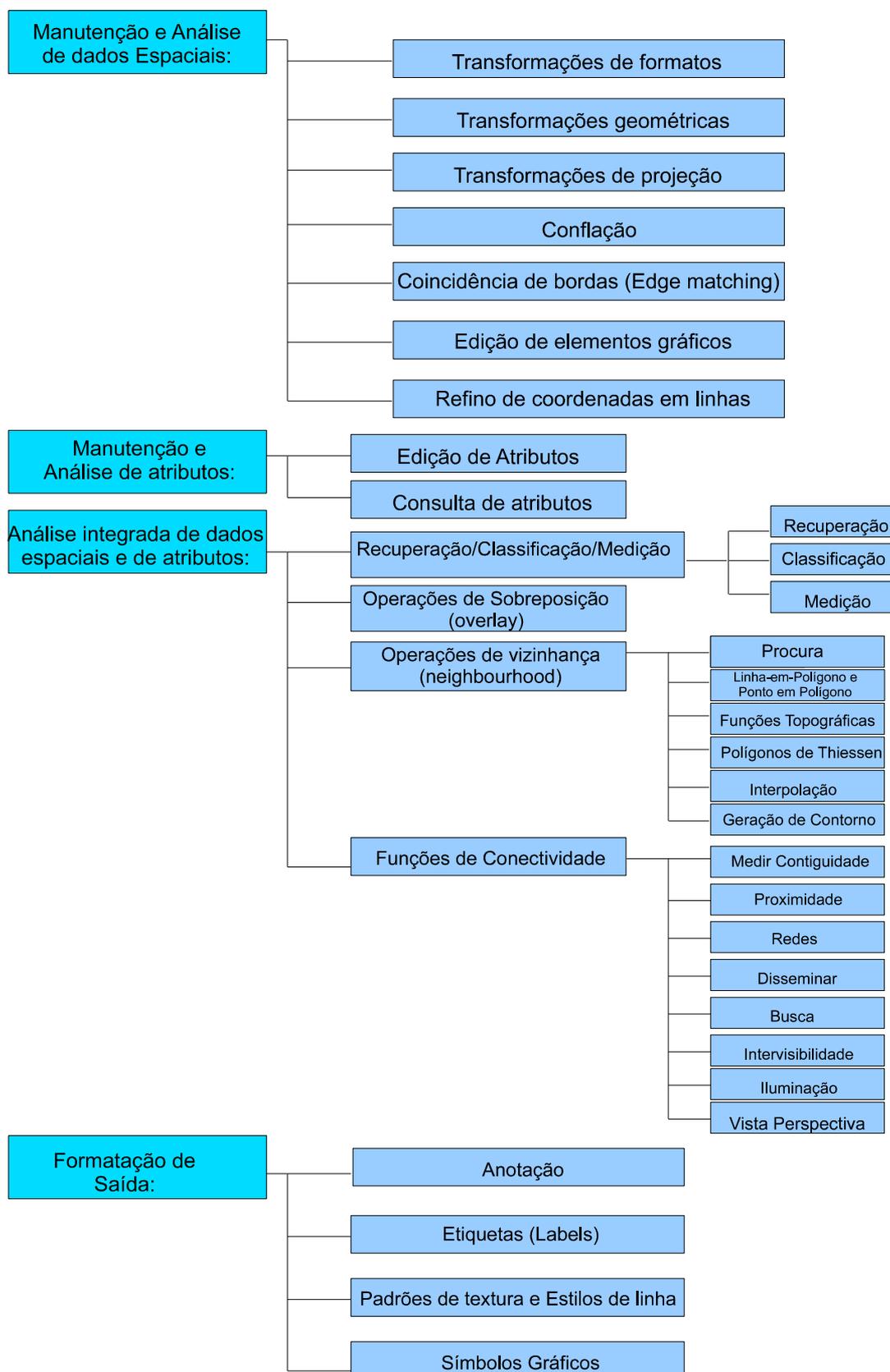


FIGURA 09 - CLASSIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES DE ANÁLISE ESPACIAL EM SIG
 FONTE: ARONOFF (1989)

Determinadas funções de interatividade já são consideradas ferramentas básicas nos mapas digitais. Exemplos são as funções para a navegação em mapas como *zoom* e *panning*, essenciais para o processo interativo neste tipo de ambiente. Antes da revolução do *ajax* nas páginas da *web*, definir ferramentas de navegação para mapas na *web* era tarefa impossível devido ao alto grau de complexidade das requisições em hypermapas e da quantidade de banda necessária para realizar cada tarefa. You et al. (2007) apontam que não existe padronização na implementação destas ferramentas em mapas na internet, embora Sistemas de Informação Geográfica já possuam algumas recomendações. Em 1998, o projeto BEST-GIS (1998) foi responsável pela elaboração de várias diretrizes para a construção de interfaces em Sistemas de Informação Geográfica. Apesar da validação científica destas diretrizes ainda não ter sido realizada, considera-se a adaptação de certos aspectos no design de interfaces em *webmaps*.

Harrower & Sheesley (2005) afirmam que enquanto milhões de usuários usam as ferramentas de ampliação, redução e deslocamento em softwares gráficos em geral, poucos são os estudos que buscaram o melhor projeto para estas ferramentas, de modo a melhorar sua funcionalidade e efetividade no uso de mapas na *web*. A seguir descreve-se as especificações válidas para interfaces em Sistemas de Informações Geográficas, para funções de navegação básicas e de análise espacial, segundo BEST-GIS (1998):

- A ferramenta *Zoom* é definida como "o processo de ampliação ou redução da escala de um mapa ou imagem exibida no monitor"; a ferramenta *panning* (deslocamento) é definida como "o processo de mudança da posição em que o mapa é exibido, sem alterar a escala". Consideram-se diferentes modos de *zoom*: (a) *original center*: a atualização da escala é centrada no mesmo ponto que a anterior, (b) *re-centers*: a nova renderização é centrada sobre um ponto definido pelo usuário; (c) *by marquee* ou *box*: o usuário pode ampliar uma sub-região, selecionando os cantos opostos do retângulo que engloba a área de interesse, e (d) por seleção numérica: o usuário atribui a exata dimensão à escala, por meio da digitação do denominador.
- Para a ferramenta *panning* são considerados os seguintes modos: (a) por discretos movimentos do *ponto de vista* usando teclas de atalho ou botões

fixos (b) através de barras de rolagem, e (c) arrastando o cursor.

- Quanto às ferramentas para análise espacial como a sobreposição de feições (*Map Overlay*) e a seleção e busca (*query database*), BEST-GIS (1998) define que: sobreposição de mapas é o processo de sobreposição entre duas feições de modo que as feições resultantes contenham as informações espaciais e atributos de ambas as feições de entrada. Destina-se a detectar e realçar o ordenamento das relações entre dois ou mais fenômenos ou processos. Em estruturas matriciais este tipo de operação deve seguir princípios de álgebra booleana, aplicada aos valores de cada célula.
- Realizam-se operações de seleção e busca em uma base de dados quando o objetivo do usuário é recuperar as informações tabulares acerca da feição espacial correspondente. Usualmente este tipo de função é criada com base em consultas SQL, através de operadores lógicos ou opções similares de seleção. Operações lógicas lidam diretamente com o banco de dados (dados alfanuméricos) e permitem que o usuário identifique e selecione funções por um conjunto de critérios específicos. Em geral, as características são identificadas e selecionadas de acordo com uma combinação de várias condições. A seleção gráfica, usando o mouse para definir uma área de interesse, linha ou ponto de busca também pode fazer parte do critério de seleção e busca.

Estas ferramentas devem considerar a funcionalidade desejada ao produto e, principalmente, as questões relativas à interface como um todo e à sua construção, com base nos usuários e no conjunto de questões relativas à sua percepção e cognição, de forma a validar a aceitabilidade geral do sistema, esta que é a temática do próximo capítulo desta pesquisa.

4. INTERFACES EM MAPAS INTERATIVOS

Antes da existência da *web*, Harley (1987) já afirmava que a criação de mapas é uma atividade que requer habilidades específicas e que mapas devem ser analisados de acordo com o seu objetivo, abrangente ou específico; sua forma de produção e distribuição; o contexto da sua utilização; e seu público-alvo. Este mesmo autor aponta como complicador o fato de que, dependendo principalmente da forma de acesso e disponibilização, mapas criados com um determinado objetivo podem ser usados para outros propósitos, de forma a ativar estímulos tanto conscientes quanto sub-conscientes, o que é chamado pelo autor de ambiguidade.

O conceito de interface está ligado a idéia de utilização. Segundo Prates e Barbosa (2003), toda a porção de um sistema computacional com a qual o usuário mantém contato ao utilizá-lo, quer ativamente, quer passivamente, é considerada interface. Além do componente físico, é impossível que dissocie-se a dimensão conceitual, resultante de processos de interpretação e raciocínio do usuário, da idéia de uma interface em um sistema computacional. O desafio de um projeto de interface é fazer com que esse processo de interação ocorra sem obstáculos, de maneira que o usuário tenha suas necessidades atendidas. Para que isso ocorra as funções de interação usadas na interface devem ser compreendidas e manipuladas naturalmente.

O conceito de metáfora em interfaces gráficas (CARROLL et al. 1998) pode ajudar a tornar mais elementar o uso de determinadas funções em interfaces computacionais, pois estas permitem ao usuário entender o funcionamento de um procedimento ou elemento gráfico a partir de outro mais familiar. Um exemplo é a maneira como o sistema operacional *windows*® organiza a visualização da estrutura de arquivos em um computador, associando-a a árvores. Esta técnica é utilizada principalmente no desenvolvimento de interfaces baseadas em ícones: a utilização da figura de uma impressora em um ícone faz com que o usuário imagine que a função deste seja ativar serviços de impressão de documentos.

Entretanto, o uso de metáforas não se aplica a usuários iniciantes. Para este grupo elas podem não ficar devidamente esclarecidas, já que os usuários carecem

de experiência. No caso de interfaces para Sistemas de Informações Geográficas, Külli (2003) aponta que as metáforas mais conhecidas utilizadas são sobre mapas: em SIGs, dados da tela tornam-se mapas. A própria tela de trabalho em um SIG é um mapa. Também podem ser encontradas metáforas em suas ferramentas, como na sobreposição de dados (*overlay*), *zoom* e *panning*.

Sob a perspectiva da cartografia, Cartwright *et al* (2001) estabelece que *“além do componente estético, nota-se a necessidade de interfaces mais naturais para ambientes de informações geográficas, de forma que estes ambientes, usualmente complexos, tornem-se acessíveis para mais e mais pessoas”*. Esta assertiva está em consonância com a realidade imposta pela internet enquanto paradigma de acesso e distribuição de produtos cartográficos: a cada minuto tem-se mais mapas, mais usuários, mais cartógrafos, maior demanda. Assim, surgem questões sobre como lidar com esta nova realidade e desenvolver tecnologias para tornar o trabalho com representações cartográficas mais eficaz, mais eficiente e mais agradável ao usuário.

A pesquisa em interfaces para produtos cartográficos digitais acompanhou o desenvolvimento dos SIGs. Haklay e Jones (2008) apontam que as interfaces para estes programas refletem a dificuldade que é o trabalho com dados geográficos, dada a sua multi-disciplinaridade e exigência de abstração. Porém, estes mesmos autores citam que as pesquisas na área já permitem deduzir uma série de diretrizes básicas para a construção de interfaces que proporcionam maior facilidade de uso.

Arleth (1999) citou como problemas principais no projeto de mapas digitais o fato da área reservada para o mapa ser muito pequena, e tanto a legenda quanto outros textos serem dominantes na visualização geral. De acordo com este estudo o mapa seria mais facilmente manipulável caso seu projeto fosse dividido em duas partes; uma concentrada no interior do mapa em si, abrangendo os elementos cartográficos e a simbologia; e outra no exterior do mapa, abrangendo ferramentas e funções para utilização do produto. Haklay e Jones (2008) afirmam que aumentar o tamanho da tela proporciona maior eficiência e efetividade no uso de mapas digitais em SIGs. Ainda acerca das interfaces em visualização de informação geográfica, Cartwright *et al* (2001) cita que a problemática do uso de mapas interativos nestes produtos está ligada ao fato de que os fenômenos representados são os mesmos

sobre os quais são realizadas operações de navegação e interação.

4.1 ABORDAGENS EM INTERFACES BASEADAS EM MAPAS

4.1.1 *Abordagem cognitiva*

Soares (2000, p.9) aponta que a pesquisa em cognição trata de duas classes de problemas: a primeira diz respeito aos processos gerais que regem o funcionamento das atividades parciais do tratamento da informação – percepção, transformação, armazenamento, recuperação e utilização; a segunda trata da maneira como se organizam as representações dessas atividades. A mesma autora cita ainda que (p.48) “o mecanismo de raciocínio no homem não é totalmente aleatório, mas organizado de alguma forma”, o que nos remete a um hipotético e complexo algoritmo na qual estão estruturadas nossas ações, reações, pensamentos e aprendizado.

Landauer (1990) cita três maneiras onde a psicologia cognitiva pode interagir com as técnicas de projeto de interfaces em sistemas computacionais: na aplicação de conhecimento existente e teórico diretamente nos problemas relativos ao projeto; na aplicação de métodos de pesquisa empírica e análise de dados na avaliação do projeto de interfaces, nas alternativas para o mesmo e em seus princípios e; em usar os problemas encontrados no projeto de interfaces para informar e guiar a pesquisa nos aspectos fundamentais do estudo da mente humana.

Maziero (2007) cita que, na abordagem cognitiva, para interagir com uma interface, o usuário deve interpretar a interface e relacioná-la com seus aspectos mentais, ativando o sistema cognitivo e formulando uma solução, relacionando os aspectos físicos dessas interfaces com os seus aspectos mentais. Desse modo, o usuário ativa o sistema por meio da formulação de uma solução acordante às informações obtidas nas interfaces, ao seu conhecimento e as suas características pessoais. Porém nem sempre as interfaces proporcionam ao usuário informações

suficientes e adequadas para o desempenho da interação, o que origina dificuldades cognitivas.

O usuário, ao adquirir um modelo mental do sistema, deve efetuar uma acomodação com o modelo conceitual do designer, de forma a montar o que se chama de “imagem do sistema” (NORMAN, 1986). Quando um usuário utiliza a interface ele está frente a esta imagem. Muitas vezes, o usuário desconhece o que existe por trás da estrutura da interface pois para ele, a interface é o próprio sistema. Assim, o importante para o usuário é que a interface possua uma linguagem que lhe comunique o modelo de interação que o designer tinha do sistema e que o oriente no uso do mesmo (MAZIERO, 2007).

4.1.2 Engenharia Semiótica

Segundo Seixas (2004) a engenharia semiótica atribui ao *designer* e ao usuário o mesmo papel durante o processo interativo: o de interlocutores um do outro. As interfaces dos sistemas passam a funcionar como artefatos de metacomunicação, fato este que a difere em relação às abordagens cognitivas, nas quais o sistema é avaliado do ponto de vista de como os usuários o entendem e o utilizam. Do ponto de vista da semiótica, a comunicação desdobra-se em dois níveis inter-relacionados; primeiro a comunicação unilateral e integral, do designer para o usuário, que diz respeito àquilo que o designer fez e por que motivo – baseado em características do usuário. A comunicação então passa para um segundo nível, e acontece entre usuário e sistema. O sistema representa o designer no momento da interação com o usuário e faz com que a mensagem unilateral e integral “passe” para este por meio de conversas e interações dialogadas. Assim, quando a comunicação falha no primeiro nível leva a pontos de ruptura (*breakdowns*²⁵), prejudicando a interação. Segundo Souza (2005) essas rupturas podem levar a um fracasso temporário, parcial ou total do usuário no cumprimento de uma determinada

²⁵ Conceito originalmente apresentado em WINOGRAD, T; FLORES, F. *Understandilig Computers and Cognition: A new foundation for design* . (1 ed.) Readings, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1985, 207 P.

tarefa.

Desde a década de 60 do século passado, estudos – notadamente Aslanikashvili (1967, 1974)²⁶ e Bocharov (1966)²⁷, citados por SCHLICHTMANN (1999) e Bertin (1967) - de cartógrafos e cientistas da semiótica²⁸ a partir dos conceitos da engenharia semiótica resultaram na proposição da chamada “cartossemiótica” (NOTH, 1998; SCHLICHTMANN, 1999), que é a análise dos signos cartográficos objetivando encontrar problemas de identificação de feições e de interpretação da simbologia, possivelmente relacionados à forma ou à localização. Souza (2005) aponta que, neste caso, a ruptura pode se dar quando o usuário questiona “O que é isto?” ou “O que isto representa?”, no momento em que não consegue identificar e interpretar corretamente um signo cartográfico.

4.2 AVALIAÇÕES DE INTERFACES, IHC E A USABILIDADE

Para o correto design de uma interface é necessário que se considerem conceitos de usabilidade, fatores humanos (ergonomia) e as necessidades dos usuários (SHNEIDERMAN,1998). As pesquisas na área de IHC procuram definir diretrizes e critérios para elaboração de interfaces em sistemas computacionais em geral. Foley et al. (1990) explicam que a interação com computadores envolve três tipos de processos: a percepção, a cognição e a atividade motora. Assim, o papel do designer é projetar técnicas de interação que minimizem o trabalho requerido por estes processos, tanto individualmente quanto combinados. Para ter sucesso devem ser considerados alguns conceitos chaves de psicologia - memória e aprendizagem, fisiologia e fatores humanos (ergonomia) - processos motores e de percepção.

Nielsen (1993) apresenta um modelo dos atributos que resume o que é denominado aceitabilidade de um sistema computacional, reproduzido na FIGURA

26 ASLANIKASHVILI, A.F. **Linguagem dos mapas**. *Trudy Tbilisskogo gosudarstven-nogo universiteta*, 122 (13-36).1967.;

ASLANIKASHVILI, A.F. **Metacartografia: Problemas básicos**. Tbilisi: Izdatel'stvo “Metsniereba”. 1974.

27 BOCHAROV, M.K. **Teoria básica para o planejamento de sistemas de símbolos cartográficos**. Moscow: Nedra. 1966.

28 *Semioticians*

10. De acordo com este modelo um sistema computacional deve ser avaliado segundo diversos fatores para que seja considerado aceitável, desde aspectos técnicos como custo e compatibilidade até a sua aceitabilidade social, que diz respeito aos fatores culturais e subjetivos, passando pela funcionalidade, que é o conjunto da eficácia com a usabilidade. Importante salientar que, na literatura relativa à avaliação de sistemas computacionais para informações geográficas a maioria dos autores utiliza o termo usabilidade e cita fatores intrínsecos à funcionalidade e, por vezes, à aceitabilidade prática do sistema.

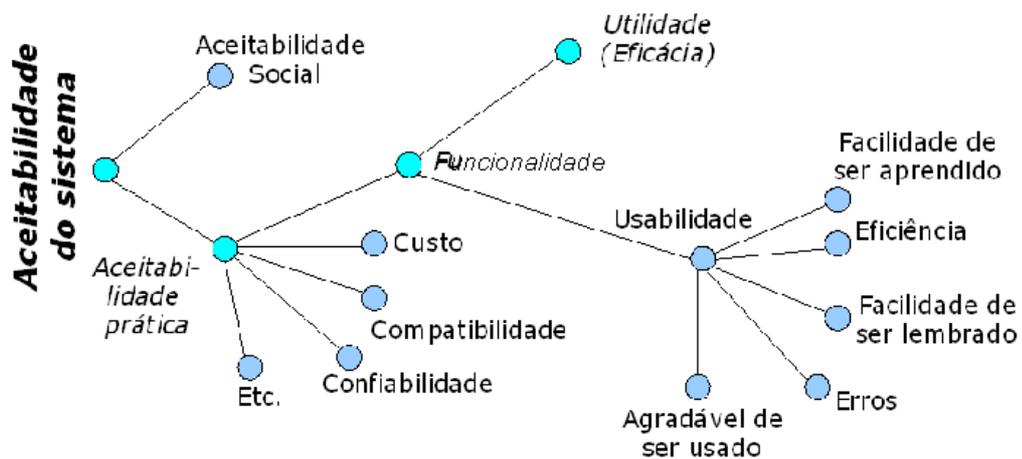


FIGURA 10 - MODELO DE ATRIBUTOS PARA ACEITABILIDADE DE UM SISTEMA
 FONTE: Adaptado de NIELSEN (1993)

Shneiderman (1998) aponta que os aspectos determinantes na avaliação de interfaces são:

- Estágio do projeto;
- “Novidade” do projeto (contrapondo a uma fase de maturidade exploratória);
- Número de usuários esperados;
- Importância crítica da interface (uma interface para um sistema de diagnóstico médico é mais crítica do que a interface para apoio a uma exibição em um museu);
- Custos do produto e recursos disponíveis;
- Tempo disponível;
- Experiência do(s) designer(s) e da equipe de avaliação.

Exemplos de técnicas obtidas através da experiência com uso de interfaces

aliadas à avaliação das mesmas são dadas por Shneiderman (1998), que aponta oito princípios básicos fundamentais (*golden principles*) para o projeto de interfaces:

1- Buscar consistência: consistência nas cores, no leiaute, nas fontes, nas sequências de passos para ações específicas, na terminologia e em todo o restante dos elementos da interface;

2- Permitir que os usuários usem atalhos: esta regra se aplica à medida que os usuários aumentam sua experiência com o sistema;

3- Oferecer respostas informativas: para cada ação do usuário deve haver um retorno do sistema, de forma que o usuário tenha explícita confirmação de que sua ação teve uma reação;

4- construir diálogos que tenham fechamento: as sequências de ações devem ser organizadas em grupos com início, meio e fim. O retorno informativo que o sistema dá a cada grupo de ações proporciona ao usuário satisfação, senso de confiança e dá a ele a indicação que pode se preparar para o próximo grupo de ações;

5- Oferecer uma forma de prevenir erros e de como lidar com estes: o design do sistema deve ser feito de forma a não permitir que os usuários executem erros severos. Caso o usuário erre, o sistema deve detectar o erro e oferecer instruções simples, efetivas e específicas para a recuperação;

6- Permitir que o usuário desfaça ações facilmente: tanto quanto possível as ações devem ser reversíveis. Isso dá tranquilidade ao usuário e encoraja a exploração;

7- Apoiar o senso de controle do usuário: à medida que o usuário ganha experiência, maior é o desejo de sentir-se no comando do sistema, ao mesmo tempo que o sistema responde suas ações;

8- Reduzir a necessidade do acesso à memória a curto prazo: a limitação do ser humano em processar a memória a curto-prazo requer que as telas mantenham-se simples, telas de múltiplas páginas sejam consolidadas, a frequência de movimento nas janelas seja reduzida e que seja designado tempo suficiente de treinamento a códigos, técnicas mnemônicas²⁹ e sequências de ações.

Nas seções a seguir, serão descritos sucintamente alguns métodos para

29 Artificio destinado a auxiliar na memorização de alguma informação

avaliação de interfaces computacionais. A utilização dos mesmos está condicionada a vários critérios, desde a disponibilidade de equipamentos até a abordagem de tratamento de dados – quantitativa ou qualitativa. No caso de interfaces de mapas para a *web*, ainda não existem trabalhos que dissertem acerca dos prós e contras da escolha destes testes, sendo a metodologia adotada neste trabalho um indicativo de pesquisa neste sentido.

4.2.1 Critérios Ergonômicos

A ergonomia (também denominada fatores-humanos) é ciência que trata do design de acordo com as necessidades humanas; aplicam-se conceitos teóricos, princípios, dados e métodos no processo de design para otimizar o bem-estar humano e o desempenho do sistema (IEA, 2008). Shackel (1990) define que a ergonomia atua em vários estágios do processo de design de interfaces, de modo que os projetistas entendam quem são os usuários e que tipo de tarefas eles irão executar. Baseado nisso, foram sugeridos critérios ergonômicos, que seriam ferramentas para auxílio de avaliações de interfaces homem-computador (BASTIEN e SCAPIN, 1993³⁰, citados por FALAT, 2007). Estes critérios são:

- a) Condução – meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário;
- b) Carga de trabalho – elementos da interface que possuem papel relevante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e no aumento da eficácia do diálogo;
- c) Controle explícito – processamento pelo sistema de ações explícitas do usuário e controle que este usuário possui sobre este processamento;
- d) Adaptabilidade – capacidade do sistema de se comportar de acordo com as necessidades e preferências dos usuários;
- e) Gestão de erros – meios disponíveis para evitar e reduzir erros, além da recuperação do sistema, caso ocorram;

30 BASTIEN, C.; SCAPIN, D. Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interface. Racquencourt, France: INRIA, 1993.

f) Coerência – forma pela qual mantêm-se idênticos ou diferenciam-se os elementos da interface, em vários contextos;

g) Significado e denominações – adequação entre o objeto e a sua referência, de maneira que códigos e denominações significativas possuam forte relação semântica com seu referente;

h) Compatibilidade – acordância que possa existir entre características do usuário e as tarefas; entre a organização do diálogo e as aplicações; ou o grau de similaridade entre ambientes e aplicações.

4.2.2 Testes de usabilidade

As técnicas propostas pela Engenharia de Usabilidade (NIELSEN, 1993) vêm sendo amplamente utilizadas na pesquisa em interfaces para sistemas baseados em informação geográfica. Exemplos recentes são FABRIKANT (2001), TOBON (2002), KÜLLI, (2003), VAN ELZAKKER (2004); NIVALLA (2007), VAN ELZAKKER; WEALANDS (2007), HAKLAY; ZAFIRI (2008)

Maziero (2007) aponta que existem diversos modelos de avaliação de usabilidade, porém, tratando-se de trabalhos em ambientes cartográficos interativos estes são realizados com usuários ao invés da inspeção diretamente nas interfaces. Este tipo de abordagem procura avaliar os aspectos da usabilidade do *software* em si; porém, a investigação acerca das técnicas para este procedimento na cartografia multimídia é um campo ainda em desenvolvimento. Slocum et al (2009) cita que a pesquisa em cartografia usualmente buscou saber sobre a eficácia do projeto dos produtos tradicionais, mas sem considerar o porquê desta eficácia e em como se dá o processo de comunicação cartográfica e sua relação com a cognição humana. Van Elzakker (2004) aponta que as pesquisas em cartografia tradicionalmente adotam análises de natureza quantitativa, mas que gradativamente as pesquisas em projetos de interfaces centradas no usuário (FIGURA 14) também passam a incorporar o aspecto qualitativo, especialmente devido às técnicas de pesquisa em psicologia cognitiva e IHC (SEIXAS, 2004).

O padrão ISO 13407, representado na FIGURA 11, diz respeito aos processos de design para interfaces de sistemas interativos e dá instruções gerais em como satisfazer a necessidade do usuário através da utilização da abordagem UCD – *User Centred Design* – Design centrado no Usuário, durante todo o ciclo de vida do sistema (ISO, 1999). Este tipo de metodologia proporciona benefícios financeiros por conta da redução de custos nos processos produtivos, nas atividades de suporte e na utilização propriamente dita, aumentando a qualidade do produto (NIVALLA, 2007).

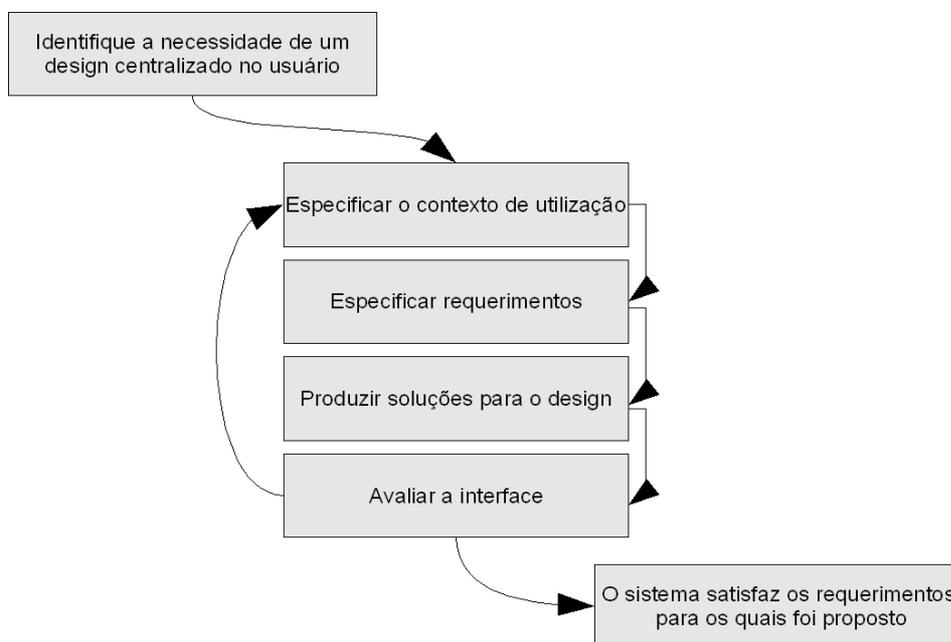


FIGURA 11 - DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO PARA SISTEMAS INTERATIVOS
FONTE: ISO (1999)

Alguns Testes de usabilidade de uso comum são:

a) A “mensuração de desempenho”, que se dá por meio da quantificação de uma série de unidades relativas a um dos componentes da usabilidade (FIGURA 13). Nela Incluem-se a mensuração de aspectos temporais, número de erros e comandos equivocados, considerações acerca de frustrações e outros aspectos subjetivos, a frequência de uso de manuais e dicas de ajuda entre outros (NIELSEN, 1993);

b) O “Think Aloud”, que é um método descrito por Nielsen (1993) que

consiste na avaliação da verbalização da forma como o usuário vê o sistema, o que proporciona ao avaliador a clareza na identificação de problemas de interpretação e entendimento de cada etapa do processo pelo usuário. Perguntas como: “O que você está pensando agora” e “O que você acha que esta mensagem quer dizer” são comuns durante a aplicação dos testes, juntamente com técnicas de registro dos dados, como vídeo e áudio. Uma variação deste método coloca dois usuários trabalhando no mesmo sistema, de forma que possa ser verbalizada uma espécie de discussão acerca do que está sendo realizado;

c) A mera “observação” das atividades do indivíduo testado, que requer a utilização de apenas uma forma de anotação e atenção para todas as ações do usuário, sem qualquer tipo de controle experimental (NIELSEN, 1993). A vantagem deste método é que ele revela exatamente aquilo que o usuário faz e não aquilo que ele diz fazer. Pode sugerir o uso ou ausência dele em determinadas funções;

d) As “Heurísticas” são métodos exploratórios para obter soluções para problemas específicos, o que ocorre após aproximações sucessivas, avaliando-se os progressos alcançados. Shneiderman (1998) aponta cinco conjuntos de objetivos na disposição de informações em tela, úteis para um ponto de partida em testes baseados em heurísticas, mas que devem ser aplicados e adaptados conforme as necessidade de cada projeto:

- Consistência da tela: durante o processo de construção da interface, as terminologias, abreviações, formatos, cores e outros similares devem ser padronizados e controlados, se necessário, pelo uso de glossário ou semelhante;
- Assimilação de informação eficiente por parte do usuário: o formato deve ser familiar ao operador e deve ser relacionado com as tarefas requeridas para ser executado com esses dados. Esse objetivo pode ser alcançado por meio do uso de bordas em colunas de informação, justificação de parágrafo à esquerda para dados alfa-numéricos, justificação de parágrafo à direita para números inteiros, enfileirar pelo sinal que indica as casas decimais, usar espaçamento adequado, uso de identificadores compreensíveis e uma mensuração apropriada para unidades numéricas e números decimais;
- Mínima recorrência à memória do usuário: os usuários não devem precisar

lembrar de informações a medida que as telas mudam. As tarefas devem ser organizadas de maneira que sejam completadas em poucos passos, minimizando a chance de ser esquecida uma ação passada. Etiquetas de identificação e formatos comuns devem ser usados para usuários pouco experientes;

- Compatibilidade entre dados de saída e dados de entrada: o formato da informação visualizada deve estar claramente conectado com o formato de entrada de dados. Quando possível e apropriado, os campos de saída também devem se comportar como campos de entrada editáveis;
- Flexibilidade para o controle dos dados na tela: os usuários devem conseguir modificar a informação da tela para a forma mais conveniente com a tarefa que estão executando. Um exemplo é a ordem de colunas e linhas em tabelas, que devem ser facilmente modificadas pelos usuários.

e) Uma “Avaliação por especialistas” é considerada um método complementar a outros testes de usabilidade. Pode ser realizada segundo os métodos abaixo (SHNEIDERMAN,1998):

- Avaliação heurística – verifica-se se a interface está em conformidade com certas regras obtidas por heurísticas;
- Avaliação por diretrizes – verifica-se a interface através de um documento contendo as diretrizes formalmente;
- Inspeção de consistência – verifica-se a consistência geral de todos os elementos da interfaces;
- Inspeção cognitiva - o especialista simula o comportamento do usuário ao utilizar a interface para as tarefas mais comuns.

f) “Questionários” são acessórios familiares, baratos e geralmente complementos aceitáveis para testes de usabilidade e avaliações de especialistas. Um grande número de questionários respondidos confere robustez e autoridade ao teste, especialmente se compararmos resultados potencialmente tendenciosos e variáveis dados pelo pequeno número de participantes de testes de usabilidade (NIELSEN 1993) ou especialistas avaliadores (SHNEIDERMAN, 1998). A chave

para questionários efetivos são objetivos claramente especificados com antecedência e, em seguida, desenvolvimento de itens fundamentais para atingir estes objetivos. Um questionário deve ser preparado, revisado e discutido entre profissionais, e testado com uma pequena amostra de usuários antes da aplicação definitiva. Os procedimentos estatísticos e as formas de apresentação de dados também devem ser discutidos antes.

g) A “Inspeção formal de usabilidade” ocorre quando em uma conferência com um moderador ou juiz, o especialista apresenta a interface e discute seus méritos e pontos fracos. Contrapondo os argumentos, é essencial a presença da equipe de designers. O risco deste método é que os especialistas podem não ter um entendimento adequado do domínio da tarefa ou da comunidade usuária. Usualmente resultam em opiniões antagônicas. Mesmo os especialistas mais experientes podem ter dificuldade em antecipar o comportamento de certos grupos de usuários, especialmente os inexperientes.

4.2.3 Métodos formativos em IHC

Estes métodos de avaliação são aqueles aplicados quando o desenvolvimento da interface ainda está em estágio de produção. A teoria que suporta os testes de usabilidade costumeiramente aproveita-se de metodologias advindas da psicologia cognitiva e comportamental, bem como de outras áreas, onde já existem resultados conclusivos e linhas de pesquisa avançadas (exemplo no QUADRO 3). Os métodos seguintes podem ser utilizados separadamente dos testes propostos por Nielsen (1993), mas usualmente constituem-se em técnicas usadas em conjunto ou dentro de testes de usabilidade descritos no item anterior.

