

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-7890-TDI/739

**SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES
CARTOGRÁFICAS PARA PLANEJAMENTO URBANO**

Claudia Robbi

Tese de Doutorado em Computação Aplicada, orientada pelo Dr. Luiz Alberto Vieira
Dias, aprovada em 31 de março de 2000.

INPE
São José dos Campos
2000

519.674 : 528.94

ROBBI, C.

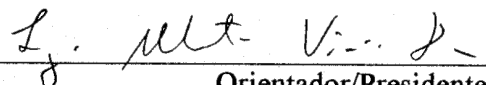
Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano / C. Robbi – São José dos Campos: INPE, 2000.

369p.-(INPE-7890-TDI/739).

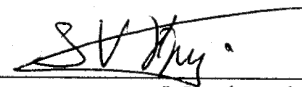
1.Visualização. 2. Cartografia. 3.Mapeamento temático. 4.Planejamento urbano. 5.Mapeamento assistido por computador. 6.Sistema de Informações Geográficas(SIG).
I.Título.

Aprovado pela Banca Examinadora em cumprimento a requisito exigido para a obtenção do Título de **Doutor** em **Computação Aplicada**.

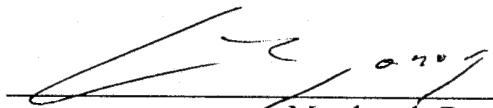
Dr. Luiz Alberto Vieira Dias


Orientador/Presidente

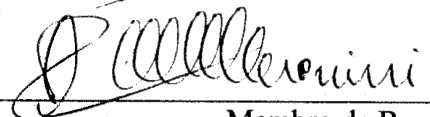
Dr. Stephan Stephany


Membro da Banca

Dr. Gerald Jean Francis Banon


Membro da Banca

Dr^a Mônica Modesta Santos Decanini


Membro da Banca
Convidada

Dr^a Diana Reiko Tutiya Oya Sawyer


Membro da Banca
Convidada

Candidato (a) : Claudia Robbi

São José dos Campos, 31 de março de 2000.

Ao Bob e minha família,
por todo amor e apoio.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luiz Alberto Vieira Dias pela confiança em minha capacidade de desenvolver uma tese em computação aplicada à cartografia, pela orientação e amizade fundamentais ao meu desenvolvimento intelectual e profissional.

A amigo Erivaldo Antônio da Silva por ter gentilmente me apresentado ao Dr. Luiz Alberto Vieira Dias, o que viabilizou o desenvolvimento de minha dissertação de mestrado, e como consequência o doutorado em Computação Aplicada no INPE.

Aos membros da banca examinadora que com competência admirável analisaram este trabalho, e por suas construtivas sugestões.

Ao engenheiro cartógrafo Helder de Oliveira Guimarães pelo contato com as prefeituras municipais de Rio Negro e Paulo Frotin, o que possibilitou a obtenção das bases cartográficas digitais, e a essas prefeituras pela cessão das bases.

À urbanista Fernanda Sánchez Garcia pelas explicações sobre conceitos básicos sobre Planos Diretores, e fornecimento do material para o aprofundamento teórico necessário.

Aos urbanistas Cristina de Araújo Lima, Gislene de Fátima Pereira e Alberto Basile pela avaliação da aplicabilidade e utilidade do sistema proposto na tese, e pelas valiosas sugestões para futuras aplicações.

Aos funcionários da DPI Marisa Motta, Vanildes Oliveira Ribeiro, Ricardo Cartoxo M. de Souza e Fernando Y. Yamagushi pelas explicações sobre o código do SPRING, e sugestões para implementação do protótipo.

Aos amigos do Departamento de Geomática pelas sugestões para aprimoramento do texto e apresentação da tese.

RESUMO

A conceituação teórica de um sistema para visualização de informações cartográficas, e a implementação de um protótipo que permite a geração de mapas temáticos e a consulta interativa e animação de mapas são apresentados nesta tese. O sistema foi desenvolvido para fornecer aos urbanistas ferramentas para a elaboração de Planos Diretores, de acordo com a metodologia para Planos Diretores adotada no Estado do Paraná. Devido à grande quantidade de informações sobre o espaço urbano analisadas pelos urbanistas, os principais objetivos do sistema são permitir: 1) a produção de mapas temáticos num ambiente computacional; e 2) a análise das diferentes características dos dados representados nos mapas, utilizando ferramentas para consulta interativa e animação. Num sistema de visualização cartográfica as análises espaciais são realizadas sobre os mapas construídos pelos usuários. Considerando que os usuários do sistema não são necessariamente cartógrafos, e que a eficiência das análises espaciais dependem da qualidade dos mapas temáticos utilizados, o sistema auxilia o usuário a construir os mapas de acordo com os princípios de projeto cartográfico. As etapas de trabalho desta tese seguiram os níveis de abstração utilizados no desenvolvimento de sistemas de software. Assim, inicialmente foram definidos o domínio do problema e as responsabilidades do sistema, significando o estudo da metodologia para Planos Diretores. Com base nesse conhecimento foi desenvolvido o modelo conceitual do sistema, no qual estão definidos o modelo dos requisitos e o modelo de análise orientada a objetos. A última etapa foi a implementação do protótipo a partir do software SPRING.

A CARTOGRAPHIC VISUALIZATION SYSTEM FOR URBAN PLANNING

ABSTRACT

The conception of a visualization system and the implementation of a prototype for mapping thematic information and creating interactive and animated maps are presented on this dissertation. The system was designed in order to provide urban planners with cartographic tools that aid in the development of Municipal Master Plans. This system was customized for the Municipal Master Plan design process in the state of Paraná, Brazil. Due to the great amount of thematic information handled by urban planners, the major goals of this system are to allow them to produce thematic maps in a computer environment, and to permit them to analyze the different characteristics of the data represented on these maps using querying and animation tools. The spatial analyses developed with a visualization system are accomplished based on the maps built by the users. Because the users of a visualization system for urban planning are not necessarily cartographers and, consequently, may not know the fundamentals of map design, the system provides them with tools for making maps in accordance with the principles of cartographic design. The development of this system followed a software engineering approach, in which a series of models are built. Firstly, the problem domain and the system responsibilities were defined by studying Municipal Master Plan methodology adopted in the state of Paraná. Based upon this, the requirements model and object-oriented analysis model were developed. The last task was to implement the prototype in a GIS software, named SPRING, that has been developed in INPE, Brazil, using the Visual C++ software in a PC environment.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	27
CAPÍTULO 2 - VISUALIZAÇÃO EM CARTOGRAFIA.....	33
2.1 Conceitos de projeto cartográfico.....	41
2.2 Princípios de projeto cartográfico aplicados a um sistema de visualização de informações cartográficas.....	47
2.3 O mapa interativo.....	50
2.4 Animação em cartografia.....	57
2.4.1 Animação.....	57
2.4.2 O mapa animado.....	58
CAPÍTULO 3 - ORIENTAÇÃO A OBJETOS APLICADA AO DOMÍNIO DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA.....	81
3.1 Modelagem orientada a objetos na cartografia.....	88
CAPÍTULO 4 - FASES DE UM PLANO DIRETOR QUE UTILIZAM INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS.....	93
CAPÍTULO 5 - UM SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS: MODELO CONCEITUAL APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO.....	101
5.1 O modelo dos requisitos	102
5.1.1 Módulo geração das informações temáticas	105
5.1.2 Módulo consulta interativa e dinâmica.....	118

	<u>Pág.</u>
5.2 A análise orientada a objetos.....	125
5.2.1 Projeto cartográfico para o mapeamento das condicionantes urbanísticas.....	125
5.2.2 Análise orientada a objetos dos módulos do protótipo.....	147
CAPÍTULO 6 – IMPLEMENTAÇÃO.....	165
6.1 Funções para gerar mapas temáticos.....	165
6.2 Consultas e animações.....	201
6.3 Avaliação preliminar do protótipo em relação à aplicabilidade do sistema proposto.....	213
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	221
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	231
APÊNDICE A - MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN.....	237
APÊNDICE B - RELATÓRIO DA MODELAGEM DOS REQUISITOS.....	241
APÊNDICE C - PROJETO CARTOGRAFICO PARA OS TEMAS DAS CONDICIONANTES URBANÍSTICAS.....	275
APÊNDICE D - REPRESENTAÇÕES HIPOTÉTICAS PARA DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO COM TEMA E CLASSES DEFINIDOS COM A MESMA DIMENSÃO GEOGRÁFICA.....	301
APÊNDICE E - ESPECIFICAÇÃO DAS CLASSES DO MODELO DE ANÁLISE.....	337

