

**LUCIENE STAMATO DELAZARI**

**MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
ATLAS ELETRÔNICO INTERATIVO UTILIZANDO  
MÉTODOS DE VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA**

Tese apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do Título de Doutor em  
Engenharia.

**São Paulo  
2004**

**LUCIENE STAMATO DELAZARI**

**MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
ATLAS ELETRÔNICO INTERATIVO UTILIZANDO  
MÉTODOS DE VISUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA**

Tese apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do Título de Doutor em  
Engenharia.

Área de Concentração:  
Engenharia de Transportes

Orientador:  
Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra

**São Paulo  
2004**

FICHA CATALOGRÁFICA

**Delazari, Luciene Stamato**  
**Modelagem e implementação de um Atlas Eletrônico**  
**Interativo utilizando métodos de visualização cartográfica /**  
**L.S. Delazari. -- São Paulo, 2004.**  
**155 p.**

**Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de**  
**São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.**

**1.Atlas eletrônico 2.Interatividade 3.Testes com usuários**  
**I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento**  
**de Engenharia de Transportes II.t.**

Este trabalho é dedicado à minha filha  
Ana Luiza, a razão da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, aos meus pais, Fernando e Maria Amélia, pelo carinho e preocupação inerentes aos pais, além do apoio, suporte e estímulo, sem os quais não teria sido possível concluir este trabalho.

À minha filha, Ana Luiza, pelo amor incondicional, por saber compreender e aceitar minhas ausências nestes quatro anos, e por sempre me receber com um sorriso e um abraço carinhoso.

Ao Professor Orientador Dr. Jorge Pimentel Cintra, pelas sugestões ao texto e pela ajuda sempre prestativa.

Ao Departamento de Engenharia de Transportes da USP pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao Departamento de Geomática da UFPR pelo apoio para execução do doutorado, concedendo-me afastamento de minhas atividades, inicialmente parcial e posteriormente total.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa PICDT.

Ao amigo Leonardo Castro de Oliveira, que me incentivou a iniciar o doutorado, contribuindo também com discussões e sugestões durante o trabalho.

À minha amiga e colega de trabalho Dulce Machado Bueno pelo apoio e incentivo, pelas conversas e, principalmente, pela amizade e confiança.

Ao amigo Henrique Firkowski, pelo incentivo e pelas discussões ao longo de todo o trabalho, que muito contribuíram para o seu desenvolvimento, e em especial pelo auxílio na programação.

À Professora Claudia Robbi Sluter, pelas discussões e pelo auxílio no decorrer deste trabalho.

À Professora Olga Lúcia Castreghini de Freitas Firkowski por ter me apresentado à Professora Odária Battini, possibilitando a realização deste trabalho.

À Professora Odária Battini, da PUCPR, por acreditar nas minhas idéias e ceder os dados que possibilitaram a construção do protótipo do Atlas Eletrônico. Seu incentivo e entusiasmo foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao estudante de engenharia cartográfica Péricles Picanço Jr, pelo auxílio na elaboração dos mapas temáticos.

A todos os “voluntários” que realizaram o teste do protótipo do Atlas, contribuindo com sugestões e críticas.

Finalmente, mas não por último, a uma pessoa especial, pela qual tenho um sentimento especial, que dispensa maiores explicações. Ao mais do que amigo Alexandre Benevento. Mesmo à distância, a amizade, o carinho, as conversas foram essenciais, e seu auxílio durante a implementação do programa foi fundamental.

## RESUMO

Nesta Tese apresenta-se a proposta de utilização de métodos de visualização cartográfica aplicados a um Atlas Eletrônico Interativo. Este Atlas é destinado a suprir a necessidades da área de Assistência Social no contexto da implantação e avaliação da LOAS (Lei Orgânica de Assistência Social) no Estado do Paraná. O desenvolvimento do trabalho foi baseado em conceitos de Atlas Eletrônicos, projeto cartográfico temático aplicado aos mapas digitais, interfaces e interatividade em cartografia e testes qualitativos de *software* com os usuários. O produto deste desenvolvimento foi um protótipo denominado Atlas Eletrônico Interativo. A modelagem conceitual deste protótipo foi baseada na análise das necessidades de atuação da área de Assistência Social no contexto da LOAS. Assim, nesta modelagem foram definidas as funções e operações presentes no protótipo, classificadas em: análise e comparação de padrões espaciais, análise espacial e de tendência, métodos de representação e combinação de diferentes tipos informações. Para a implementação do protótipo foi usada a linguagem de programação Visual Basic e o conjunto de classes MapObjects 2.0a (ESRI). As interfaces e o estilo de interatividade adequado a cada uma delas, de modo a proporcionar um Atlas em um ambiente exploratório, foram estabelecidos em um processo implementação e avaliação interativa de modo a valorizar tanto a estética quanto a funcionalidade. O protótipo foi submetido a testes com dois diferentes grupos de usuários, buscando avaliar a facilidade de uso das interfaces e determinar se o ambiente de utilização pode ser considerado como exploratório. Foi elaborado um roteiro de utilização do protótipo com atividades a serem desenvolvidas e questões específicas sobre cada atividade. A partir das respostas obtidas junto aos usuários após a realização dos testes, concluiu-se que o protótipo atendeu ao objetivo de servir de auxílio para compreensão e análise de diversas situações. O protótipo possibilitou aos usuários inferir adequadamente sobre a realidade do Estado quanto ao processo de implantação da Política Pública, conhecer as relações espaciais entre as diferentes situações dos municípios e analisar diferentes mapas, juntamente com gráficos, textos e tabelas. A proposta do Atlas Eletrônico como suporte à tomada de decisões na área da Assistência Social mostrou-se, no parecer dos usuários, como o instrumento adequado para o conhecimento detalhado de fenômenos espaciais, em particular sobre as informações relativas às Políticas Públicas no Estado.