<i>Humanos geralmente são melhores</i>	<i>Máquinas geralmente são melhores</i>
Captar estímulos de baixo nível	Captar estímulos fora do alcance humano
Detectar estímulos mesmo em contextos não apropriados	Mensurar ou contar quantidades físicas
Reconhecer padrões constantes em situações variadas	Armazenar informação codificada acuradamente
Perceber eventos não usuais e inesperados	Monitorar eventos pré-especificados, especialmente aqueles menos frequentes
Acessar detalhes pertinentes sem uma conexão propriamente dita	Fornecer respostas rápidas e consistentes aos sinais de entrada
Fazer uso da experiência e adaptar decisões de acordo com a situação	Recuperar informações detalhadas de forma acurada
Selecionar alternativas caso a abordagem original falhar	Processar dados quantitativos de maneiras pré-especificadas
Generalizar a partir de observações	Realizar inferências a partir de um princípio geral
Agir em emergências não-antecipadas e situações novas	Exercer força física altamente controlada e intensa
Aplicar princípios para resolução de problemas variados	Realizar várias atividades simultaneamente
Fazer avaliações subjetivas	Manter operações que exigem grandes quantidades de dados
Desenvolver novas soluções	Manter a performance mesmo após longos períodos de operação
Concentrar nas tarefas importantes quando há sobrecarga	
Adaptar a resposta física a mudanças na situação	

QUADRO 3. COMPARATIVO ENTRE POTENCIALIDADES DE HUMANOS E MÁQUINAS, POR MEIO DA SUMARIZAÇÃO DE DIVERSAS FONTES NA PESQUISA EM PSICOLOGIA HUMANA. FONTE: Adaptado de SHNEIDERMAN (1998)

4.2.4 Métodos Somativos em IHC

Este método é destinado principalmente ao refinamento da interface, já que a gradual disseminação do sistema é útil para elevar a qualidade dos serviços oferecidos pelo mesmo. Importante ressaltar que esta disseminação limita a quantidade e intensidade de mudanças. A avaliação de produtos em atividade pode ser realizada por meio de entrevistas e discussão com usuários individuais ou grupos específicos (*focus-group discussions*); através do registro de dados (*data logging*) contínuo do desempenho dos usuários; através das atividades de suporte *on-line*; por meio de caixa de sugestões e reclamações; através de grupos ou fóruns de discussão e; por meio da reunião dos usuários em conferências e periódicos

sobre o produto e sobre os próprios usuários.

4.2.5 Experimentação controlada

Barnard (1991) disserta acerca da redescoberta do poder da experimentação científica por várias áreas do conhecimento, conduzindo testes com base estatística para validar e descobrir princípios básicos relativos ao projeto de interfaces. Shneiderman (1998) aponta algumas considerações sobre este tipo de método para a ciência da IHC:

- Lidar com um problema prático e levantar a teoria acerca do mesmo;
- Estabelecer uma hipótese lúcida e testável;
- Identificar um número pequeno de variáveis independentes, que serão manipuladas;
- Escolher cuidadosamente variáveis dependentes, que serão mensuradas;
- Selecionar variáveis e, cuidadosamente ou aleatoriamente, alocá-las para grupos de pessoas;
- Controlar fatores de polarização – amostras não representativas de variáveis ou tarefas inconsistentes aos procedimentos de teste;
- Aplicar métodos estatísticos para a análise de dados;
- Resolver o problema prático, refinar a teoria e fornecer base para novas pesquisas.

4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O USUÁRIO

O usuário é, obviamente, parte importante no projeto de interfaces. Nielsen (1993) cita que as diferentes características de usuários usualmente exercem mais influência nos resultados de testes em interfaces do que qualquer outro aspecto do sistema. Este autor sugere que o conhecimento do usuário é parte fundamental na

engenharia de usabilidade e que pode ser classificado segundo 3 dimensões de importância nas quais estão distribuídas as mais influentes diferenças entre usuários: experiência com o sistema, experiência com informática em geral e experiência no domínio das tarefas a serem executadas (FIGURA 12).

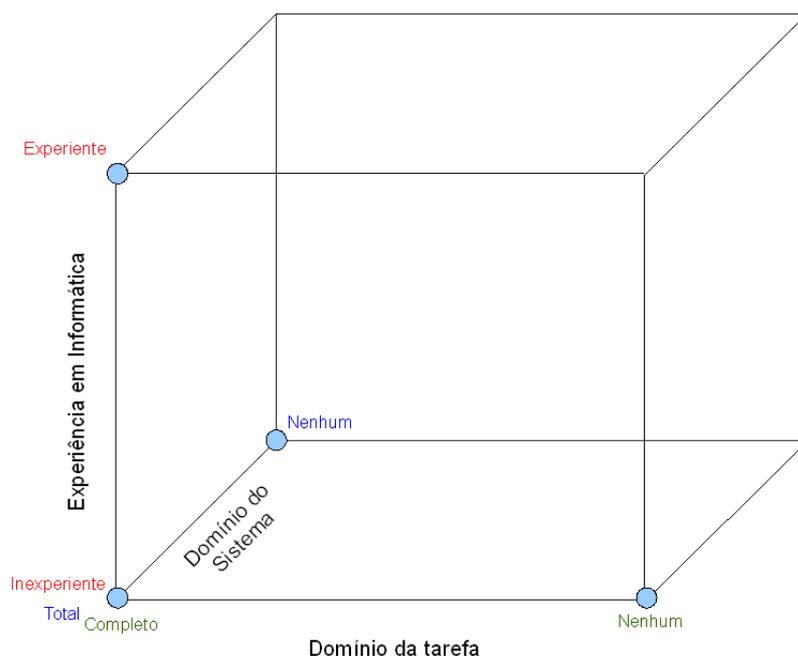


FIGURA 12 - CUBO DE TIPOS DE USUÁRIOS
 FONTE: Adaptado de NIELSEN (1993)

Van Elzakker e Wealands (2007) sugerem que a caracterização do usuário deve ser realizada em conjunto com a análise das tarefas que cabem a estes. Estes autores também apontam a importância de considerar a utilidade (FIGURA 13) na caracterização dos usuários e suas tarefas, trazendo à avaliação de interfaces questões relativas à eficácia dos mapas.

4.4 A IMPORTÂNCIA DAS INTERFACES EM MAPAS PARA WEB

Existem diversas opiniões a respeito do que é um bom projeto de interfaces para produtos cartográficos para a web. Como visto no capítulo anterior, a

efervescência do pensamento em cartografia leva o cartógrafo a considerar diversas abordagens no momento de construir um mapa, em especial no que concerne aos objetivos específicos do mapa em questão. Em geral, porém, deseja-se que o mapa transmita determinadas informações e para tal considera-se que a interface do mapa para *web* pode assumir vários dos princípios que norteiam a teoria de projeto cartográfico para mapas tradicionais.

Porém o sucesso de projetos de interfaces para estes mapas requer cuidadosa análise pelo cartógrafo, que, segundo Jenny et al (2008), possui quatro razões principais para que esta análise seja prioritária na construção de produtos para a *web*:

- O mapa deve ser legível à primeira vista, de forma que o usuário possa rapidamente perceber o conteúdo ali representado e rapidamente achar o que deseja. Dado o caráter dinâmico da *web* os usuários destes produtos tendem a se fixar no conteúdo por um período mais curto do que em mapas em papel;
- A informação no mapa deve estar livre de ambiguidade, que ocorre quando não há observância de princípios cartográficos básicos, ocasionando interpretações distintas dos objetivos traçados no projeto;
- Facilidade de ser recordado. Esta característica faz com que a informação ali representada seja recuperada de forma mais efetiva e é estimulada pelo *design* gráfico mais agradável ao usuário e por recursos multimídia;
- O usuário necessita ter o mapa como verdade. Em geral as pessoas acreditam nos mapas (MACEACHREN, 1994) e este fato é potencializado por meio de uma interface limpa e efetiva.

Delazari (2004) aponta que as avaliações de interfaces em mapas interativos usualmente procuram encontrar respostas acerca de questões sobre métodos de apresentação; entendimento de fenômenos espaciais e; exploração de dados. Os estudos da área de IHC são importantes como ponto de partida para a avaliação de interfaces voltadas para produtos cartográficos, porém devem ser adicionados a estes estudos abordagens direcionadas para a cartografia e os SIG. Miller (2007) afirma que em ambientes interativos, o processo de construção de interfaces é extremamente complexo, devendo considerar princípios tradicionais como a

abstração cartográfica, transformação dimensional e simbolização, composição e ordenamento visual e organização de conteúdo, baseados em variáveis como a escala, o formato de apresentação, a área geográfica de interesse, bem como o grau de complexidade da representação. Além destes princípios, são acrescentadas novas restrições, novas mídias e a incorporação de ferramentas que permitem ao usuário interagir diretamente com a representação.

4.5 TRABALHOS REALIZADOS

Andrienko *et al.* (2003) apresentam o projeto *CommonGIS*, implementado na *web* através de *applets java*, que proporcionou a integração de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica com ferramentas de Geovisualização. Este projeto utiliza-se de um sistema especialista baseado em regras para auxílio ao usuários, personalizando as ferramentas disponibilizadas e a interface em geral de acordo com as características do usuário. Os testes de usabilidade realizados no protótipo trouxeram as seguintes conclusões:

- Usuários não compreendem a existência e o significado de ferramentas de interatividade novas somente pela sua aparência, sem uma apresentação prévia e, conseqüentemente não conseguem usá-las;
- Usuários sentem-se desconfortáveis quando encontraram ferramentas com as quais não possuem familiaridade sem um propósito claro. Eles preferem que estas ferramentas não estejam disponíveis;
- Usuários estão acostumados com mapas estáticos e tendem a usar princípios tradicionais ao usar mapas em geral, quer dinâmicos, quer estáticos. Eles parecem não ter idéia de que um mapa pode ser interativamente manipulado para facilitar a análise das informações;
- Usuários de mapas na *web* usualmente ignoram instruções escritas;
- Usuários estão, em princípio, aptos para entender e adotar novas idéias acerca da interatividade em mapas e manipulação de dados geográficos.

Os estudos de Andrienko *et al.* (2003) no *CommonGIS* demonstram que apesar do projeto de interface ser parte extremamente importante para a construção de sistemas desta natureza, não é suficiente a aplicação somente dos princípios da IHC. Auxílio e formas de guiar o usuário são necessárias para o cumprimento de tarefas básicas deste tipo de sistema e para aumentar a consistência com as expectativas do usuário.

O trabalho de Tobón (2002) realiza testes de usabilidade em um sistema interativo em mapas para exploração, de modo a verificar sua eficiência e avaliar a maneira como os usuários destes sistemas – todos com experiências prévias com “pacotes altamente gráficos e com interação em dados em tela” (TÓBON, 2002, p. 20) investigam dados. Os resultados permitiram afirmar que mesmo usuários especialistas evoluem na maneira como entendem os dados conforme refazem o ciclo de operações e que eles frequentemente investigam dados e relacionamentos que mais chamam sua atenção. Após familiarizados com os dados, os usuários tendem a pular alguns passos do processo.

No campo dos Sistemas de Informação Geográfica, existe o projeto BEST-GIS – *Best Practice in Software Engineering and methodologies for developing GIS applications* - executado pela Comissão Europeia (BEST-GIS, 1998). Surgiu como um guia para metodologias de desenvolvimento de aplicações em Sistemas de Informação Geográfica, inclusive de interface. O documento final do projeto contém várias diretrizes em design de ferramentas e interfaces de maneira que os profissionais que trabalham na área possam customizar suas aplicações. O trabalho informa que selecionar representações adequadas para determinados requerimentos e as especificações de design são importantes para “exploração, avaliação, registro e comunicação de idéias” para a construção do sistema em conjunto com outros designers, especialistas da área, clientes e usuários em geral. No QUADRO 4 tem-se um resumo das principais diretrizes propostas neste trabalho.

<i>Objetivos da avaliação de SIG</i>	<i>Fatores de Sucesso nas interfaces de SIG</i>	<i>Fatores de qualidade importantes para usuários</i>
1) Custo/benefício para o cliente 2) Conformidade com mínimos requerimentos 3) Aceitabilidade do usuário 4) Comparação com soluções competitivas	1) Satisfação do usuário 2) Facilidade em aprendizado e treinamento 3) Predictabilidade 4) Comercialização 5) Estética e desing minimalista	1) Problemas dos usuários, eficiência, desempenho na realização de tarefas, robustez, frequência de erros 2) Custo de aprendizagem e conteúdo informativo 3) Quantidade de trabalho previsto, visibilidade do estado atual do sistema, opiniões de usuários

QUADRO 4 - DIRETRIZES PARA DESIGN DE INTERFACES PARA SIG
 FONTE: BEST-GIS (1998)

Korhonen (2003)³¹, citado por KÜLLI (2003), avaliou a usabilidade de dois portais de informações geográficas na internet. O objetivo do teste foi verificar se as funcionalidades principais eram facilmente utilizadas. Foram dadas tarefas para grupos de usuários, que utilizaram-se do método *think aloud*, sem nenhum tipo de ajuda. Depois do teste os usuários foram entrevistados. O autor aponta que o teste teria sido mais conclusivo se tivessem sido feito registro de telas – *data logging* – e a realização de uma segunda sessão de observação. O autor chegou às seguintes conclusões:

- Ao utilizar a ferramenta de *zoom*, após o maior nível de detalhamento ter sido alcançado, a ferramenta deve ser desabilitada ou deve ser indicado ao usuário que ele não pode mais usá-la;
- A ferramenta de busca não foi percebida;
- Os usuários se perdem quando movem de um mapa para outro sem que haja uma relação com o mapa anterior. Um mapa de referência ou a permanência de alguma percentagem na tela anterior é requerida;
- Os usuários precisam de ferramentas de ajuda e de dicas.

Seixas (2004) propõe um método de inspeção semiótica para interfaces baseadas em mapas, de forma a analisar o efeito das representações gráficas utilizadas nestas interfaces e avaliá-las com relação a sua capacidade de comunicar a informação geográfica. Definindo-se o contexto da aplicação e o perfil de usuário,

31 KORHONEN, K., Spatial Web-GIS portal: usability analysis. Technical University. Department of Geography. Special Assignment. Estônia: 2003

utilizou-se técnicas de testes e entrevistas, além de vídeos e registro de reações a determinadas situações, comuns nos usos de mapas. O método permitiu identificar reais e potenciais problemas nas interações e nas visualizações dos mapas, apenas via inspeção de especialistas inicialmente e depois comparando com as tarefas realizadas por usuários de sistemas de atlas eletrônicos na *web* e mapas para navegação. Cabe aqui salientar que dentre os problemas citados como “interrupção na comunicação usuário-sistema” foram incluídas as mudanças na simbologia associadas à generalização cartográfica, o que não deveria ser assumido como um “problema” e sim um mecanismo intrínseco a uma representação cartográfica.

Segundo a autora, os resultados obtidos validariam o método como uma forma de identificar problemas no design de mapas e identificariam que, se uma informação importante não é percebida ou entendida pelo usuário, os mapas gerados podem não conter informações fundamentais para orientar as suas escolhas, comprometendo a solução da tarefa.

Esta autora (p. 19) critica a utilização de técnicas da engenharia de usabilidade de Nielsen (1993) pois em sistemas voltados para mapeamento e SIG “não se sabe "a priori" a que conjunto específico de tarefas ou atividades dos usuários as visualizações irão servir.” Ainda segundo a autora isto vai de encontro ao caráter sistemático da engenharia de usabilidade, que requer a existência de modelos de tais atividades e tarefas.

SEIXAS (2004) cita ainda que apesar de alguns autores (MACEACHREN; KRAAK, 2001; SLOCUM et al., 2001) reconhecerem que o uso de princípios tradicionais de usabilidade não considera características específicas destes ambientes, não surgiram até o momento alternativas metodológicas efetivas que avancem sobre as questões fundamentais da interação sobre mapas³². A autora cita que apesar da tentativa de se articular modelos gerais de tarefas e operações em SIG's (e.g. Timpf, 2001³³; Albrecht, 1997³⁴ citados por SEIXAS, 2004), nota-se a

32 Nota do autor: importante salientar que as pesquisas destes autores tratam exclusivamente de mapas para processos exploratórios, cujo domínio de tarefas é complexo e destinam-se a usuários altamente especializados

33 TIMPF, S. Geographic Task Models for Geographic Information Processing. In: **Meeting on Fundamental Questions in Geographic Information Science**, Manchester, UK, Duckham, M. and Worboys M.F. (editors), 2001. p. 217-229.

34 ALBRECHT, J. Universal Analytical GIS Operations. In: CRAGLIA, M.; ONSRUD, H. (ed) **Geographic Information Research: Transatlantic perspectives**. London, Taylor & Francis, 1997. p. 577-591.

necessidade de procurar classes e métodos universais de ação que os usuários supostamente utilizariam para trabalhar e interagir com SIG's. Assim, a autora determina que parece haver um problema intrínseco aos modelos universais de tarefas e seu subsequente uso na avaliação de usabilidade por métodos tradicionais de base cognitiva.

Skarlatidou e Haklay (2006) avaliaram portais que ofereciam mapas e serviços de rotas e navegação em geral. Foram avaliados oito produtos em testes de usabilidade para 30 usuários. O estudo concluiu que, mesmo em produtos comerciais, onde o tráfego de usuários é indicativo de lucro, existem problemas sérios no cumprimento de tarefas fundamentais de cada sítio.

Falat (2007) avaliou a eficiência de mapas para a *web*, propondo testes para avaliação de usabilidade de mapas de um atlas eletrônico, utilizando como grupo testado os próprios usuários do sistema e critérios de ergonomia. Os resultados identificaram aspectos críticos no processo de interação entre usuários e sistemas, tais como a importância da formulação adequada de tarefas ou questões que o usuário realiza e a dificuldade em se estabelecer um critério para determinar o sucesso ou “não-sucesso” (p.79) da interface em avaliação, em função do seu caráter subjetivo.

Miller (2007) especifica diretrizes para mapas multimídias. Apesar de deixar claro que a internet pode inserir novas variáveis na especificação da interface, as diretrizes propostas pela autora podem ser adaptadas de forma a considerar as particularidades das tecnologias para *web*. Os componentes identificados por Miller (2007) como primários na interface de mapas interativos são:

- a) Interface gráfica³⁵;
- b) conjunto de dados (interface-mapa);
- c) *links*.

Suas considerações dizem respeito primordialmente à interface gráfica, admitem que todos os elementos são atualizados dinamicamente entre si e são sumarizadas abaixo:

1. Obrigatoriedade de ferramentas de *zoom in*, *zoom out*, definição de escalas pré-configuradas, *panning*, modificação de pontos-de-vista, seleção de

35 GUI – Graphical User interface

- camadas de informação e ferramentas de busca;
2. Presença de elementos relativos à direção, escala, coordenadas geográficas, indicação de norte, legenda;
 3. Mapa de referência;
 4. Presença de alguma forma de indicação de status de um determinado símbolo – ativo ou não-ativo, por exemplo;
 5. Maior visibilidade para objetos que têm a atenção do usuário.

Nivalla (2007) realizou testes de usabilidade em sítios de mapas na internet de grande apelo comercial com vários perfis de usuário e chegou a algumas diretrizes relacionadas à utilização da interface destes produtos. A autora afirma que os testes realizados permitiram considerar que os designers destes sítios deveriam projetá-los de forma a responder diferentes classes e necessidades de usuários, tornando os sistemas flexíveis e mais próximos de programas de uso geral. Além disso também foi identificada a necessidade da sistematização para metodologia de testes para este tipo de mapa, o que ainda inexistia na literatura especializada.

A partir dos seus testes, Nivalla (2007) propôs uma série de diretrizes para tornar mapas comercialmente viáveis: subjetivamente agradáveis de usar, funcionais e com aprendizado fácil. Algumas destas diretrizes são listadas a seguir:

a) Para o sítio em geral:

- Poucas animações e anúncios, de forma a não perturbar o usuário;
- Agrupar ferramentas;
- Caixas de pesquisa devem ocupar a parte central do layout;
- Usuário deve conseguir usar o mapa imediatamente ao entrar no sítio;
- *Links* devem ser sempre abertos em outra instância do navegador (abas ou janelas) e conter atalho para retornar ao estado anterior.

b) Para o mapa:

- O mapa deve ser otimizado para a resolução do monitor do usuário;
- Cada uma das escalas disponíveis deve considerar as decisões de projeto cartográfico relativas à generalização;
- Deve-se informar ao usuário sobre a acuracidade e validação dos dados geográficos “oferecidos” no produto;
- Ferramentas de interatividade devem ser facilmente distinguíveis;

- Unidades de medida devem ser customizáveis;
- A ferramenta de deslocamento que mais se aplica é no estilo “clique e arraste”;
- Utilizar nomes ao invés de números na escala do mapa, como: escala de rua, escala de bairro, escala de país;
- Proporcionar uma informação de referencial espacial durante as mudanças de escalas;
- Os usuários devem ter acesso à ajuda e dicas em todas as funções do sítio;
- As mensagens de erro devem ser claras, informativas e facilmente distinguíveis.

Existem ainda trabalhos voltados para a geovisualização e uso de mapas de forma exploratória (VAN ELZAKKER, 2004; TOBÓN, 2002; FAIRBARN, 2001; ANDRIENKO;ANDRIENKO, 2003; MACEACHREN; KRAAK, 2001, FUHRMAN; MACEACHREN, 2001), na área de avaliação de interfaces para sistemas de Informações Geográficas (BEST-GIS, 1998; ELVINS; JAIN 1998) e produtos para *web* (FALAT, 2007; HIRAMATSU *et al*, 2000; NIVALA, 2007; SKARLATIDOU; HAKLAY, 2006; SEIXAS, 2004; MAZIERO, 2007). Esta última área de pesquisa é relativamente nova e possui diversos problemas a solucionar, principalmente no que diz respeito ao caráter universal da internet e a conseqüente pluralidade de usuários.

Desta forma, os trabalhos aqui analisados apontam para indícios de um projeto de interfaces para produtos cartográficos na *web* que possui princípios e diretrizes particulares, seja qual forem as abordagens usadas nos testes de interfaces ou com relação ao grupo de usuários analisados. Porém aqui assume-se que a maior parte dos trabalhos não considera o caráter universal da internet e nem procura métodos que quantifiquem o grau de penetração destes mapas nos costumes de usuários da *web* em geral e em como estes usuários podem ser beneficiados por isso na utilização de mapas na *web*. Entretanto, muitas diretrizes para o projeto de interfaces vem sendo propostas, cabendo à pesquisa na área testá-las em relação a um maior espectro de funcionalidades, usos e usuários.

Norman (1990), há cerca de 18 anos, já apontava que o desenvolvimento de interfaces não pode ser guiado pelas possibilidades tecnológicas e sim pelo desejo

e necessidade dos usuários. O mesmo autor continua (p. 216): “Uma interface é um obstáculo: ela fica entre uma pessoa e o sistema sendo usado.” Segundo esta abordagem, a interface, assim como o próprio computador deveria ser invisível, subserviente à tarefa que a pessoa está tentando executar. Ou seja, para o autor, é a tarefa que deve estar visível; a tarefa e as ferramentas necessárias para o cumprimento dela. Assim, a questão passa de: “Como devemos projetar a interface?” para “Que ferramentas devem ser providas para a execução da tarefa?” As regras de construção de interfaces passam a ser de importância secundária, funcionando apenas para auxiliar o usuário, o que nos leva a conclusão, segundo esta idéia, que um bom projeto de interfaces começa por definir o que o programa pode fazer pelo usuário e pelas suas necessidades.

5. METODOLOGIA

De forma a atender os itens propostos como objetivos específicos no item 1.2.2, serão descritas a seguir as etapas que compõem a metodologia desta pesquisa: a avaliação de produtos existentes e o conseqüente panorama do estado da arte no Brasil; a construção de uma página web para os testes com o usuário e a descrição de seu funcionamento, de acordo com produtos e tecnologias aventados na etapa anterior e de detalhada pesquisa e revisão teórica – cap. 3 e; os testes com o usuário, a metodologia para avaliação destes testes e a proposição de diretrizes e sugestões para a construção de mapas funcionais na *web* mais eficazes para os usuários destes produtos.

5.1 VERIFICAÇÃO DE PRODUTOS EXISTENTES

A verificação dos produtos existentes objetiva conhecer o estado da arte no Brasil e catalogar a maneira como estão projetadas as interfaces dos mapas interativos nestes produtos, tanto no registro da presença ou ausência de ferramentas (QUADRO 5), quanto na descrição da arquitetura computacional utilizada para sua implementação.

Neste trabalho também se adapta uma classificação atlas eletrônicos para *web*, baseada nas etapas da evolução dos *webmaps* e ainda na classificação de Kraak e Ormeling (1999), categorizando os produtos testados em:

- Atlas para simples vista - ASV: Apenas possui visualização de dados matriciais pré-prontos, com legenda e camadas pré-configuradas. A interatividade resume-se ao usuário escolher uma opção dentre as disponíveis de mapas pré-prontos;
- Atlas Interativo - AI: Utiliza servidores de mapas, que processam as requisições do usuário para montagem de camadas específicas. Possuem ferramentas básicas de interatividade como *zoom in* e *zoom out* via níveis de

escala pré-configurados, *zoom in e zoom out via box, panning* (deslocamento) no mapa principal, *panning* em mapa de referência, redesenho e acesso à banco de dados para informação textual sobre feições.

Classificação	Produtos avaliados				
	1	2	3	4	5
Características avaliadas					
Dimensionamento de tela					
Adequação a diferentes navegadores					
Existência de dicas interativas (hint's)					
Existência de página de ajuda ou manual de utilização					
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)				
	busca por tipo de feição				
	busca por texto (seleção por atributos)				
Modificação da base de dados pelo usuário					
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário					
Modificação de simbologia e esquema de cores					
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)					
Acesso à metadados padronizados					
Medição de distâncias					
Desenho de feições diretamente no mapa					
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)					
Acesso à informação temporal					
Montagem de mapas, animações e análises temporais					
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto					

QUADRO 5 – MODELO DE LEVANTAMENTO DE DADOS ACERCA DE SISTEMAS DE ATLAS ELETRÔNICOS BRASILEIROS NA *WEB*
 FONTE: O Autor (2008)

Para a verificação das funções de interatividade descritas no QUADRO 6, serão consideradas 3 classes de resposta, a saber:

- *SIM* – no caso de implementação da função, considerada satisfatória, do ponto de vista do cumprimento da tarefa a que ela se propõe, sem considerar outros fatores;
- *NÃO* – no caso de ausência da ferramenta;
- *Em parte* – no caso de existência da ferramenta, sendo porém verificado que há o cumprimento apenas parcial do objetivo a qual ela se propõe.

Estas funções avaliadas constituem-se resultado de pesquisa acerca das funcionalidades possíveis de serem implementadas em mapas na *web* na atualidade, de acordo com especificações técnicas disponibilizadas pelos desenvolvedores, por produtos em funcionamento verificados e trabalhos realizados³⁶. A todo momento novas funcionalidades tornam-se factíveis nestes sistemas, já que a evolução da internet faz com que as limitações da visualização de dados em navegadores *web* cada vez mais sejam diminuídas, de forma a aproximar

³⁶ Ver capítulo 3 e item 4.5 desta dissertação

estes sistemas dos SIG para *desktops*.

Para cada um dos produtos verificados efetuou-se a descrição completa da arquitetura computacional utilizada, a descrição detalhada da interface, dados relativos ao conteúdo disponibilizado e recursos adicionais, diferentes daqueles avaliados no QUADRO 5, quando estes foram encontrados.

Considerar-se-ão para efeito de inclusão no teste, apenas páginas brasileiras e de procedência informada. Serão escolhidos produtos – listados no QUADRO 6 - que retratem dados geográficos de várias regiões do país, bem como com usos e públicos variados. Para o teste dos produtos serão utilizados os navegadores *Mozilla Firefox 3.0.3* e *Internet Explorer 7*, com *plug-ins adobe flashplayer* instalados e em conexão de *link* dedicado, da Universidade Federal do Paraná.

Identificação	Nome do Produto	Endereço Eletrônico	Data do último acesso
1	Atlas do Estado do Amazonas – SIGLab INPA	http://siglab.inpa.gov.br/atlasamazonas	20/07/07
2	Atlas de saúde do Brasil	http://svs.aids.gov.br/atlas	23/10/08
3	Mapas de transportes – ministério dos transportes	http://www.transportes.gov.br/bit/inmapa.htm	23/10/08
4	Atlas sócio-econômico do Rio Grande do Sul	http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/indice_mapas.asp?menu=331	23/10/08
5	Atlas Geográfico Escolar - IBGE	http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/index.shtm	23/10/08
6	Atlas Eletrônico do Estado de SP	www.eatlas.sp.gov.br/	20/07/07
7	Mapa interativo do estado de SC	http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br	23/10/08
8	Atlas interativo do nordeste	http://www.nctn.cm2.inpe.br/terraviewweb/terraWeb/bin/terraWeb.html	23/10/08
9	GeoliveRN – portal de informações da saúde (Rio Grande do Norte)	http://geolive.saude.m.gov.br/pmapper-menu/map.phtml	23/10/08

QUADRO 6 - ATLAS ELETRÔNICOS AVALIADOS
FONTE: O Autor (2008)

5.2 CONSTRUÇÃO DO MAPA PARA TESTES

Para a construção do produto a ser utilizado na análise, a avaliação dos produtos descritos no QUADRO 6 e a revisão da literatura acerca da tecnologia atual

em mapas para a internet resultou na decisão da arquitetura utilizada, segundo as seguintes questões:

- a) Tipo de produto esperado;
- b) Natureza do código;
- c) Formato computacional dos dados espaciais;
- d) Tipo de linguagem de programação utilizada.

Ao mesmo tempo, estas questões definiram as possibilidades de simbologia da interface-mapa e a implementação de ferramentas na interface computacional.

A interface do produto constituiu-se em uma aplicação *client-side*, com poucas dependências de operações *server-side* (exceção feita aos formulários), devido à maior facilidade de implementação e independência de plataforma. O servidor *web* e o servidor de mapas foram implantados de forma a proporcionar robustez, confiabilidade e rapidez à consulta à base de dados local – em servidor “*windows 2003 server*”, localizado no Laboratório de Cartografia da Universidade Federal do Paraná – além de proporcionar facilidade de publicação na *web*. Optou-se por trabalhar com códigos de natureza livre (*open source*), com suporte a repositório em banco de dados (“*postgresql*”) e formato vetorial compatível com biblioteca OGR/GDAL[®], suporte a transformações em sistemas de coordenadas – Especificação CT - e utilizando-se de linguagens *mark-up* (XML, HTML, GML), *ajax/javascript* para a implementação da interface computacional, além de formulários enviados para conta de e-mail por meio de código HTML/PHP.

Foram incorporadas ao produto, um mapa interativo que preenche os requisitos para mapas em Atlas Interativos (AI), ferramentas de análises espaciais semelhantes àquelas implementadas nos Sistemas de Informação Geográfica tradicionais. As ferramentas “Medição de distâncias” e “Consulta”, foram implementadas por meio de botões do tipo ligado/desligado, com operações diretamente na interface-cliente. A ferramenta de “Interseção” foi implementada por meio de formulário PHP, com operações relativas à geometria das feições realizadas no servidor, via banco de dados espacial – “*PostGis*”, e consultas SQL. Todos os códigos usados na programação da página encontram-se sumarizados no texto do apêndice A, que deve ser acompanhado de um *cd-rom* contendo os arquivos.

Baseado na pesquisa realizada, optou-se pela utilização dos seguintes softwares:

- “*Openlayers*”: Biblioteca para a implementação da interface;
- “*PostgreSQL/postGIS*”: Gerenciador de banco de dados espacial;
- “*Geoserver*”: Servidor de mapas;
- “*Apache/tomcat*”: Servidor web;
- “*Notepad ++*”: Editor de linguagem de programação;
- “*PHPMailer*”: Biblioteca para envio de e-mails por meio de formulários.

A simbolização dos mapas foi realizada com o software “*Udig*”, também código-aberto, rodando em sistema operacional *windows XP*.

5.2.1 Área de Estudo

A área a ser mapeada constitui-se no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, com coordenadas geográficas centrais aproximadas de 25° 26' 59" S e 49° 13' 59" O, devido à facilidade de acesso aos dados, uma vez que foram realizadas visitas de campo para coleta de informações. A base cartográfica foi fornecida pela Prefeitura do Campus. A mesma foi enviada em formato CAD (arquivo dxf), tendo como referencial planialtimétrico o datum SAD69. Para o produto cartográfico optou-se pela projeção dos dados em coordenadas UTM, datum SAD 69, zona 22.

As feições fornecidas na base cartográfica e assumidas como necessárias para a localização do usuário no Centro Politécnico, que foram utilizadas no trabalho são:

- Edificações, que incluem os blocos e prédios;
- Quadras (esportivas) e piscinas;
- Limites do Centro Politécnico;
- Corredores, vias de acesso e vias internas;

- Árvores
- Passarela (para o campus II, Jardim Botânico)

Para montagem do banco de dados, foram realizadas visitas de campo para a identificação os atributos referentes às seguintes classes de feições:

- Laboratórios;
- Salas de Aula;
- Outras Salas.

Estas classes foram escolhidas aleatoriamente para as operações de sobreposição de mapas por estarem inseridas dentro de outra classe de feições (blocos), o que permite a realização da tarefa de sobreposição de feições. Além destas, também foram criadas feições lineares relativas aos caminhos entre a “quadra 01” e o “LAGE”, totalizando quatro opções de caminhos.

A identificação das feições para preenchimento das tabelas de atributos foi realizada por meio de visita em campo, sendo que alguns destes dados podem não corresponder à realidade devido à ausência de uma identificação física clara e visível. Convencionou-se utilizar o segundo andar dos blocos como padrão para a identificação das salas e laboratórios, uma vez que o andar é uma informação irrelevante para os propósitos deste trabalho..

As funções implementadas nos testes serão descritas no decorrer do próximo item.

5.3 TESTES COM O USUÁRIO

De acordo com Nielsen (1993) uma das questões-chave na avaliação de qualidade de interfaces é a utilidade, que é um atributo que diz respeito a influência da interface na realização de uma tarefa específica. Este atributo, por sua vez, está diretamente ligado ao conceito de eficácia e requer uma abordagem inicialmente quantitativa em seu processo de avaliação e validação, quando tratamos de uma população infinita e desconhecida – usuários adultos de internet no Brasil. Este tipo

de estudo relacionado à cartografia é descrito por van Elzakker (2004)³⁷ e pode ser observado em Brodersen et al (2002). Dentro desta abordagem o conceito de mapas funcionais está atrelado à construção de mapas projetados com funcionalidades específicas para o cumprimento de um determinado conjunto de tarefas.

Importante salientar que a escolha por uma metodologia relacionada à eficácia de determinadas funções advém da necessidade de um processo de comunicação cartográfica efetivo para a maioria dos usuários, ponto de partida para a inserção de questionamentos relativos aos processos cognitivos envolvidos nesta comunicação.

Propõe-se neste trabalho a utilização de uma abordagem de testes quantitativa, na qual os resultados pretendem unicamente avaliar a eficácia de mapas funcionais para *web* desenvolvidos com três propósitos. Neste contexto buscou-se testar, no campo das análises espaciais em Sistemas de Informação Geográfica, três funções específicas, descritas por Aronoff (1989): *medição de distâncias, sobreposição, ferramenta de consulta e seleção*. Estas ferramentas foram implementadas no mapa de testes e incorporadas à interface do produto avaliado e aqui serão referidas como ferramentas de análise.

De modo a obter uma resposta confiável, tanto o desenvolvimento do mapa para análise quanto o procedimento estatístico foram desenvolvidos de forma a eliminar influências indesejadas relativas a outras variáveis independentes que possam influenciar a eficácia de mapas funcionais. Dentro do contexto da usabilidade na internet, estas variáveis podem ser de ordem técnica – relativas ao acesso às tecnologias de uma maneira geral - como também fatores culturais intrínsecos ao ser humano (Nielsen, 1993).

Para a investigação foram definidas variáveis independentes, a saber: existência das ferramentas de análise na interface (1); inexistência das ferramentas de análise na interface (2). Também foi analisada como a mudança nestas variáveis influencia a variável dependente, que é o cumprimento da tarefa dada (Y).