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Observação no nível do indivíduo e do sistema de informação.....	35
2.2 Bases conceituais para a cartografia.....	37
2.3 Os usos dos mapas na visualização cartográfica.....	37
2.4 (Cartografia) ³ – uma representação do ‘espaço’ de uso do mapa.....	38
2.5 Um modelo de comunicação cartográfica.....	43
2.6 Variáveis visuais disponíveis para representações pontuais, lineares e de área.....	45
2.7 Variáveis gráficas adequadas aos níveis de medida.....	46
2.8 O mapa transmite a informação espacial ao usuário.....	47
2.9 Sequência real do projeto cartográfico.....	47
2.10 Modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo.....	52
2.11 O processo da animação.....	58
2.12 Tipos de raciocínios com dados espaço-temporais.....	62
2.13 O modelo de três estágios para processar informação visual.....	63
2.14 Efeitos visuais de diferentes definições da variável dinâmica taxa de variação	65
2.15 Mudanças no domínio temporal.....	66
2.16 Alterações básicas no domínio espacial.....	68
2.17 Enfatizar localização.....	69
2.18 Enfatizar atributo.....	71
2.19 Visualizar mudança espacial: “fly-by”.....	72
2.20 Visualizar mudança cronológica: série-temporal.....	73
2.21 Visualizar mudança de atributo: reexpressão	74

	<u>Pág.</u>
2.22 Quadros individuais de uma animação de classificação.....	77
2.23 Quadros individuais de uma animação de generalização.....	78
3.1 Níveis de abstração.....	82
3.2 Etapas de desenvolvimento de um software.....	83
3.3 Os constituintes de um empreendimento empresarial.....	84
3.4 Exemplos de estruturas generalização-especialização : (a) hierarquia ; (b) entrelaçamento	86
3.5 Exemplo de estrutura todo-parte	87
3.6 Quatro componentes, cinco camadas.....	88
3.7 Exemplo de uso de herança múltipla.....	90
3.8 Exemplo da classe&objetos construção especializada das classes&objetos geométrico, gráfico e persistente.....	91
3.9 A hierarquia de classes na seleção de símbolo cartográfico estatístico...	92
4.1 Exemplo de Macrozoneamento.....	98
4.2 Mapa do macrozoneamento do Município de Paulo Frontin.....	99
5.1 Diagrama dos casos de usos dos módulos básicos do sistema.....	103
5.2 Primeira janela apresentada quando o software é ativado.....	104
5.3 Janela principal do aplicativo geração das informações temáticas	106
5.4 Casos de uso subordinados ao caso de uso geração informação temática.....	106
5.5 Janela referente ao caso de uso Base Cartográfica do Município	107
5.6 Os casos de uso da sequência de tarefa para a geração dos mapas temáticos.....	108
5.7 Menu Representação Temática	109
5.8 Janela classificação	110

	<u>Pág.</u>
5.9 Janela subclassificação	111
5.10 Janela Definição dos Valores da Variável	112
5.11 Casos de uso componentes do caso de uso atributos gráficos	113
5.12 Janela Atributos Gráficos para Representação do Tema	115
5.13 Janela Atributos Gráficos para Representação das Classes	116
5.14 Os casos de uso subordinados ao caso de uso Informações Não-gráficas	117
5.15 Diagrama do caso de uso Consulta Interativa e Dinâmica	118
5.16 Menu do aplicativo consulta interativa e animação	119
5.17 Os casos de uso subordinados ao caso de uso Consulta Nominal/Ordinal	120
5.18 Diagrama do caso de uso Tipos de Animações	122
5.19 Janela Animação para Enfatizar a Localização do Fenômeno	122
5.20 Janela Animação	124
5.21 Exemplo de um tema representado sem classes.....	126
5.22 Exemplo de tema representado com um nível de classificação.....	126
5.23 Exemplos de temas representados com dois níveis de classificação.....	127
5.24 Representação esquemática do grupo de temas representados sem classes.....	128
5.25 Representação esquemática do grupo de temas representados com um nível de classificação.....	128
5.26 Representação esquemática do grupo de temas representados com dois níveis de classificação, sendo as classes representadas com a mesma dimensão geográfica.....	129
5.27 Representação esquemática do grupo de temas representados com dois níveis de classificação, sendo as classes representadas com diferentes dimensões geográficas.....	130

	<u>Pág</u>
5.28 Exemplo de textura pontual ordinal	131
5.29 Exemplo de textura linear ordinal	132
5.30 Exemplo de textura linear nominal	132
5.31 Variáveis visuais aplicadas a símbolos pontuais, lineares e de área.....	133
5.32 Relação entre as variáveis visuais e os níveis de medida	134
5.33 O uso das variáveis visuais tom de cor e tamanho	139
5.34 Exemplo de variáveis visuais tamanho e forma	144
5.35 Exemplo de variáveis visuais textura ordinal e tom de cor	146
5.36 Exemplo de variáveis visuais tom de cor e valor de cor	146
5.37 Classes&objetos Mapa Temático, Base Cartográfica e Tema	148
5.38 Classes&objetos referentes à base cartográfica, e a estrutura todo- parte definindo o relacionamento entre estas.....	149
5.39 As classes&objetos Classe e Subclasse	150
5.40 As classes&objetos Feição e Símbolo Gráfico , e suas estruturas todo- parte e generalização-especialização	151
5.41 Classes&objetos referente às variáveis visuais e suas estruturas.....	153
5.42 Atributos e serviços das classes&objetos Mapa Temático, Tema, Classe, Feição, Atributos Não-gráficos, Gráficos e Textos	156
5.43 Atributos e serviços das classes&objetos Símbolo Gráfico e Variável Visual	157
5.44 Atributos e serviços das classes&objetos Forma, Tamanho, Tom de Cor, Valor de Cor e Saturação de Cor	158
5.45 Atributos e serviços das classes&objetos Orientação, Arranjo, Textura Nominal e Textura Ordinal	159
5.46 Atributos e serviços das especializações das classes Forma, FormaPonto, Linha, Tamanho, Orientação, Textura Nominal e Textura Ordinal	160

	<u>Pág.</u>
6.1 Modelo Conceitual do SPRING.....	167
6.2 Os Planos de Informação da base cartográfica.....	168
6.3 Janelas Tema e Painel de Controle exemplificando a definição e visualização de um mapa temático.....	169
6.4 Interface Representação Temática	170
6.5 Interface Apresentação Gráfica para a representação de feições pontuais.....	177
6.6 As classes SCanvas e SDrawable e seus relacionamentos.....	178
6.7 Interface Atributos Gráficos com opções de símbolos pontuais para as variável visual forma	185
6.8 Interface Atributos Gráficos com opções de símbolos pontuais para as variável visual tamanho	186
6.9 Interface Atributos Gráficos com opções de símbolos pontuais para as variável visual orientação	186
6.10 Opções de símbolos lineares para as variáveis visuais tamanho e arranjo	190
6.11 Diferentes opções de símbolos de área para representar a variável visual orientação	196
6.12 Texturas nominais e ordinais	198
6.13 Seleção de cores com tom e saturação constantes, e diferentes valores de luminosidade	199
6.14 A interface Animação	202
6.15 Dois quadros da animação da classe residencial do mapa temático uso e ocupação do solo urbano	212
6.16 Visualização de algumas classes do mapa temático uso e ocupação do solo urbano	213

LISTA DE TABELAS

		<u>Pág.</u>
5.1	Estados das variáveis visuais para temas representados sem classificação.....	135
5.2	Estados das variáveis visuais para temas representados com um nível de classificação para dimensões pontuais.....	136
5.3	Estados das variáveis visuais para temas representados com um nível de classificação para dimensões lineares.....	136
5.4	Estados das variáveis visuais para temas representados com um nível de classificação para dimensões de área.....	137
5.5	Estados das variáveis visuais para representar temas e classes pontuais e nominais, para dois níveis de classificação.....	138
5.6	Estados das variáveis visuais para temas pontuais ordinais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	139
5.7	Estados das variáveis visuais para temas pontuais nominais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	140
5.8	Estados das variáveis visuais para temas lineares ordinais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	140
5.9	Estados das variáveis visuais para temas lineares nominais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	141
5.10	Estados das variáveis visuais para temas de área ordinais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	141
5.11	Estados das variáveis visuais para temas de área nominais representados com dois níveis de classificação, cujas classes têm a mesma dimensão espacial.....	142

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O protótipo do **sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano**, desenvolvido nessa tese, trata da aplicação de visualização cartográfica para a análise de informações geográficas sobre o espaço urbano. A grande quantidade de informações geográficas analisadas em Planos Diretores, instrumentos básicos para o desenvolvimento urbano, demanda a construção de um sistema que possibilite aos urbanistas mapear e visualizar informações cartográficas. Conseqüentemente, os principais objetivos para a construção desse sistema são permitir: 1) a produção de mapas temáticos num ambiente computacional, e 2) a análise das diferentes características dos dados representados nos mapas, utilizando ferramentas para consulta interativa e animação. Para possibilitar aos urbanistas a apresentação e exploração de dados espaciais, o sistema foi projetado de acordo com a metodologia para a elaboração de Planos Diretores adotada no Estado do Paraná.

A **visualização cartográfica** pode ser entendida como a evolução da cartografia proporcionada pela tecnologia computacional. Sistemas computacionais podem ser projetados para fornecer aos usuários ferramentas que permitam a exploração das informações geográficas. A **visualização cartográfica** difere dos sistemas de informações geográficas (SIG), pois nos SIGs as análises espaciais são resultados dos processos automatizados de manipulação de dados geográficos. Por outro lado, na visualização de informações geográficas, o conhecimento sobre os fenômenos geográficos é adquirido por análises visuais de imagens, com o uso de ferramentas computacionais. Nesse contexto, os mapas não são usados somente para comunicação, mas também para visualização das informações geográficas. A **visualização cartográfica** possibilita análise de dados, tomada de decisões, e apresentação de resultados. Portanto, faz parte da **visualização cartográfica** a consulta interativa, podendo incluir animação de mapas. A conceituação teórica e o estado da arte da pesquisa em **visualização cartográfica** estão descritos no Capítulo 2.