## ABSTRACT

This Thesis presents a proposal for using cartographic visualization in Interactive Electronic Atlas. This Atlas is intended to be used in Social Assistance activities in the context of LOAS (Lei Orgânica de Assistência Social) implementation and evaluation in Paraná State. For achieve this goals are used electronic atlas, thematic cartographic design applied to digital thematic maps, interface design, interactivity and software evaluation concepts. As result of this work was produced an Interactive Electronic Atlas prototype. The conceptual modelling for this prototype is based on users requeriments in the context of LOAS. In this modelling process were defined prototype functions and operations. These functions and operations are classified in: spatial analysis and pattern comparison, spatial and trend analysis, representation methods and different information combination. For prototype implementation it was used Visual Basic programming language combined to MapObjects 2.0a (ESRI) classes. To achieve an exploratory Atlas, the interfaces and interactive stile suitable to each were developed and evaluated interactively as an approach to improve both stetic and functionality. The prototype was submitted to use evaluation test by two different users group. The proposal of this use evaluation test was concerned with interface usability and exploratory characteristic of the protoptype. The use evaluation test was based on a scripted set of activities whose answers allowed for the conclusion that the prototype is suited for its intended use and it is a exploratory environment. The user was able to infer correctly on the LOAS situation, to know spatial relationship among different administrative units and to analyze different maps, by means of images, texts and tables. It was considered by the users that the Interactive Electronic Atlas is usefull for making decision in the context of Public Policies in Paraná State.

## SUMÁRIO

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE TABELAS

1 – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Contexto – Apresentação do problema e justificativa.....	3
1.2 Objetivos Propostos .....	4
1.3 Resumo dos Capítulos.....	5
2 – CONCEITOS SOBRE PROJETO CARTOGRÁFICO .....	6
2.1 Conceitos Básicos .....	6
2.2 Mapas Interativos.....	11
2.3 Projeto cartográfico aplicado a mapas digitais.....	20
3 - INTERFACES NA CARTOGRAFIA .....	25
3.1 Interface e estilos de interação .....	25
3.2 Projeto de Interfaces.....	30
3.3 Interfaces interativas na cartografia .....	32
3.2.1 Interatividade na cartografia e os tipos possíveis de recursos.....	33
4 – ATLAS ELETRÔNICO.....	42
4.1 Análise de Atlas Eletrônicos .....	48
4.2 Atlas Eletrônicos no Brasil .....	56
5 – MODELAGEM CONCEITUAL E IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DO ATLAS ELETRÔNICO INTERATIVO .....	62
5.1 Modelagem para o protótipo do Atlas Social do Estado do Paraná.....	64
5.1.2 Nível Conceitual.....	64
5.1.2.1 Domínio do problema .....	64
5.1.2.2 Definição do nível conceitual.....	66
5.1.3 Nível Operacional .....	74
5.1.4 Nível de Implementação .....	76
5.1.4.1 Interface básica .....	78
5.1.4.2 Menu Mapa Temático .....	80
5.1.4.3 Menu Consulta .....	83



5.1.4.4	Menu Gráfico e Menu Tabela .....	86
5.1.4.5	Barra de ferramentas .....	87
5.1.4.6	<i>Brushing e linking</i> .....	88
6	TESTES DO PROTÓTIPO COM USUÁRIOS.....	92
6.1	Avaliação do Protótipo.....	95
6.2	Síntese dos resultados dos testes .....	96
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	103
	ANEXO A - Relação de Atlas Eletrônicos disponíveis na Internet.....	111
	ANEXO B - Informações coletadas para a pesquisa: classificação .....	113
	ANEXO C - Análises sobre a leitura dos mapas.....	120
	ANEXO D - CDROM com instalação do protótipo e Mapas gerados com os dados da pesquisa .....	138
	ANEXO E - Roteiro elaborado para realização dos testes com usuários .....	140
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	151