Para validação da independência ou associação entre estas variáveis foi utilizado teste qui-quadrado, que, segundo Witte & Witte (2005), é utilizado quando as análises estatísticas referem-se a dados qualitativos e são baseadas em

37 Também descrito em MacEACHREN (1995), chamado por este autor de “*map engineering*” - engenharia de mapas

freqüências observadas. Ainda segundo este autor, o teste qui-quadrado focaliza quaisquer discrepâncias entre freqüências observadas e esperadas e, no caso de dados classificados de maneira cruzada ao longo de duas variáveis qualitativas, avalia essas discrepâncias como um teste de independência para estas variáveis.

As hipóteses estatísticas são:

Hipótese nula (H_0): Não existe relação entre a presença/ausência das ferramentas de análise e o cumprimento das tarefas relacionadas para cada mapa.

Hipótese objeto da pesquisa (H_1): H_0 é falsa.

As freqüências esperadas foram calculadas a partir dos totais e espera-se obter a significância estatística das variáveis independentes por meio de testes de análise de variância (ANOVA)

Outras variáveis independentes analisadas foram a utilização da ferramenta (3); e as características do usuário: escolaridade (4), experiência na utilização de sítios em geral na *web* (5), experiência com uso de mapas em geral (6), experiência na utilização de mapas na *web* (7);

Além disso, também foi aplicado o método de regressão logística, baseado no Modelo Logístico Linear Múltiplo, para quantificar a influência das 7 variáveis independentes, nesta análise tratadas como fatores, na variação da variável dicotômica Y – cumprimento da tarefa. Os resultados da regressão logística devem ser confirmados por meio de análise de variância multivariada (MANOVA). Para a análise de ambas as etapas estatísticas foi utilizado o programa código-aberto R, em sua versão para sistema operacional *linux*.

O modelo de regressão logística indica a probabilidade da ocorrência de P, que é a relação direta entre Y (variável dependente) e X (variáveis independentes). O modelo calcula os coeficientes β_i e uma constante α e a probabilidade de Y assumir um valor positivo é escrita na forma:

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum \beta_i X_i)}} \quad (1)$$

Os termos α e β representam parâmetros desconhecidos, que serão estimados com base nos dados amostrais obtidos pelo método da máxima verossimilhança. Dentro da regressão logística, pode-se aplicar a estratégia do

modelo reduzido que, por meio do cálculo dos valores p , realiza iterações para definir o melhor modelo ajustado, minimizando as variáveis inclusas de forma a descartar aquelas não-significantes, que dão contribuição nula ou quase nula para o ajuste do modelo.

A análise de variância constitui-se em um teste para determinar se as médias de 2 ou mais populações são iguais. Para o caso de haver mais de uma variável dependente, utiliza-se a análise de variância multivariada (MANOVA), cujo objetivo é analisar simultaneamente múltiplas medidas de cada indivíduo ou objeto sob investigação (HAIR et al, 1998). As suposições básicas para a utilização do modelo são a normalidade dos dados (neste trabalho verificada pelo teste *shapiro*) e a variância constante (calculada por meio do teste qui-quadrado). A partir dos testes F gerados na análise de variância, é possível utilizar o Teste da mínima diferença significativa de Fisher, teste de comparação múltipla dado pela equação 2:

$$T_{LSD} = \frac{|\bar{y}_i - \bar{y}_j|}{\sqrt{MQ_{ERRO} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} \sim t \quad (2)$$

onde:

n = número total de observações nos k tratamentos ($n - k$ = Graus de Liberdade da MANOVA);

MQ = Quadrado das Médias (Soma dos Quadrados/ Graus de liberdade)

5.3.1 População e Tamanho da amostra

O universo estudado é o de usuários de internet no Brasil que possuem interesse no uso de mapas na internet, definidos como usuários de frequência mínima mensal, O número de usuários da internet brasileira é estimado em cerca de 32 milhões de pessoas no ano de 2005, considerando usuários que acessaram conteúdo da internet nos 3 meses que antecederam a coleta de dados (IBGE, 2007).

Cerca de 6,55% do número total de usuários da internet mundial é identificado como brasileiro (NIELSEN NETRATINGS, 2008) e no primeiro semestre de 2007, o número de usuários da internet no país cresceu 21% (SANTOS, 2008). De acordo com o QUADRO 7, os usuários freqüentes, que utilizam a internet pelo menos uma vez por mês, já correspondem a 15,4% da população brasileira – 29,5 milhões - estimando-se que em 2011 essa percentagem chegue a 22,1%. Este levantamento aponta ainda que, em valores absolutos, o Brasil é o país da América latina com o maior número de usuários freqüentes, seguido de Argentina e México, que possuem um maior número relativo de usuários.

	2005	2006	2007*	2008*	2009*	2010*	2011*
ARGENTINA	6,9	7,9	8,8	9,8	10,9	12,0	13,1
% DA POPULAÇÃO	17,5%	19,8%	21,8%	24,1%	26,6%	29,0%	31,3%
BRASIL	17,5	21,2	25,2	29,5	34,2	39,0	43,7
% DA POPULAÇÃO	9,4%	11,3%	13,3%	15,4%	17,6%	19,9%	22,1%
MÉXICO	16,8	20,0	23,6	27,4	31,5	35,6	39,5
% DA POPULAÇÃO	15,8%	18,6%	21,7%	24,9%	28,3%	31,6%	34,7%

QUADRO 7 – USUÁRIOS DE INTERNET COM FREQUÊNCIA MÍNIMA MENSAL NOS MAIORES PAÍSES DA AMÉRICA LATINA (2005-2011)

FONTE: EMARKETER (2007)

NOTA: dados em milhões de usuários e % da população, onde * significa estimativa

O método de amostragem deu-se por meio de amostra aleatória simples, através do envio de convites a usuários por meio de listas de *e-mails* e fóruns de discussões na própria internet, bem como convites pessoais a perfis em sítios de relacionamento. O modelo utilizado para convite encontra-se no Apêndice B. Tal modelo foi mandado para cerca de 25 listas de e-mails, com a devida autorização de seus proprietários, dentre as quais incluem-se as listas: “culturas populares br”, “wireless br”, “fans de ficção científica”, “Ami-cão”, “Arcgis Brasil”, “Homem Aranha br”, entre outras. Também foram mandadas mensagens para perfis aleatórios no sítio de relacionamento “facebook” e “orkut”. As mensagens também foram divulgadas por outras pessoas, junto a sua rede de contatos na internet. Para estimular a realização do teste, foi sorteada premiação entre os participantes. O website da pesquisa permaneceu no ar por 15 dias, no período de 26/05/2009 a 10/06/2009.

A definição do tamanho da amostra é calculada com base na estimativa da proporção populacional e dada pela Equação 3:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{E^2} \quad (3)$$

onde:

n= número de usuários na amostra

$Z_{\alpha/2}^2$ = grau de confiança

p = Proporção populacional de indivíduos do grupo experimental

q= Proporção populacional de indivíduos do grupo de controle

E= Erro Máximo da Estimativa

O tamanho da amostra é calculado utilizando-se os seguintes valores:

- Proporção na população: 50% (WITTE; WITTE, 2005);
- Precisão absoluta: 6% (margem de erro amostral);
- Nível de significância: 5% (95% dos testes amostrais terão o mesmo resultado – grau de confiança).

Chegou-se então a um tamanho de amostra mínimo, que corresponde a 267 usuários. Segundo Witte e Witte (2005), ao fazer generalizações que extrapolam as observações existentes, existe sempre a possibilidade de ocorrência de um erro do tipo I – quando H_0 é verdadeira e a rejeitamos - ou de um erro do tipo II – quando H_0 é falsa e a mantemos.

Estatisticamente não podemos estar absolutamente certos de termos tomado a decisão correta; na melhor das situações utilizamos um procedimento de teste que produz geralmente uma decisão correta quando H_0 é verdadeira ou quando H_0 é gravemente falsa. A probabilidade de erro do tipo I neste trabalho, então, foi igual a 5% e a seleção de tamanho de amostra pela equação (3), tornou a probabilidade de ocorrência de erro do tipo II igual a 6%.

Foram automaticamente descartados da amostra, de forma a manter seu caráter aleatório bem como evitar a utilização de conhecimento prévio na execução das tarefas, usuários com *ip* da rede UFPR, e-mails que contivessem a palavra “ufpr” e de alunos do departamento de Geomática da Universidade Federal do Paraná, sejam de nível de graduação, ou pós-graduação.

5.3.2 Tarefas e forma de avaliação

Foram propostas 3 tarefas para cada usuário. Para cada uma delas, os usuários foram divididos em dois grupos: o grupo de controle, cuja interface contém apenas funções básicas de interatividade e o grupo experimental, que utilizou a mesma interface, acrescida das ferramentas de análise. A sequência deu-se de forma sistemática: a primeira tarefa foi atribuída aleatoriamente para cada usuário, de forma a garantir a igualdade quantitativa entre os grupos. Para a sequência, automaticamente o usuário foi levado à alternância de grupos, até o cumprimento das 3 tarefas propostas.

A descrição das tarefas, da forma de avaliação da resposta do usuário e das ferramentas de análise implementadas para o grupo experimental estão descritas no QUADRO 8. Para o grupo de controle, as tarefas são as mesmas, bem como a forma de avaliação das respostas, porém as ferramentas implementadas resumiram-se às consideradas essenciais na interface de acordo com Miller (2007) e Nivalla (2007), descritas no QUADRO 9.

Para o grupo de controle, as tarefas 2 e 3 (QUADRO 9) foram colocadas de maneira que seu cumprimento estivesse condicionado a uma correta manipulação das funções de interatividade (navegação), uma vez que a simbologia foi preparada de acordo com regras de generalização, com feições cuja geometria (tarefa 2) e identificação de feições (tarefa 3) somente são mostradas no mapa a partir de uma determinada escala. Já a tarefa 1 busca avaliar aspectos da cognição espacial do usuário relacionadas à relação espacial (comparação) entre objetos e a noção de distância, assumindo que a manipulação das funções de interatividade pode auxiliar neste processo.

Na continuação da metodologia proposta, optou-se pela quantificação em classes de certas características do usuário, reconhecidamente influentes no processo de comunicação cartográfica (KRAAK; ORMELING, 1996; FAIRBARN *et al.*, 2001; CARTWRIGHT *et al.*, 2001). As classes para cada uma das características foram definidas a partir de estudos anteriores (MAZIERO, 2007; PREECE *et al.* 2005). A aplicação de questionários (QUADRO 10) foi a técnica escolhida,

principalmente devido à facilidade para coleta dos dados considerando a logística disponível para a pesquisa. Também segundo Nielsen (1993), este tipo de técnica, juntamente com testes de observação, obtém resultados mais confiáveis e acurados do que outras técnicas, como as entrevistas, nas avaliações de interfaces.

<i>Ferramenta</i>	<i>Tarefa</i>	<i>Resposta</i>	<i>Especificação da ferramenta</i>
Medição de distâncias	Tarefa 1 - Encontrar o menor caminho, dentre quatro possíveis, entre duas feições (Quadra 01 e LAGE)	Por meio da escolha, em formulário, de um dos quatro caminhos (vermelho, laranja, azul e verde)	Medição de distância (botão): mede a distância de feição linear, para cada clique do mouse
Interseção	Tarefa 2 - Identificar quais salas de aula localizadas no bloco 06	Digitação de nomes em formulário	Botão interseção: o usuário é questionado a selecionar duas camadas e quando ativa a ferramenta o mapa é modificado de forma a destacar somente o resultado da operação.
Consulta de atributos	Tarefa 3 - Identificar feições de diferentes geometrias (Prefeitura, atual Restaurante Universitário e Guarita 1)	Por meio de digitação de coordenadas, em formulário.	Botão de consulta; ao clicar abre uma pequena janela, que mostra a seleção do atributo correspondente na tabela de atributos, para a camada ativa

QUADRO 8 - TAREFAS PROPOSTAS; FORMA DE AVALIAÇÃO DA RESPOSTA; ESPECIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE.

FONTE: O Autor (2008)

Interface-computacional (marginalia ³⁸)	zoom in por janela, zoom out por janela, definição de escala, deslocamento (pan), indicação de coordenadas geográficas interativas, escolha de camadas, indicação de norte, legenda, escala gráfica.
Interface-mapa	região mapeada, toponímias, simbologia

QUADRO 9 - ELEMENTOS IMPLEMENTADOS NA INTERFACE DO MAPA DE ANÁLISE PARA O GRUPO DE CONTROLE.

FONTE: O Autor (2008)

Seguindo-se a recomendação encontrada na literatura (NIVALA et al, 2007; ANDRIENKO et al, 2003; KÜLLI, 2003), todas as funcionalidades dos mapas, bem como as próprias tarefas, possuem uma detalhada descrição, instruções e dicas de funcionamento. Ao início de cada uma das 3 tarefas, é aberta, uma janela flutuante de cor amarela, sobrepondo-se ao mapa, contendo instruções mínimas para que o mapa seja corretamente utilizado (FIGURA 13), de forma que o usuário precisa esconder esta janela para iniciar a interação com o mapa, o que procura forçar a leitura das informações ali contidas. As páginas relativas a cada uma das tarefas

³⁸ Toda informação inclusa ao redor do mapa em si

também possuem um *link* para uma página de ajuda (FIGURA 14), projetada para solucionar os casos mais comuns de erros e problemas na utilização, verificados no período de testes da aplicação.

Obrigado por participar desta pesquisa, não esqueça de preencher seu e-mail para concorrer ao prêmio

Por gentileza, indique a alternativa mais apropriada:

Sua Faixa de idade:

10 a 16 anos

17 a 25 anos

26 a 34 anos

35 ou mais

Nível de formação:

Ensino Médio

Estudante de graduação

Superior completo/Especialização

Mestrado/Doutorado

Frequência de uso da Internet:

diária

semanal

mensal

Há quanto tempo você começou a usar a Internet:

menos de 1 ano

entre 1 e 3 anos

mais de 3 anos

Qual sua experiência com uso de mapas em geral:

uso com frequência

uso de vez em quando

raramente uso

nunca uso

Qual sua experiência com serviços de de mapas NA INTERNET:

uso com frequência

uso de vez em quando

raramente uso

nunca uso

Caso já tenha usado este tipo de serviço, aponte quais deste produtos você já usou:

google maps

live maps (microsoft)

yahoo maps

mapquest

google earth

worldwind (nasa)

hahah

telelistas.net

apontador

maplink (uol)

outro. Qual? _____

E-mail:

QUADRO 10 - MODELO DO QUESTIONÁRIO DE CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO
 FONTE: Organizado a partir de PREECE et al. (2005) e MAZIERO (2007)

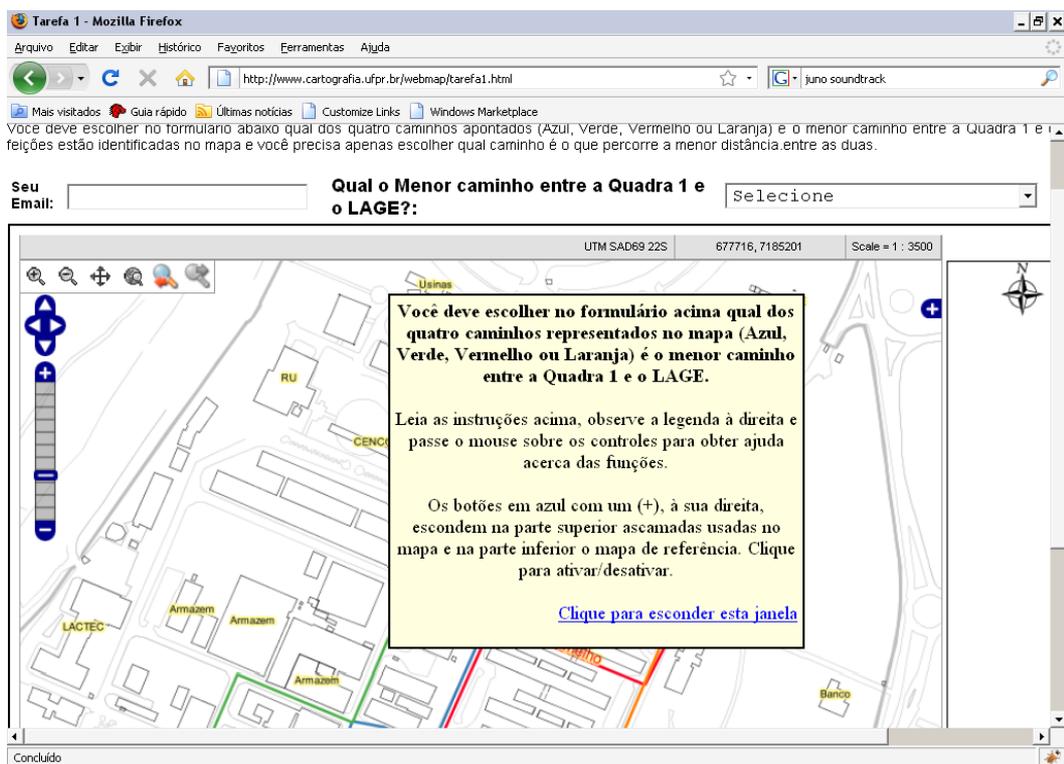


FIGURA 13 – JANELA DE INSTRUÇÕES BÁSICAS (TAREFA 1)

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa1.html>

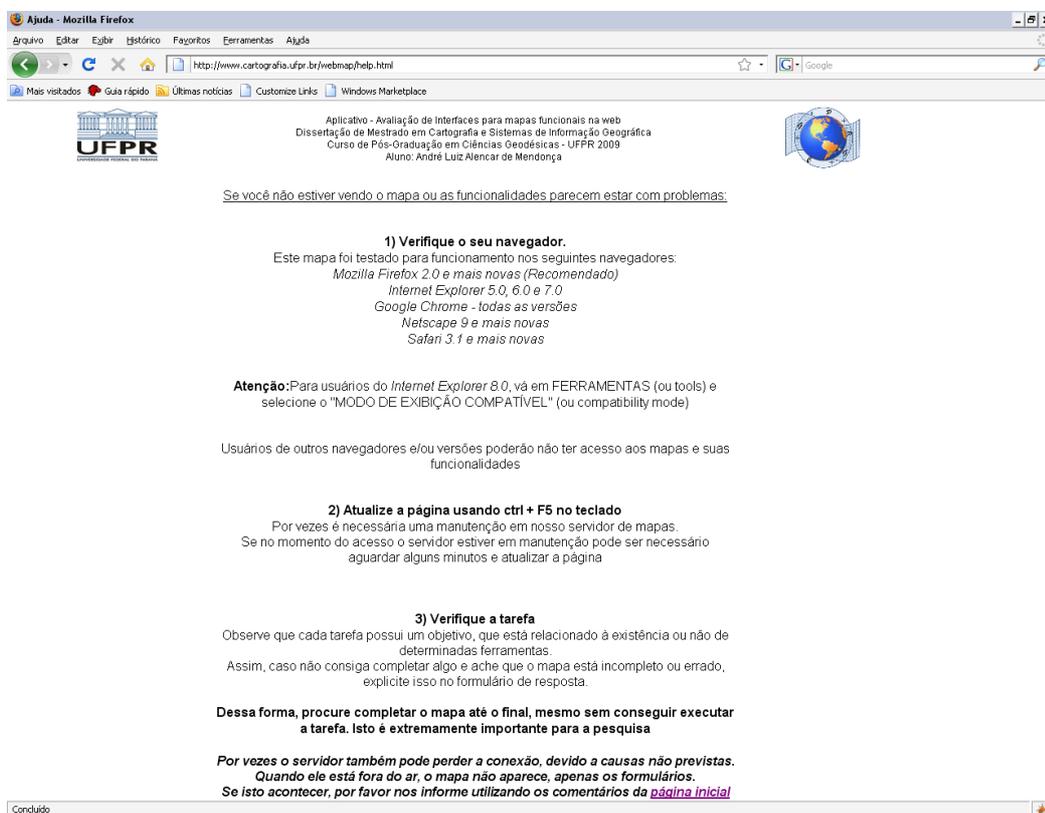


FIGURA 14 – PÁGINA DE AJUDA

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/help.html>

5.4 DECISÕES DO PROJETO DE INTERFACE

A FIGURA 15 mostra a interface básica para os mapas construídos para os testes. As decisões para a interface dos mapas foram baseadas em MILLER (2007), BEST-GIS (1998) e idéias da interface de sistemas de informação geográfica tradicionais como o UDIG³⁹, QUANTUM GIS⁴⁰ e ARCGIS⁴¹ também foram incorporadas. Na parte superior da tela encontram-se as instruções para o seu cumprimento, seguidas dos formulários onde o usuário deve selecionar ou digitar as respostas que julga corretas, bem como o seu e-mail, como forma de confirmar sua identidade e facilitar a posterior coleta de resultados para cada tarefa. Esta área da página constitui-se o *frame* principal da página, armazenado diretamente no servidor externo (cartografia.solimoes.ufpr.br). A interface-mapa e os controles da interface computacional encontram-se em um *frame* separado (800 x 600 pixels), logo abaixo do frame principal. O *frame* secundário está hospedado em um servidor local, pois necessita-se da instalação do servidor de mapas e do banco de dados, cujo servidor principal da Universidade Federal do Paraná ainda não possui suporte.

Optou-se por agrupar os botões que ativam funções de interatividade e ferramentas de análise no lado superior-esquerdo da tela. Os controles de deslocamento por setas e de ampliação e redução de escala por níveis pré-estabelecidos de acordo com a área de interesse encontram-se fixos em uma posição arbitrária (no canto superior-esquerdo do mapa), enquanto as demais funções – na ordem: *zoombox in* e *out*, deslocamento por arraste, botão de voltar à vista inicial e histórico de navegação (para frente e para trás) – encontram-se num painel, localizado acima dos controles supracitados.

Do lado direito da tela foram posicionados os controles de seleção de camadas e o mapa de referência, desativados por padrão e ativáveis quando o usuário clica nos ícones indicados com o símbolo “+”. Sobre as camadas, existem os *overlays*, que são camadas que podem ser ligadas ou desligadas da visualização, constituindo-se na informação temática do mapa, e uma camada-base (*baselayer*), que constitui-se na camada que contém os dados-base para cada tarefa, não sendo

39 [Http://udig.refrations.net](http://udig.refrations.net)

40 [Http://www.qgis.org](http://www.qgis.org)

41 [Http://www.esri.com/software/arcgis](http://www.esri.com/software/arcgis)

permitido ao usuário desativá-la. Todas as camadas são obtidas por meio de requisições *wms* ao servidor de mapas, uma vez que não é necessário nenhum tipo de interação com vetores ou com dados advindos de imagens em formato matricial, como imagens de satélite.

A biblioteca *openLayers* permite que se escolham as escalas que podem ser utilizadas para cada mapa, bem como os limites totais do mesmo (*bounds*), que são coordenadas dos cantos que limitam a visualização do usuário. Também implementou-se um pequeno código em linguagem *javascript* que permite a identificação do navegador do usuário, de forma a solucionar problemas encontrados com a transparência das camadas *wms* e o seu formato de saída, que por padrão, é uma imagem “png”. Para o caso de navegadores Internet Explorer versão 6.0, a transparência neste tipo de imagem não é possível de ser renderizada, devendo o formato ser modificado para imagem “gif”, que é um formato mais simples, esteticamente perceptível pelo aspecto serrilhado das linhas.

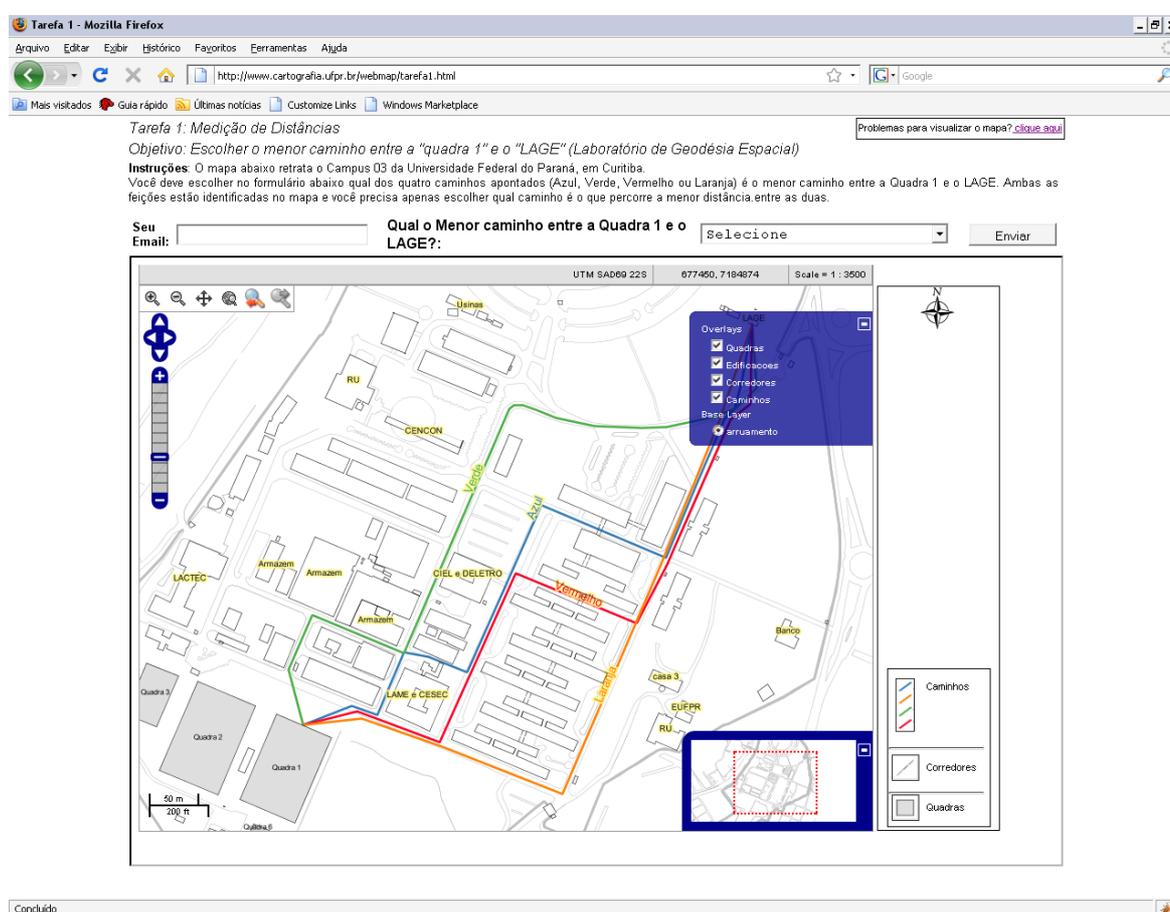


FIGURA 15 – INTERFACE GERAL

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa1.html>

No mapa de referência o usuário possui a opção de deslocar, por meio de um quadrado, o mapa principal para a sua área de interesse. Mais à direita, fora dos limites do mapa, encontram-se a indicação de norte e a legenda, esta criada por meio de uma requisição *wms*, feita diretamente ao servidor de mapas (retornando uma imagem, tamanho 20 x 20 pixels). A escala gráfica (em metros e em pés) encontra-se na região inferior-esquerda do mapa. Completa a interface um espaço em cor cinza, posicionado na parte superior do frame, onde estão localizadas as informações referentes ao sistema de coordenadas utilizado no mapa, as coordenadas planas do ponto onde está o ponteiro do mouse, a escala atual e, no caso da tarefa 1, grupo experimental, a distância medida, em metros.

Uma das maneiras de avaliar a eficácia do projeto de interface implementado neste trabalho é saber se o usuário utilizou todas as funcionalidades existentes no mapa. Para os mapas do grupo experimental, em cada tarefa será descrita a forma de verificação do uso das ferramentas de análise espacial. Porém, de forma remota, torna-se difícil a verificação do uso das funções de interatividade, principalmente pelo fato da interface estar baseada em uma aplicação *client-side*.

De forma a resolver este problema, a simbologia dos mapas, como descrito no item 5.3.2, preconizou a necessidade de o usuário interagir com a interface-mapa por meio destas funções, sendo impossível o cumprimento das tarefas propostas sem esta interação, que é dificultada de forma gradual conforme o decorrer do teste. A tarefa 1 requer pouca interação com estas ferramentas enquanto a tarefa 3, requer níveis de interação mais aprofundados. Assim, todas as tarefas foram construídas para serem cumpridas sem o auxílio das ferramentas de análise, porém espera-se que o uso destas ferramentas, em conjunto com as funções de interatividade, aumente o índice de tarefas completadas corretamente.

No caso específico da tarefa 3, a intenção é analisar se o usuário consegue ampliar a escala e mudar o ponto central da representação de maneira que consiga visualizar informações de uma região específica, com as etiquetas que contem o nome de cada feição aparecendo de acordo com o espaço disponível na tela, de forma que o nome esteja dentro do perímetro da própria feição. Na escala inicial do mapa (1:9000) é possível visualizar, dentre as 3 feições de interesse, apenas a identificação da feição RU, sem indicação de este ser o RU antigo ou novo. O

usuário precisa procurar em toda a extensão do mapa as feições restantes, e manipular as ferramentas de interação de forma correta até chegar aos dados. A identificação da feição prefeitura só está visível a partir da escala 1:3000 (6 níveis de zoom a partir da escala inicial) e a identificação da feição Guarita 1 só passa a ser visível a partir da escala 1:1000 - 10 níveis de zoom a partir da escala inicial.

Nos itens seguintes, será utilizada a nomenclatura tarefa (ou mapa) 1, 2 ou 3 acompanhada da respectiva letra, A ou B, onde A corresponde à tarefas do grupo de controle e B corresponde à tarefas do grupo experimental.

5.4.1 Tarefa 1: Medição de Distâncias

Na Figura 16, encontra-se a interface do mapa 1A, referente à primeira tarefa. O Mapa 1A não possui ferramentas de análise e o usuário apenas pode interagir com o mesmo pelas funções básicas de navegação para cumprir o objetivo da tarefa, que é *“Escolher o menor caminho entre a “quadra 1” e o “LAGE” (Laboratório de Geodésia Espacial)”*. As instruções dadas ao usuário são aqui reproduzidas: *“Você deve escolher no formulário abaixo qual dos quatro caminhos apontados (Azul, Verde, Vermelho ou Laranja) é o menor caminho entre a “Quadra 1” e o “LAGE”. Ambas as feições estão identificadas no mapa e você precisa apenas escolher qual caminho é o que percorre a menor distância entre as duas.”*

Para esta tarefa o usuário não pode deixar nenhum dos campos do formulário vazio, nem preencher o seu e-mail sem a inclusão de um texto válido para e-mails (com a existência de pelo menos um caractere “@”).

Na Figura 17, encontra-se a interface do mapa 1B, também referente à primeira tarefa. A única diferença em relação ao mapa 1A diz respeito à inclusão da ferramenta de medição de distâncias. A ajuda desta ferramenta possui o seguinte texto: *“Clique para ativar a Ferramenta de Medição de Distâncias no mapa. Com um clique você inicia a medição, no segundo clique um trecho é finalizado e o valor da distância aparece na parte superior do mapa. Continue usando um clique simples para cada um dos trechos. Para finalizar o caminho inteiro execute um duplo-clique.*

Para eliminar a linha de medição do mapa, execute outro duplo-clique”.

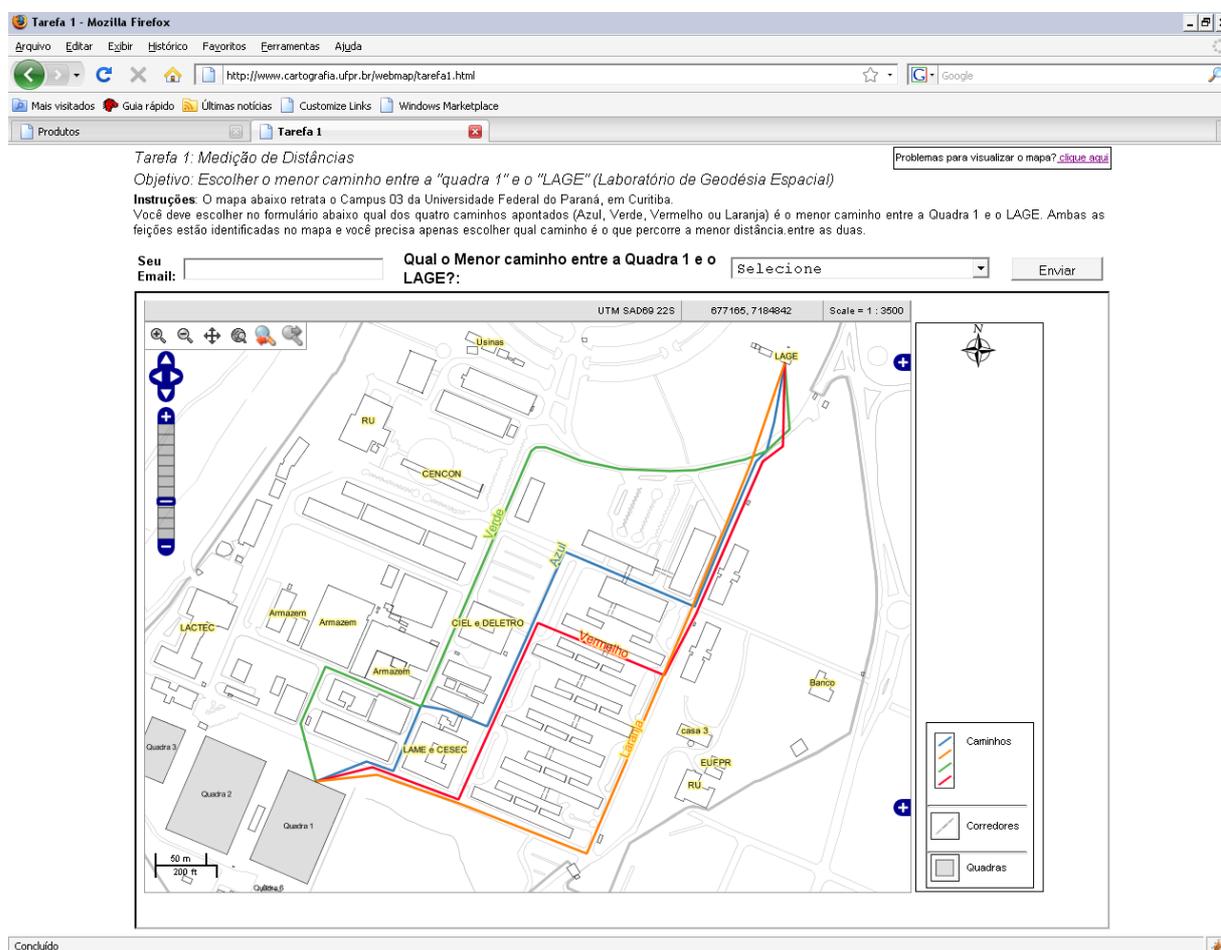


FIGURA 16 – INTERFACE TAREFA 1 – MAPA 1A

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa1.html>

Neste mapa (1B), o formulário de teste possui um campo para a digitação da distância em metros do menor caminho entre as feições supracitadas. Assume-se que, caso a distância digitada esteja em um intervalo de 20 metros para mais ou para menos em relação ao valor real, o usuário utilizou a ferramenta de medição de distâncias, uma vez que precisar estes valores somente por meio da visualização das feições é tarefa para usuários com alto grau de treinamento.

Os mapas para a tarefa 1 são constituídos por 4 camadas do tipo *overlay*: caminhos (linhas), corredores (linhas), edificações (polígonos) e quadras (polígonos); e uma camada do tipo base (*baselayer*): composta pelos dados de arruamento, trilhas, passarelas e os limites, todas feições lineares.