Os Planos Diretores são elaborados, no Paraná, em cinco etapas: 1) definição dos objetivos; 2) levantamento dos dados; 3) diagnóstico e diretrizes; 4) elaboração da proposta; e 5) instrumentação legal e administrativa. Exceto para as primeira e última etapas, nas demais as informações cartográficas são necessárias para analisar a situação atual do município e região urbana, projetar soluções para o uso do solo urbano, parcelamento do solo urbano e sistema viário, e apresentar os resultados das soluções encontradas. Portanto, nas etapas de elaboração de um Plano Diretor, o uso dos mapas varia gradualmente da visualização à comunicação. Conseqüentemente, um conjunto de ferramentas para exploração, confirmação, síntese e apresentação de informações cartográficas deve compor um sistema para visualização cartográfica para planejamento urbano.

Uma conceituação teórica de um sistema para visualização de informações cartográficas, aplicado ao planejamento urbano, e a implementação de um protótipo que contém ferramentas para geração de mapas temáticos e para a consulta interativa e animação de mapas foram desenvolvidos nessa tese. O sistema conceitual completo contém cinco módulos, definidos de acordo com as etapas de trabalho da metodologia para Planos Diretores adotada no Paraná. Os cinco módulos foram denominados **módulos primários**, e permitem:

- 1) O armazenamento das bases cartográficas digitais;
- 2) A geração dos mapas temáticos;
- 3) A consulta interativa e animação de mapas;
- 4) A elaboração da proposta de Plano Diretor;
- 5) A consulta sobre o Plano Diretor, e acompanhamento de sua implantação.

A conceituação teórica, nesse trabalho, foi enfatizada para os módulos: a) **geração das informações temáticas**; e b) **consulta interativa e dinâmica**, os quais compõem o protótipo do sistema. A implementação do protótipo contemplou, a partir do sistema de informações geográficas SPRING, o desenvolvimento de ferramentas que expandiram a capacidade desse software, para atender ao modelo conceitual proposto. O desenvolvimento do protótipo caracteriza um sistema de visualização cartográfica. Além disso, essa implementação exigiu estudo e soluções para consulta a mapas

interativos, e geração de mapas animados, para escalas grandes (1:5.000 e 1:10.000), ainda não encontrados na literatura sobre cartografia digital.

O conhecimento sobre o espaço urbano, pela visualização de informações geográficas, é possível se os mapas representarem graficamente as características dos fenômenos analisadas. Considerando que os usuários de um sistema para planejamento urbano não são cartógrafos, é importante projetar ferramentas que permitam produzir mapas de acordo com os fundamentos de projeto cartográfico. No módulo **geração das informações temáticas** os conceitos de projeto cartográfico foram embutidos no sistema seguindo-se dois princípios. Primeiro, o usuário deve seguir uma sequência de tarefas para construir cada mapa temático. A sequência de tarefas é definida pela habilitação das funções do sistema de acordo com as etapas de um projeto cartográfico. Segundo, o conjunto de variáveis visuais, disponíveis para cada mapa temático é definido com base nas características a serem representadas do fenômeno geográfico.

O desenvolvimento do protótipo foi realizado de acordo com os níveis de abstração, nos quais o sistema é modelado, desde a fase de definição, até o projeto e implementação. Assim, foram definidos os modelos **descritivo**, **conceitual** e **operacional**. Para a modelagem conceitual, a metodologia orientada a objetos foi adotada. Os conceitos sobre orientação a objetos, e o estudo da modelagem orientada a objetos na cartografia são apresentados no Capítulo 3. A descrição do **domínio do problema** e das **responsabilidades do sistema**, que compõem o **modelo descritivo**, exigiu o estudo da metodologia para elaboração de Planos Diretores no Estado do Paraná, descrita no Capítulo 4.

Com base no conhecimento adquirido sobre Planos Diretores, foi elaborado o **modelo dos requisitos**. No **modelo dos requisitos** as interfaces do sistema foram projetadas de forma a definir como os usuários devem interagir com o sistema, e quais operações o sistema deve suportar para cumprir as tarefas estabelecidas. O projeto das interfaces foi realizado com base na sequência de trabalho e no vocabulário técnico dos urbanistas quando elaboram Planos Diretores. O **modelo dos requisitos** está relatado no Capítulo 5, item 5.1.

A partir dos resultados obtidos na modelagem dos requisitos, foi desenvolvido o **modelo de análise**. Como foi estabelecido que o sistema deve fornecer aos usuários as opções de variáveis visuais adequadas à representação temática, um conjunto de regras foi incluído no modelo de análise. As regras definem como o sistema decide sobre as variáveis visuais para cada mapa temático, e foram estabelecidas de acordo com os resultados dos projetos cartográficos das informações geográficas utilizadas nas análises do espaço urbano. Os resultados alcançados na fase de modelagem de análise estão descritos no Capítulo 5, item 5.2.

Após a definição do **modelo de análise**, o protótipo foi implementado. A implementação foi realizada expandindo o software SPRING com o desenvolvimento de ferramentas adicionais. Este software foi utilizado por possuir funções para armazenamento e busca de informações gráficas, necessárias à geração e visualização dos mapas temáticos. O protótipo foi implementado com a linguagem Visual C++, num ambiente PC. Os resultados da fase de implementação estão apresentados no Capítulo 6. Finalmente, as conclusões e sugestões para futuros desenvolvimentos são discutidas e descritas, no Capítulo 7.

O trabalho apresentado nessa tese teve início com os estudos sobre animação em cartografia, cujo resultado foi a monografia apresentada no exame de qualificação. A pesquisa bibliográfica sobre animação de mapas temáticos permitiu o aprofundamento teórico sobre visualização cartográfica, e conseqüentemente, o uso de mapas interativos em análises espaciais. Sabendo-se da importância dada ao planejamento urbano no Estado do Paraná, e dos trabalhos realizados pela instituição ParanáCidade, na época denominada Instituto de Assistência aos Municípios do Estado do Paraná (FAMEPAR), percebeu-se que um sistema para visualização cartográfica poderia ser desenvolvido para elaboração de Planos Diretores. As entrevistas aos engenheiros cartógrafos e urbanistas da FAMEPAR confirmaram a possível aplicabilidade e utilidade do sistema. Os estudos sobre visualização cartográfica, e sobre a aplicação do sistema a Planos Diretores resultaram na proposta de tese.

Com o intuito de aprofundar os estudos sobre visualização cartográfica e sobre sistemas especialistas voltado à geração de mapas temáticos foi realizado o doutorado sanduíche

no Departamento de Geografia da Universidade de Kansas, Estados Unidos. Durante o período de estudo na Universidade de Kansas duas disciplinas foram cursadas: “Data Handling and Map Symbolization” e “Seminar on Visualization”, ambas ministradas pelo Professor Terry A. Slocum, orientador do doutorado sanduíche. Dois seminários foram apresentados na disciplina “Seminar on Visualization”, os quais continham parte do trabalho de tese. Na conclusão do doutorado sanduíche foi apresentado um trabalho ao Professor Slocum, que descreve os seminários, bem como as discussões e análises conseqüentes. Os resultados do trabalho estão apresentados nessa tese.

CAPÍTULO 2

VISUALIZAÇÃO EM CARTOGRAFIA

A incorporação da tecnologia computacional pela cartografia tem transformado significativamente o papel dos mapas. Tradicionalmente considerados como meios de comunicação, os mapas tem como objetivo fornecer informação sobre os fenômenos geográficos aos usuários. Contudo, quando técnicas computacionais são utilizadas em diferentes fases dos processos de análise e planejamento, ou estudos científicos, os mapas são utilizados tanto para analisar as características dos fenômenos geográficos e sintetizar soluções, como para apresentar resultados. O papel dos mapas ultrapassa, então, a comunicação, quando esses são utilizados como ferramentas de análises visuais, sendo esse processo denominado de **visualização cartográfica**¹ (MacEachren e Kraak, 1997); (MacEachren, 1999) e (ICA, 1999).

A evolução do uso dos mapas para análises visuais é semelhante a diferença entre a visualização científica e a apresentação gráfica, como descrito por Earnshaw e Wiseman (1992). Segundo os autores, a apresentação gráfica objetiva a comunicação do conhecimento adquirido, ou seja, dos resultados das análises. Com a visualização científica ocorre a busca do entendimento da informação analisada. Portanto, com a visualização científica objetiva-se a exploração da informação utilizando a representação gráfica, para adquirir entendimento sobre os dados. De acordo com Earnshaw e Wiseman (1992, p.5) “visualização científica é um amálgama de ferramentas e técnicas que busca promover novas dimensões de discernimento para soluções de problemas utilizando a tecnologia atual.” (traduzido pela autora da tese)²

Visualização cartográfica é um campo interdisciplinar, resultado do desenvolvimento da cartografia, utilizando tecnologias de informação visual (computação gráfica e visualização científica) e sistemas de informações geográficas (MacEachren, 1999). MacEachren et al. (1992, citado por DiBiasi et al., 1992, p.203) define visualização

¹ “cartographic visualization” ou “geographic visualization”

² “scientific visualization is an amalgam of tools and techniques that seeks to promote new dimensions of insight into problem-solving using current technology.”

como “uma ação de cognição, uma habilidade humana de desenvolver representações mentais que nos permite identificar padrões e criar ou impor ordem” (traduzido pela autora)³. Num processo de **visualização**, o conhecimento sobre os fenômenos geográficos, suas evoluções e interações, é adquirido a partir da visualização das imagens (mapas) geradas e manipuladas durante o processo de análise.