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Conceito básico da teoria da comunicação cartográfica.....	6
Fig. 2.2 – Modelo de comunicação cartográfica.....	7
Fig. 2.3 – Variáveis gráficas disponíveis para representação de pontos, linhas e área	9
Fig. 2.4 – Variáveis gráficas adequadas aos níveis de medida .....	11
Fig. 2.5 – Modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo .....	12
Fig. 2.6 – Uso dos mapas na visualização cartográfica.....	15
Fig. 2.7 – Cartografia <sup>3</sup> - Representação do “Espaço” de uso do mapa .....	16
Fig. 2.8 – Matriz do uso do mapa .....	17
Fig. 2.9 – Conceito de hipermapa, mostrando as ligações entre os componentes de multimídia individuais e o mapa.....	18
Fig.3.1 – Processo de interação usuário-sistema.....	26
Fig. 3.2 – Exemplo de comando em interface utilizando linguagem natural.....	26
Fig. 3.3 – Exemplo de comando em interface baseada em linguagem de comandos	27
Fig. 3.4 – Exemplo de interface de preenchimento de formulários – SPRING.....	27
Fig. 3.5 – Exemplo de interface de seleção de menus – SPRING .....	28
Fig. 3.6 – Exemplo de interface de manipulação direta – CorelDraw .....	29
Fig. 3.7 – Utilização de ícones em conjunto com o nome da função.....	31
Fig. 3.8 – Exemplo de interface preventiva .....	31
Fig. 3.9 – Exemplos de utilização de questionamentos nas interfaces.....	32
Fig. 3.10 – Aumento da sofisticação nas tarefas interativas .....	34
Fig. 3.11 – Tipologia preliminar sobre interatividade.....	36
Fig. 3.12 – Exemplo de um programa que permite um voo sobre o terreno.....	38
Fig. 3.13 – Exemplo de classificação dinâmica .....	39
Fig. 3.14 – Exemplo de implementação de brushing.....	40
Fig. 4.1 – Tela de apresentação do Atlas do Canadá .....	49
Fig. 4.2 – Exemplo de mapa do Atlas do Canadá .....	50
Fig. 4.3 –Janela do National Atlas para construção de mapas.....	52
Fig. 4.4 – Resultado de uma seleção feita pelo usuário .....	52
Fig. 4.5 – Tela de apresentação do World Atlas 3D/Ampliação de uma região para visualização .....	54
Fig 4.6 – Visão tridimensional oferecida pelo Atlas.....	55
Fig. 4.7 – Visão do voo oferecido pelo Atlas.....	55
Fig. 5.1 – Esquemas de cores para informações nominais.....	68

Fig. 5.2 – Exemplo de mapa utilizando o esquema de cores nominal .....	68
Fig. 5.3 – Esquemas de cores para informações dos Conselhos Municipais .....	69
Fig. 5.4 – Esquemas de cores para informações Administrativas.....	69
Fig. 5.5 – Esquemas de cores para informações dos Fundos Municipais.....	70
Fig. 5.6 – Exemplo de mapa utilizando o esquema de cores ordinal adotado para o tema Conselhos Municipais .....	70
Fig. 5.7 – Exemplo de mapa utilizando o esquema de cores ordinal adotado para o tema Informações Administrativas .....	71
Fig. 5.8 – Exemplo de mapa utilizando o esquema de cores ordinal adotado para o tema Fundos Municipais .....	71
Fig. 5.9 – Funções Básicas presentes no Atlas Interativo .....	76
Fig. 5.10 – Tela de abertura do Atlas Interativo .....	78
Fig. 5.11 – Definição das áreas de tela para o Atlas .....	79
Fig. 5.12 – Interface definida para o protótipo.....	79
Fig. 5.13 – Opções do Menu Mapa Temático.....	80
Fig. 5.14 – Seleção do Tema.....	80
Fig. 5.15 – (a) Seleção de uma informação nominal (b) seleção de uma informação ordinal .....	81
Fig. 5.16 – Resultado da operação Consultar Mapa Temático .....	81
Fig. 5.17 – Interface para alterar os esquemas de cores do mapa temático .....	82
Fig. 5.18 – Opções do Menu Consulta .....	83
Fig. 5.19 – Seleção de municípios .....	83
Fig. 5.20 – Resultado da consulta por município.....	84
Fig. 5.21 – Interface para consulta aos atributos.....	85
Fig. 5.22 – Resultado da consulta por atributos.....	85
Fig. 5.23 – Opções do Menu Gráfico.....	86
Fig. 5.24 – (a) gráfico de barras (b) – gráfico de torta.....	86
Fig. 5.25 – Resultado da consulta à tabela.....	87
Fig. 5.26 – Barra de ferramentas.....	87
Fig. 5.27 – Resultado da identificação de um município.....	88
Fig. 5.28 – Resultado da função de <i>brushing</i> .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Principais diferenças entre um SIG e um AIS .....	46
Tabela 4.2 – Resumo dos Atlas Eletrônicos avaliados .....	60
Tabela 5.1 – Classificação das informações da pesquisa.....	67
Tabela 5.2 – Resumo das funções implementadas.....	91
Tabela – Resumos das respostas ao questionário aplicado nos testes com usuários	98