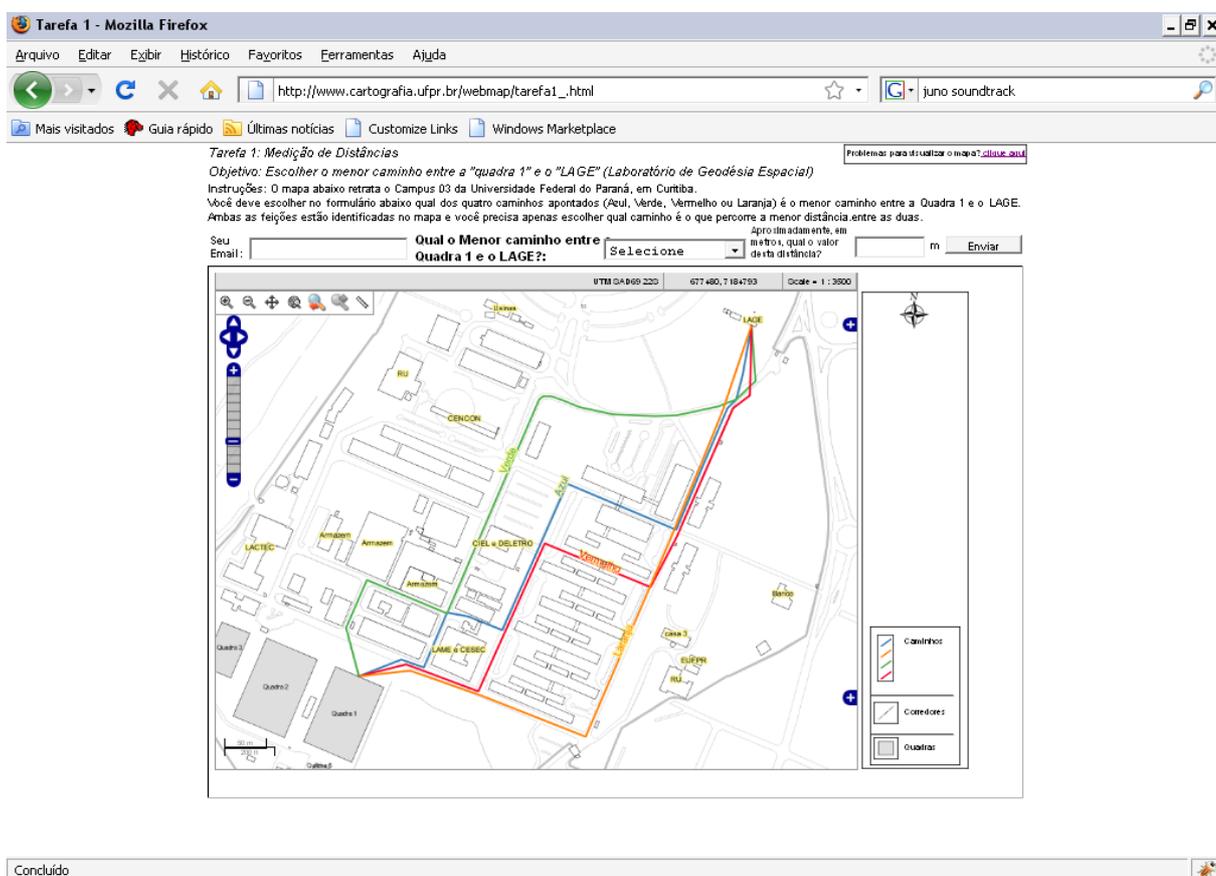


FIGURA 17 – INTERFACE TAREFA 1 - MAPA 1B

FONTE: Reprodução da página: http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa1_.html

5.4.2 Tarefa 2: Sobreposição de Feições

Na Figura 18, encontra-se a interface do mapa 2a, referente à segunda tarefa. O mapa 2a não possui ferramentas de análise e o usuário apenas pode interagir com o mapa pelas funções básicas de navegação para cumprir o objetivo da tarefa, que é “*Identificar quais são as Salas de Aula localizadas no Bloco 06 do Centro Politécnico* “. As instruções dadas ao usuário são aqui reproduzidas: “*Você deve digitar no formulário abaixo quais os nomes das salas, separados por vírgulas, que estão localizadas no bloco 06 do Centro Politécnico da UFPR. As salas retratadas neste mapa possuem uma nomenclatura que vai desde a 'sala PA-01' até a sala 'PI-15'. Uma resposta válida seria: 'PA-01; PB-01; PB-03; PC-05'. ”.*

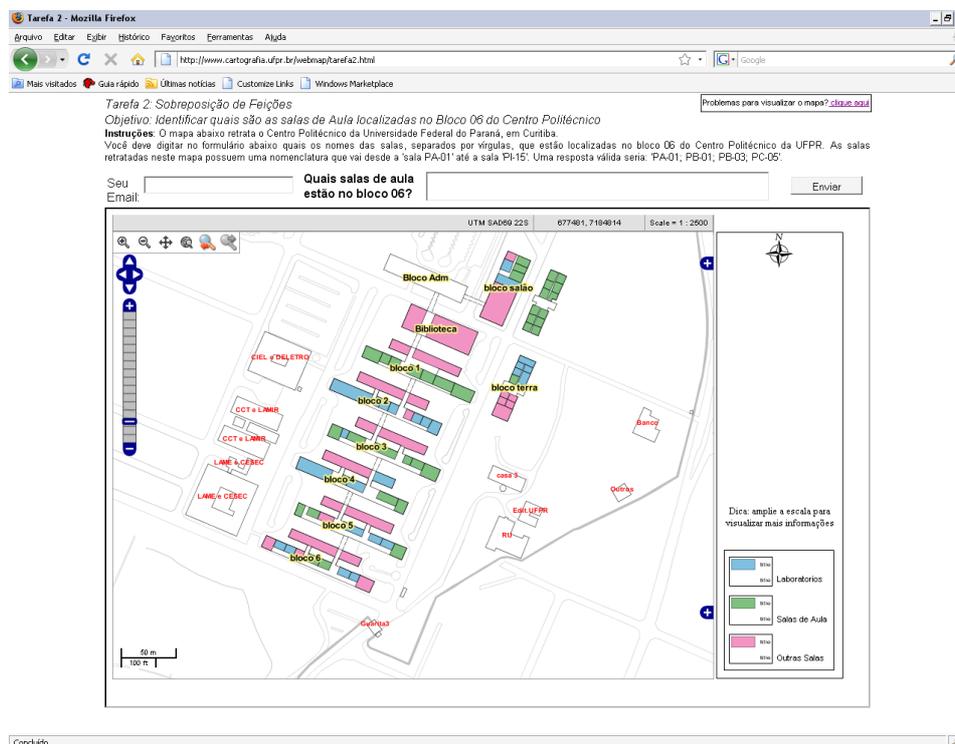


FIGURA 18 – INTERFACE TAREFA 2 – MAPA 2A

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa2.html>

Também para esta tarefa o usuário não pode deixar quaisquer campos do formulário vazios, nem preencher o seu e-mail sem a inclusão do caractere “@”. Porém é permitido que qualquer texto seja escrito no campo: “*Quais salas de aula estão no bloco 06?*”

Na Figura 19, encontra-se a interface do mapa 2B, também referente à primeira tarefa. A única diferença em relação ao mapa 2A diz respeito à inclusão da ferramenta “interseção”, onde a partir da definição de uma camada de entrada, a ferramenta determina quais feições desta se sobrepõem a uma camada-base. O usuário pode escolher entre 14 camadas diferentes (Blocos de 1 a 6, Laboratórios, Salas de Aula, Outras Salas, Bloco Biblioteca, Bloco Terra, Bloco Exatas, Bloco Salão, Bloco Adm.) para cada uma das camadas (base e de entrada), que não podem ser iguais. Caso estas camadas não se sobreponham, o programa emite um alerta (função *alert*, via *javascript*). Caso contrário, o mapa é recarregado para um novo ponto de vista, onde aparecem em destaque as feições sobrepostas. No momento em que o usuário utiliza a ferramenta e o mapa é recarregado, é enviada por e-mail a informação acerca de *ip* da máquina e da utilização da ferramenta por

parte deste usuário.

Os mapas para a tarefa 2 são constituídos por 5 camadas do tipo *overlay*: edificações (polígonos), laboratórios (polígonos), salas de aula (linhas), outras salas (polígonos) e corredores (linhas); e uma camada do tipo base (*baselayer*): composta pelos dados de arruamento, trilhas, e limites, todas feições lineares.

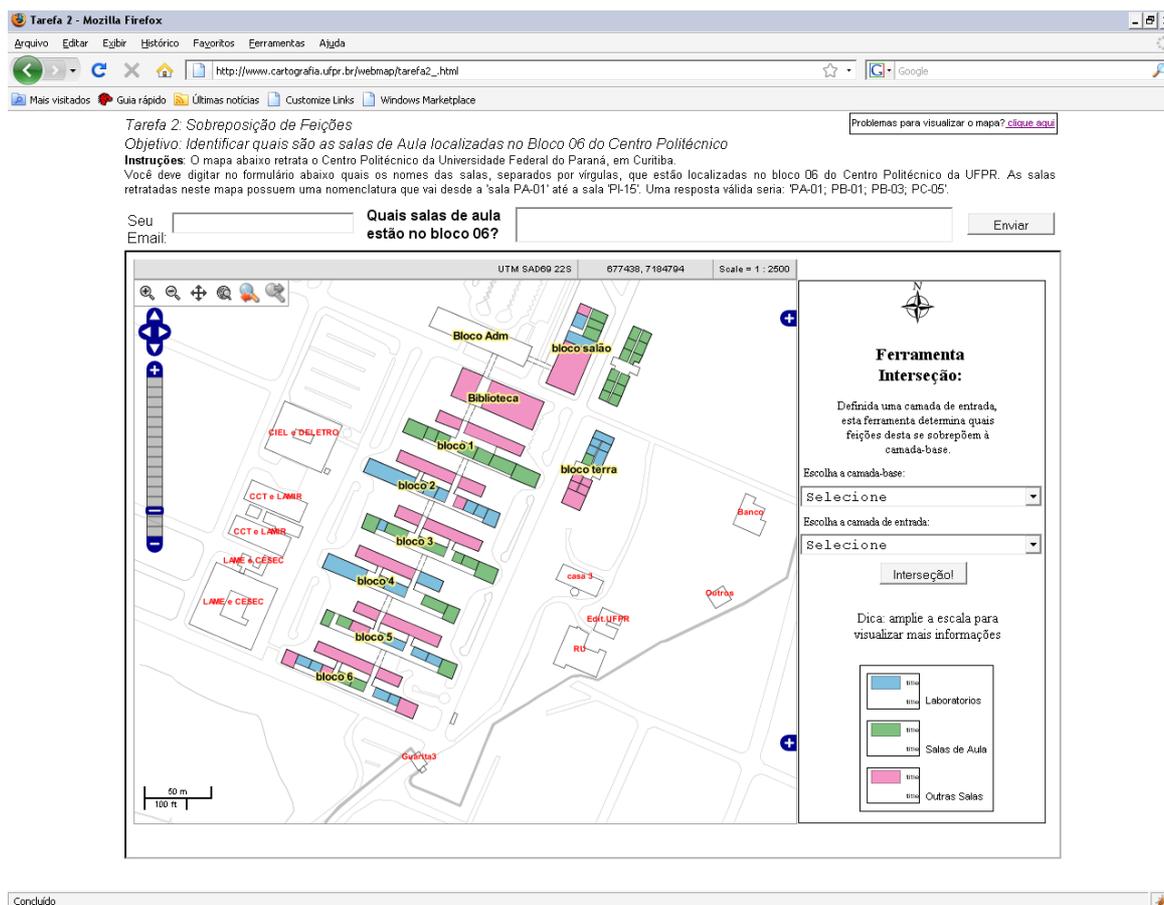


FIGURA 19 – INTERFACE TAREFA 2 – MAPA 2B

FONTE: Reprodução da página: http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa2_.html

5.4.3 Tarefa 3

Na Figura 20, encontra-se a interface do mapa 3A, referente a terceira tarefa. O mapa 3A não possui ferramentas de análise e o usuário apenas pode interagir com o mapa pelas funções básicas de navegação para cumprir o objetivo da tarefa, que é “Identificar onde estão: Ru (Restaurante Universitário Atual), Prefeitura do Campus, Guarita 1”, por meio da digitação de coordenadas planas. As

instruções dadas ao usuário são aqui reproduzidas: “*Você deve digitar no formulário abaixo as coordenadas que identifiquem aproximadamente a localização das feições acima descritas*”.

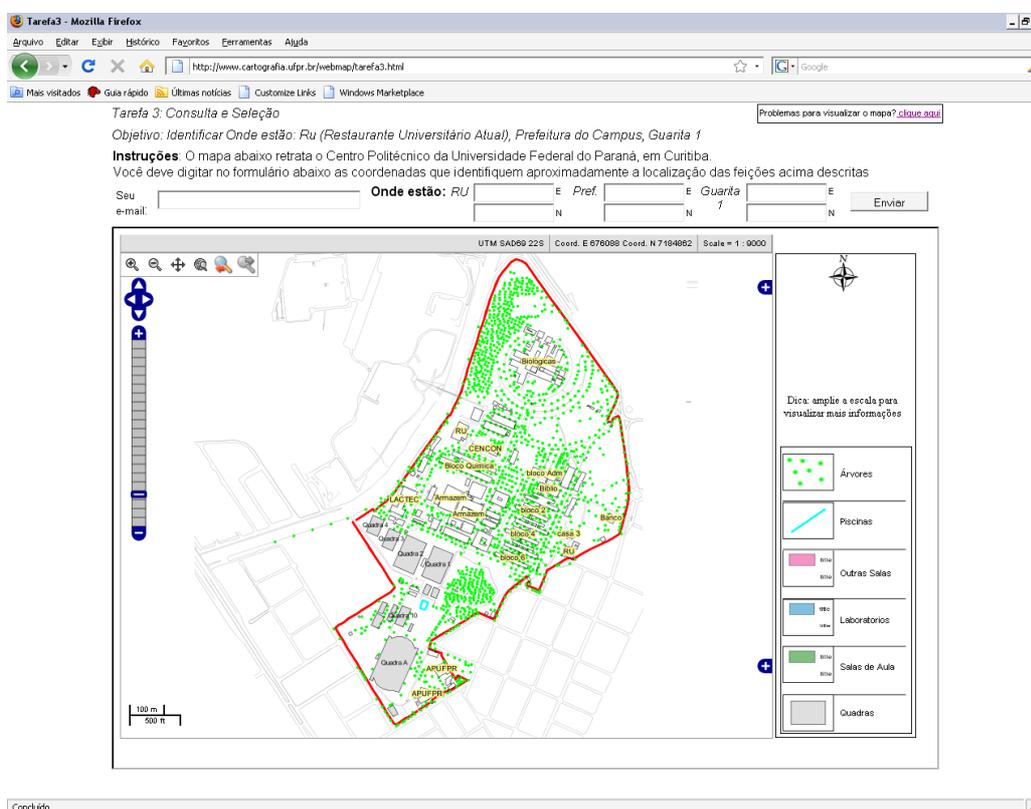


FIGURA 20 – INTERFACE TAREFA 3 – MAPA 3A

FONTE: Reprodução da página: <http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa3.html>

Também para esta tarefa o usuário não pode deixar campos do formulário vazios ou deixar de preencher o campo e-mail sem pelo menos um caractere “@”. É permitido que ele escreva qualquer texto no campo: “*Onde Estão? RU; Pref. Guarita 1*”, apesar de esperar-se que sejam digitadas coordenadas válidas. Não foi criada nenhuma restrição para este parâmetro pelo fato de que a compreensão acerca das terminologias usadas nestes mapas também é um fator intrínseco à compreensão das informações e tarefas a serem realizadas em mapas funcionais, de forma que constitui-se em um pré-requisito para a utilização destes mapas

Na Figura 21, encontra-se a interface do mapa 3B, também referente a terceira tarefa. A única diferença em relação ao mapa 3A diz respeito à inclusão da ferramenta de consulta. A ajuda desta ferramenta possui o seguinte texto: “*Clique aqui para ativar a ferramenta de Consulta. Clique em qualquer ponto do mapa para*

obter informações armazenadas no banco de dados das camadas ativas”. O resultado de cada consulta é enviado ao usuário por meio de uma nova janela, estilo *pop-up*, contendo as informações tabulares a respeito de cada feição contida nas camadas clicadas e ativas. No momento de abertura da nova janela, também é enviada por e-mail a informação acerca de *ip* da máquina e da utilização da ferramenta por parte deste usuário.

Os mapas para a tarefa 3 são constituídos por 8 camadas do tipo *overlay*: árvores (pontos), quadras (polígonos), piscinas (linhas), edificações (polígonos), laboratórios (polígonos), salas de aula (linhas), outras salas (polígonos) e corredores (linhas); e uma camada do tipo base (*baselayer*): composta pelos dados de arruamento, trilhas, escadas, passarelas e limites, todas feições lineares.

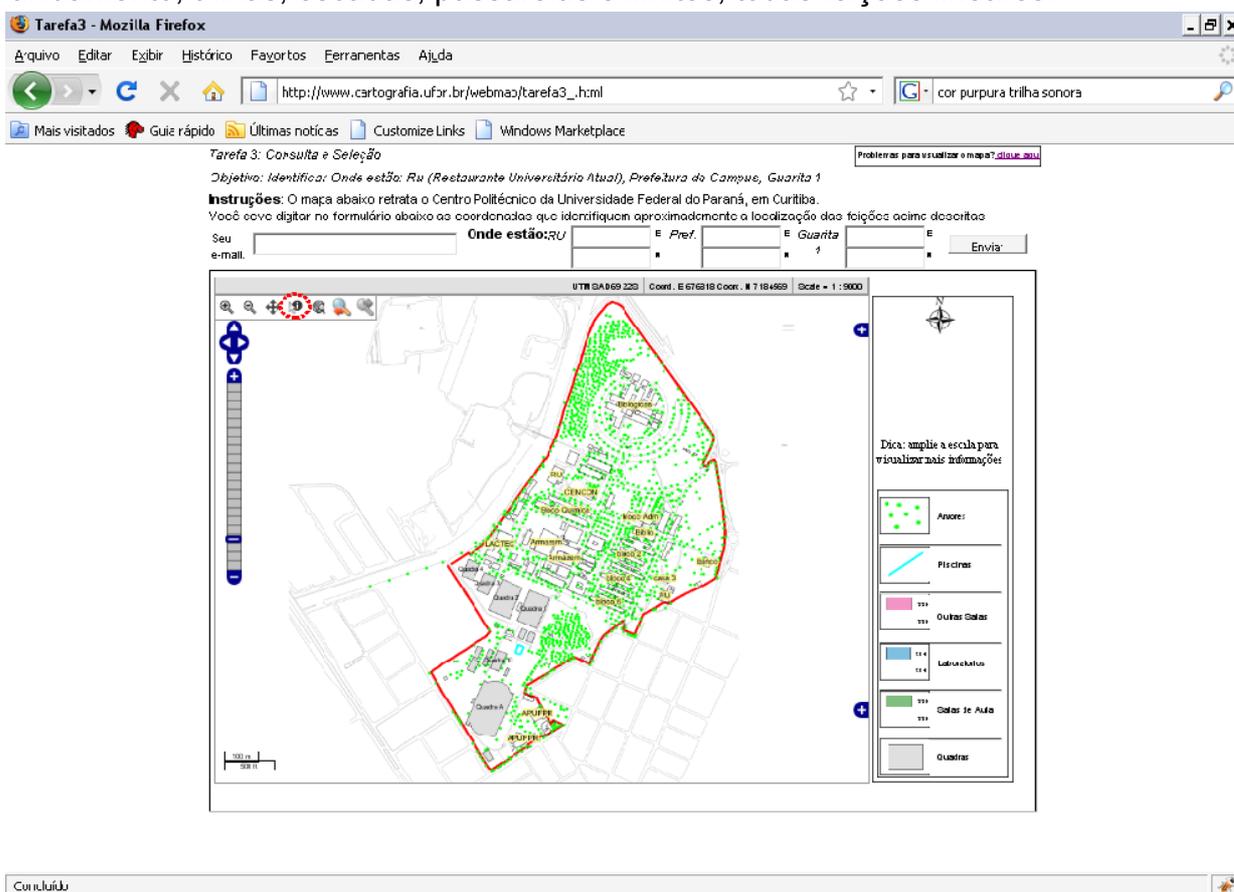


FIGURA 21 – INTERFACE TAREFA 3 – MAPA 3B

FONTE: Reprodução da página: http://www.cartografia.ufpr.br/webmap/tarefa3_.html

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção será dividida em 2 partes. Na primeira serão listadas as características de cada produto verificado, bem como sua classificação; e na segunda serão mostrados os resultados obtidos na construção dos mapas para análise e testes com os usuários.

6.1 VERIFICAÇÃO DE ATLAS BRASILEIROS NA *WEB*

Esta etapa do trabalho foi realizada de forma a embasar o design da interface do mapa de testes bem como traçar um panorama do quadro atual da produção de atlas eletrônicos para a internet, no Brasil. A interface deste mapa de testes (item 5.4) foi construída de forma a utilizar tecnologias e padrões similares àqueles encontrados nos produtos aqui verificados. A classificação destes produtos foi realizada para que se conhecessem as características de implementação de funções de análise espacial, interatividade com o usuário, de forma a dar suporte ao design das ferramentas a serem implementadas bem como descrever o estado da arte no Brasil.

Salienta-se que esta verificação foi realizada nos meses de outubro de 2008 e novembro do mesmo ano, não sendo levadas em consideração atualizações que por ventura aconteceram desde então.

6.1.1 Atlas do Estado do Amazonas – SIGLab INPA

a) Arquitetura de Software

O atlas utiliza servidor de mapas *Mapserver*, servidor *web Apache*, e interface implementada em códigos *php* e códigos *javascript*. Os dados geográficos advém da manipulação de um banco de dados armazenado no formato *PostGis*.

b) Descrição da Interface

A interface do atlas do estado do Amazonas (FIGURA 22) possui menu de ativação de camadas do lado esquerdo da tela, acionado por *checkboxes*; botão de atualização; legenda à esquerda inferior, com mudança automática de acordo com as camadas ativadas; À direita da tela estão posicionados, *checkboxes* para a ativação de *zoom in* e *zoom out*, bem como para ativação de *panning*. Logo abaixo, novamente um botão de atualização, o botão para reinicialização do mapa e um botão de ajuda; A visualização dos temas se dá na área central da tela, que possui configuração para tamanho único (659x480 pixels).

c) Conteúdo disponível

Este atlas possui camadas relativas à recursos naturais, meio ambiente e impactos ambientais, produção econômica, Infra-estrutura e divisão política do estado do Amazonas.

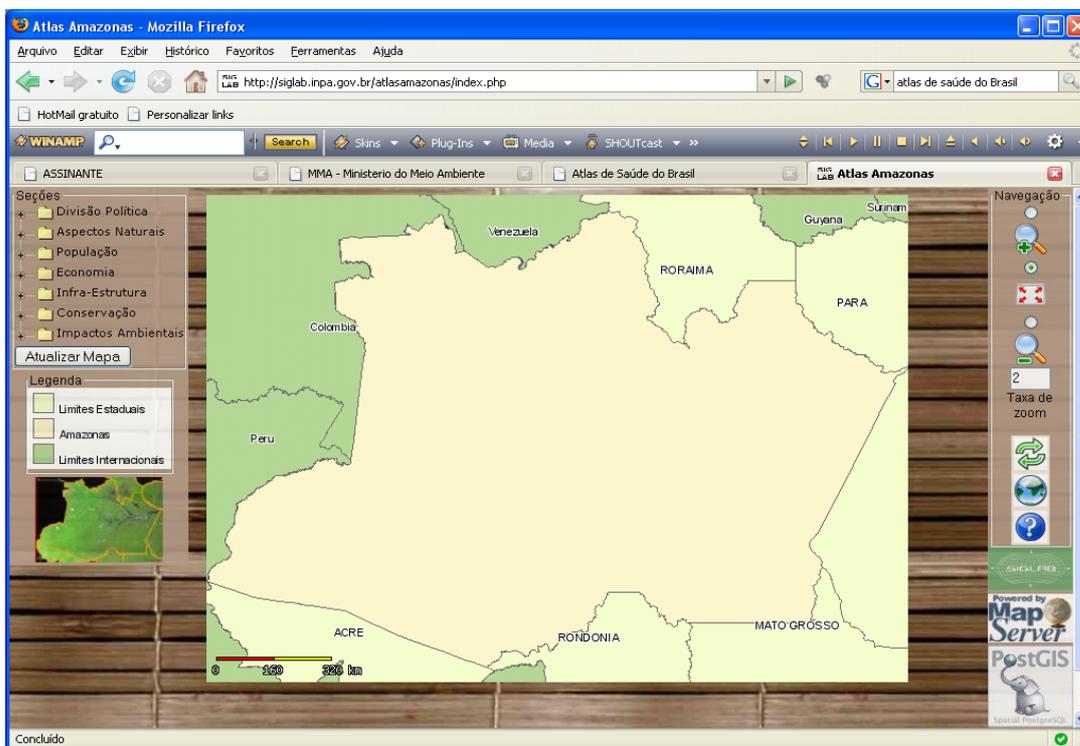


FIGURA 22 - INTERFACE DO ATLAS DO ESTADO DO AMAZONAS – INPA (SIGLAB)

FONTE: Reprodução do *sítio* <http://siglab.inpa.gov.br/atlasamazonas>

d) Classificação

De acordo com os critérios explicitados no capítulo anterior, o Atlas do Estado do Amazonas pode ser classificado como “Atlas Interativo” (QUADRO 11).

		Produto avaliado	
		Atlas do Estado do Amazonas – SIGLab INPA	
Classificação		Avaliação	Obs:
Características avaliadas		AI	
Dimensionamento de tela		Em parte	O dimensionamento causa o desaparecimento de funções na tela
Adequação a diferentes navegadores		Sim	
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)		Não	
Existência de página de ajuda ou manual de utilização		Em parte	Possui, mas o texto está ilegível
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	Não	
	busca por tipo de feição	Não	
	busca por texto (seleção por atributos)	Não	
Modificação da base de dados pelo usuário		Não	
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário		Não	
Modificação de simbologia e esquema de cores		Não	
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)		Não	
Acesso à metadados padronizados		Não	
Medição de distâncias		Não	
Desenho de feições diretamente no mapa		Não	
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)		Não	
Acesso à informação temporal		Não	
Montagem de mapas, animações e análises temporais		Não	
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto		Não	

QUADRO 11 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
 ATLAS DO ESTADO DO AMAZONAS – SIGLAB INPA
 FONTE: O Autor (2008)

6.1.2 Atlas de saúde do Brasil

a) Arquitetura de software

O Atlas de saúde do Brasil funciona baseado em um servidor de mapas *Mapserver*, servidor *web Apache*, e possui uma interface implementada por meio do *software i3geo* (em versão desatualizada, uma vez que o projeto lançou em fevereiro de 2008 a sua versão 3.9, que corrige algumas falhas e acrescenta novas funcionalidades ao sistema). A versão do *i3geo* utilizada neste atlas é a versão corrente no lançamento do mesmo, em agosto de 2006. A arquitetura deste software trabalha com interface construída via *php* e *javascript* e a base de dados é obtida

através de *webservices* (WMS e WFS) diretamente ligados às informações fornecidas pelos órgãos responsáveis, além de também contar com acesso a camadas em banco de dados *PostGIS*.

b) Descrição da interface

A interface deste produto (FIGURA 23) está dividida em quatro tipos de menus, acionados por botões em estilo “fichário”: Temas, Adiciona, Legenda, Atlas. O menu de ativação de camadas encontra-se do lado esquerdo da tela, acionado por *checkboxes*; as sub-funções são acionadas por clique em formato *treeview*; a legenda é flutuante e localiza-se em janela acima da parte esquerda da interface-mapa ou incorporada (via menu “fichário” Legenda); a interface possui dois menus flutuantes, com funções *zoom out* e *zoom in* por níveis pré-determinados, *zoombox*, *panning*, consulta, visão-geral, medição de distâncias e impressão/armazenamento de mapas;

Para cada tema pode-se escolher se as informações serão mostradas no mapa ou não, sua ordem de sobreposição em relação a outros temas, opções relativas à filtragem, edição de legenda, opacidade, modificação do nome, acesso aos dados tabulares, busca, toponímias e centralização por tema. As modificações que necessitam de escolhas de parâmetros por parte do usuário são visualizadas através de janelas flutuantes. Ocorre mudança e atualização automática no mapa de acordo com as camadas ativadas e com as ferramentas de navegação utilizadas.

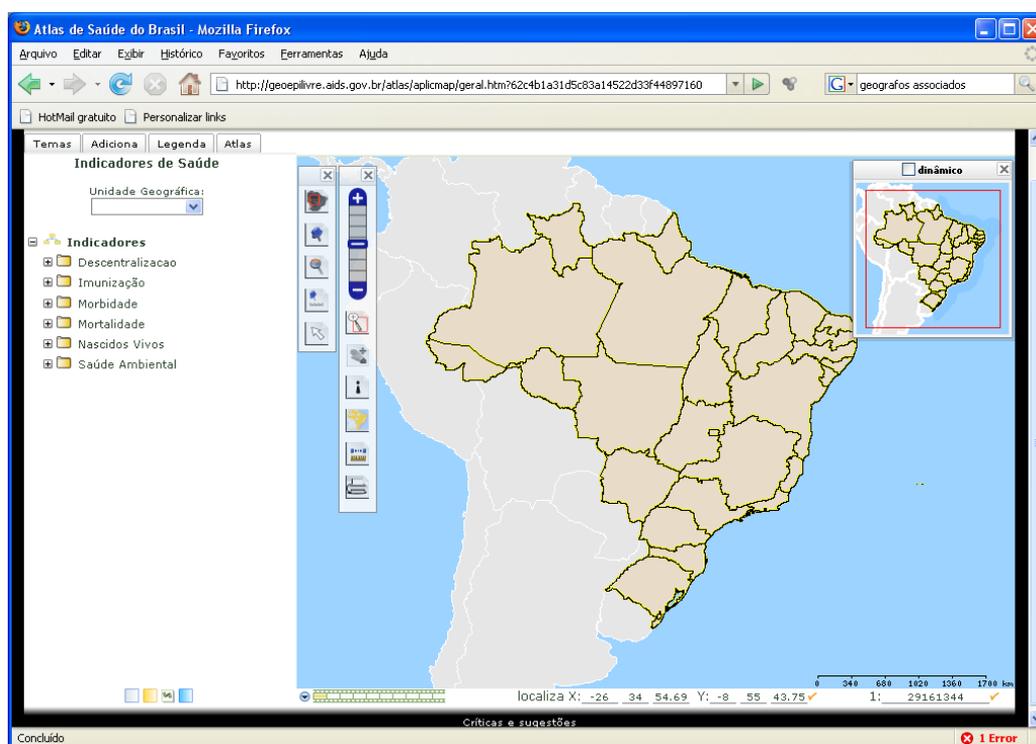


FIGURA 23 - INTERFACE DO ATLAS DE SAÚDE DO BRASIL
 FONTE: Reprodução do *sítio* <http://svs.aids.gov.br/atlas>

Por padrão situado no lado direito da tela está um mapa de referência em janela flutuante. A visualização dos temas se dá na área central-direita da tela, de tamanho único (999x631 pixels) e a escala gráfica encontra-se na posição inferior-direita da tela, logo acima da escala numérica, que pode ser modificada pelo usuário com o teclado; no centro-inferior está a indicação de coordenadas geográficas em formato grau, minuto e segundo – que também podem ser editadas, ocasionando a centralização do mapa de acordo com o número informado; à esquerda, continuando na parte inferior da tela, localiza-se o recurso de animação, que permite a definição de um número de quadros (mapas que serão armazenados) e tempo para a animação destas imagens. Finalmente, na parte inferior-esquerda da tela localiza-se um controle de esquema de cores, para mudança rápida no “visual” da interface, entre 3 opções previamente construídas.

c) Recursos adicionais

Existe a possibilidade do usuário realizar configurações do mapa relativas ao tempo de redesenho (temporizador); ao *template* utilizado, com mais ou menos

funcionalidades; ativação de grade de coordenadas, logotipo e entorno, definição de cores para a seleção, cor de fundo, tamanho da tela, configurações de exibição de escala gráfica e efeitos nas imagens dos mapas. Também existe a possibilidade de adicionar outras camadas através de quaisquer *webservices* e dados espaciais em formato *shapefile*, com sistema de referência e projeção conhecidos.

Os atlas eletrônicos que se utilizem da nova versão do *i3geo* terão novas funcionalidades pois esta corrige a questão da documentação e tem melhorias na inclusão de arquivos de ajuda relativos às funcionalidades dos mapas, bem como a parte de acesso ao banco de dados e gravação de mapas do usuário. Esta nova versão também dá suporte a funções relativas a metadados, em conjunto com sistemas de busca e armazenamento deste tipo de dado (como o *geonetwork*⁴²). Um exemplo desta nova versão pode ser encontrada no sítio dos mapas interativos do MMA (<http://mapas.mma.gov.br>), que centraliza vários dados temáticos brasileiros através de *webservices* implementados no *i3geo*.

d) Conteúdo

Estão presentes camadas relativas a indicadores de saúde: imunização, morbidade, mortalidade, nascidos vivos e saúde ambiental; e base cartográfica contendo limites territoriais de países, divisão política brasileira e municípios com dados precários de mortalidade.

e) Classificação

Segundo o critério adotado neste trabalho, o Atlas de Saúde do Brasil pode ser classificado como “Atlas Interativo” (QUADRO 12).

42 <http://geonetwork-opensource.org>

		Produto avaliado	
		Atlas de saúde do Brasil	
		Avaliação	Obs:
		AI	
Classificação			
Características avaliadas			
Dimensionamento de tela		<i>Em parte</i>	O padrão para atívamento de funções se dá com a abertura de uma janela, sempre em posição sobreposta à interface-mapa. A ativação de funções causa o encobrimento e desaparecimento de outras, sem explicação prévia
Adequação a diferentes navegadores		<i>Sim</i>	
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)		<i>Sim</i>	
Existência de página de ajuda ou manual de utilização		<i>Em parte</i>	A ajuda para utilização é dada na mesma janela da interface-mapa, porém algumas funcionalidades não possuem nenhuma espécie de ajuda. A documentação é inexistente para as informações de conteúdo relativas ao atlas, limitando-se ao uso das funções da interface gráfica
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	<i>Sim</i>	
	busca por tipo de feição	<i>Sim</i>	
	busca por texto (seleção por atributos)	<i>Sim</i>	
Modificação da base de dados pelo usuário		<i>Não</i>	
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário		<i>Em parte</i>	Existe a função de exportação dos mapas do usuário, porém nada aconteceu ao ser ativada; O usuário também pode acessar seus próprios webservices pra provimento de dados, mas não existe manipulação do banco de dados da aplicação, nem armazenamento de informações adicionadas pelo usuário
Modificação de simbologia e esquema de cores		<i>Sim</i>	
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)		<i>Sim</i>	
Acesso à metadados padronizados		<i>Não</i>	
Medição de distâncias		<i>Não</i>	
Desenho de feições diretamente no mapa		<i>Sim</i>	Pode-se inserir texto, pontos e polígonos no mapa
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)		<i>Não</i>	
Acesso à informação temporal		<i>Sim</i>	
Montagem de mapas, animações e análises temporais		<i>Sim</i>	
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto		<i>Não</i>	A base de dados contém dados dos últimos 10 anos, até 2006. O projeto do atlas em si foi lançado no final de 2006, não possuindo atualizações desde então. O programa utilizado na interface – i3geo – entretanto, vem sendo atualizado constantemente.