As técnicas que possibilitam a **visualização** são classificadas, de acordo com Sandercock (2000) em três tipos: animação, multimídia e realidade virtual. Com a animação as variações das características da informação podem ser observadas por movimentos gerados com a apresentação suficientemente rápida de uma série de quadros, nos quais as alterações dos fenômenos são representadas. As técnicas de multimídia permitem que textos, gráficos, animações, som e vídeo sejam utilizados de forma complementar, para apresentar os diferentes aspectos da informação. Com a realidade virtual, as características espaciais da informação podem ser representadas tridimensionalmente. Os sistemas que permitem a representação de fenômenos espaciais com técnicas de realidade virtual possibilitam ao usuário a interação total com a informação observada.

Segundo Taylor (1994), a diferença entre a visualização em cartografia e a cartografia convencional é tanto quantitativa quanto qualitativa. A geração rápida e barata de vários mapas que representam diferentes características de um fenômeno geográfico significa a diferença quantitativa. A possibilidade de interação com a imagem gráfica amplia o conhecimento sobre os fenômenos espaciais, caracterizando a diferença qualitativa.

Por ser apto a processar informação visual, cada indivíduo pode ser visto como um **sistema de informações geográficas humano – SIGH**⁴ (Peterson, 1995). A construção de mapas mentais e a capacidade de entender o mundo através dos mapas torna os SIGH funcionalmente semelhantes aos SIGs. Nos SIGHs, o software pode ser relacionado à cognição, definida por Neisser (1967) citado por Peterson (1995, p.25) como “todos os processos pelos quais uma entrada sensorial é transformada, elaborada, armazenada,

³ “an act of cognition, a human ability to develop mental representations that allow us to identify patterns and create or impose order”

⁴ “human geographic information system” – HGIS

descoberta e usada.” (traduzido pela autora)⁵ Essas características são apresentadas por Lindholm e Sarjakoski (1994), num esquema que representa uma analogia entre os processos de observação de uma pessoa e um sistema de informação (Figura 2.1).

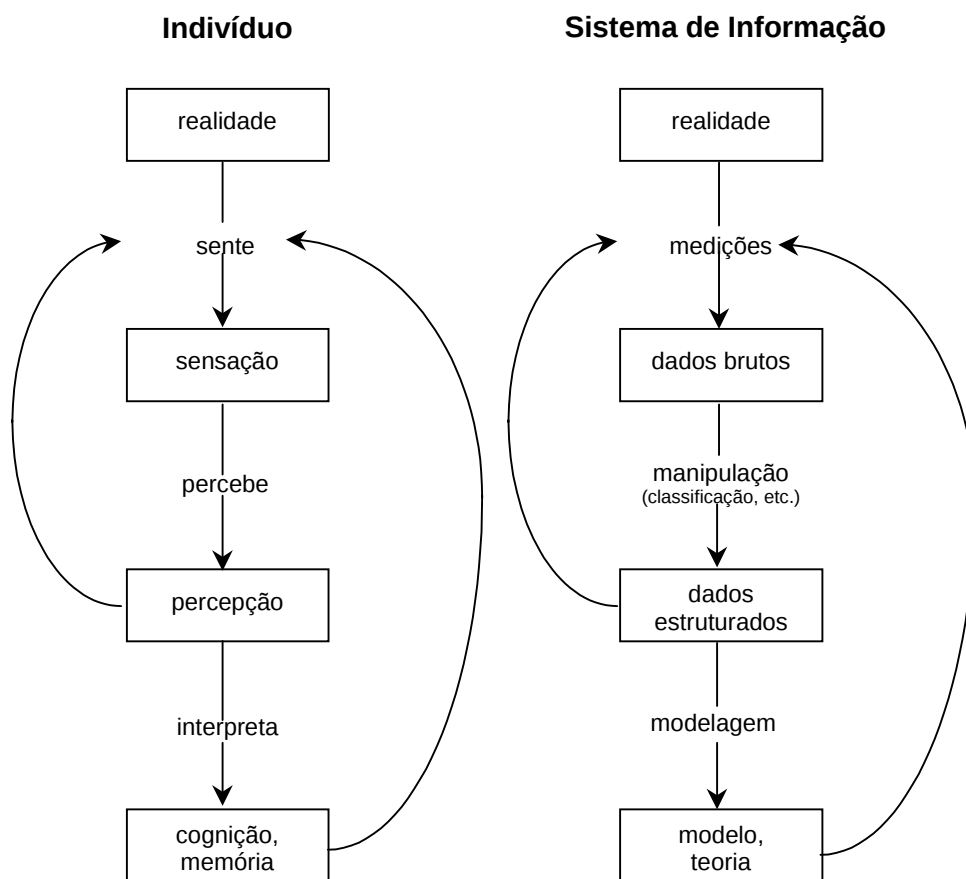


Fig. 2.1 – Observação no nível do indivíduo e do sistema de informação. As caixas representam os conjuntos de informação e as setas indicam os fluxos de informação.

FONTE: Adaptada de Lindholm e Sarjakoski (1994, p.168)

No processo humano de aquisição de conhecimento através das imagens, diferentemente de um SIG, as feições importantes são rapidamente selecionadas, e as associações entre o novo e o antigo são instantâneas. Conseqüentemente, a interatividade durante a seleção das feições para formar a imagem são características da visualização espacial (Peterson, 1995). Portanto, a **visualização cartográfica** difere dos

⁵ “all the process by which a sensory input is transformed, reduced, elaborated, stored, recovered and used”

sistemas de informações geográficas, pois nesses últimos as análises espaciais são resultados de processos automatizados de manipulação dos dados geográficos. Por outro lado, na visualização de informações cartográficas o conhecimento sobre o comportamento e interação espacial dos fenômenos geográficos é adquirido por análises visuais de imagens, com o uso de ferramentas computacionais.

As pesquisas intencionadas à conceituação da visualização em cartografia geraram modelos que representam o uso dos mapas nas diferentes fases dos processos de análises espaciais. A relação entre as técnicas computacionais para mapeamento e a cartografia é definida no modelo proposto por Taylor (1994), mostrado na Figura 2.2. Nesse modelo a visualização ocupa a posição central de um triângulo cujas arestas representam os três aspectos principais da cartografia: **formalismo**, **cognição e análise**, e **comunicação**. O **formalismo** diz respeito ao desenvolvimento de técnicas computacionais objetivando a produção cartográfica. Com **cognição e análise**, o conhecimento sobre as características do espaço e suas relações é adquirido. A **comunicação** dos resultados das análises é realizada por técnicas de multimídia, que ampliam as possibilidades de uso dos mapas, pois permitem a interação entre os mapas e os usuários.

No modelo desenvolvido por DiBiasi (1990) citado por MacEachren (1994a) as funções dos mapas estão diretamente relacionadas às fases dos processos de análise e planejamento, que são **exploração**, **confirmação**, **síntese** e **apresentação** (Figura 2.3). Considerando as diferenças entre os usos dos mapas em cada uma dessas fases, pode-se defini-las como incluídas em dois **domínios** distintos, o **privado** e o **público**. Os mapas pertencem ao **domínio privado** quando são utilizados para **exploração** e **confirmação** de dados espaciais, ou seja, para conhecimento das características da realidade que está sendo analisada.. No contexto do **domínio privado**, os mapas são utilizados apenas pelo usuário, ou grupo de usuários, que está desenvolvendo o trabalho de análise ou planejamento. O uso dos mapas visa a aquisição de conhecimento através da geração e interpretação de representações gráficas, sendo esse processo denominado por DiBiasi (1990, citado por MacEachren, 1994a) de “**visual thinking**”. No **domínio público** os

mapas são gerados para comunicar resultados. Portanto os mapas são projetados para serem publicados, e o processo é denominado “**visual communication**”.