QUADRO 12 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
ATLAS DE SAÚDE DO BRASIL
FONTE: O Autor (2008)

6.1.3 Mapa de Transportes do Ministério dos Transportes

a) Arquitetura de software

O atlas é constituído por páginas no formato HTML e informação apresentada por meio de vários *links*.

b) Descrição da Interface

A interface do atlas do Ministério dos Transportes (FIGURA 24) possui dados textuais que, por meio de *hyperlinks*, levam a mapas pré-prontos, em dois formatos diferentes: vetoriais planos (arquivos do tipo *dwg*, do *software autocad*) ou imagens em formato *pdf* e *jpeg*. As imagens são preparadas para impressão em melhor resolução ou são incorporadas em mapas clicáveis, para acesso a outras informações (textuais ou fotos) de áreas específicas.

c) Conteúdo

Sistema nacional de transportes, incluindo rodovias, hidrovias, ferrovias, sistema de portos, base cartográfica contendo divisão política dos estados brasileiros e países da América do Sul.

d) Classificação

O Mapa de transportes do Ministério dos Transportes é aqui classificado como um “Atlas para Simples Vista”, de acordo com os critérios citados no capítulo 5 deste texto.

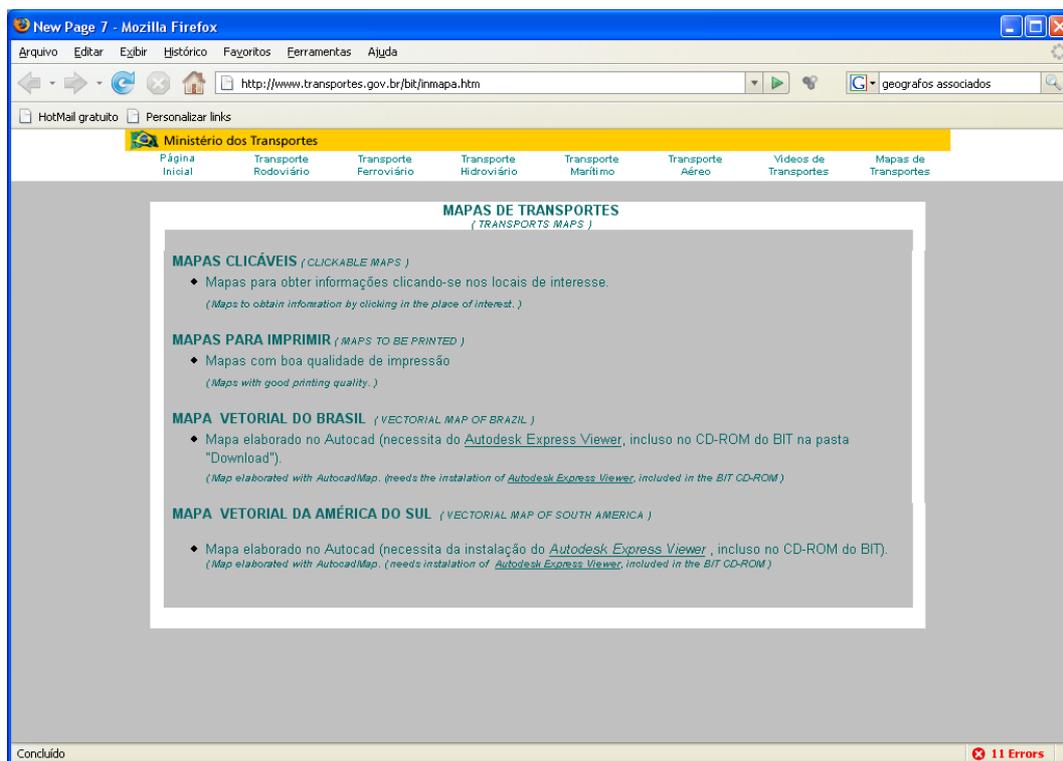


FIGURA 24 - INTERFACE DO MAPA DE TRANSPORTES – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

FONTE: Reprodução do sítio: <http://www.transportes.gov.br/bit/inmapa.htm>

6.1.4 Atlas sócio-econômico do Rio Grande do Sul

a) Arquitetura de software

O atlas é apresentado em páginas no formato HTML e as informações são acessadas por meio de diversos *links*.

b) Descrição da interface

A interface do Atlas sócioeconômico do Rio Grande do Sul (FIGURA 25) é

constituída de dados textuais (*links*) que levam a mapas pré-prontos, em formato matricial (extensão *jpg*).

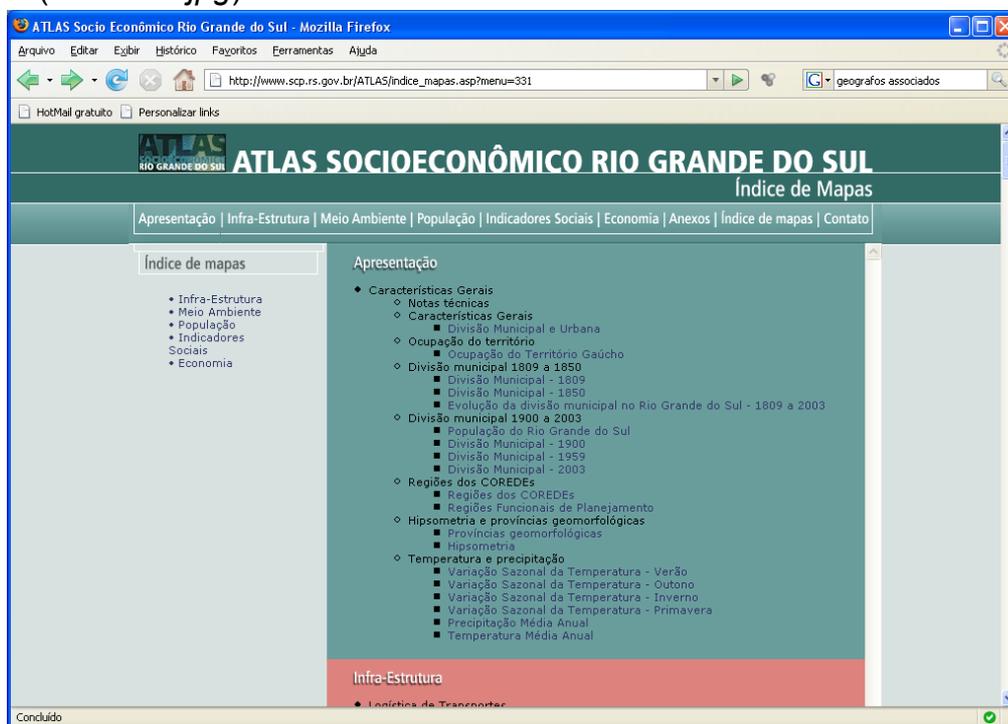


FIGURA 25 - INTERFACE DO ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL
 FONTE: Reprodução do sítio: http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/indice_mapas.asp?menu=331

c) Conteúdo

O atlas é formado por dados relativos às divisões municipais e urbanas, ocupação do território, regiões administrativas, mapa hipsométrico, geomorfologia, temperatura, precipitação, infraestrutura, meio ambiente, demografia, e indicadores sociais e econômicos.

d) Classificação

O Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul pode ser classificado como um “Atlas para Simples Vista”.

6.1.5 Atlas Geográfico Escolar - IBGE

a) Arquitetura de software

Para a publicação deste produto foi utilizado um servidor de mapas *Esri ArcIMS*. A construção da Interface se deu por meio da utilização de bibliotecas em linguagem de programação *javascript*.

b) Descrição da Interface

A interface do Atlas Geográfico Escolar do IBGE (FIGURA 26) é constituída por dados textuais que levam a mapas pré-prontos, com os quais o usuário pode interagir. Esta interface possui mapa na posição central-direita, contendo escala gráfica e grade de coordenadas, de atualização automática de acordo com centralização do mapa – pré-definida no país inteiro ou por estado - selecionável através de formulário de seleção, na parte superior-esquerda da tela. Possui também um mapa de referência localizado na parte superior-esquerda, botões de ampliação e redução de escala, *zoombox*, consulta a informação de atributos, informação de fonte, gráficos existentes, legenda – que abre janela (do tipo *popup*), botão para exportar/armazenar mapa com legenda integrada e mapa de referência, localizado à esquerda da tela.

c) Recursos adicionais

Alguns dos mapas que formam este atlas possuem associação com gráficos.



FIGURA 26 INTERFACE DO ATLAS GEOGRÁFICO ESCOLAR (IBGE)

FONTE: Reprodução do sítio:

<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/index.shtm>

d) Conteúdo

A informação geográfica é constituída de base cartográfica com o limite dos estados brasileiros, mapas de diversidade ambiental, características demográficas, indicadores de desigualdade socioeconômica, endemias, bens duráveis e serviços, espaço econômico, gestão ambiental, turismo e urbanização

e) Classificação

O Atlas Geográfico do IBGE foi classificado, de acordo com o critério adotado neste trabalho, como “Atlas Interativo”, e o detalhamento dos itens verificados encontra-se no QUADRO 13.

Classificação	Produto avaliado		
	Atlas Geográfico Escolar – IBGE		
Características avaliadas	Avaliação	Obs:	
	AI		
Dimensionamento de tela	Não	A tela é sempre dimensionada de maneira pré-definida	
Adequação a diferentes navegadores	Sim		
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)	Não		
Existência de página de ajuda ou manual de utilização	Em parte	Há apenas ajuda relativa à função de armazenamento de mapas feitos pelo usuário	
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por localização)	Não	
	busca por tipo de feição	Em parte	Consulta dado tabular por clique na feição
	busca por texto (seleção por atributos)	Não	
Modificação da base de dados pelo usuário	Não		
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário	Sim		
Modificação de simbologia e esquema de cores	Não		
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)	Não		
Acesso à metadados padronizados	Não		
Medição de distâncias	Não		
Desenho de feições diretamente no mapa	Não		
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)	Não		
Acesso à informação temporal	Sim		
Montagem de mapas, animações e análises temporais	Não		
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto	Não		

QUADRO 13 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO: ATLAS GEOGRÁFICO ESCOLAR – IBGE
 FONTE: O Autor (2008)

6.1.6 Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo

a) Arquitetura de software

O sítio foi construído em ambiente operacional *Linux* e publicado na internet por meio de um servidor *web* Apache, banco de dados *MySQL*, *PostgreSQL* e *PostGIS*. Os dados são mostrados em formato gráfico por meio de um processo de renderização pelo lado-cliente através de padrão WFS, implementado em formato

SVG. Para a construção da interface usaram-se bibliotecas e códigos no padrão *javascript/ajax*.

b) Descrição da Interface

A interface do atlas eletrônico do estado de São Paulo (FIGURA 27) possui uma interface-mapa centralizada e ferramentas de seleção de camadas e de navegação localizadas em janela flutuante. O usuário efetua a escolha de camadas (temas) e simbologia previamente à visualização da interface-mapa. Dentro da janela de ferramentas de navegação existe um mapa interativo de referência e a interface possui controles de *zoombox*, retorno ao ponto de vista e escala iniciais, ferramenta deslocamento, armazenamento do ponto de vista do mapa (escala e centralização), o que possibilita que se retorne ou avance a este ponto, ampliação e redução de escala por meio de barra de níveis. A interface também possui uma ferramenta de consulta à informação tabular e ferramenta de medição de distâncias.

c) Conteúdo

Os dados apresentados neste produto constituem-se de uma base cartográfica contendo o limite do estado de São Paulo e indicadores sócio-econômicos desde a década de 90. O sítio espacializa uma série de dados estatísticos acerca de temas como agropecuária, administração pública, caracterização do território, comércio, comunicações, condições de vida, cultura, economia, educação, eleições, energia, estatísticas vitais, finanças públicas, habitação, indústria, justiça e segurança, meio ambiente, população, política urbana, previdência, renda e patrimônio, saneamento, saúde, serviços, sistema financeiro, trabalho e transporte.

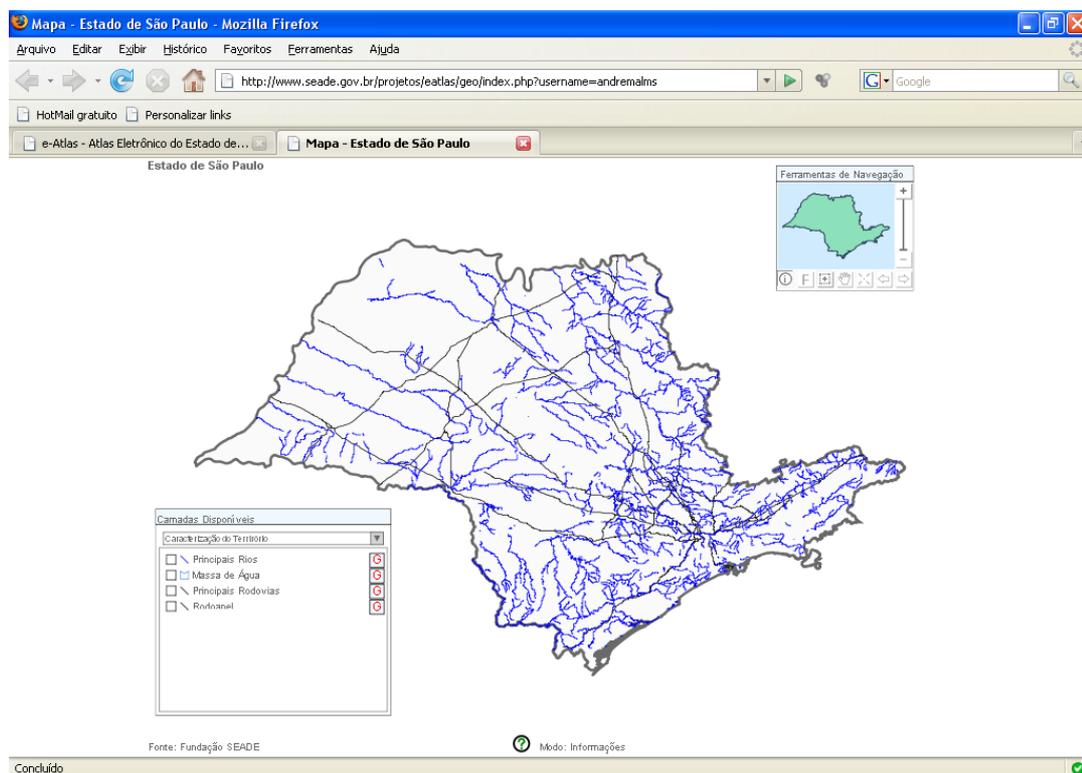


FIGURA 27 - INTERFACE DO ATLAS ELETRÔNICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FONTE: Reprodução do sítio: <http://www.seade.gov.br/projetos/eatlas>

d) Classificação

O Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo é aqui classificado como “Atlas Interativo” (QUADRO 14).

		<i>Produto avaliado</i> <i>Atlas Eletrônico de SP</i>	
		Avaliação	Obs:
Classificação		AI	
Características avaliadas			
Dimensionamento de tela		<i>Não</i>	
Adequação a diferentes navegadores		<i>Sim</i>	
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)		<i>Sim</i>	
Existência de página de ajuda ou manual de utilização		<i>Sim</i>	
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	<i>Não</i>	
	busca por tipo de feição	<i>Em parte</i>	Consulta dado tabular por clique na feição
	busca por texto (seleção por atributos)	<i>Sim</i>	
Modificação da base de dados pelo usuário		<i>Não</i>	
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário		<i>Sim</i>	
Modificação de simbologia e esquema de cores		<i>Sim</i>	
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)		<i>Sim</i>	
Acesso à metadados padronizados		<i>Não</i>	
Medição de distâncias		<i>Sim</i>	
Desenho de feições diretamente no mapa		<i>Não</i>	
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)		<i>Não</i>	
Acesso à informação temporal		<i>Sim</i>	
Montagem de mapas, animações e análises temporais		<i>Não</i>	
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto		<i>Não</i>	

QUADRO 14 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
ATLAS ELETRÔNICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FONTE: O Autor (2008)

6.1.7 Mapa interativo do estado de Santa Catarina

a) Arquitetura de software

O atlas foi publicado na web em um servidor *Apache*, com dados armazenados em banco de dados espacial *PostgreSQL* e *PostGIS*. O servidor de mapas utilizado foi o *MapServer* e a interface baseada em *applets* no formato *maplet* e *PHP/Mapscript*.

b) Descrição da Interface

A interface do Mapa interativo do estado de Santa Catarina (FIGURA 28) possui uma interface-mapa centrada à esquerda da tela, menu de seleção de camadas localizado do lado direito da tela, com botões para expandir e recolher cada grupo de camadas (menu do tipo *treeview*). A escala gráfica está localizada abaixo e à direita em relação ao mapa, enquanto as ferramentas de navegação estão à direita e acima. Estas ferramentas são *zoom in* e *zoom out* fixos por clique, *zoom in* no estilo retângulo (*zoombox*), centralização de ponto de vista, consulta à informação tabular, atualização de camadas e *zoom* por texto. Nas bordas do mapa existem ferramentas de deslocamento pré-definidas, em oito diferentes direções. Também existe um menu do tipo *drop-down*, que contém cinco opções de tamanho da tela e outro contendo lista de municípios, de forma que conforme a seleção ocorre a centralização do ponto de vista do mapa.

c) Conteúdo

Os dados disponíveis neste produto são a base cartográfica do estado de Santa Catarina, contendo limites territoriais e divisão política, dados altimétricos, camadas de sistema viário, hidrografia e pontos culminantes. O dado temático é relativo ao turismo no estado. Também estão disponíveis imagens de satélite de algumas regiões do estado.



FIGURA 28 INTERFACE DO MAPA INTERATIVO DO ESTADO DE SC
 FONTE: Reprodução do sítio: <http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br>

d) Recursos Adicionais

O mapa interativo do estado de SC também possui funcionalidades relativas ao cálculo de rotas e guia de ruas com pesquisa por logradouros. Existe a opção de uso em 3 idiomas: português, inglês e espanhol.

e) Classificação

O Mapa Interativo do estado de Santa Catarina é classificado como “Atlas Interativo” (QUADRO 15).

Classificação	Produto avaliado		
	Avaliação AI	Mapa Interativo de Santa Catarina Obs:	
Características avaliadas			
Dimensionamento de tela	<i>Sim</i>		
Adequação a diferentes navegadores	<i>Sim</i>		
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)	<i>Sim</i>		
Existência de página de ajuda ou manual de utilização	<i>Em parte</i>	possui página de perguntas frequentes	
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	<i>Não</i>	
	busca por tipo de feição	<i>Em parte</i>	Consulta dado tabular por clique na feição
	busca por texto (seleção por atributos)	<i>Sim</i>	
Modificação da base de dados pelo usuário	<i>Não</i>		
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário	<i>Sim</i>	Em formato imagem	
Modificação de simbologia e esquema de cores	<i>Não</i>		
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)	<i>Não</i>		
Acesso à metadados padronizados	<i>Não</i>		
Medição de distâncias	<i>Em parte</i>	somente calcula distância entre cidades, por meio de formulário	
Desenho de feições diretamente no mapa	<i>Não</i>		
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)	<i>Não</i>		
Acesso à informação temporal	<i>Em parte</i>	Só é possível acessar a data de aquisição dos dados espaciais em uma página de FAQ	
Montagem de mapas, animações e análises temporais	<i>Não</i>		
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto	<i>Não</i>	Produto em ativamente atualizado somente entre 2002 a 2005	

QUADRO 15 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
MAPA INTERATIVO DO ESTADO DE SANTA CATARINA.
FONTE: O Autor (2008)

6.1.8 Atlas interativo do Nordeste

a) Arquitetura

O atlas interativo do nordeste está estruturado na biblioteca código-aberto *Terra Lib*, em conjunto com o servidor de mapas *MapServer* e visualização e renderização de gráficos pelo lado do cliente, através de *script* no formato *adobe flash*.

b) Descrição da Interface

A interface do produto (FIGURA 29) possui a interface-mapa localizada na parte central-direita da tela. Todas as janelas da interface são redimensionáveis e o usuário pode realizar a escolha de camadas na parte esquerda da tela; de acordo com o tema escolhido através de clique, surge abaixo uma lista de camadas que podem ser ativadas por *checkboxes*. Camadas de informações são sobrepostas segundo a ordem na listagem e abaixo da lista de camadas existem 3 botões de ativação/desativação: ferramentas, mapa-referência e legenda, que ativam/desativam janelas flutuantes para estas funcionalidades. As ferramentas são ativadas por padrão e estão colocadas em uma janela flutuante. As ferramentas são: atualizar o mapa, desenhando-o com as camadas escolhidas, consulta de informações tabulares, armazenamento de imagem, *zoom in* do tipo fixo e por retângulo (*zoombox*), *zoom out* fixo, e ferramenta para centralização de ponto de vista. Há informação interativa sobre a coordenada x e y do ponteiro do mouse, no formato graus decimais, localizada no canto direito inferior da tela.

c) Conteúdo

O conteúdo deste atlas está organizado por temas, sem possibilidade de combinação entre eles. Estes encontram-se listados a seguir: agricultura; agropecuária; assentamentos rurais; capitais do Nordeste, centralidade e ligações do Nordeste, clima do Nordeste, equipamentos culturais; demografia; economia; índices de educação; estrutura administrativa; geologia; gestão pública; habitação; hidrografia; infra-estrutura; instrumentos de política urbana; meio ambiente; mosaico de imagens de satélite CBERS 2 e SPOT; plataformas de coleta de dados Nordeste; recursos de gestão; registro civil; relevo; saúde; social; terras indígenas; unidades “geoambientais”; vegetação; vulnerabilidade; e zoneamento agroecológico do Nordeste – ZANE.

Em geral todos os temas possuem como base cartográfica os limites políticos da região Nordeste.

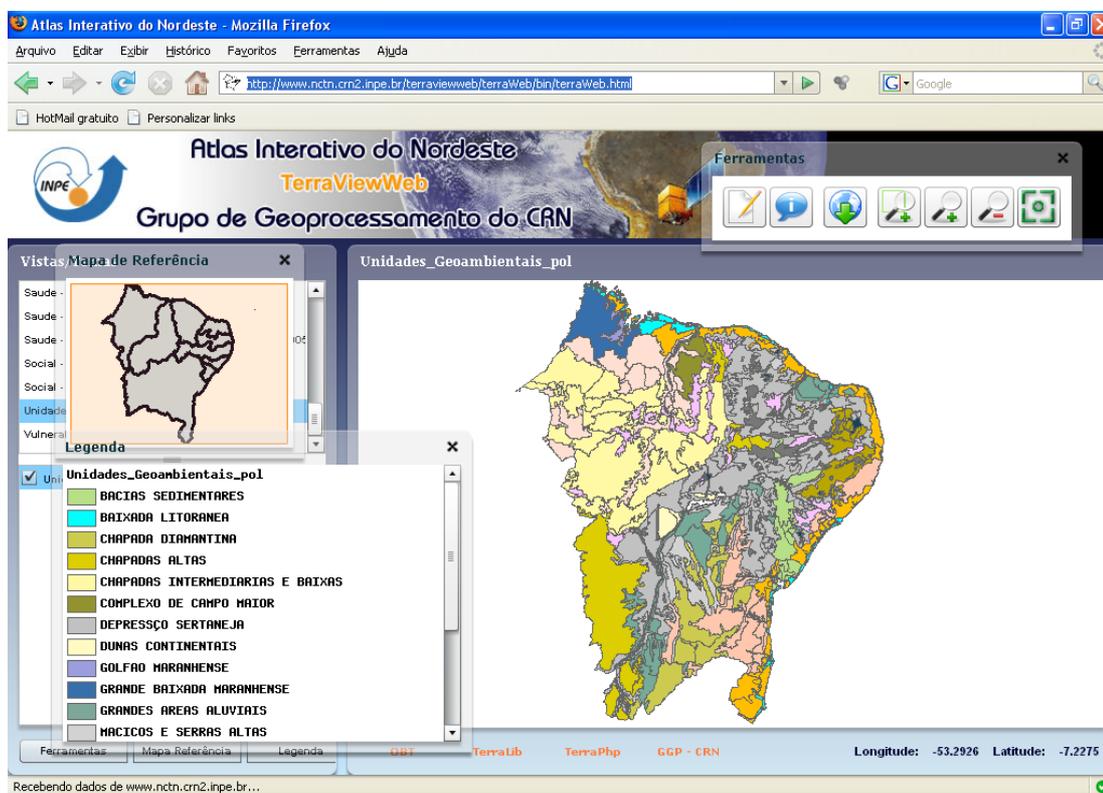


FIGURA 29 – INTERFACE DO ATLAS INTERATIVO DO NORDESTE

FONTE: Reprodução do *sítio*:

<http://www.nctn.crn2.inpe.br/terraviewweb/terraWeb/bin/terraWeb.html>

d) Classificação

O Atlas Interativo do Nordeste é considerado um “Atlas Interativo” (QUADRO 16), segundo a classificação proposta neste trabalho.

		Produto avaliado	
		Atlas interativo do Nordeste	
Classificação		Avaliação	Obs:
Características avaliadas		AI	
Dimensionamento de tela		Sim	
Adequação a diferentes navegadores		Sim	
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)		Em parte	Somente nas ferramentas de navegação
Existência de página de ajuda ou manual de utilização		Não	
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	Não	
	busca por tipo de feição	Em parte	Consulta dado tabular por clique na feição
	busca por texto (seleção por atributos)	Não	
Modificação da base de dados pelo usuário		Não	
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário		Sim	Em formato imagem
Modificação de simbologia e esquema de cores		Não	
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)		Não	
Acesso à metadados padronizados		Não	
Medição de distâncias		Não	
Desenho de feições diretamente no mapa		Não	
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)		Não	
Acesso à informação temporal		Sim	
Montagem de mapas, animações e análises temporais		Não	
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto		Não	

QUADRO 16 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
ATLAS INTERATIVO DO NORDESTE
FONTE: O Autor (2008)

6.1.9. GeolivreRN – Portal de informações da saúde (Rio Grande do Norte)

a) Arquitetura de software

A aplicação está estruturada a partir de um servidor *web Apache*, banco de dados do tipo *PostgreSQL/PostGIS* e servidor de mapas *MapServer*. A interface foi toda construída com *applets java (mapscript)* e linguagem *PHP/Ajax*. O produto utiliza um aplicativo para a construção de mapas interativos chamado *p.mapper*.

b) Descrição da Interface

A interface do Geolivre - RN (FIGURA 30) possui uma interface-mapa centrada à esquerda da tela e escala do mapa em formato numérico customizável, localizada no canto superior esquerdo. O usuário pode efetuar a seleção de camadas por meio de menu *drop-down*, no canto superior-esquerdo da tela. A interface também possui funções de navegação em painel fixo, do lado direito da tela além de um mapa de referência interativo. Foram implementadas as seguintes ferramentas: *zoom in* e *zoom out* por meio de retângulo ou centralizado por clique do usuário; retorno à escala de visualização geral; ferramenta deslocamento; ferramenta que armazena o ponto de vista do mapa (escala e centralização) e pode retornar ou avançar a este ponto; *zoom In* e *zoom out* por meio de barra de níveis, ferramenta de consulta a dados tabulares, ferramenta de seleção, ferramenta de medição de distâncias, ferramenta de inserção de marcador e ferramenta atualizar dados.

c) Conteúdo

O Geolivre - RN possui dados de morbidade, natalidade e número de nascidos vivos, para o estado do Rio Grande do Norte.

d) Recursos adicionais

Existe a funcionalidade de geração de endereço *URL* para cada mapa construído pelo usuário.

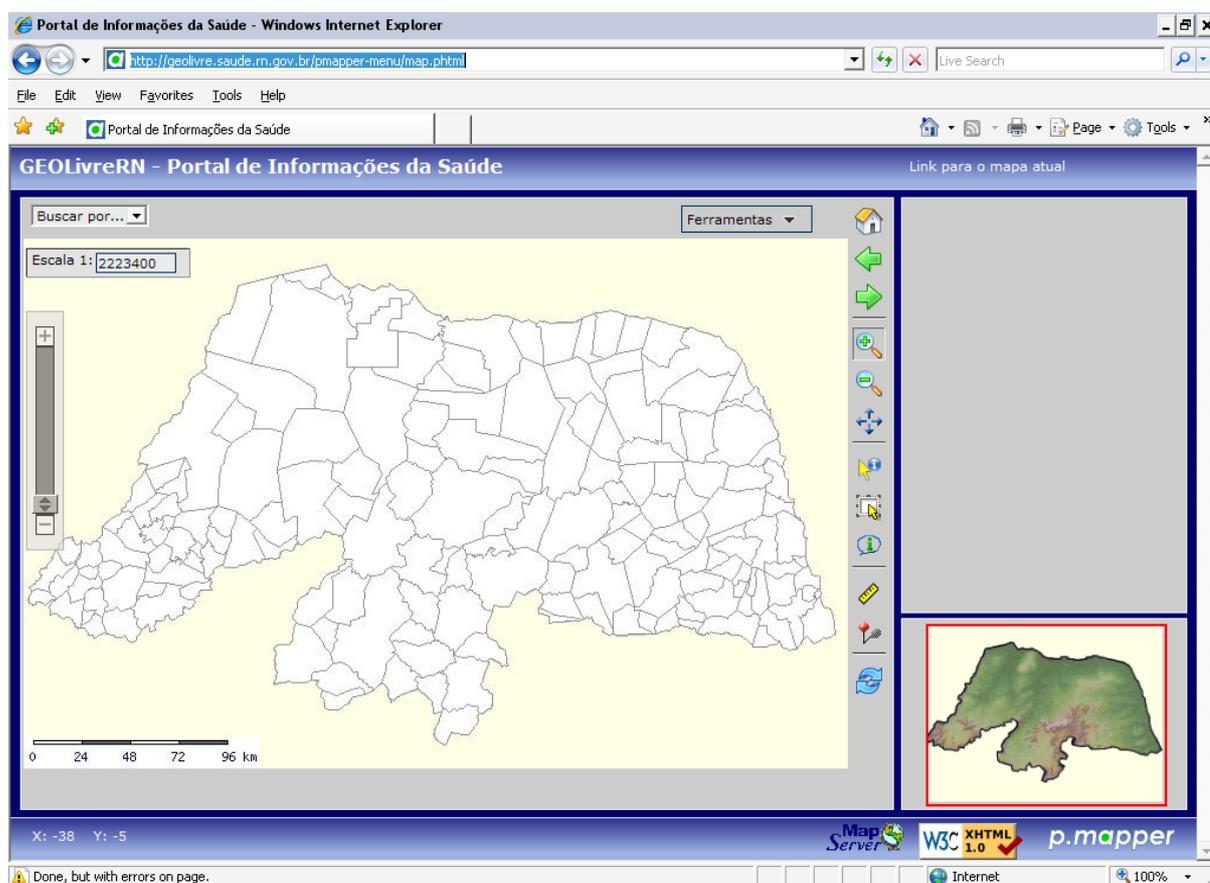


FIGURA 30 - INTERFACE DO PORTAL DE INFORMAÇÕES DA SAÚDE DO RN
FONTE: Reprodução do sítio:
<http://geolivres.saude.rn.gov.br/pmapper-menu/map.phtml>

e) Classificação

O Portal de Informações da Saúde do Rio Grande do Norte é um produto considerado como “Atlas Interativo” segundo o critério de classificação aqui adotado (QUADRO 17).

		Produto avaliado	
		Geolivre – Portal de Informações da Saúde	
Classificação		Avaliação	Obs:
Características avaliadas		AI	
Dimensionamento de tela		Não	
Adequação a diferentes navegadores		Sim	
Existência de dicas interativas (<i>hints</i>)		Sim	
Existência de página de ajuda ou manual de utilização		Sim	Há apenas ajuda relativa à função de armazenamento de mapas feitos pelo usuário
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por locação)	Não	
	busca por tipo de feição	Em parte	Consulta dado tabular por clique na feição
	busca por texto (seleção por atributos)	Sim	
Modificação da base de dados pelo usuário		Não	
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário		Sim	
Modificação de simbologia e esquema de cores		Não	
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)		Não	
Acesso à metadados padronizados		Não	
Medição de distâncias		Em parte	Possui a ferramenta porém os resultados estão incorretos
Desenho de feições diretamente no mapa		Em parte	Permite a adição de marcadores
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)		Não	
Acesso à informação temporal		Não	
Montagem de mapas, animações e análises temporais		Não	
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto		Não	

QUADRO 17 - AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ATLAS INTERATIVO:
 GEOLIVRE - PORTAL DE INFORMAÇÕES DA SAÚDE
 FONTE: O Autor (2008)

6.1.10 Resumo da verificação dos produtos

A arquitetura computacional, bem como as descrições das interfaces de todos os produtos avaliados estão descritas nos itens referentes a cada produto e constituem-se resultados da investigação das funções de interatividade implementadas na interface de atlas eletrônicos para web e das tecnologias utilizadas para tal. Em conjunto com a revisão realizada no capítulo III, que trata das tecnologias em mapas para internet, estas análises atendem ao objetivo específico de conceituar e identificar tecnologias disponíveis para a implementação de mapas para a web e ferramentas de interatividade associadas a estes mapas;

O Quadro 18 apresenta um resumo desta verificação e está reproduzido a seguir:

Classificação	Produtos Verificados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	AI	AI	ASV	ASV	AI	AI	AI	AI	AI
Características avaliadas									
Dimensionamento de tela	P	P	-	-	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Adequação a diferentes navegadores	SIM	SIM	-	-	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Existência de dicas interativas (hint's)	NÃO	SIM	-	-	NÃO	SIM	SIM	P	SIM
Existência de página de ajuda ou manual de utilização	P	P	-	-	P	SIM	P	NÃO	SIM
Ferramentas de seleção, consulta e integração de informações tabulares	busca por geometria do dado (seleção por localização)	NÃO	SIM	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	busca por tipo de feição	NÃO	SIM	-	-	P	P	P	P
	busca por texto (seleção por atributos)	NÃO	SIM	-	-	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Modificação da base de dados pelo usuário	NÃO	NÃO	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Armazenamento de mapas feitos pelo usuário	NÃO	P	-	-	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Modificação de simbologia e esquema de cores	NÃO	SIM	-	-	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Funcionalidade de etiquetagem (<i>labelling</i>)	NÃO	SIM	-	-	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso à metadados padronizados	NÃO	NÃO	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Medição de distâncias	NÃO	NÃO	-	-	NÃO	SIM	P	NÃO	P
Desenho de feições diretamente no mapa	NÃO	SIM	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	P
Ferramentas de sobreposição (<i>overlay</i>)	NÃO	NÃO	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso à informação temporal	NÃO	SIM	-	-	SIM	SIM	P	SIM	NÃO
Montagem de mapas, animações e análises temporais	NÃO	SIM	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Atualização do produto: inclusão de novos dados, base de dados atualizada, Acompanhamento e suporte ao projeto	NÃO	NÃO	-	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

QUADRO 18 – RESUMO DA VERIFICAÇÃO DOS ATLAS
 FONTE: O Autor (2008)

Por meio da verificação realizada pode-se notar que os atlas eletrônicos da internet brasileira possuem diversos tipos de funções para análise e interatividade implementadas em suas interfaces, alguns tendo até mesmo incorporado as funcionalidades mais comuns em Sistemas de Informação Geográfica. Porém a abundância de funções não se reflete na qualidade e atualização do conteúdo oferecido, que muitas vezes não possui nenhum tipo de cuidado com a simbologia utilizada nas camadas de informação disponibilizadas, bem como possui problemas relativos à resolução de tela, ausência de ajuda ao usuário e funcionalidades – em geral - de difícil utilização, principalmente para usuários sem experiência na manipulação de mapas em seu dia-a-dia. Outro ponto negativo é a não-implementação de mecanismos que permitam lidar com metadados geográficos em nenhum dos nove produtos desta verificação.

Também foi verificado que nem todos os atlas observados trabalham com aplicativos que proporcionam interatividade ao usuário, utilizando mapas pré-prontos e conteúdos em *hyperlinks* para páginas *html* e imagens ou arquivos para armazenamento e manipulação no computador do usuário, de forma local (*offline*). Este tipo de mapa não aproveita as possibilidades que as tecnologias computacionais oferecem para apresentação e manipulação de informação geográfica, de forma a aumentar o poder do usuário sobre a visualização deste tipo de informação.

Duas funcionalidades que conferem um nível maior de interatividade a um produto desta natureza são o desenho e inserção de feições diretamente na interface-mapa (como lugares de interesse, por exemplo), bem como a utilização de toponímias dinâmicas (*labels*) controladas pelo usuário ou por generalização cartográfica. Tais funcionalidades foram encontradas em somente dois dos nove produtos verificados.

Verificou-se também que programas código-aberto voltados para aplicações em mapas na web são cada vez mais usados, inclusive em produtos oficiais de órgãos da administração pública brasileira. Tal fato demonstra que este tipo de aplicativo cada vez mais se equipara a soluções proprietárias, contando com uma ampla gama de produtos para diferentes necessidades de produção e uso de mapas interativos na *web*.

Outro ponto positivo nesta verificação é que várias funções típicas dos SIG tradicionais vem sendo incorporadas aos atlas da *web* brasileira, mesmo com as conhecidas dificuldades do trabalho com *softwares* código-aberto em escala de produção.

6.2 TESTES COM USUÁRIO

Os testes com os usuários foram realizados por meio de formulários do tipo *html*, preenchidos via *web* e enviados por e-mail, através de uma pequena aplicação em *php*. Os dados foram recebidos em formato texto e inseridos em um banco de dados em ambiente *postgreSQL*. As tabelas relativas aos testes foram construídas separadamente para cada tarefa, além da tabela relativa às características do usuário. Utilizou-se como chave-primária para as tabelas o campo '*e-mail*', e foram realizadas consultas SQL nestas tabelas, de forma individual ou em conjunto (por meio do operador SQL *JOIN*), para obterem-se os quantitativos de frequências para cada resposta do usuário. Os dados foram exportados no formato *CSV* para o programa *R*, onde foram executadas as análises estatísticas.

Assim, realizaram-se testes estatísticos para, primeiramente, validar a amostra objeto desta análise. Para esta primeira etapa, utilizou-se o teste χ^2 para duas variáveis, calculado por meio das frequências esperadas e observadas (item 5.3). Após esta etapa, procurou-se testar a aceitabilidade ou rejeição da hipótese nula do experimento, para cada tarefa, utilizando-se testes de análise de variância (ANOVA), especificamente o teste de múltiplas comparações da mínima diferença significativa de Fisher (LSD), que comparou a diferença entre médias aritméticas de cada subtarefa de forma a verificar se os grupos de controle e experimental influenciam no cumprimento da tarefa. Finalizando, foram aplicados testes estatísticos multivariados (MANOVA e Regressão Logística), de forma a mensurar a relação entre as características do usuário e o aproveitamento nas tarefas realizadas.

Assim, na primeira etapa realizou-se o teste qui-quadrado, que mede a hipótese dos dois grupos (Grupo de controle e Grupo Experimental), aleatoriamente divididos, serem independentes em relação aos fatores observados na amostra (TABELA 1). O mesmo teste foi aplicado para validar a aleatoriedade do mecanismo que gerou os grupos amostrais, comparando as frequências observadas às frequências esperadas (TABELA 2). Os resultados demonstram uma forte relação entre estes dois grupos, indicando que não existem diferenças significativas entre eles e que há independência entre estes e os demais fatores analisados. Isto pode ser comprovado, no caso da independência entre grupos, pelo valor da significância “p”, maior que 0,05, com 95% de confiança (WITTE; WITTE, 2005) e, para o caso da diferença entre os grupos, pelo valor de qui-quadrado calculado (2,24) ser menor que o valor tabelado (3,841), para 1 Grau de Liberdade e 95% de nível de confiança (WITTE; WITTE, 2005).

TABELA 1: TESTE QUI-QUADRADO PARA A VALIDAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS NOS GRUPOS DO EXPERIMENTO.

	<i>Grupo Controle</i>	<i>Grupo Experimental</i>
Freq. Observada	164	138
Freq. Esperada	151	151
Qui-quadrado	2,24	

FONTE: O autor (2009)

TABELA 2: TESTE DE INDEPENDÊNCIA QUI-QUADRADO ENTRE OS GRUPOS DE CONTROLE E AS CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO

<i>Características</i>	<i>Qui-Quadrado</i>	<i>Valor 'p'</i>
Experiência com Mapas em Geral	1,130	0,770
Experiência com Mapas na <i>web</i>	2,260	0,521
Frequência de uso da internet	0,187	0,666
Formação	0,891	0,828
Tempo que usa a internet	2,090	0,352
Idade	2,895	0,408
Sexo	0,766	0,382

FONTE: O autor (2009)

A seguir serão apresentados os resultados dos testes realizados, com gráficos que demonstram o desempenho nos testes realizados e o perfil da amostra, atentando-se para as percentagens mostradas terem sido geradas automaticamente via banco de dados, o que pode ocasionar pequenos arredondamentos.

6.2.1 Perfil da amostra

A amostra é composta por 302 usuários, cujo perfil médio é do sexo masculino, entre 26 e 34 anos de idade, com ensino superior completo, que assume-se como usuário frequente de mapas em geral e em mapas na *web*, é usuário da internet há 3 anos ou mais e acessa o conteúdo da *web* diariamente. Importante notar que o número de testes válidos para constituição da amostra diz respeito a cerca de 55% do total de usuários que iniciaram os testes. Vários foram descartados por questões metodológicas (item 5.3), porém boa parte preencheu o formulário e desistiu de completar as tarefas, a maior parte completando a execução da tarefa 1 apenas. Cabe aqui apontar que alguns formulários possuíam comentários acerca da lentidão de alguns mapas (concentrados em alguns horários/dias específicos), bem como sobre os mapas ficarem inacessíveis, isto devido ao período de manutenção que a rede interna e servidores da UFPR passaram nos meses de maio a junho de 2009, fator que certamente colaborou para o recebimento de formulários incompletos.

Os gráficos a seguir (FIGURAS 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 e 38) mostram as respostas relativas ao questionário de características do usuário:

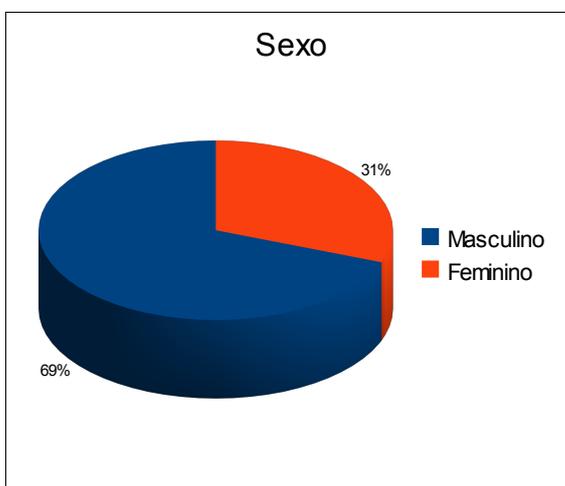


FIGURA 31 - PERFIL DA AMOSTRA – SEXO
FONTE: O autor (2009)

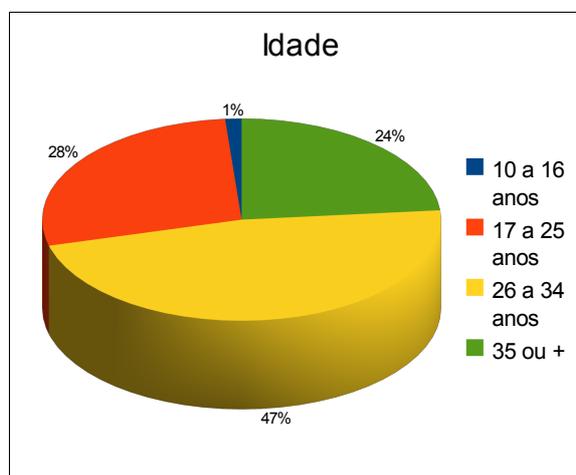


FIGURA 32 - PERFIL DA AMOSTRA – IDADE
FONTE: O autor (2009)

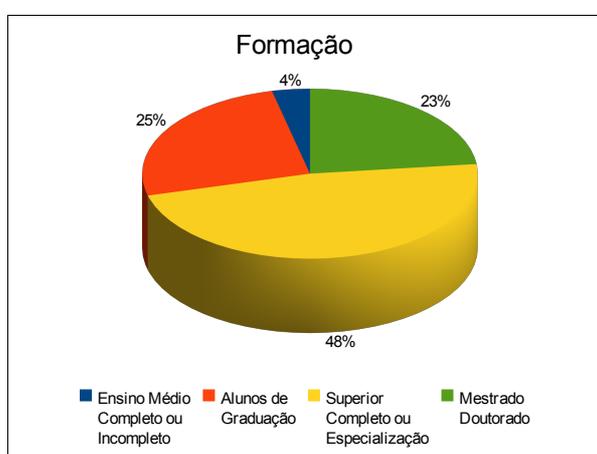


FIGURA 33 - PERFIL DA AMOSTRA – FORMAÇÃO
FONTE: O autor (2009)

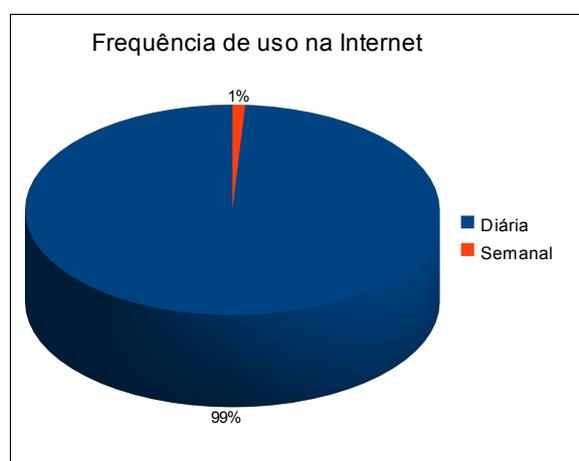


FIGURA 34 - PERFIL DA AMOSTRA – FREQUENCIA DE USO DA INTERNET
FONTE: O autor (2009)

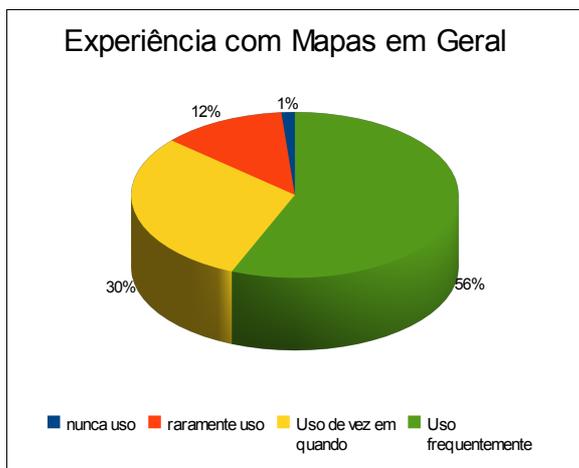


FIGURA 35 - PERFIL DA AMOSTRA – EXPERIÊNCIA COM MAPAS EM GERAL
FONTE: O autor (2009)

FIGURA 36 - PERFIL DA AMOSTRA – EXPERIÊNCIA COM MAPAS NA WEB
FONTE: O autor (2009)



FIGURA 37 - PERFIL DA AMOSTRA – TEMPO QUE ACESSA A INTERNET
FONTE: O autor (2009)

A última pergunta do questionário de características do usuário foi relacionada aos serviços de mapeamento utilizados, de forma que as respostas (FIGURA 38) demonstram um amplo e consolidado domínio das ferramentas “google” na preferência dos usuários de serviços de mapeamento na *web* brasileira. Outros serviços citados foram o “Wikimapia”, “Guia 4 rodas”, “Mapas Interativos do IBGE” e “Terra Mapas”, “Orkut”, “Petrobrás” e “Guia Mais”.

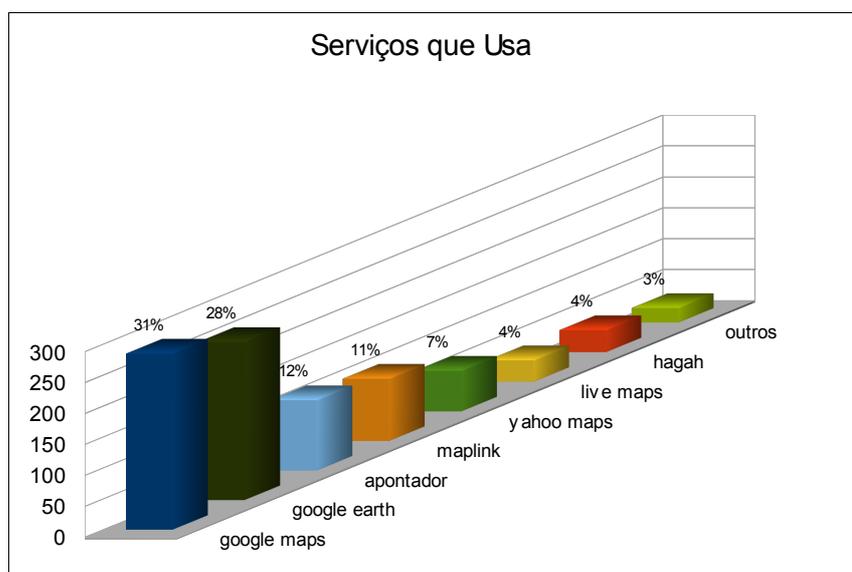


FIGURA 38 - PERFIL DO USUÁRIO: SERVIÇOS DE MAPEAMENTO
 FONTE: O autor (2009)

A distribuição das frequências de cada resposta do questionário está expressa na TABELA 3.

Neste ponto faz-se importante a discussão acerca da validação externa do processo de amostragem realizado. O universo de usuários da internet foi limitado à usuários da internet no brasil, de frequência mínima mensal, maiores que 10 anos e que possuem interesse no uso de mapas na internet. De forma a tornar a amostra aleatória, deve-se evitar a participação voluntária, o que é deveras complexo para uma pesquisa feita remotamente. Assim, a única forma de saber se a amostra desta pesquisa corresponde ao universo populacional é comparando os resultados com pesquisas anteriores. E segundo o PNAD (IBGE, 2007), o perfil do usuário da internet brasileira é, em termos de idade, frequência de uso e gênero, o mesmo da amostra desta pesquisa. A exceção fica por conta da escolaridade, uma vez que a pesquisa PNAD-IBGE encontrou um número maior de usuários que possui o nível médio apenas, ao invés do perfil da amostra deste trabalho, que é de nível superior. Isto pode ser explicado pelo universo de usuários que possui interesse em mapas na internet, bem como em participar de uma pesquisa científica relacionada a tecnologia ser, provavelmente, mais escolarizado.

TABELA 3. FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA CADA UM DOS FATORES

Fatores	Freq.
	302
Experiencia_com uso de mapas	
de vez em quando	91
frequentemente	170
nunca	4
raro	37
Experiencia com uso de mapas na web	
de vez em quando	123
frequentemente	141
nunca	4
raro	34
Formacao	
graduação	77
ensino Médio Completo ou Inc.	11
mestrado/doutorado	70
superior/especialização	144
Frequência de uso da internet	
diaria	299
semanal	3
Idade	
10 a 16 anos	4
17 a 25 anos	84
26 a 34 anos	143
35 ou mais	71
Sexo	
Fem.	93
Masc.	209
Tempo que usa a internet	
+ de 3 anos	294
- de 1 anos	2
1 a 3 anos	6

FONTE: O autor (2009)

6.2.2 Utilização das ferramentas

A utilização das ferramentas é resultado direto do projeto da interface. Uma interface computacional aceitável (NIELSEN, 1993) pressupõe eficácia na relação entre os elementos que a formam e seus potenciais usuários, de maneira que estes devem se sentir “à vontade” com as cores, posições, fontes e forma de

funcionamento das ferramentas disponibilizadas na interface.

Para a tarefa 1b (FIGURA 39) e tarefa 3b (FIGURA 40) as ferramentas de análise seguiram os padrões utilizados nas ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica *desktop*, ativadas com um clique em um botão, desativadas com outro clique no mesmo botão e descrição da funcionalidade flutuante (ao passar o ponteiro do mouse). Estas ferramentas assumem uma familiaridade com aplicações que utilizem funções similares que nem todos os usuários da *web* possuem, mesmo que a maioria destes afirme possuir experiência com mapas na internet e com a própria *web*. A análise por meio da MANOVA – análise de variância multifatorial - confirma que não existe uma relação direta entre estas características (frequência de uso da internet, familiaridade com mapas na *web*, e há quanto tempo usa a internet) e a utilização da ferramenta de medição (TABELA 4) e de consulta (TABELA 5) .

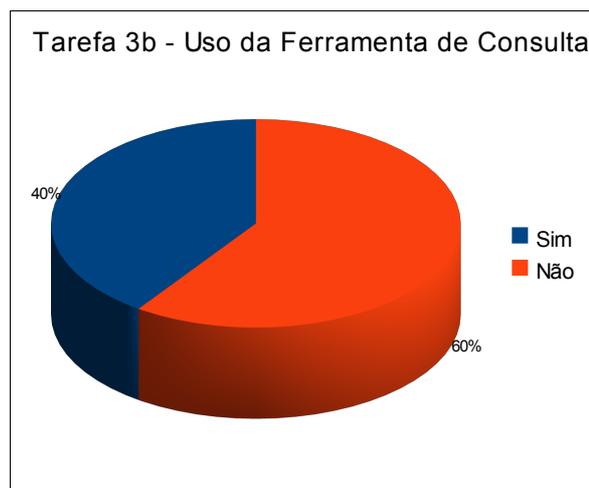
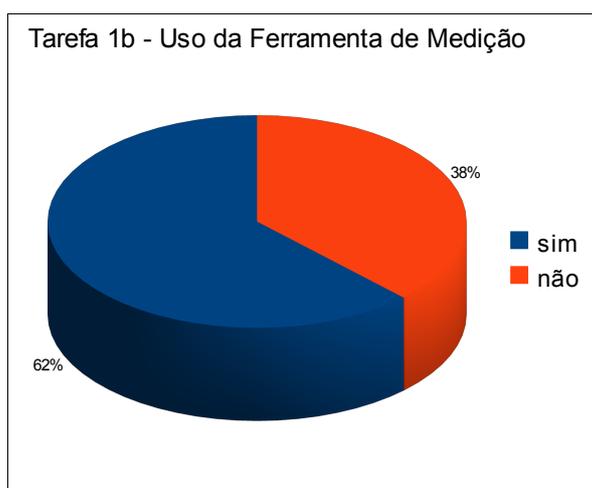


FIGURA 39 - TAREFA 1B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

FIGURA 40 - TAREFA 3B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

TABELA 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA DE MEDIÇÃO: VALOR P

Fatores	Valor P
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,0122
B:Experiência com uso de mapas na web	0,8177
C:Formação	0,0663
D:Frequência de uso da Internet	0,4327
E: Há quanto tempo usa a internet	0,8235

FONTE: O Autor (2009)

Por outro lado, uma vez que existe um valor 'p' menor que 0,05 ($p = 0,0122$), o fator “experiência com mapas em geral” possui um efeito significativamente estatístico no uso da ferramenta de medição, a um nível de confiança igual a 95%. Para o caso da ferramenta interseção (TABELA 5), apenas o fator “Formação” influencia estatisticamente na utilização da ferramenta, com valor 'p' igual a 0,046; enquanto que a ferramenta consulta (TABELA 6) não possui qualquer fator que interfira significativamente na sua utilização por parte do usuário.

TABELA 5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA INTERSEÇÃO: VALOR P

Fatores	Valor P
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,0558
B:Experiência com uso de mapas na web	0,2895
C:Formação	0,0458
D:Frequência de uso da Internet	0,4101
E: Há quanto tempo usa a internet	0,2276

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O USO DA FERRAMENTA CONSULTA: VALOR P

Fatores	Valor P
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,3229
B:Experiência com uso de mapas na web	0,8057
C:Formação	0,2811
D:Frequência de uso da Internet	0,4237
E: Há quanto tempo usa a internet	0,2644

FONTE: O Autor (2009)

Para a ferramenta *interseção*, implementada na tarefa 2b, foi constatada uma utilização em índices maiores do que as ferramentas utilizadas nas tarefas 1 e 3 (FIGURA 41), a um nível de significância de 10%⁴³. Isto pode ser explicado pela diferença em seu design, que orienta o uso, e pelo fato desta funcionalidade ocupar um espaço maior na interface, chamando assim mais a atenção do usuário. Porém, dentro da margem de erro da pesquisa (que é de 6 pontos percentuais), o que se observa é que as ferramentas de medição (tarefa 1b) e Interseção (2b) foram igualmente utilizadas. Entretanto convém salientar que na tarefa 1b é sugerida ao usuário a idéia de medição de distância, por meio do formulário, o que pode ter contribuído para a “busca” e consequente utilização desta ferramenta na interface.

⁴³ O nível de significância torna-se menor devido ao menor número de usuários para esta amostra.

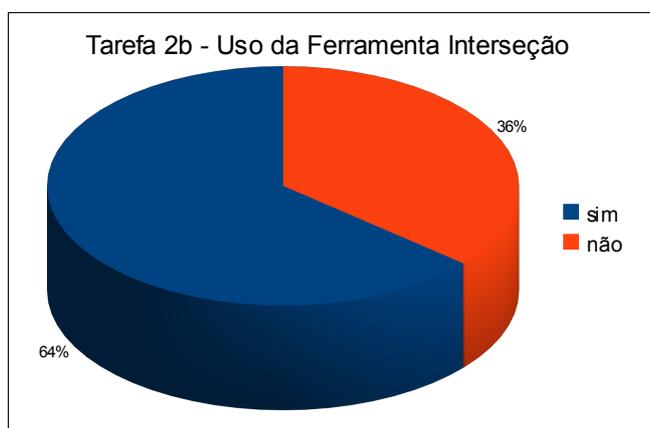


FIGURA 41 - TAREFA 2B: USO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

A ferramenta interseção foi a única ferramenta de análise implementada de forma a poder se observar o modo como o usuário a utilizou, uma vez que os parâmetros usados por cada usuário foram enviados em conjunto com as repostas da tarefa. Assim, pode-se afirmar que cerca de 95% dos usuários que utilizaram esta ferramenta forneceram os parâmetros corretos para o cumprimento da tarefa ('salas de aula' e 'bloco06' como camadas de intereseção/entrada).

6.2.3 Cumprimento das tarefas

6.2.3.1 Tarefa 1

Após a construção do sítio de testes na *web*, percebeu-se que a diferença entre as distâncias calculadas utilizando o caminho azul e laranja são praticamente iguais, sendo o caminho laranja 3 metros menor, o que na escala inicial utilizada na visualização (1:3500) equivale a menos de 1 mm no mapa. Assim, assumiu-se que ambos os caminhos podem ser considerados como resposta correta, de forma que, contabilizando-se os resultados nas tarefas 1a e 1b, chegou-se a um índice de acerto de 89,13% (FIGURA 42).

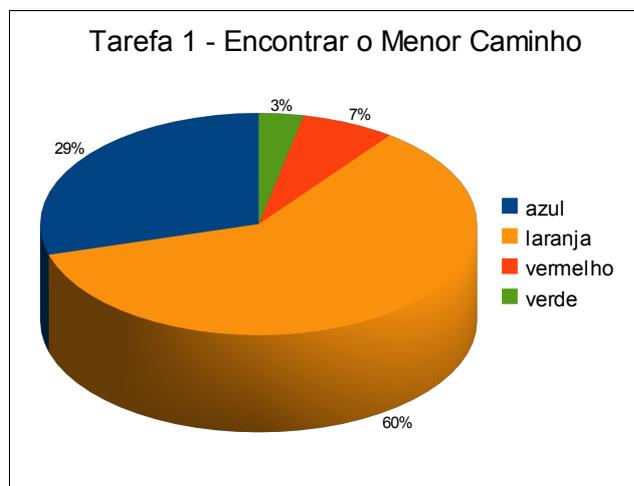


FIGURA 42 - TAREFA 1: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

Quando analisadas as tarefas separadamente, os índices obtidos variam dentro da margem de erro, indo de 27 a 32% para o caso das respostas que apontaram o caminho azul, e de 57 a 63% para o caminho laranja, totalizando entre 90 e 89% de respostas corretas, para as tarefas 1a (FIGURA 43) e 1b (FIGURA 44), respectivamente.

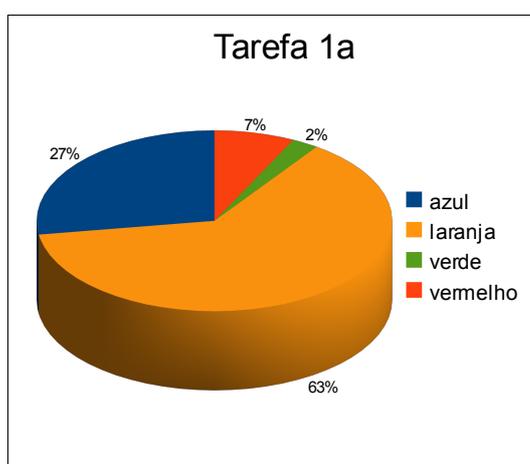


FIGURA 43 - TAREFA 1A:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

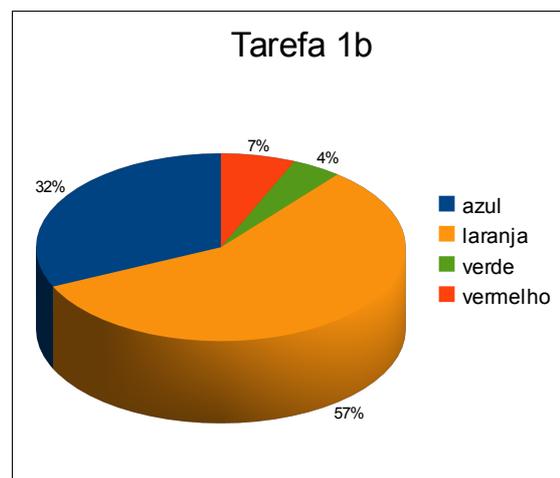


FIGURA 44 - TAREFA 1B:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

O resultado dos testes acerca da tarefa 1 nos leva a aceitar a hipótese nula (H0) que afirma não existir relação entre a presença/ausência das ferramentas de

análise e o cumprimento da tarefa, uma vez que foi realizada a análise de variância e o teste da mínima diferença significativa de Fisher (LSD) (WITTE;WITTE, 2005). Como visto no item 5.3, este teste usa os valores do teste 't' de Student de modo a formar um intervalo de confiança entre as médias. A magnitude dos limites indica a menor diferença entre duas médias quaisquer, que pode representar uma diferença estatisticamente representativa. Como o valor da diferença entre as médias é menor que a magnitude dos limites o teste demonstra que os grupos não possuem diferenças estatisticamente significativas em relação à variável dependente - o cumprimento da tarefa 1 - a um nível de confiança de 95% (TABELAS 7 e 8).

TABELA 7. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 1 – MÉDIAS

TAREFA 1 TIPO	FREQUÊNCIA	MÉDIA
1B	138	0,891304
1A	164	0,902439

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 8. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 1 – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS

PAR	DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS	MAGNITUDE DOS LIMITES
1A e 1B	0,0111347	0,069211

FONTE: O Autor (2009)

Alguns usuários utilizaram o campo para digitação do valor da distância (tarefa 1b) para indicar que não sabiam como calcular este valor, ou para expressar que a tentativa de estimar a distância visualmente era impossível: “*não consegui calcular, porém tenho certeza da resposta, por eliminação dos caminhos com maior número de curvas*”. Esta “explicação” do raciocínio demonstra a habilidade espacial empregada para o cumprimento da tarefa, mesmo que o mecanismo de avaliação não nos permita afirmar que todos os usuários agiram pela lógica do “*caminho mais curto é o que possui mais retas*”, uma vez que era possível simplesmente escolher ao acaso qualquer uma das 4 afirmativas disponíveis. Porém pode-se afirmar que o desempenho da amostra foi positivo, uma vez que a grande maioria dos usuários respondeu o teste corretamente, o que indica que a dificuldade parece estar

relacionada diretamente com a manipulação das ferramentas do mapa, e não com o raciocínio espacial em si.

6.2.3.2 Tarefa 2

A tarefa 2 possui a intenção de analisar se o usuário consegue ampliar a escala e mudar o ponto central da representação (por meio da ferramenta de deslocamento) de maneira que consiga visualizar informações de uma região específica, no caso 'bloco 06' e as salas de aula localizadas neste ('PI-13' e 'PI-12'). Os resultados acerca do cumprimento desta tarefa (FIGURA 45) mostram que cerca de 74% dos usuários responderam corretamente, consideradas corretas também as respostas com erro de digitação (PL ou PF, ao invés de PI), uma vez que a letra 'l', maiúscula, é facilmente confundível com a letra 'L' minúscula, e os traços (-) após o 'l', como mostraram alguns formulários, podem levar o usuário a confundi-la com a letra 'F', muito embora estes tenham sido casos isolados.

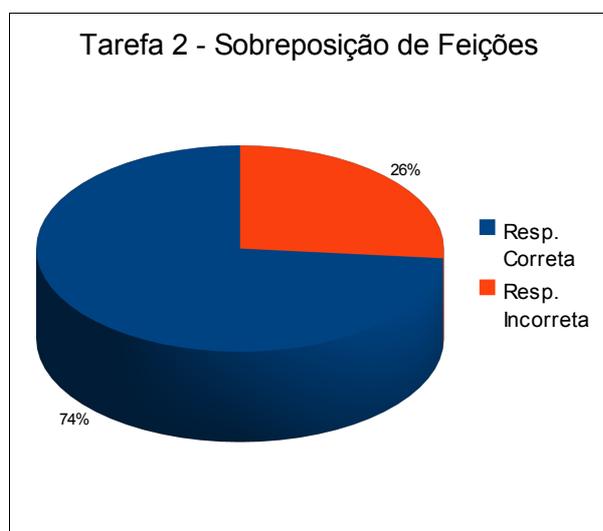


FIGURA 45 - TAREFA 2: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

Quando analisadas as tarefas 2a e 2b separadamente, os índices de respostas corretas obtidas variam dentro da margem de erro, indo de 71 a 75% para as tarefas entre 2a (FIGURA 46) e 2b (FIGURA 47), respectivamente.

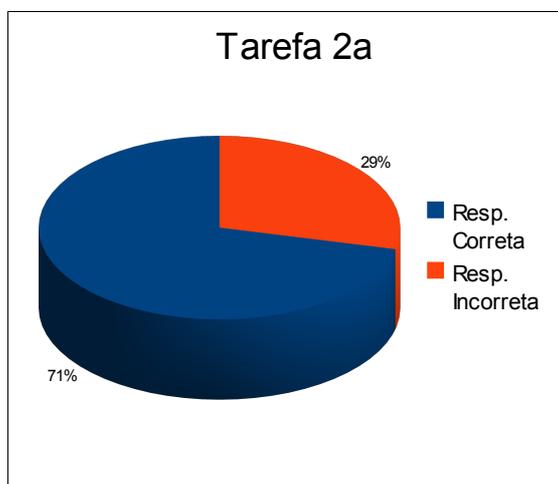


FIGURA 46 - TAREFA 2A:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

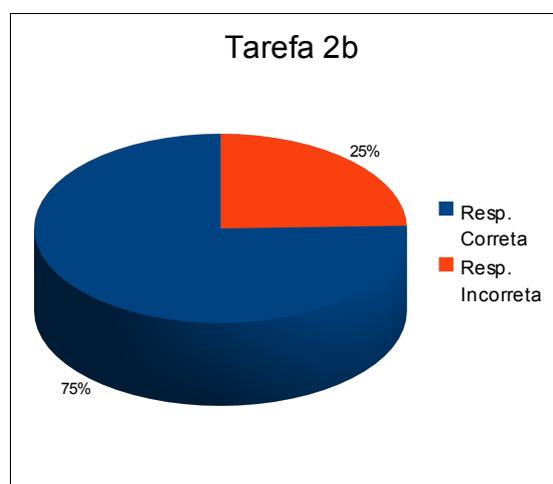


FIGURA 47 - TAREFA 2B:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

O resultado da tarefa 2 nos leva a aceitar a hipótese nula (H_0) que afirma não existir relação entre a presença/ausência das ferramentas de análise e o cumprimento desta tarefa, uma vez que a análise de variância e o teste da mínima diferença significativa de Fisher (LSD), demonstra que os grupos não possuem diferenças estatisticamente significativas em relação à variável dependente - o cumprimento da tarefa 2 - a um nível de confiança de 95%, uma vez que o valor da diferença entre as médias é menor que a magnitude dos limites (TABELAS 9 e 10).

TABELA 9. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 2 – MÉDIAS

TAREFA 2 TIPO	FREQUÊNCIA	MÉDIA
2B	139	0,71223
2A	163	0,754601

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 10. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): TAREFA 2 – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS

PAR	DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS	MAGNITUDE DOS LIMITES
2A - 2B	-0,042371	0,100477

FONTE: O Autor (2009)

Pela análise do campo para a digitação do formulário, pudemos observar que a resposta mais comum dentre aqueles que responderam de forma incorreta (cerca de 46%) foi a digitação de nomes de feições que se localizam no 'bloco 06' (que possui feições da classe 'laboratórios', 'salas de aula' e 'outras salas'). Provavelmente isto se deu pelo fato de que, ao ampliar a escala e mudar o centro da representação para o 'bloco 06', o usuário percebe que, se antes apareciam apenas os limites da bloco, o mesmo passa a ser “preenchido” com outras feições, levando-se à falsa impressão que o objetivo da tarefa é visualizar esta mudança, sem atentar para a especificação da exigência de serem “salas de aula” as feições solicitadas na pergunta. O restante das respostas incorretas apontou dificuldades na interação com as ferramentas de navegação: *“só sei dizer que tem duas salas de aula e mais 4 outras salas. Não consigo identificar as siglas...”*; *“A legenda não está visível”*; *“não sei, porque não entendi como funciona o mapa”*; e *“laboratorios, salas de aula, outras salas”* foram algumas das respostas obtidas.

Novamente a maioria dos usuários que realizou a tarefa conseguiu cumpri-la corretamente, apesar de ainda uma parte significativa dos usuários (cerca de 13%) terem problemas com a manipulação das ferramentas básicas de interatividade e de terem sido detectados problemas na interpretação do que fora solicitado no enunciado da tarefa. Este último problema relativo à interpretação, porém, é um fator considerado secundário nesta etapa especificamente, uma vez que na utilização de mapas funcionais num contexto real o usuário é quem define a tarefa que gostaria de desempenhar com a ajuda de um mapa e ao iniciar a sua utilização já tem consciência daquilo que deseja.

6.2.3.3 Tarefa 3

A tarefa 3 está dividida em 3 subtarefas, relacionadas à identificação de 3 pares de coordenadas para 3 feições distintas: Atual Restaurante Universitário (tarefa3RU), Prefeitura (tarefa3PREF) e Guarita 1 (tarefa3GUAR).