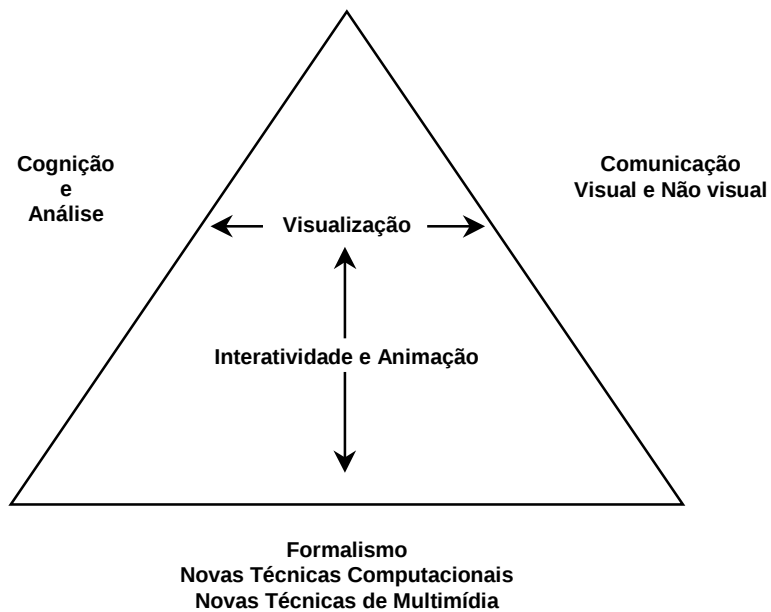


Fig. 2.2 – Bases conceituais para a cartografia.
 FONTE: Adaptada de Taylor (1994, p.334)

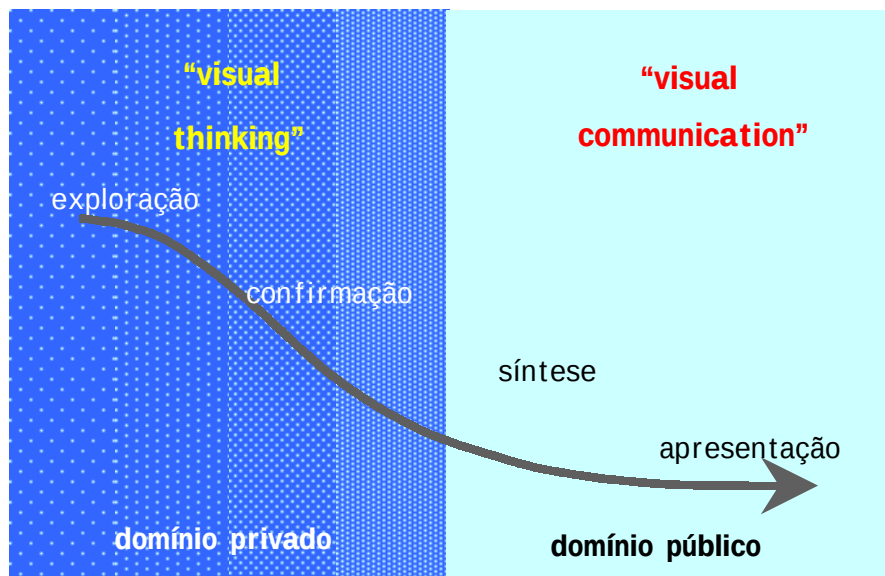


Fig. 2.3 – Os usos dos mapas na visualização cartográfica.
 FONTE: Adaptada de DiBiasi (1990) citado por MacEachren (1994a, p.2)

Com o intuito de sistematizar e unificar os conceitos sobre visualização em cartografia, MacEachren (1994b) e MacEachren e Kraak (1997) desenvolveu um modelo que trata a cartografia como um espaço tridimensional e o denominou de (Cartografia)³ (Figura 2.4). MacEachren (1994b) cita que apesar dos modelos anteriormente descritos enfatizarem diferentes aspectos, ou seja, a tecnologia como suporte à visualização e os diferentes usos dos mapas, há uma característica comum entre eles. Em ambos os modelos a visualização contém uma componente de raciocínio visual⁶ e de análise, e uma componente de comunicação. Assim, o modelo (Cartografia)³ define tanto a **visualização** como a **comunicação** com base em como os mapas são usados, e não apenas em como são construídos.

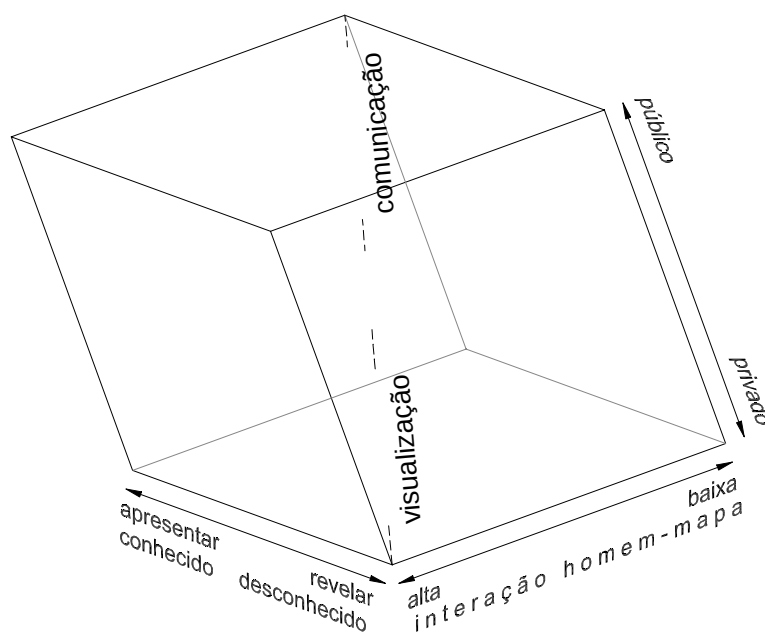


Fig. 2.4 – (Cartografia)³ – uma representação do ‘espaço’ de uso do mapa.
 FONTE: Adaptada de MacEachren (1994b, p.6)

No modelo (Cartografia)³ os diferentes usos, exploração, análise, síntese e apresentação, são relacionados aos 3 eixos, interatividade, audiência e propósito. O propósito pode diferir entre revelar o desconhecido até apresentar o conhecido, a audiência pode variar entre o uso privado e o uso público, conceituados da mesma forma que no modelo de

⁶ “visual thinking”

DiBiasi (1990) citado por MacEachren (1994a), e a interatividade pode variar em diferentes graus. A continuidade do espaço significa que não há fronteiras que limitem os usos dos mapas, mas somente extremos. MacEachren (1994b, p.7) afirma que “não é a interatividade, uso privado do mapa, ou a busca de desconhecidos que (individualmente) distinguem visualização de outras áreas da cartografia, mas são suas combinações.” E “comunicação é uma componente de todos os usos dos mapas, mesmo quando a visualização é o principal objetivo.”(traduzido pela autora)⁷

As inovações proporcionadas pela **visualização cartográfica** exigem que pesquisas sejam realizadas, para que as técnicas computacionais sejam eficientemente aplicadas ao uso de informações geográficas. As possibilidades de manipular bases de dados geográficos, aliadas às técnicas de computação gráfica e interfaces gráficas, permitem que as análises sejam realizadas através da interatividade e animação de mapas. Programas computacionais para cartografia interativa podem fornecer ao usuário desde ferramentas para a seleção das características dos fenômenos geográficos até para definição da simbologia a ser aplicada na visualização dessas características. Na animação de mapas, as ferramentas computacionais que permitem a geração interativa de mapas podem ser utilizadas na criação dos quadros que compõe as animações, uma vez que esses são mapas temáticos.

Na análise visual de informações geográficas, a aquisição de conhecimento é possível se as soluções gráficas definidas para cada mapa proporcionarem a visualização eficiente das características dos fenômenos geográficos. As soluções gráficas devem representar tanto o comportamento espacial do fenômeno, como também enfatizar as características importantes para cada momento da análise. As possibilidades de digitalmente armazenar, transformar, analisar e visualizar dados espaciais, permite ao usuários produzir mapas. E, como citado por Fairbairn (1994, p.906), “talvez a mudança mais importante na prática do mapeamento, nos últimos dez anos, seja o surgimento do

⁷ “it is not interaction, private map use, or a search for unknowns that (individually) distinguish visualization from other areas of cartography, it is their combination” / “communication is a component of all map use, even when visualization is the main object ”

usuário/produtor de mapas”⁸ (traduzido pela autora). Apesar do conhecimento de como produzir mapas ainda ser de responsabilidade do cartógrafo, não se pode esperar que esse seja requisitado sempre que um mapa for produzido computacionalmente.

Se usuários produzem mapas, não é suficiente que o programa computacional ofereça ferramentas que permitam escolher aleatoriamente as formas e cores dos símbolos cartográficos. Ao contrário, o programa deve possibilitar ao usuário produzir mapas temáticos de acordo com os princípios de projeto cartográfico (Green, 1993) e (Yufen, 1999). Para tanto, duas soluções foram encontradas na literatura: tutoriais que orientem o usuário em cada etapa da geração de mapas (Green, 1993), ou sistemas especialistas que automatizem as decisões básicas sobre projeto cartográfico (Artimo, 1994); (SU, 1995); (Zhan e Battenfield, 1995) e (Wang e Ormeling, 1996). Os princípios de projeto cartográfico apresentados aos usuários em tutoriais, ou automatizados em sistema especialistas, devem ser revisados quando a tela do computador é a interface entre o mundo e a representação gráfica. Uma vez que na tela a imagem é formada por luzes (síntese aditiva) e no papel por pigmentos (síntese subtrativa), as diferenças na percepção de símbolos e cores devem ser estudadas e adaptadas à representação digital de mapas (Arleth, 1999) e (Yufen, 1999).