Para a feição Restaurante Universitário, foi constatado um problema que

gerou resultados incongruentes: pelo fato de existirem duas feições identificadas como RU (o antigo e o atual) existe a possibilidade de quando o usuário visualizar uma destas feições acreditar que concluiu a tarefa. Esta possibilidade foi percebida quando do 5º dia útil dos testes, apontada em alguns formulários recebidos e não percebida na etapa de testes, uma vez que os usuários de testes quase que totalmente foram pessoas familiarizadas com a área de estudo.

O fato de existirem dois 'RU's na representação foi permitido intencionando-se validar a utilização da ferramenta de consulta, uma vez que o nome: "Atual Restaurante Universitário" é uma etiqueta extensa, sendo tal informação adequada somente para a tabela de atributos da feição, acessível por meio da consulta. Assim, para os usuários do grupo de controle, foram consideradas corretas as respostas que identificaram corretamente ambos os 'RU's. Entretanto, para os usuários do grupo experimental, observou-se um alto índice de usuários que, mesmo utilizando a ferramenta de consulta, continuaram apontando as coordenadas do 'RU' antigo como resposta, o que é explicado pelo fato de, ao visualizarem a etiqueta com nome RU, na feição 'RU antigo', sem visualizar a feição 'RU novo', que também tem uma etiqueta 'RU', pensarem ter completado corretamente a tarefa.

Esta análise poderia ter sido corrigida com a construção de uma ferramenta de consulta mais elaborada, que conseguisse retornar ao formulário o ponto exato onde esta foi utilizada no mapa. A versão implementada neste trabalho apenas indica se houve utilização ou não da ferramenta, o que resulta na decisão pelo descarte das respostas para a subtarefa 3RU do grupo experimental.

Os resultados acerca do cumprimento desta tarefa mostram que cerca de 76% das respostas para as 3 subtarefas juntas foram consideradas corretas (FIGURA 48), com uma margem de erro de 6 pontos percentuais, para mais ou para menos. Foram consideradas corretas as coordenadas em um raio de 10 metros das coordenadas dos vértices dos limites feições, bem como qualquer coordenada dentro do perímetro de cada feição.

Para a subtarefa 3RU (FIGURA 44) obteve-se percentagem de acerto igual a 94%. Para a subtarefa 3PREF (FIGURA 45) a percentagem de acerto foi equivalente a 83% e para a subtarefa 3GUAR (FIGURA 46) foram obtidos 62% de acertos, resultados que demonstram índices de acertos para cada subtarefa estatisticamente

diferentes das demais. Tal resultado era esperado devido ao crescente nível de dificuldade na interação com o mapa, implementado nestas subtarefas, como descrito no item 5.4. Porém o resultado para a tarefa 3RU contempla apenas os resultados da tarefa 3a, onde a identificação de qualquer uma das duas feições 'RU' foi considerada como correta.

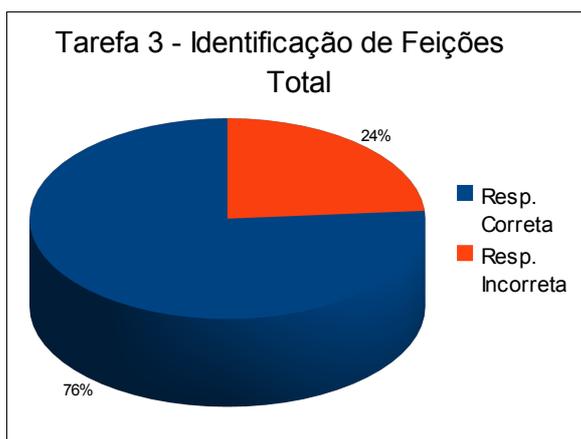


FIGURA 48 - TAREFA 3:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

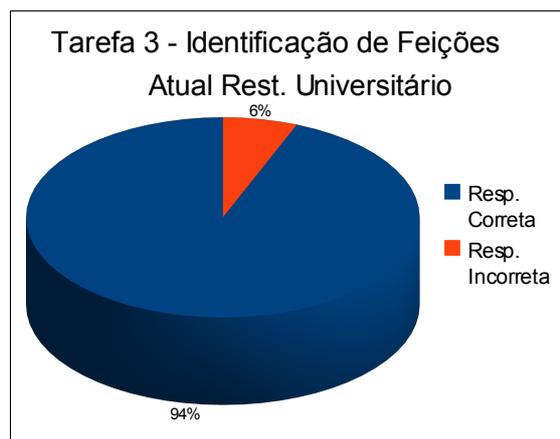


FIGURA 49 - TAREFA 3RU:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

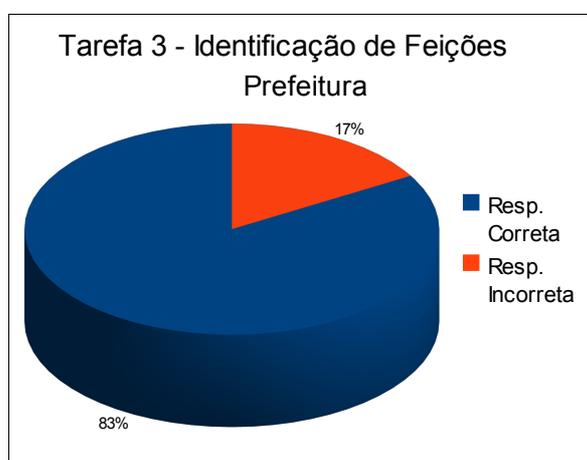


FIGURA 50 - TAREFA 3PREF:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

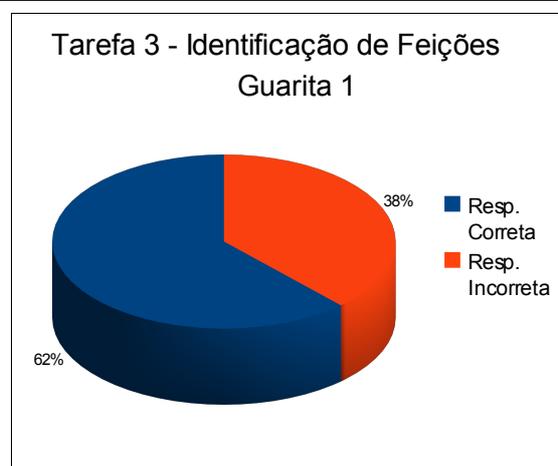


FIGURA 51 - TAREFA 3GUAR:
RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

Quando analisados os grupos de controle e experimental, os índices de respostas corretas obtidas para a subtarefa 3PREF variam dentro da margem de erro, indo de 81 a 86% para as tarefas 3a (FIGURA 52) e 3b (FIGURA 53).

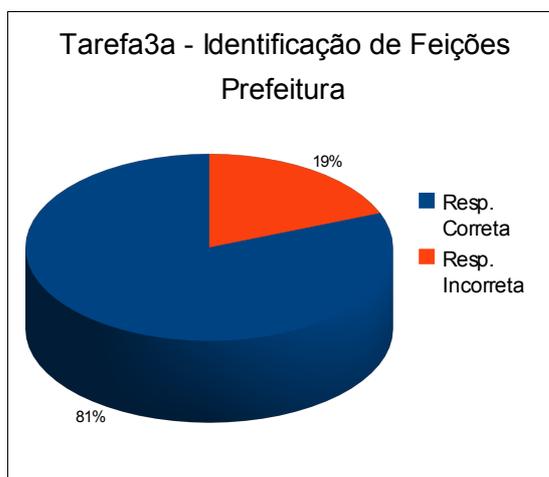


FIGURA 52 - TAREFA 3A – PREF: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

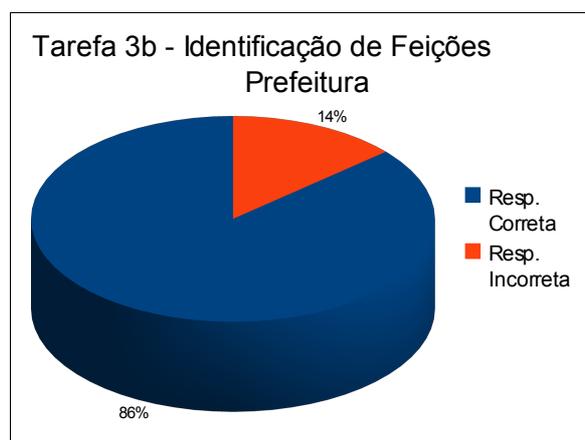


FIGURA 53 - TAREFA 3B - PREF: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

No caso da subtarefa 3GUAR, os índices de acerto obtidos também variaram dentro da margem de erro da pesquisa, indo de 60% - Tarefa3a (FIGURA 49) a 65% - tarefa 3b (FIGURA 50)

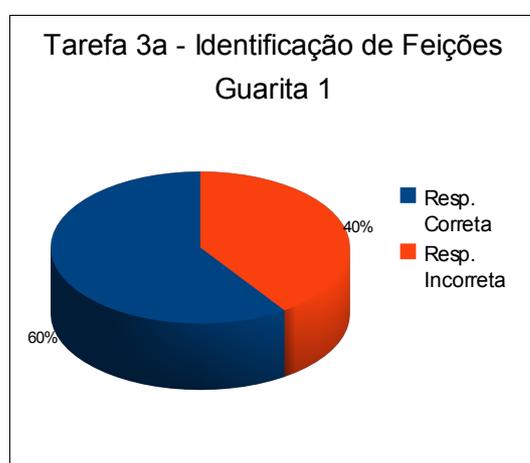


FIGURA 54 - TAREFA 3A - GUARITA1: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

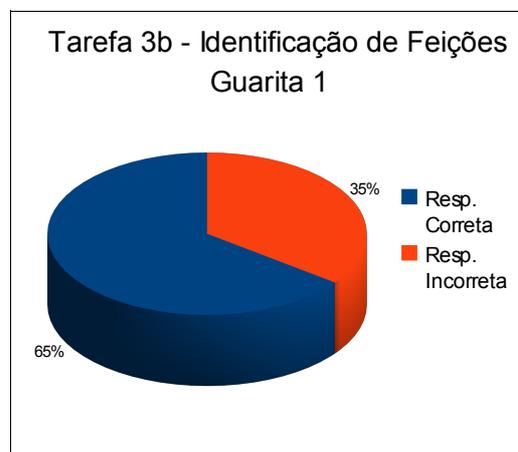


FIGURA 55 - TAREFA 3B - GUARITA1: RESPOSTAS
FONTE: O autor (2009)

O resultado da tarefa 3 nos leva a aceitar a hipótese nula (H_0), que afirma não existir relação entre a presença/ausência das ferramentas de análise e o cumprimento desta tarefa, uma vez que a análise de variância e o teste da mínima diferença significativa de Fisher (LSD), demonstra que os grupos não possuem

diferenças estatisticamente significativas em relação à variável dependente - o cumprimento das subtarefas 3PREF e 3GUAR - a um nível de confiança de 95% (TABELAS 11,12,13 e 14).

TABELA 11 - TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3PREF: MÉDIAS

TAREFA 2 TIPO	FREQUÊNCIA	MÉDIA
3a	163	0,809816
3b	139	0,863309

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 12. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3PREF – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS

PAR	DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS	MAGNITUDE DOS LIMITES
3A - 3B	-0,05	0,08

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 13. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3GUAR – MÉDIAS

TAREFA 2 TIPO	FREQUÊNCIA	MÉDIA
3a	163	0,595092
3b	139	0,647482

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 14. TESTE DA MÍNIMA DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE FISHER (LSD): SUBTAREFA 3GUAR – DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS

PAR	DIFERENÇA ENTRE MÉDIAS	MAGNITUDE DOS LIMITES
3A - 3B	-0,05239	0,110531

FONTE: O Autor (2009)

No formulário para a entrada de coordenadas, pode-se notar a dificuldade dos usuários em achar a feição 'Guarita 1', sendo que o campo para digitação da coordenada correspondente a esta feição foi deixado em branco ou preenchido com frases como: “*não sei*”; “*só achei a guarita 3*”; “*já rodei todo o mapa e não aparece*”. Também foram notados alguns formulários com respostas que denotam um conhecimento parco acerca de sistemas de coordenadas e localização: “*isso é grego?*”, “*(esta feição está) mais ao norte*”, “*não entendi*”.

Os índices de acerto no cumprimento geral da tarefa 3 foram semelhantes aos índices obtidos na tarefa 2, variando dentro da margem de erro da pesquisa, sendo que ambas possuem significativa diferença estatística em relação à tarefa 1, que obteve índices de acerto significativamente maiores. Também este é um resultado esperado, uma vez que a tarefa 1 avalia questões diferentes das avaliadas nas tarefas 2 e 3.

6.2.4 Relação entre características do usuário e cumprimento das tarefas

A análise multivariada por meio da Regressão logística e da Análise de Variância Multivariada cruzou as informações de característica de cada usuário da amostra em relação ao seu desempenho em cada tarefa. Os resultados indicam que, para a tarefa 1, nenhuma das características do usuário ('Idade', 'Sexo', 'Experiência com uso de mapas em geral', 'Experiência com uso de mapas na web', 'Formação', 'Frequência de uso da internet' e 'Há quanto tempo usa a internet') possui um efeito estatisticamente significativo no correto cumprimento da tarefa, uma vez que os valores 'p' são maiores que 0,05, a um nível de confiança de 95% (TABELA 15).

TABELA 15. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CUMPRIMENTO DA TAREFA 1 E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO: VALOR P

Fatores	Valor P
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,7579
B:Experiência com uso de mapas na web	0,6353
C:Formação	0,5850
D:Frequência de uso da Internet	0,6327
E: Grupo de Testes	0,8066
F:Há quanto tempo usa a internet	0,6279

FONTE: O Autor (2009)

A Regressão Logística por máxima verossimilhança estima os coeficientes no modelo de regressão, calcula o erro padrão e as “odds ratio” (livremente traduzido como razão de possibilidades) estimadas, de forma a adotar parâmetros que sejam suficientes para explicar a relação entre o cumprimento da tarefa e as características do usuário (TABELA 16).

TABELA 16. MODELO DE REGRESSÃO ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A TAREFA 1.

<i>Parametro</i>	<i>Coefficientes</i>	
	<i>Estimados</i>	<i>Erro Padrão</i>
CONSTANTE alfa	15,5003	832,19
Experiencia_com uso de mapas_em_geral_=de_vez_em_quando	0,824052	0,772841
Experiencia_com uso de mapas_em_geral=frequentemente	0,466291	0,755888
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =nunca	12,0669	662,953
Experiencia_com uso de mapas_na_web_= de_vez_em_quando	-0,925784	0,929812
Experiencia_com uso de mapas_na_web_=frequentemente	-1,01404	0,985899
Experiencia_com uso de mapas_na_web = nunca	11,8231	665,147
Formacao=estudante_graduação	0,752298	0,531497
Formacao=ensino_médio	0,191856	1,13412
Formacao=mestrado/doutorado	0,19147	0,475557
Frequência de uso da Internet=diaria	-13,1877	832,19

Fonte: O autor (2009)

Desta forma, os parâmetros na tabela 16 podem explicar o aproveitamento na resolução da tarefa 1, porém este modelo explica menos de 30% dos casos (análise do valor *deviance*), o que confirma o resultado da análise de variância (TABELA 15). Para tornar o modelo mais adequado a responder o interesse desta pesquisa, optamos por aplicar uma estratégia de modelo reduzido (item 5.3) por meio de uma seleção condicional (*stepwise selection*) que procura selecionar para o modelo apenas variáveis estatisticamente significantes (valor 'p' menor que 0,05). Para a tarefa 1 o modelo reduzido gerado não possui nenhuma das variáveis de características do usuário.

Para o cumprimento da tarefa 2 a análise de variância demonstra que nenhuma das características do usuário possui um efeito estatisticamente significativo no correto cumprimento da tarefa, uma vez que os valores 'p' são maiores que 0,05, a um nível de confiança de 95% (TABELA 17). O modelo da regressão logística para a tarefa 2 encontrou como fator mais adequado para explicar o índice de acerto nesta tarefa a 'experiência com mapas em geral' (TABELA 18).

TABELA 17. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO CUMPRIMENTO DA TAREFA 2 E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO

<i>Fatores</i>	<i>Somatório dos Quadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Quadrado da Média</i>	<i>Estatística F</i>	<i>Valor P</i>
A:Experiencia com uso de mapas em geral	1,23109	3	0,410362	2,21	0,0868
B:Experiência com uso de mapas na web	0,144185	3	0,0480616	0,26	0,8548
C: Formação	0,483258	3	0,161086	0,87	0,4578
D:Frequência de uso da Internet	0,00518645	1	0,00518645	0,03	0,8673
E: Grupo de testes	0,358548	1	0,358548	1,93	0,1655
F:Há quanto tempo usa a internet	0,690066	2	0,345033	1,86	0,1575
Resíduo	53,4227	288	0,185495		
Total Corrigido	58,8079	301			

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 18. MODELO DE REGRESSÃO ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A TAREFA 2

<i>Parametro</i>	<i>Coefficientes Estimados</i>	<i>Erro Padrão</i>
CONSTANTE	0,162519	0,329884
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =de_vez_em_quando	0,449283	0,396261
Experiencia_com uso de mapas_em_geral=frequentemente	1,37793	0,386393
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =nunca	0,936093	1,2009

Fonte: O autor (2009)

Para a tarefa 3, cada subtarefa será tratada de forma independente, sendo a análise de variância realizada individualmente para cada uma delas. Para a subtarefa 3RU não foram feitas as análises, uma vez que o resultado do grupo experimental para esta subtarefa foi descartada. Para a subtarefa 3PREF também nenhum fator possui influência estatisticamente significativa no correto cumprimento da tarefa (TABELA 19).

Para a subtarefa 3GUAR, relativa à localização da feição 'Guarita 1', existe um fator que influencia diretamente no acerto ou erro no cumprimento desta tarefa: a 'experiência com mapas na web'. Por meio da análise de variância multifatorial (TABELA 20) encontrou-se valor 'p' menor que 0,05 para esta característica, a um nível de confiança de 95%.

TABELA 19. ANÁLISE DE VARIÂNCIA: CUMPRIMENTO DA TAREFA 3 – SUBTAREFA 3PREF E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO

<i>Fatores</i>	<i>Somatório dos Quadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Quadrado da Média</i>	<i>Estatística F</i>	<i>Valor P</i>
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,590377	3	0,196792	1,51	0,2126
B:Experiência com uso de mapas na web	0,201122	3	0,0670408	0,51	0,6731
C: Formação	0,481589	3	0,16053	1,23	0,2989
D:Frequência de uso da Internet	0,100058	1	0,100058	0,77	0,3819
E: Grupo de testes	0,111129	1	0,111129	0,85	0,3569
F:Há quanto tempo usa a internet	0,507465	2	0,253732	1,94	0,1449
Resíduo	37,5812	288	0,13049		
Total Corrigido	41,7219	301			

FONTE: O Autor (2009)

TABELA 20. ANÁLISE DE VARIÂNCIA: CUMPRIMENTO DA TAREFA 3 – SUBTAREFA 3GUAR E CARACTERÍSTICAS DO USUÁRIO

<i>Fatores</i>	<i>Somatório dos Quadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Quadrado da Média</i>	<i>Estatística F</i>	<i>Valor P</i>
A:Experiencia com uso de mapas em geral	0,780987	3	0,260329	1,15	0,3304
B:Experiência com uso de mapas na web	2,14544	3	0,715145	3,15	0,0253
C: Formação	0,111206	3	0,0370688	0,16	0,9210
D:Frequência de uso da Internet	0,0015343 4	1 4	0,0015343 4	0,01	0,9345
E: Grupo de testes	0,802327	1	0,401163	0,85	0,1726
F:Há quanto tempo usa a internet	0,780987	3	0,260329	1,15	0,3304
Resíduo	65,5865	289	0,226943	1,77	
Total Corrigido	71,2086	301			

FONTE: O Autor (2009)

O modelo de regressão logística reduzido nos mostra, para a tarefa 3 – subtarefa 3PREF, que se pode explicar o aproveitamento de respostas nesta tarefa confrontando-se 3 classes dentro da característica 'experiência com uso de mapas em geral' (TABELA 21). O mesmo fator, acrescido do fator 'tempo que usa a internet', explica as respostas da subtarefa 3 GUAR (TABELA 22).

TABELA 21. MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A SUBTAREFA 3PREF

<i>Parametro</i>	<i>Coefficientes</i>	
	<i>Estimados</i>	<i>Erro Padrão</i>
CONSTANTE	-0,356675	0,348466
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =de_vez_em_quando	0,568849	0,392831
Experiencia_com uso de mapas_em_geral=frequentemente	1,35382	0,396797
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =nunca	0,356675	1,05898

FONTE: O autor (2009)

TABELA 22. MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA ESTIMADO (MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA) PARA A SUBTAREFA 3GUAR

<i>Parametro</i>	<i>Coefficientes</i>	
	<i>Estimados</i>	<i>Erro Padrão</i>
CONSTANTE	0,703198	0,441044
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =de_vez_em_quando	1,50313	0,437012
Experiencia_com uso de mapas_em_geral=frequentemente	0,412483	1,20797
Experiencia_com uso de mapas_em_geral =nunca	-0,264859	1,12692
Tempo_que_usa_a_internet = Mais de 3 anos	-15,4688	367,582
Tempo_que_usa_a_internet = Menos de 1 ano	0,703198	0,441044

FONTE: O autor (2009)

Podemos visualizar a relação entre a experiência com uso de mapas na web e o cumprimento da subtarefa 3GUAR (FIGURA 56).

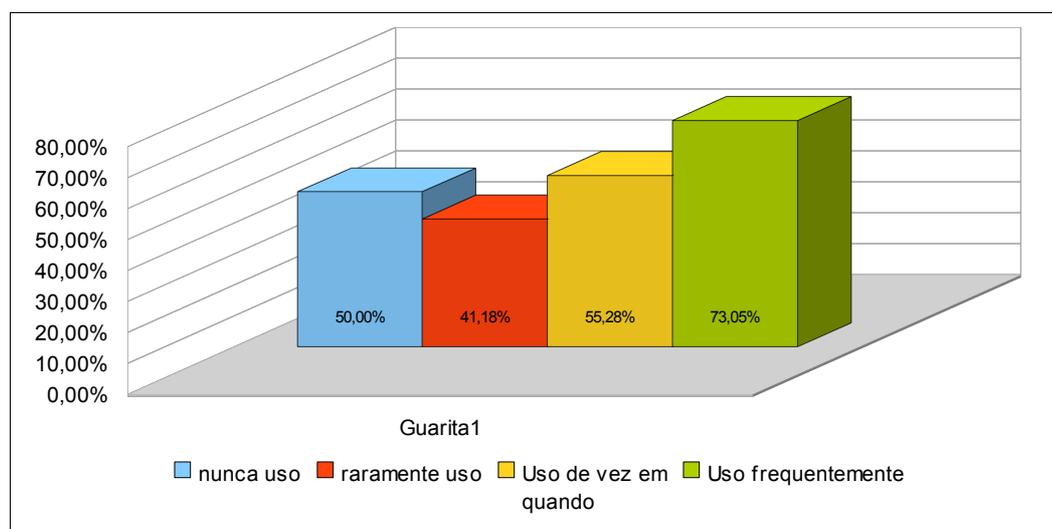


FIGURA 56 - TAREFA 3 – PERCENTUAL DE ACERTO PARA A SUBTAREFA 3GUAR EM RELAÇÃO À EXPERIÊNCIA DE USO EM MAPAS NA WEB.
 FONTE: O autor (2009)

Na identificação da feição 'Guarita 1', para a tarefa 3, observa-se que existe uma discrepância entre o percentual de acerto da tarefa para os usuários frequentes de mapas na *web*. Este percentual é significativamente superior ao percentual alcançado pelas demais classes, sendo os valores para a classe de uso “raramente uso” também discrepantes em relação aos demais, porém na razão inversa – esta classe possui índices de acertos significativamente inferiores.

6.2.5 Relação entre o uso das ferramentas de análise e o cumprimento das tarefas

Foram observados os aproveitamentos dos usuários do grupo experimental em relação a usar ou não usar a ferramenta de análise e como isto afetou o percentual de acerto para cada tarefa (FIGURAS 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 e 65). Para este levantamento, a margem de erro permanece em 6 pontos percentuais, porém o nível de confiança passa a ser de 90%, uma vez que os usuários do grupo experimental passam a ser uma sub-amostra da amostra original, de tamanho menor, porém conservando sua aleatoriedade e representatividade.

Observa-se que existe, em todas as tarefas, um aproveitamento significativo

dos usuários que utilizam as ferramentas de análise, em comparação aos usuários da mesma interface que “optam” por não utilizá-las. Assim, o usuário dos testes pode não atentar para a existência da ferramenta na interface ou não saber como usá-la, mas a medida em que consegue usar estas ferramentas sua eficácia no aproveitamento da tarefa cresce significativamente. Tal percentual justifica a adoção destas ferramentas nos mapas na internet, porém também indica que há muito trabalho a ser feito no projeto e implementação destas, para aumentar sua aceitabilidade pelos usuários.

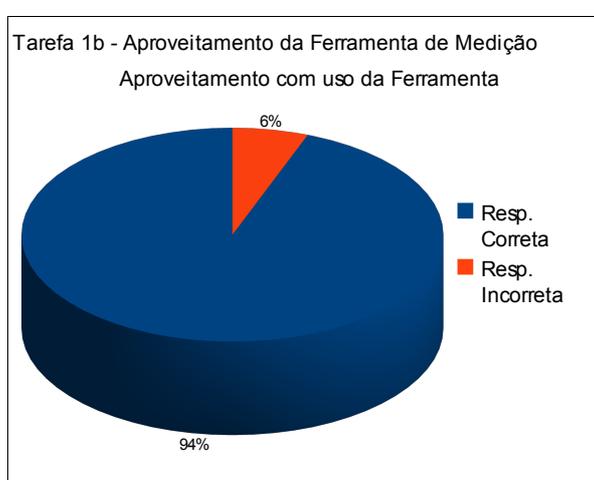


FIGURA 57 - TAREFA 1B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO
DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

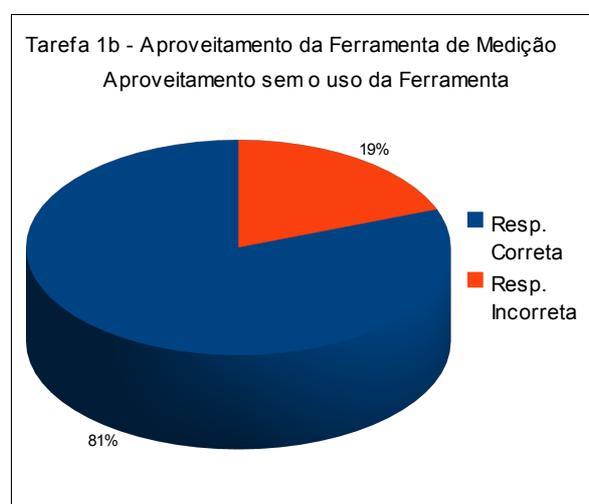


FIGURA 58 - TAREFA 1B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO NÃO HÁ
UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE
ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

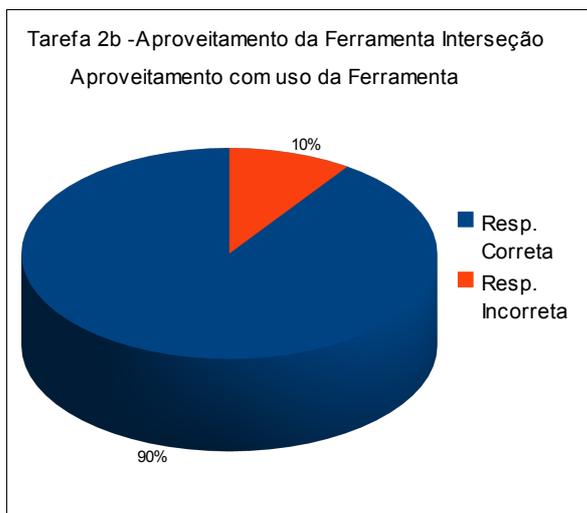


FIGURA 59 - TAREFA 2B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO
DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

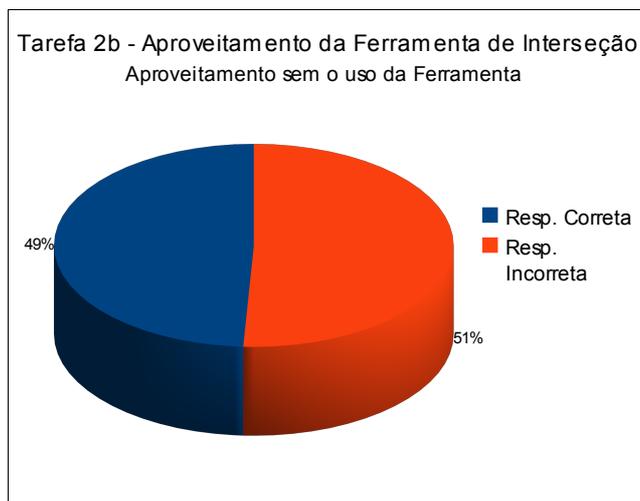


FIGURA 60 - TAREFA 2B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO NÃO HÁ
UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE
ANÁLISE
FONTE: O autor (2009)

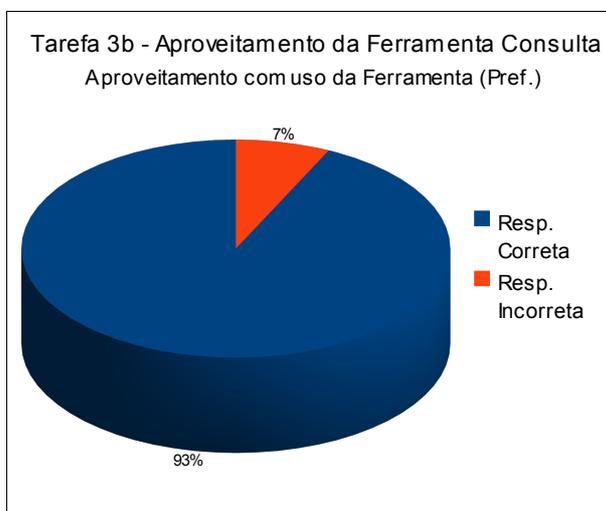


FIGURA 61 - TAREFA 3B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO
DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
(PREFEITURA)
FONTE: O autor (2009)

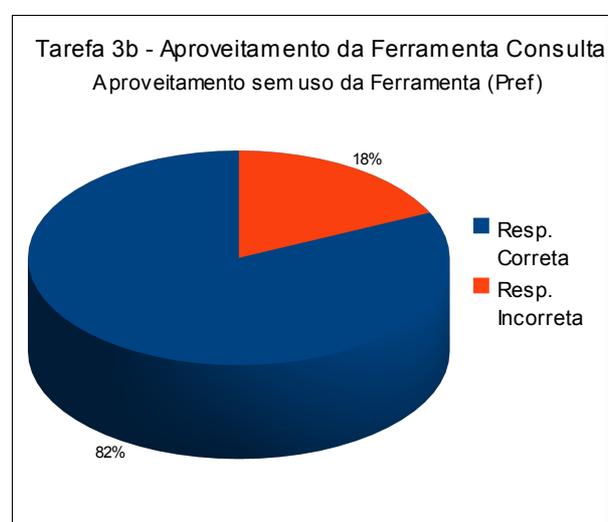


FIGURA 62 - TAREFA 3B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO NÃO HÁ
UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE
ANÁLISE (PREFEITURA)
FONTE: O autor (2009)

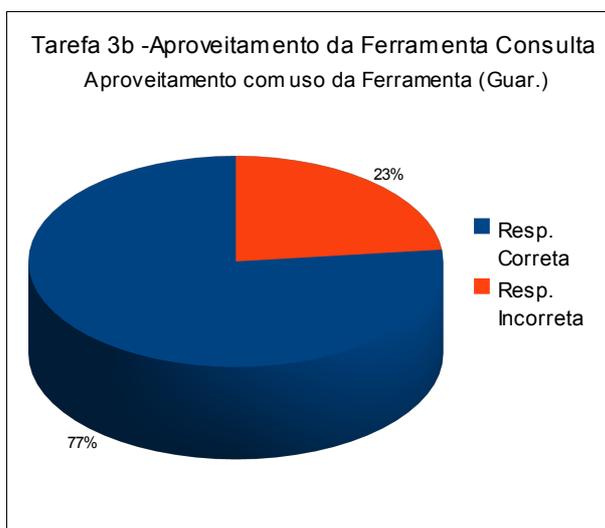


FIGURA 63 - TAREFA 3B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO HÁ UTILIZAÇÃO
DA FERRAMENTA DE ANÁLISE
(GUARITA 1)
FONTE: O autor (2009)

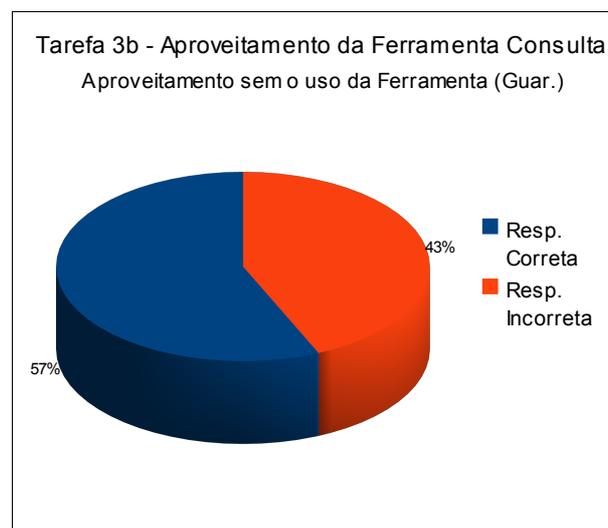


FIGURA 64 - TAREFA 3B –
PERCENTUAL DE RESPOSTAS
CORRETAS QUANDO NÃO HÁ
UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DE
ANÁLISE (GUARITA 1)
FONTE: O autor (2009)

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa procurou obter respostas acerca da maneira como os usuários da internet brasileira usam mapas, na própria internet. Com tantas possibilidades oferecidas pelos mapas disponíveis na *web* era esperado que os usuários conseguissem cumprir com facilidade as tarefas básicas como encontrar um lugar ou definir o melhor caminho entre dois pontos. Porém, como já visto em trabalhos anteriores, as funcionalidades existentes nestes mapas e a maneira como se implementa a interface e os elementos cartográficos contribuem decisivamente para a utilização destes mapas, num contexto funcional.

É imprescindível que a metodologia necessária para se fazer este tipo de análise considere a interdisciplinaridade do tema, o que justifica a extensa revisão bibliográfica realizada, bem como a pesquisa por decisões acerca da arquitetura da aplicação de testes e de sua interface. Pode-se dizer que as decisões tomadas em relação aos materiais e métodos foram eficazes para a análise do tema e que a verificação de páginas que hospedam atlas eletrônicos na *web* brasileira tenha sido importante para traçar um panorama do estado da arte no Brasil, além de auxiliar na pesquisa metodológica para as decisões da interface-computacional e interface-mapa da aplicação usada para testes com os usuários do universo estudado.

A escolha das tarefas para os testes deu-se de forma a privilegiar a análise espacial, tornando a pesquisa diretamente relacionada ao campo da IHC e da cognição humana. Em geral, os resultados confirmaram pesquisas anteriores (item 4.5), principalmente nas questões relativas a necessidade de instruções e ajuda nas interfaces – mesmo sendo notado que muitas vezes estas instruções são ignoradas – e dos problemas do uso de funcionalidades, cujo funcionamento e existência são por vezes também ignoradas pelos usuários. Porém, dada a pluralidade de características destes usuários (neste estudo limitada, porém ainda assim representada) pode-se afirmar que é impossível que um sítio de mapas na *web* consiga ser eficaz em 100% dos casos, mesmo no contexto de mapas funcionais, onde o uso é específico.