No projeto de ferramentas para visualização cartográfica voltado à **cartografia exploratória**, Van Elzakker (1999, p.559) coloca que “não é suficiente testar somente a eficiência de projetos de mapas específicos”⁹ (traduzido pela autora), ou seja, pesquisas limitadas a conjuntos de símbolos cartográficos, ou tipo de mapas temáticos existentes, tais como, mapas coropléticos ou de símbolos pontuais proporcionais. Além desses estudos, há a necessidade de se pesquisar **porque, quando e como** os usuários decidem gerar um tipo de mapa particular no processo de exploração de dados geográficos. Sendo a cartografia exploratória voltada a possibilitar o reconhecimento e relacionamento dos padrões espaciais, segundo Van Elzakker (1999), um programa computacional para visualização cartográfica deve atender as seguintes exigências:

⁸ “perhaps the most important change in mapping practice over the past ten years has been the rise of the map maker/ map user”

⁹ “it is not sufficient to only test the effectiveness of specific map designs”

- 1) **Funcionalidade para visualização múltipla**, possibilitando a geração de vários tipos de mapas temáticos;
- 2) **Variáveis visuais dinâmicas**, permitindo não apenas animações temporais, mas também animações geradas a partir de outras características do fenômeno, como descritas no tópico **animação em cartografia**;
- 3) **Sistema especialista cartográfico**, para que o usuário não obtenha informações erradas dos padrões espaciais, quando as soluções de projeto de símbolos são cartograficamente inadequadas;
- 4) **Comparações estatísticas**, possibilitando a comparação visual de distribuições ou padrões espaciais de diferentes fenômenos, e suas correlações;
- 5) **Funcionalidades de Sistemas de Informações Geográficas**, tais como sobreposição de mapas, consultas e medidas de áreas e distâncias;
- 6) **Generalização**, considerando que a tela do computador é limitada em tamanho, e as análises espaciais exigem visualizações em diferentes escalas, e diferentes classificações dos dados;
- 7) **Metadados**, com os quais o usuário tem informação sobre a qualidade dos dados, e significado de conceitos de cartografia;
- 8) **Modelagem espacial**, possibilitando a construção de modelos que representem hipóteses, sobre as quais as situações futuras possam ser analisadas.

Além dessas exigências, um sistema para visualização cartográfica deve permitir entrada, edição, integração e representação de dados cartográficos. Porém, Van Elzakker (1999, p.562) afirma que “até o momento, não há programa computacional que atenda a todos esse requisitos”¹⁰ (tradução da autora), e que esses podem ser supridos se pesquisas forem realizadas para se conhecer quais as necessidades dos usuários quando utilizam ferramentas para cartografia exploratória.

2.1 CONCEITOS DE PROJETO CARTOGRÁFICO

De acordo com a finalidade com que são construídos, os mapas podem ser classificados em **mapas de propósito geral**, sendo um exemplo comum os mapas topográficos, e

¹⁰ “at the moment, no software is available that meets all these requirements”

mapas temáticos. Segundo Dent (1985, p.7), a Associação Cartográfica Internacional (ICA)¹¹ define mapa temático como “um mapa projetado para revelar feições ou conceitos particulares, no uso convencional esse termo exclui os mapas topográficos”¹² (tradução da autora). O propósito dos mapas temáticos é mostrar as características estruturais de alguma distribuição geográfica particular. Nos mapas topográficos são representadas todas as feições identificáveis da superfície da Terra, tanto naturais como artificiais. As feições artificiais são construídas pelo homem, conseqüente da ocupação territorial, e incluem feições tais como rodovias e ferrovias; construções; fronteiras internacionais, nacionais e estaduais, limites municipais; linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica, de telefonia, tubulações de saneamento básico; ruas e avenidas. Por feições naturais entende-se aquelas constituídas pelos elementos naturais, ou dependentes desses. No grupo das feições naturais encontram-se a hidrografia, o relevo, as rochas, a cobertura vegetal, entre outros (Keates, 1973).

Em cartografia, a superfície terrestre, denominada de superfície de referência, é projetada sobre uma superfície de projeção, e essa é desenvolvida num plano, ou seja, o mapa, que é a superfície de representação. A existência de diversas projeções cartográficas é conseqüência da transformação de uma superfície tridimensional, num plano. Quando as feições são representadas num mapa, não há possibilidade de se preservar todas as suas características geométricas. As características geométricas mantidas na representação definem as propriedades das projeções, que podem ser: **conformes**, **equivalentes** ou **equidistantes** (Richardus e Adler, 1972). De acordo com a superfície de projeção adotada, as projeções cartográficas são classificadas em **cilíndricas**, **cônicas** e **azimutais** ou **planas**. Na superfície de referência, o sistema de coordenadas segue a convenção estabelecida pela geodésia, na qual a origem das latitudes está no equador ($\varphi = 0^\circ$), e das longitudes no meridiano de Greenwich ($\lambda = 0^\circ$). Para a superfície de representação, o sistema de coordenadas (origem e direção dos eixos coordenados) é estabelecido pelo cartógrafo de acordo com a região representada, e depende do aspecto da projeção adotado. O aspecto define o posicionamento das

¹¹ International Cartographic Association – ICA

¹² “a map designed to demonstrate particular features or concepts. In conventional use this term excludes topographic maps”

superfícies de projeção em relação à superfície de referência. Em relação ao aspecto, as projeções cartográficas são classificadas em: **normais**, **transversas** ou **obíquas** (Richardus e Adler, 1972).

Quando o papel é o meio para a representação cartográfica, os mapas são considerados meios de comunicação, tendo como objetivo comum fornecer informação. A comunicação ocorre quando a informação representada é apropriadamente entendida pelo usuário. Essa situação está representada na Figura 2.5 pela sobreposição das realidades do cartógrafo e do usuário. Conseqüentemente, a primeira tarefa de um projeto cartográfico é definir o propósito do mapa. Conhecendo-se o propósito do mapa pode-se decidir quais características do fenômeno geográfico devem ser representadas.

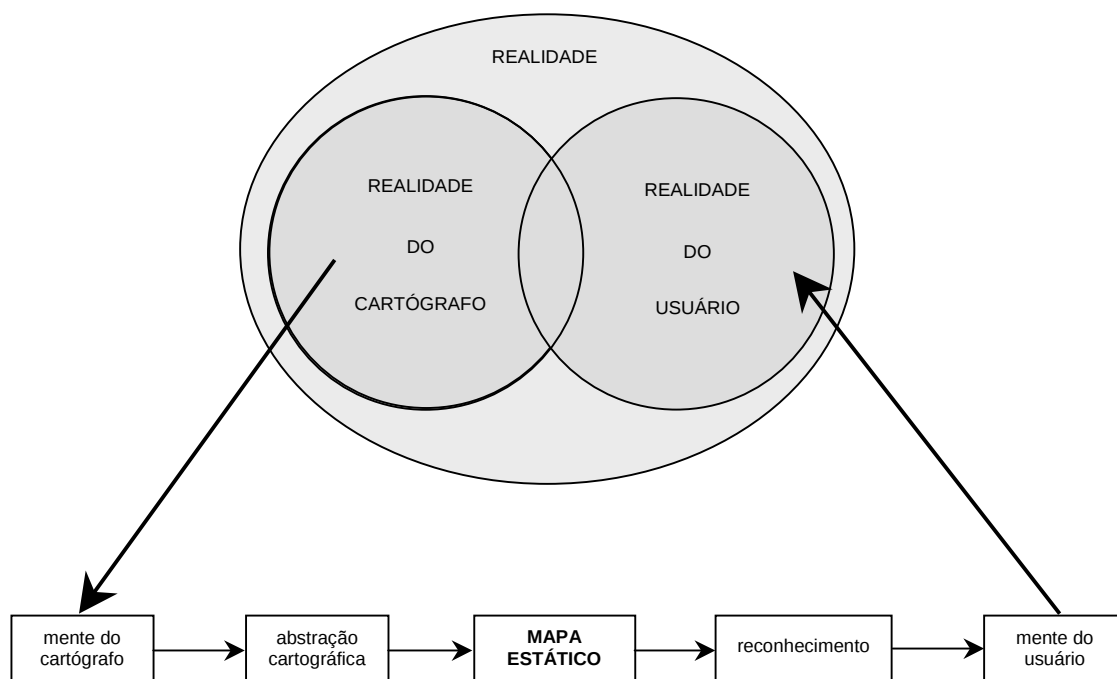


Fig. 2.5 - Um modelo de comunicação cartográfica.
FONTE: Adaptada de Peterson (1995, p.5)

Sendo o mapa um meio de comunicação visual, a simbologia escolhida deve representar apropriadamente as características do fenômeno geográfico determinadas pelo propósito

do mapa. Essas características são definidas de acordo com os **níveis de medida** nos quais os dados são obtidos. Os **níveis** (ou escalas) **de medidas** são tentativas de estruturar as observações sobre a realidade. Para mapear as informações geográficas é necessário o conhecimento de quais **níveis de medida** estão envolvidas nas informações que serão mapeadas, podendo ser (Dent, 1985):

- 1) **nominal**: a palavra-chave é **identificação**, pois esse nível permite apenas distinguir igualdades e desigualdades. Portanto, os grupos de informação são **denominados**. Exemplos de mapas que retratam informações nominais são: mapa dos tipos de solos, ou mapa dos tipos de culturas agrícolas;
- 2) **ordinal**: acrescenta-se **ordenação** à **identificação**, permitindo uma classificação hierárquica do fenômeno. Exemplo de mapeamento usando o nível de medida **ordinal** é um mapa de fertilidade do solo mostrando regiões de baixa, média e alta fertilidade;
- 3) **intervalar**: além da **identificação** e **ordenação**, a distância numérica entre as classes é conhecida, e portanto as igualdades e desigualdades dos intervalos entre classes. Contudo, as magnitudes não são absolutas, ou seja, qualquer ponto inicial pode ser usado, sendo comum exemplificá-la através das escalas de temperatura Celsius ou Fahrenheit. Com a escala Celsius, por exemplo, não se pode afirmar que 50°C é duas vezes mais quente do que 25°C;
- 4) **de razão**: semelhante ao nível de medida intervalar, no nível de medida **de razão** os eventos são ordenados e as distâncias entre as classes são conhecidas. Porém as medidas são absolutas pois possuem o ponto inicial absoluto, permitindo a representação de razões, como a densidade demográfica.

Considerando os mapas bidimensionais, as variações gráficas dos pontos, linhas ou áreas são realizadas, na cartografia, pelas **variáveis visuais**. A simbologia para um mapa temático deve ser estabelecida de forma que as propriedades perceptivas visuais, dos símbolos pontuais, lineares ou de área, representem as características do **nível de medida** com o qual o fenômeno geográfico está definido. Um dos primeiros trabalhos que sistematizou o uso de variáveis visuais em mapas temáticos foi apresentado por Bertin (1986). Com base na tipologia proposta por Bertin (1986) os resultados das

pesquisas em comunicação cartográfica sugeriram modificações e ampliação do conjunto de variáveis visuais. Um desses resultados é apresentado por MacEachren (1994a) cujo conjunto de variáveis visuais é apresentado na Figura 2.6, e a adequação das **variáveis visuais** aos **níveis de medida** é esquematizada na Figura 2.7.

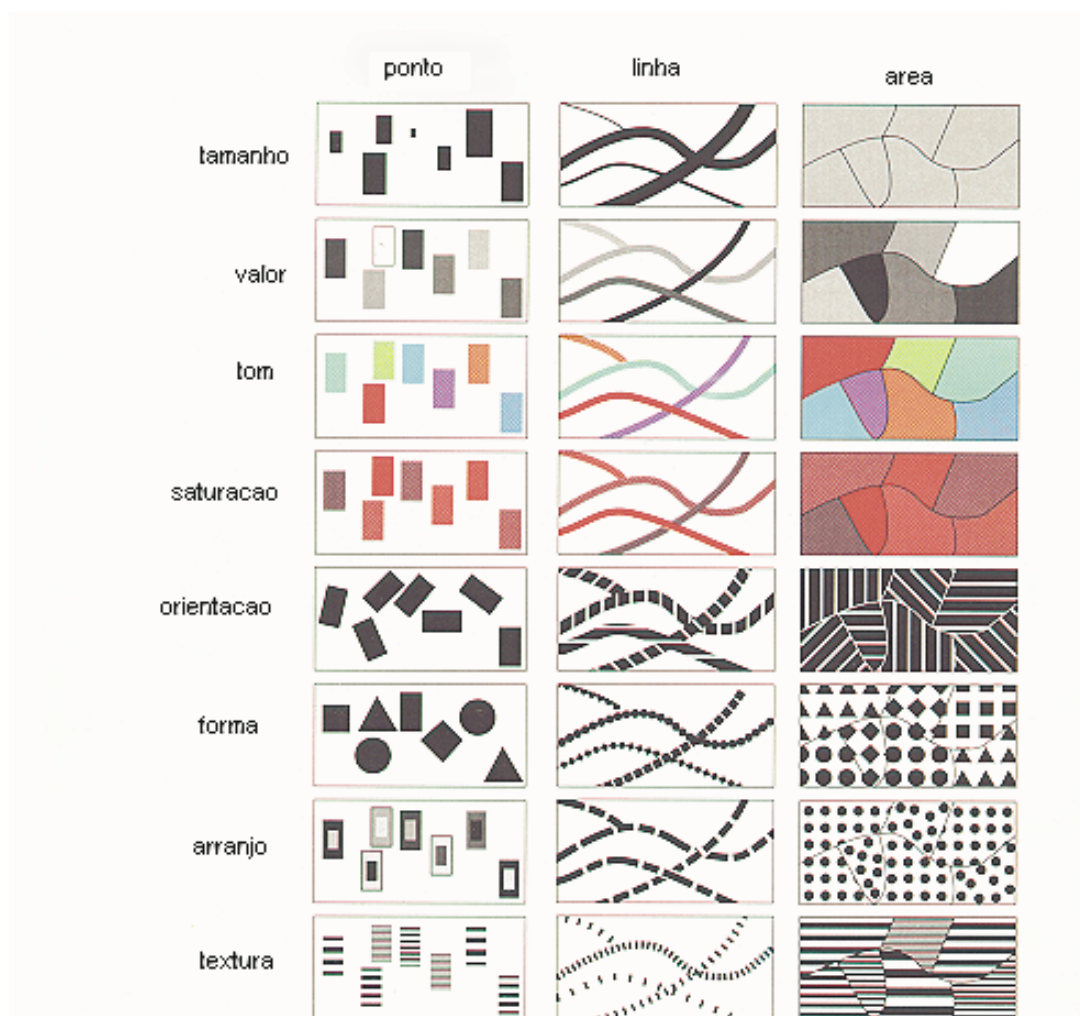


Fig. 2.6 – Variáveis visuais disponíveis para representações pontuais, lineares e de área.
 FONTE: Adaptada de MacEachren (1994a, p.17)

O processo perceptivo que ocorre com o uso dos mapas é representado esquematicamente por Wang e Ormeling (1996) como mostrado na Figura 2.8. Esse esquema adapta o diagrama que representa o processo de comunicação cartográfica à definição da simbologia pelo uso de variáveis visuais.

	numérico	ordinal	nominal
localização	G	G	G
tamanho	G	G	P
valor de cor	M	G	P
saturação de cor	M	G	P
tom de cor	M ^a	M ^a	G
textura	M	M	G ^b
orientação	M ^c	M ^c	G
arranjo	P	P	M ^d
forma	P	P	G

G = bom M = efeito marginal P = pobre

Fig. 2.7 – Variáveis gráficas adequadas aos níveis de medida.

^a Os tons devem ser cuidadosamente selecionados para que uma ordem ou hierarquia seja percebida (p.ex. a sequência espectral do amarelo, passando pelo laranja, ao vermelho).

^b As texturas são boas para diferenciar somente duas, ou talvez três, categorias.

^c A orientação fornece capacidade limitada para comunicar informações numéricas e ordinais, quando são usadas marcas padronizadas, tais como um símbolo do relógio para comunicar informações sobre períodos de tempo da ocorrência do fenômeno, uma bandeirola para indicar as direções do vento, ou flechas para indicar direções das declividades do terreno.

^d A variável arranjo é melhor utilizada como uma variável redundante, para representar a diferença visual entre as categorias mais óbvias.

FONTE: Adaptada de MacEachren (1994a, p.33)

Porém, como colocado por Wang e Ormeling (1996), por não haver regras de projeto cartográfico explícitas, e por isso a definição da simbologia não pode ser baseada num raciocínio dedutivo, as variáveis visuais são definidas de acordo com o resultado visual desejado. O fluxo real do projeto de mapas é mostrado na Figura 2.9, a qual ilustra que as propriedades perceptivas da imagem do mapa se equipararão às características da

informação geográfica somente se variáveis visuais adequadas forem definidas para a simbologia do mapa.

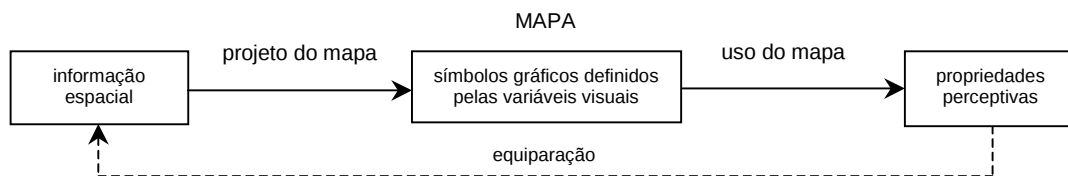


Fig. 2.8 – O mapa transmite a informação espacial ao usuário.
 FONTE: Adaptada de Wang e Ormeling (1996, p.88)

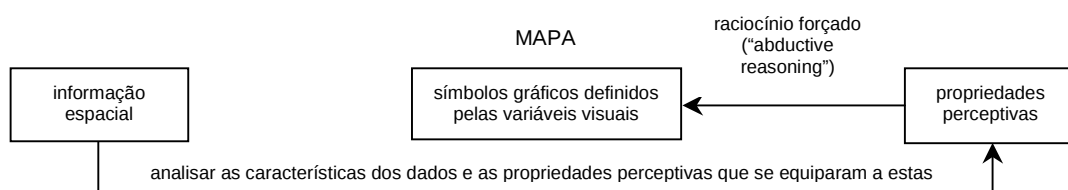


Fig. 2.9 – Sequência real do projeto cartográfico.
 FONTE: Adaptada de Wang e Ormeling (1996, p.88)

2.2 PRINCÍPIOS DE PROJETO CARTOGRÁFICO APLICADOS A UM SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Num sistema de visualização de informações cartográficas, os mapas são apresentados na tela do computador. Um projeto cartográfico para um mapa digital deve ser adequado às limitações e propriedades físicas da geração de imagens digitais. Enquanto nos mapas em papel, a área disponível para a representação pode ser adaptada a diferentes tamanhos conforme a escala necessária, para a tela do computador a representação cartográfica é restrita à área de visualização, sendo hoje comumente 15" ou 17". As propriedades físicas também diferem, sendo a representação em papel, definida por pigmentos (síntese subtrativa), enquanto na tela essa é realizada por luzes (síntese aditiva). Conseqüentemente, as pesquisas em percepção visual para mapas digitais estudam a eficiência do uso das variáveis visuais quando o mapa é visto na tela do computador.