Assim, o presente estudo fornece bases importantes para tornar mais

eficazes, para a maior parte dos usuários, as interfaces para mapas funcionais na *web*, de maneira que podem ser listadas a seguir algumas constatações obtidas por meio da análise dos resultados dos testes e verificações realizadas.

Em relação à forma de apresentação, os resultados obtidos com relação a utilização das ferramentas para as tarefas demonstram que é importante para a aceitabilidade destas ferramentas pelos usuários a forma como estas são apresentadas a eles. Também a sugestão de uso das mesmas parece, dentro do contexto da execução de uma tarefa específica, influir positivamente no seu uso, uma vez que há uma razão conhecida pelo usuário para que elas estejam habilitadas na interface.

De uma maneira geral, não existem fatos que evidenciem uma relação direta entre as características de frequência de uso da internet, familiaridade com mapas na *web*, familiaridade com o uso da internet e a utilização das ferramentas de análise. Ou seja nenhum dos fatores parece influenciar no ato de usar ou não uma determinada ferramenta nos mapas interativos. Porém há uma indicação que o nível de escolaridade dos usuários influencie no uso de ferramentas de análise espacial descritivas, como no caso da ferramenta interseção, que preconiza a escolha de camadas para o seu funcionamento e necessita de parâmetros definidos pelo usuário para funcionar.

Dentre as características do usuário levantadas por meio do questionário, a experiência com mapas em geral influenciou diretamente na utilização da ferramenta de medição de distâncias. Nesta tarefa, os usuários que dizem usar mapas em geral frequentemente utilizaram significativamente mais vezes a ferramenta de medição, em comparação com outros usuários. Para outras características não houve influência significativa na utilização das demais ferramentas de análise espacial ('interseção' e 'sobreposição de feições').

Os testes estatísticos também indicaram que as características do usuário não influenciam no cumprimento de tarefas de análises espaciais em mapas funcionais na *web*. Porém o modelo de regressão logística aponta uma tendência de influência para algumas classes de experiência com uso de mapas em geral e mapas na *web*, nível de escolaridade e a experiência com o uso da própria internet. Também pode-se afirmar que, quanto maior o nível de dificuldade da tarefa a ser

executada com a ajuda de um mapa funcional na *web*, maiores são as chances de um usuário completá-la corretamente se possui maior experiência com mapas em geral, e, em menor escala, experiência com mapas na *web*.

Diferentemente do estudo de Andrienko et al. (2003), os resultados aqui apresentados demonstram que usuários conseguem lidar com ferramentas de interatividade e parecem ter idéia da relação entre a facilidade na obtenção de informações e a manipulação das ferramentas para interação com o mapa. Além disso, observou-se que a maior parte dos usuários consegue interagir com ferramentas de *zoom* e *panning*, conseguindo levar o ponto de vista do mapa para o lugar desejado. Porém isto não garante que eles consigam cumprir as tarefas de maneira correta.

Chama a atenção na análise dos formulários recebidos que usuários desconheçam conceitos elementares, como a definição de coordenadas. Esta observação pode ser utilizada em trabalhos futuros que realizem uma comparação entre resultados acerca de usos e usuários de mapas na *web* em outros países, de forma a compreender as diferenças e eventuais deficiências de ordem educacional, entre usuários de diferentes culturas. Outro ponto negativo observado, que corrobora as conclusões de Andrienko et al. (2003), foi a observância de que os usuários parecem ignorar instruções escritas.

Positivamente, também como afirmado pelos autores supracitados, os usuários parecem estar aptos a adotar novas soluções para a resolução de problemas utilizando mapas, isto provado na pesquisa aqui realizada, pelo alto índice de utilização da ferramenta 'interseção', no grupo de controle.

Em relação ao quantitativo de acertos nas tarefas propostas, na avaliação da tarefa relacionada à cognição espacial (medição de distâncias), o índice de acertos é maior do que nas tarefas restantes, relacionadas à manipulação de ferramentas. Isto pode indicar que a dificuldade no cumprimento de tarefas com mapas funcionais na *web* está mais ligada à manipulação de ferramentas computacionais do que à dificuldades de ordem cognitiva. Cabe aqui salientar que esta tarefa avaliou de forma mais incisiva a capacidade de comparação espacial entre objetos, uma capacidade menos complexa do que o senso absoluto de distância, que seria avaliado caso o usuário precisasse desenhar o menor caminho entre dois pontos.

Recomenda-se que em trabalhos futuros possam ser avaliadas outras habilidades relacionadas à percepção espacial de usuários.

Os resultados aqui demonstrados permitem afirmar que o fato de um mapa funcional na *web* possuir em sua interface uma determinada ferramenta de análise espacial não é garantia de que o usuário utilize-a, e sua existência na interface, por si só, não garante um aumento significativo no correto cumprimento de tarefas que envolvam estas análises espaciais. Porém, usuários que utilizam estas ferramentas tem mais chances de conseguir cumprir estas tarefas.

Acerca da metodologia adotada, a proposta mostrou-se adequada ao tipo de avaliação realizada, permitindo a exata mensuração do uso desejado de ferramentas e produtos cartográficos na internet, tendo-se noção do quantitativo de usuários de um universo que consegue interagir a contento com estas interfaces. Esta metodologia deve ser complementada com outras estratégias que permitam uma descrição mais detalhada das ações do usuário no momento em que este usa o mapa e que procurem evitar a evasão e desinteresse no teste. Além disso recomenda-se a realização de um estudo mais detalhado em relação às características do usuário que possam influenciar na interação com estes produtos, incluindo uma delimitação de classes mais pertinente e a identificação de outras características possivelmente importantes, como a área de atuação profissional e formação.

A continuação desta pesquisa também pode incorporar a utilização de outros tipos de ferramentas e decisões de projeto de interface bem como comparar classes de usuários, de forma a possibilitar uma avaliação mais detalhada das características destes que tenham maior influência no uso de mapas funcionais. Este tipo de estudo pode determinar a criação de mecanismos que permitam a seleção de conteúdo de acordo com características pessoais de usuários de determinado serviço de mapas na *web*. Também seria desejável a realização de estudos relacionados ao projeto de ferramentas de análise espacial nestes produtos, de forma a maximizar a eficácia e eficiência destas ferramentas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, B.; DEOLIVEIRA, J. **WMS Performance Tests! Mapserver & Geoserver. Refrations Research.** Apresentação no FOSS4G 2007. Canadá, 2007. disponível em <http://www.foss4g2007.org/presentations/viewattachment.php?attachment_id=48> Acesso em 30/09/2008.

ANDRIENKO, G.; ANDRIENKO, N.; VOSS, H. Gis for Everyone: The CommonGIS project and Beyond. In: PETERSON, M.P.(ed.) **Maps and the Internet.** Elsevier, 2003. p.131-146.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A management perspective.** Canadá: WDL publications, 1989.

ARLETH, M. Problems in Screen Map Design. In:19th International Cartographic Conference, Ottawa, Canada. 1999. **Proceedings:** 1, 1999. p. 849-857.

BARNARD, P. The Contributions of applied cognitive psychology to the study of human-computer interaction. In: SCHAKEL B.; RICHARDSON, S. (ed.) **Human Factors for Informatics Usability.** Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 151-182.

BEST-GIS. **Guidelines for best practice in user interface for GIS.** Geneva: The European Commission, DGIII – Industry. ESPRIT Programme. Geographical Information Systems International Group. 1998. Disponível em <<http://www.gisig.it/best-gis>> 17/10/2008.

BOARD, C. Map reading tasks appropriate in experimental studies in cartographic communication. In: **Canadian Cartographer**, vol. 15. ed. 1, p. 1-12, 1978.

BORCHERT, A.. Multimedia Atlas Concepts. In: CARTWRIGHT, W. ; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. **Multimedia Cartography.** 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, p.75-86.

BOULOS, K. M. N. Principles and techniques of interactive Web cartography and Internet GIS. In: MADDEN, M. (ed.) **The GIS Manual.** Bethesda, Maryland: ASPRS—American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2008. Disponível em: <[http://healthcybermap.org/publications/Chapter49_proof1\(ASPRS_TheGISManual\)](http://healthcybermap.org/publications/Chapter49_proof1(ASPRS_TheGISManual))>

pdf> Acesso em 23/08/2008.

BRANDÃO, F.; RIBEIRO, J. A. **Estudo do XML, GML, SVG e WEBSERVICES (WMS e WFS) para formatação e divulgação de informações geográficas**. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 5611-5617. Florianópolis, 2007.

BRODERSEN, L.; ANDERSEN, H.K.; WEBER, S. Applying eye-movement tracking for the study of map perception and map design. In: **Publications Series** 4, Volume 9. Copenhagen: National Survey and Cadastre. Dinamarca: 2002.

BUCKLEY, A. Atlas Mapping in the 21st. Century. In: **Cartography and Geographic Information Science**, Vol. 30, No. 2, 2003, p. 149-158.

CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M.A. et al. **Bancos de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005, p. 11 – 52.

CAMMACK, R.G. Cartographic Approaches to Web Mapping Services. In: CARTWRIGHT, W. ; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (eds.) **Multimedia Cartography**. 2. ed. Springer-Verlag, 2007. p.441 – 453.

CARROLL, J. K.; MACK, R. L.; KELLOGG, W. A. Interface Metaphors and User Interface Design, in HELANDER, M. (ed.). **Handbook of Human-Computer Interaction**. Elsevier Science, 1998. p.67-85.

CARTWRIGHT, W; PETERSON, M. P. Multimedia Cartography. In: CARTWRIGHT, W. ; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography**. 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, 343 p., p.1-10.

CARTWRIGHT, W. Development of Multimedia. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography**. 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, 343 p., p.11-30.

CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. **Multimedia Cartography**. 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, 343 p.

CARTWRIGHT, W., CRAMPTON, J., GARTNER, G., MILLER, S., MITCHELL, K., SIEKIERSKA, E.; WOOD, J. Geospatial Information Visualization User Interface Issues. In: **Cartography and Geographic Information Science**, 28(1) p. 45-60. 2001.

CARTWRIGHT, W.E. Maps on the Web. In: PETERSON, M.P. (ed). **Maps and the Internet**, Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. p. 35 – 56.

CARTWRIGHT, W.E. Delivering geospatial information with web 2.0. In: PETERSON, M.P. **International Perspectives on Maps and the Internet**, Springer, 2008. p.11-29. Disponível em: <www.springerlink.com/index/p18j1863hl342206.pdf>. Acesso em 14/07/2008.

CECCONI, A.; GALANDA, M. Adaptive Zooming in Web Cartography. In: **SVG Open / Carto.net Developers Conference**. Zurich, Switzerland: 2002. Disponível em: http://www.svgopen.org/2002/papers/cecconi_galanda__adaptive_zooming> Acesso em 22/04/2008

CHANG, Y-H; CHUANG, I.K.L.; WANG, H-C. Adaptive Level-of-Detail in SVG. In: Adaptive Level-of-detail in SVG. In **SVG Open 2004: 3rd Annual Conference on Scalable Vector Graphics**. Tokyo, Japan: 2004. Disponível em: <<http://www.svgopen.org/2004/paperAbstracts/AdaptiveLoD.html>> Acesso em 22/04/2008.

CHEUNG, I.K.L; SHEA, G.Y.K. The Development of Algorithms for On-Demand map editing for internet and mobile users with GMLAND SVG. In. XXth ISPRS CONGRESS, 2004 Istanbul , Turquia. **Proceedings**, p. 12-23, 2004.

CRAMPTON, J. W. Interactivity types in geographic visualization. In: **Cartography and Geographic Information Science**. v. 29, n.2, p. 85-98, 2002.

CRAMPTON, J.W.; KRYGIER, J. An Introduction to Critical Cartography. In: **An International E-journal for Critical Geographies**. ACME. 4(1), 2002. p.11-33.

DELAZARI, L. S. **Modelagem e implementação de um Atlas Eletrônico Interativo utilizando métodos de visualização cartográfica**. São Paulo, 2004. 155p. Tese doutorado. USP.

DENT, B. D.: **Cartography thematic map design**. WCB McGraw-Hill. 5° ed. 1999. 417p.

EDSALL, R.: "Cultural factors in digital cartographic design: implications for communication to diverse users. In: **Cartography and Geographic Information Science** 34.2 (Abril, 2007): p. 121 – 129. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em 30/04/2008.

EDSALL, R. Cartography: Map Interactivity. In KITCHIN, R.; THRIFT, N. (eds.) **The International Encyclopedia of Human Geography**. Londres: Elsevier. In Press. 2007.

EDSALL, R., BUTTENFIELD, B., ANDRIENKO, G., ANDRIENKO, N. Interactive Maps for Exploring Spatial Data In: MADDEN, M.(ed.) **The GIS Manual**. Bethesda, Maryland: ASPRS - American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2008. Disponível em: <www.public.asu.edu/~redsall/MANGIS2008.pdf> Acesso em 19/09/2008.

ELZAKKER, C. P. J. M. Van, **The Use of Maps in the Exploration of Geographic Data**, Netherlands Geographical Studies 326, ITC. Dissertation No. 116, Utrecht/Enschede. 2004.

ELZAKKER, C. P. J. M. Van; WEALANDS, K. Use and Users of Multimedia Cartography. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography**. 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007, 343 p., p.11-30.

EMARKETER: Brazil online report. Nova York: Jan. 2007. Disponível em: <http://www.emarketer.com/Report.aspx?code=emarketer_2000459> acesso em 22/10/2008.

FABRIKANT, S.I. Evaluating the Usability of the Scale Metaphor for Querying Semantic Information Spaces. In: MONTELLO, D.R. (ed.). **Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science**. Conference on Spatial Information Theory (COSIT '01), Lecture Notes in Computer Science 2205, Berlin: Springer-Verlag, 2001. p. 156-171.

FALAT, D. R. **Avaliação de Mapas na Web: Questões relativas à interface e à interatividade**. Dissertação de Mestrado defendida em 2007. Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, UFPR.

FALCHETTA, P. Perception, Cognition and technology in the reading of digital cartography. In: **e-Perimetry**, Vol.1, No. 1, 2006. p. 77-80

FAIRBARN, D.; ANDRIENKO, G.; ANDRIENKO, N.; BUZIEK, G. DYKES, J. Representation and its Relationship with Cartographic Visualization: a research agenda In: *Cartography and Geographic Information Science* vol. 28. (1) p. 1-29. Disponível em: <<http://kartoweb.itc.nl/icavis/agenda/PDF/Fairbairn.pdf>> Acesso em 29/10/2008.

FOLEY, J.D.; WALLACE, V.L., CHAN, P. The Human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques. In: PREECE, J.; KELLER, L. **Human-Computer interaction**. Cambridge: The Open University. 1990

FRANK, A. U. The Use of Geographical Information System: The User Interface Is the System. In MEDYCKYJ-SCOTT, D.; HEARNSHAW, H. (ed.) **Human Factors in Geographical Information Systems**. Londres: Belhaven Press, 1993. p. 3-14.

FREITAG, U. Map Functions. In: 16th ICA Conference. Cologne: 1993. **Proceedings...** Selected Main Theoretic Issues Facing Cartography. Report of the ICA Working Group: Main Theoretical Issues on Cartography. Cologne: 1993.

FUHRMANN, S.; MACEACHREN, A.M. Navigation in Desktop Geovirtual Environments: Usability Assessment. In: 20th International Cartographic Conference, Beijing, China: 2001. **Proceedings**, (5) 2001. p. 2444-2453.

GALDOS SYSTEMS INC. **Making Maps with GML – Geography Markup Language**. Out. 2000, 11p. Disponível em <www.galdosinc.com/files/MakingMapsInGML2.pdf> Acesso em 30/09/2008.

GARTNER, G.; BENNET, D.A.; MORITA, T. Towards Ubiquitous Cartography. In: **Cartography and Geographic Information Science**, Vol. 34, No.4, 2007, p. 247-257.

GML *specification*. Disponível em: < <http://www.opengeospatial.org>>. Acesso em: 15 set. 2007.

GUPTILL, S.C. GIScience, the NSDI, and GeoWikis. In: **Cartography and Geographic Information Science**, vol. 34. N. 2, 2007, p. 165-166.

HAKLAY, M.; ZAFIRI, A. Usability Engineering for GIS: Learning from a Screenshot. In: **The Cartographic Journal** - Use and Users Special Issue. Vol. 45 (2), p.. 87-97, 2008. Disponível em <<http://eprints.ucl.ac.uk/7902/1/7902.pdf>> Acesso em 21/09/2008.

HAKLAY, M.; JONES, Usability and GIS – why your boss should buy you a larger monitor. In: **AGI GEO'08: Shaping a Changing World** Disponível em: <<http://homepages.ge.ucl.ac.uk/~mhaklay/pdf/Usability%20and%20GIS%20-%20AGI%202008%20-%20Haklay.pdf>> Acesso em 25/10/2008.

HARLEY, J.B.; WOODWARD, D. **The History of Cartography**. Vol.1. Chicago: The University of Chicago Press, 1987.

HARROWER, M. A look at the history and future of animated maps. In: **Cartographica** Ed. 39(3). 2004. p. 33-42.

HARROWER, M.; SHEESLEY, B. Designing better map interfaces: A framework for panning and zooming. **Transactions In: GIS**, vol. 9, n.2,p. 77-89, 2005.

HIRAMATSU, K.; KOBAYASHI, K.; BENJAMIN, B.; ISHIDA, T.; AKAHANI, J. Map-Based User Interface for Digital City Kyoto. In: INET 2000, Interactive, Multimedia, Innovative Contents, Emerging Multimedia. Julho/2000. **Proceedings. CD-ROM**. 30/06/2000. Disponível em: <http://www.isoc.org/inet2000/cdproceedings/4c/4c_1.htm> Acesso em 29.09.2008.

HOWARD, D.; MacEACHREN, A. M. Interface design for geographic Visualization: tools for representing reliability. In: **Cartography and Geographic Information Systems**, vol. 23, n.2, p. 59-77, 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2005. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/acessoainternet/internet.pdf>> acesso em 22/10/2008.

IEA: International Ergonomics Association. 2008. Disponível em <<http://www.iea.cc>>. Acesso em 20/09/2008.

ISO 13407: Human-Centered Design for Interactive Systems. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.1999.

JENNY, B.; JENNY, H.; RÄBER, S. Map design for the Internet. In: PETERSON, M.P. **International Perspectives on Maps and the Internet**. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2008. p. 31-48.

JURISTO, N. & FERRE, X. How to Integrate Usability into the Software Development Process. *In: ICSE'06*, Shangai: 2000. Anais... Shangai: 2000. p. 20-28.

KITCHIN, R.; PERKINS, C. Thinking about maps. *In: KITCHIN, R.; PERKINS, C. Rethinking maps: New frontiers in cartographic theory*. In press. 2008 Disponível em <http://personalpages.manchester.ac.uk/staff/m.dodge/Rethinking_Maps_Introduction.pdf> Acesso em 15/10/2008.

KOŁODZIEJ, K. (Ed.) **The OpenGIS Web Map Server Cookbook**. Cambridge: OGC Document 03-050. Open GIS Consortium Inc., 2003.

KOLACNY, A. Cartographic Information – A Fundamental Concept and Term in Modern Cartography. *In: Cartographica*. Suplemento n.1, Vol. 14, p.39-45, 1977.

KOUA, E.L.; KRAAK, M.-J. A Usability Framework for the Design and Evaluation of an Exploratory Geovisualisation Environment. *In: IV'04, IEEE*. Proceedings of the 8th International Conference on Information Visualisation.. Anais... Computer Society Press. 2004.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. J. **Cartography: Visualization of Spatial Data**. 3.ed. England: Addison Wesley Longman, 1998, 222 p.

KRAAK, M. J. Settings and needs for web cartography. *In: KRAAK, M.-J.; BROWN, A.(Ed.) Web Cartography: developments and prospects*. Londres: Taylor & Francis, p. 1-6, 2001.

KRAAK, M. J. The role of the map in a Web-GIS environment. *In: Journal of Geographical Systems*. Springer-Verlag, n.6. 2004. p. 83-93.

KRAAK, M. J. Why Maps Matter in GIScience. *In: The Cartographic journal* Vol. 43 No. 1 p. 82–89 Março, 2006.

KÜLLI, T. **Usability of Geographic Information Systems in Internet**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Tartu, Estônia: 2003.

LANDAUER, T.K. Relations between Cognitive Psychology and Computer System Design. *In: PREECE, J.; KELLER, L. Human-Computer Interaction*. Cambridge: The Open University. 1990.

LIMP, W.F. Web mapping. In: **GeoWorld**. ed. 15, 2002. p. 30–32;

LOBBEN, A. Tasks and Cognitive Processes Associated with navigational Map Reading: A Review Perspective. In: **The Professional Geographer**. n.56 (2). p. 270 – 281. 2004

MACEACHREN, A. **How maps work: representation, visualization, and design**. New York: Guilford Press, 1995.

MACEACHREN, A. M. **Some truth with maps: a primer on symbolization and design**. 1.ed., Washington DC, Association of American Geographers, 1994a.

MACEACHREN, A. M. Visualization in modern cartography: setting the agenda, In: MACEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F., **Visualization in Modern Cartography**: Oxford: Pergamon, 1994b. p. 1-12

MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M. J. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. In: **Computers & Geosciences**, v.23, n.4, p. 335-344, 1997. Disponível em: <http://www1.elsevier.com/homepage/sad/cageo/cgvis/mk/mkintro.htm> > Acesso em 18/09/2008

MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M. J. Research challenges in geovisualization. In: **Cartography and Geographic Information Science**, v.28, n.1, p.3-13, 2001.

MAZIERO, L.T.P. **Influência dos aspectos das interfaces na comunicação dos mapas interativos e a proposição de diretrizes para o design dessas interfaces**. Tese de Doutorado – Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, 2007.

MILLER, S. Design of Multimedia Mapping Products. In: CARTWRIGHT, W., PETERSON, M.P., GARTNER, G. **Multimedia Cartography**. 2 ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p.89-104.

MITCHELL, T. **Web Mapping Illustrated**. O'Reilly, 2005.

MONTELLO, D. R. Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. In: **Cartography and Geographic**

Information Science, Vol. 29, No. 3, 2002, p. 283-304.

MONTELLO, D. R.; GOLLEDGE, R. **Scale and Detail in the Cognition of Geographic Information**. University of California, California: University of California, 1999. Disponível em:
<http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Varenius_Reports/Scale_and_Detail_in_Cognition.pdf> Acesso em 10/09/2008.

MONMONIER, M. Lying with Maps. In: **Statistical Science Maps**, vol. 20, n.3. Institute of Mathematical Statistics, 2005. p.215-222.

MONMONIER, M. The Internet, Cartographic Surveillance, and Locational Privacy. In: PETERSON, M.P. (ed). **Maps and the Internet**, Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. p. 97 – 113.

MORITA, T. A working framework of ubiquitous mapping. In: International Cartographic Conference. ICA. Proceedings, 2005

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Oxford: Academic Press, 1993

NIVALLA, A-M. **Usability Perspectives for the Design of Interactive Maps**. Tese de Doutorado. Department of Computer Science and Engineering. Helsinki University of Technology. Finlândia, 2007.

NORMAN, D.A. Why Interfaces Don't Work. In: LAUREL, B. (ed.) **The Art of Human Computer Interface Design**. California: Addison-Wesley, Apple Computer Inc. 1990. p.209-219

NORMAN, D.A. Cognitive engineering. In: NORMAN, D. A.; DRAPER, S. W. (eds.), **User centered system design: New Perspectives on Human-Computer Interaction**. Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1986, p. 31-61.

NÖTH, W. Cartossemiótica. OLIVEIRA, A.C. de . FECHINE, Y. (ed.). **Visualidade, Urbanidade, Intertextualidade**. São Paulo: Hacker Editores, Centro de Pesquisas Sociosemióticas (PUC-SP: COS-USP-CNRS), 1998.

PENG, Z-R.; TSOU, M-H. **Internet Gis – Distributed GIS for the internet and wireless network**. EUA: Wiley & Sons, 2003;

PENG, Z-R.; ZHANG, C. The roles of geography markup language (GML), scalable vector graphics (SVG), and Web feature service (WFS) specifications in the development of Internet geographic information systems (GIS). In: **Journal of Geographical Systems**, n.6, p. 95-116, 2004.

PETERSON, M. P. **Interactive and Animated Cartography**. 1. ed., New Jersey: Prentice Hall, 1995. 257 p.

PETERSON, M. P. Elements of Multimedia Cartography. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography**. 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p.63-73.

PETERSON, M.P. The Internet and Multimedia Cartography. em: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography** 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007, 546 p., p.35-50.

PETERSON, M.P. Maps and the Internet: an introduction. In: PETERSON, M.P. **Maps and the Internet**. Oxford: Elsevier Science Ltd.,2003. p. 1-17.

PETERSON, M.P. A Critical Assessment of Maps and the Internet. In: **Revista Brasileira de Cartografia**. n° 60/3. Outubro, 2008.

PICKLE, L.W. Usability Testing of Map Designs. In: **INTERFACE**. Alexandria, VA: ASA 2003. **Proceedings**. Disponível em: <<http://www.galaxy.gmu.edu/interface/I03/I2003Proceedings/PickleLinda/PickleLinda.paper.pdf>> Acesso em 13/10/2008

PLEWE, B. Web cartography in the United States. In: **Cartography and Geographic Information Science**. 34.2, p. 133 - 137, Abril, 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>> Acesso em 21/08/2008.

POSTGRE *project*. Disponível em <<http://www.postgresql.org>> Acesso em Outubro, 2007;

PRATES, R.O.; BARBOSA, S.D.J. Avaliação de Interfaces de Usuários – Conceitos e Métodos. In: XXII Jornada de Atualização em informática. Campinas: 2003. **Anais**. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 2003. p. 245 – 293. Disponível em <www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/artigos/avaliacao.pdf>

PREECE, J.; ROGERS Y.; SHARP, H. **Design de Interação. Além da interação homem-computador**. Porto Alegre. Editora Bookman, 2005.

PUTZ, S. Interactive Information Services Using World-Wide Web Hypertext. In: **First International Conference on the World-Wide Web**, Geneva: Maio, 1994. Disponível em: <<http://www2.parc.com/istl/projects/www94/contents.html>> Acesso em 30/11/2007.

RAISZ, E. **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Científica, 1969.

RAMOS, C. da S. **Visualização cartográfica e cartografia multimídia – conceitos e tecnologias**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

RAMOS, C. da S.; CARTWRIGHT, W.; ALMEIDA, R. D. Scalable Vector Graphics and Web Map Publishing. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. (ed.) **Multimedia Cartography**. 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p.4267-440.

ROBERTSON, P. K. 1994. Interactive visualisation: Its role in enabling specialists' expertise. In: Resource technology Melbourne: 1994. **Proceedings**. The University of Melbourne, Melbourne, Australia. p. 17-24.

ROBINSON, A. H; MORRISON, J. L.; MUEHRCKE, P. C. ; KIMERLING, A. J.; GUPTILL, S. C. **Elements of cartography**. 6 ed., New York, ed. John Wiley & Sons, 674 p. 1995.

ROBBI, C. **Um sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano**. 2000. 395p. Tese (Doutorado) - Curso de Computação Aplicada – INPE. São José dos Campos, 2000.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2003.

SANTIL, F.L.de P. **Análise da Percepção das Variáveis Visuais de acordo com as Leis da Gestalt para a Representação Cartográfica**. Tese de Doutorado em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática. 2008. Em fase pré-publicação.

SHACKEL, B. Human Factors and Usability. In: PREECE, J.; KELLER, L. **Human-Computer Interaction**. Cambridge: The Open University. 1990.

SANTOS, Rogério Santanna dos. Pela primeira vez mais da metade da população já teve acesso ao computador. In: CGI.br (Comitê Gestor da Internet no Brasil). Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação 2007. São Paulo, 2008, p. 35-39.

SCHLICHTMANN, H., ed. **Map semiotics around the world**. Regina: International Cartographic Association. 1999.

SCHÜTZE, E. **Current state of technology and potential of Smart Map Browsing in web browsers - using the example of the Free web mapping application OpenLayers**. Tese de Doutorado em Tecnologia Multimídia da Universidade de Ciências Aplicadas de Bremen – Alemanha. 2007. Disponível em <http://www.smartmapbrowsing.org/html/index_en.html>. Acesso em 30/10/2008

SEIXAS, M. L. A. **Um método de avaliação para interfaces baseadas em mapas**. Tese de doutorado em informática. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Departamento de Informática, 2004. 113 p.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction**. 3.ed. Addison-Wesley. 1998.

SKARLATIDOU, A.; HAKLAY, M. **Public Web Mapping: Preliminary Usability Evaluation**. In: GIS Research. UK: 2006.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1974.

SLOCUM, T.A.; MCMASTER, R.B.; KESSLER, F.C.; HOWARD, H.H. **Thematic Cartography and Geovisualization**. 3. ed. EUA: Prentice Hall Series in Geographic information Science, 2009.

SLOCUM, T.A; BLOK, C.; JIANG, B.; KOUSSOULAKOU, A.; MONTELLO, D.R.; FUHRMANN, S.; HEDLEY, N. R. Representation and its relationship with cartographic visualization: a research agenda . In: **Cartography and Geographic Information Science**. Vol. 28 (1). 2001. p. 61-75 Disponível em: <<http://www.geovista.psu.edu/icavis/agenda/PDF/SlocumLong.pdf>>. Acesso em 29/08/2008.

SLUTER, C.R. Uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento de projeto cartográfico como parte do processo de comunicação cartográfica. In: **Portal da**

Cartografia. Londrina, v.1, n.1, maio/agosto., p.1-20, 2008. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia> acesso em 10/05/2008.

SOARES, A. **O que são Ciências Cognitivas**. São Paulo: Brasiliense, 2000.

SOMMER, S.; WADE, T. (ed.) **A to Z GIS: An illustrated dictionary of geographic information systems**. ESRI press. 2006.

SOUZA, C.S. de.; LEITE, J. C.; PRATES, R.O.; BARBOSA, S.D.J. **Projeto de Interfaces de Usuário : Perspectivas Cognitivas e Semióticas** . Disponível em <http://www.dimap.ufrn.br/~jair/piu/JAI_Apostila.pdf>. Acesso em 30/09/2008.

TAYLOR, D.R.F. Perspectives on Visualization and Modern Cartography. In: MacEACHREN, A. M.; TAYLOR, D.R.F. **Modern Cartography**. Vol.2. Visualization in Modern Cartography. 1. ed. Oxford: Pergamon Press, 1994. p. 333-341.

TOBÓN, C. **Usability testing for improving interactive geovisualization techniques**. Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, Paper 45, 2002. Disponível em <http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers/paper45.pdf> Acesso em 10/09/2008.

UNIVERSITY of Minnesota Mapserver Opensource project documentation. Disponível em: <<http://mapserver.gis.umn.edu/docs>>. Acesso em Outubro, 2007.

VOŽENÍLEK, V.. Geovisualization: new player in geoinformatic team or old cartography in a new coat? *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GIS*, 2005, Ostrava, República Tcheca. Disponível em: <gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2005/Sbornik/cz/Referaty/vozenilek.pdf> Acesso em 28/10/2008.

WANG, Y.; CHEN, X; YU, Z. The Development of Eletronic Atlas in China. In: 19th International Cartographic Conference. Ottawa, 1999. **Anais**. ICC, Ottawa [CD-ROM].

WITTE, R.S.; WITTE, J.S. **Estatística**. Sétima Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2005

WOOD, M. Visualization In Historical Context. In: MacEACHREN, A. M.; TAYLOR, D.R.F. **Modern Cartography**. Vol.2. Visualization in Modern Cartography. 1. ed. Oxford: Pergamon Press, 1994. p. 13-25.

WOOD, M. **The Power of Maps**. Nova Iorque: Guilford Press. 1992.

WORM, J. Van den. **Interactive maps for (local or web based) presentation of geo-data**. 2002. Disponível em <<http://www.itc.nl/personal/worm>> Acesso em 30/05/2008

YOU, M.; CHEN, C-W.; LIU, H.; LIN, H. A Usability Evaluation of Web Map Zoom and Pan Functions In: **International Journal of Design**. Vol. 1. n.1, 2007. Disponível em: <<http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/viewFile/31/4>>. Acesso em 29/10/2008.

APÊNDICES

Apêndice A.....	184
Apêndice B.....	185

APÊNDICE A: CD-ROM

Este Item contém a explanação necessária sobre os dados contidos no cd-rom anexado a este volume, bem como as instruções para uso e instalação de uma cópia local do servidor onde foram hospedados os mapas construídos para os testes.. Lembrando que os programas utilizados são compatíveis com sistema operacional *windows xp*, e todos possuem licença livre, podendo ser gratuitamente distribuídos. Atentar para o fato de que a instalação destes programas torna um computador pessoal em um servidor, sujeito a conexões externas. Para iniciar o uso, siga as seguintes instruções:

1- Instalar todos os programas contidos na pasta: PROGRAMAS. Para um roteiro de instalação visite: <http://www.cartografia.ufpr/webmaps/instalacao.pdf>.

2- A pasta “dissertação_andré” reproduz a pasta “htdocs/webmap” da instância local do servidor Web Apache instalado no servidor “Quebec”, do Laboratório de Pesquisa em Cartografia e SIG da Universidade Federal do Paraná. Após a instalação dos programas citados no item anterior, copiar a pasta para “webmap” e todo o seu conteúdo na pasta “htdocs” do servidor Apache (por padrão: c:/arquivos de programas/apache software foundation/apache/htdocs).

3- Para acessar o conteúdo do mapa de testes acesse, pelo navegador web, <http://localhost/webmap>.

APÊNDICE B: MODELO DE CONVITE

Mensagem de Impressão do Windows Live Hotmail - Mozilla Firefox

http://co103w.col103.mail.live.com/mail/PrintShell.aspx?type=message&cpids=095c53b1-6c4f-426b-b587-0fd643b1aee,-1&eSafe=false

Imprimir Fechar

<off-topic> ajuda com pesquisa

De: **André Mendonça** (andremalms@hotmail.com)
Enviada: quarta-feira, 3 de junho de 2009 15:20:00
Para: homemaranha@yahoogrupos.com.br

Olá a todos da lista HomemAranha!

Meu nome é André, sou de Curitiba e faço mestrado em cartografia pela universidade federal do Paraná. Pedi autorização para o proprietário para entrar na lista e pedir a ajuda de quem puder ajudar. Permissão concedida (e aqui muito agradecida!), cá estou.

Bem, estou terminando minha dissertação, cujo tema central são as ferramentas para mapas na web.

Para a pesquisa ser finalizada, preciso da participação de usuários da internet em geral. Pesquisando grupos no yahoo cheguei nesse, e como preciso de uma amostra aleatória, de preferência de perfis de usuários que não tenham, de início, a ver com o tema da pesquisa, cá estou eu enchendo a paciência de vocês pedindo ajuda.

Bem, é simples e rápido, basta entrar no site:

www.cartografia.ufpr.br/webmap

responder o formulário e executar 3 pequenas tarefas, que devem ser feitas utilizando mapas interativos. Siga todas as instruções e leia com atenção as descrições das tarefas.

Caso você não saiba responder alguma coisa, apenas digite no formulário: não sei => porém é essencial para a pesquisa que as tarefas sejam todas completadas.

Também porque todo mundo que completa o teste concorre a um pendrive de 8gb =>

Obrigado a todos e se puderem divulguem para os seus contatos!

Abraços

André Mendonça
Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas

Conheça os novos produtos Windows Live. [Clique aqui!](#)

Concluído Now: Fair and 25°C Tonight: 9°C Sat: 22°C

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)