Um das pesquisas para adequação de princípios de projeto cartográfico a mapas digitais foi desenvolvida por Arleth (1999), para mapas cujo propósito é planejamento físico. Essa pesquisa constatou que apesar das diferenças entre o papel e a tela, os mesmos princípios de projeto cartográfico, até o momento desenvolvidos, podem ser empregados para símbolos pontuais e textos. A adaptação necessária é adequar a quantidade de informação e a aparência dos símbolos, e fontes para textos, ao tamanho limitado da tela. Conseqüentemente, o projeto de símbolos pontuais implica na simplificação desses. Segundo Arleth (1999), em geral um símbolo pictorial, apresentado na tela, não deve ser maior que 16x16 pixels, pois símbolos maiores dominariam a imagem. Por isso, símbolos pictoriais devem ser evitados ou limitados.

A diferença relevante entre a representação em papel e na tela está no uso e definição das cores. Os experimentos desenvolvidos por Arleth (1999) mostraram que as diferentes definições de cores conseqüentes dos tamanhos dos pixmaps (8 ou 16 bits) podem resultar em mapas totalmente diferentes, e então comprometer a representação e visualização do fenômeno. Yufen (1999) coloca a importância do estudo da percepção de cores em mapas eletrônicos, devido a grande quantidade de cores disponíveis para a representação de mapas digitais, em contraste com a limitação das variações gráficas de forma, tamanho e texturas. A possibilidade de escolher e alterar as cores durante o uso dos mapas eletrônicos aumenta os recursos para a percepção visual. Porém, requer que o uso racional de cores seja definido no projeto dos mapas. O uso adequado de cores exige o desenvolvimento de pesquisas em percepção de cores apresentadas na tela do computador, pois, como citado por Yufen (1999, p.869), “até o momento não há um conjunto relativamente completo de princípio de projeto de cores para mapas eletrônicos”¹³ (traduzida pela autora).

A geração de mapas digitais por usuários de pacotes gráficos, de sistemas de informações geográficas ou para processamento digital de imagens, que não são cartógrafos, tem resultado na produção de mapas com erros básicos de projeto cartográfico. Entre os fatores citados por Green (1993, p.1015) que contribuem para um projeto cartográfico digital pobre estão “a falta de conhecimento de cartografia; o

¹³ “up to now there is no a set of relatively complete color design principles of eletronic maps yet”

‘poder’, a flexibilidade e a facilidade de uso de programas computacionais gráficos; e a falta de tutoriais para projeto cartográfico”¹⁴ (tradução da autora). Green (1993) acrescenta a esses fatores as possibilidades de uso errôneo de cores, devido a grande variedade de cores disponíveis na geração de mapas digitais. A solução para essa situação, de acordo com esse autor, é fornecer ferramentas interativas para o usuário, para que os mapas representem adequadamente os fenômenos geográficos.

Nos estudos realizados por Weibel e Battenfield (1992, p.224), os erros comuns encontrados nos mapas gerados com sistemas de informações geográficas, pacotes de análises estatísticas ou pacotes para mapeamento temático são: “desigualdades entre as escalas estatísticas e gráficas; simbolização incompreensível e ilógica; mapas sobrecarregados e enigmáticos; ausência de padronização de valores de dados para mapas coropléticos, sobreposição de mapas detalhados”¹⁵ (tradução da autora). Como solução a esses problemas, os autores indicam dois caminhos possíveis: ou os usuários adquirem conhecimento sobre projeto cartográfico; ou os sistemas que possuem funções para geração de mapas incorporam conhecimento sobre princípios de projeto cartográfico .

Como a formação dos usuários não engloba conhecimento sobre produção de mapas, pesquisas têm sido realizadas para projetar e implementar sistemas especialistas para projeto cartográfico. Devido a complexidade do conhecimento envolvido no processo do projeto cartográfico, parte das decisões não são baseadas em regras explícitas. Por isso, algumas pesquisas têm buscado soluções para situações específicas. Zhan e Battenfield (1995) apresentam um esquema de conhecimento, baseado em orientação a objetos, para a seleção de símbolos para visualização de informação estatística de uma variável, sendo que outros aspectos do projeto cartográfico não foram considerados. O esquema de conhecimento proposto considera a representação cartográfica bidimensional e foi definido com base na tipologia de variáveis visuais estabelecida por

¹⁴ “the lack of cartographic background, knowledge/the “power”, flexibility, and ease of use of the graphics softwares/the lack of cartographic and perhaps graphic design guidelines e.g. help files and tutors”

¹⁵ “inequalities between statistical and graphic scales, incomprehensive or illogical symbolization, overloaded and cryptic maps, absence of standardization of data values for choropleth maps, overly detailed maps”

Bertin (1986). O processo de decisão para seleção dos símbolos foi baseado na representação de conhecimento usando regras (Waterman, 1986), e não engloba a representação de feições geográficas lineares.

Enquanto Zhan e Buttenfield (1995) focalizaram seus estudos em formalizar regras para um problema específico, ou seja, a seleção de símbolos cartográficos para mapas estatísticos, SU (1995) propõe um método para a construção de um sistema especialista voltado a todas as etapas da geração de um mapa. Segundo SU (1995, p.761) “o processo do projeto cartográfico é uma mistura de programação gráfica, arte, cognição, ciência da cor e conhecimento especializado. Assim, é muito complexo, ... Por isso, não há um método único atualmente usado em inteligência artificial capaz de representar todas a gama de conhecimento de projeto cartográfico”¹⁶ (tradução da autora). Por isso, esse autor propôs um sistema híbrido denominado de **Generalized Frame**. Nessa representação de conhecimento os “frames” não são usados somente para representar as estruturas do domínio do conhecimento, mas também para gerenciar as fontes de conhecimento que podem ser representadas por regras, procedimentos, “frames” e relações. Contudo, esse artigo não descreve as regras ou os algoritmos para resolução de cada característica de um projeto cartográfico, como por exemplo, a seleção da simbologia.

2.3 O MAPA INTERATIVO

A geração rápida e fácil de mapas temáticos aumenta as possibilidades de visualização de informações geográficas. Se forem fornecidos ao usuário mecanismos para interagir com a base de dados, como por exemplo, visualizar diferentes aspectos de um fenômeno, visualizar as informações em diferentes escalas, escolher a simbologia para visualizar as feições, visualizar a região de diferentes pontos de vista ou rotar o mapa, esse usuário estará interagindo com o mapa. Um produto cartográfico que permite interações do usuário é chamado mapa interativo.

¹⁶ “map design process is a mixture of graphics, art, cognition, color science and expertise etc. Thus, it is very complex. ... Therefore, no single representation method currently used in AI is capable of representing all the mixture of knowledge in map design process.”

No mapa interativo, o controle do processo de comunicação tem a participação do usuário, e não apenas do cartógrafo. Conseqüentemente, o processo no qual o cartógrafo e o usuário são colocados nos extremos da produção cartográfica (Figura 2.5) deve ser redefinido. A Figura 2.10 mostra um modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo, apresentado por Peterson (1995). Nesse modelo, o cartógrafo fornece um ambiente para a utilização do mapa, porém o usuário decide como e quais informações devem ser apresentadas. O mapa interativo é definido por Peterson (1995, p.45) como “uma forma de apresentação cartográfica assistida por computador que tenta imitar a representação de mapas mentais. Porém, superam os mapas mentais por incluírem mais características do fenômeno e não conterem as distorções ou enganos desses. O mapa interativo é uma extensão da habilidade humana de visualizar lugares e distribuições.”¹⁷ (tradução da autora)

A interatividade em mapas pode ocorrer em vários níveis. Num nível elementar, os mapas interativos podem permitir que o usuário obtenha apenas informações textuais sobre as feições dos mapas. Num nível maior de interatividade, o usuário pode selecionar a representação gráfica com a qual o fenômeno será visualizado, e qual característica do fenômeno será representada. Segundo Peterson (1995) os mapas interativos podem ser divididos em três grupos:

- 1) **Atlas eletrônico:** nos quais os recursos de multimídia são associados à apresentação dos mapas. Quando os mapas e figuras em papel são armazenados através de escaneadores (“scanners”), a interatividade é restrita à seleção das diferentes imagens. Nos atlas, nos quais os mapas e figuras são criados para apresentação na tela do computador, a interatividade inclui recursos de “hot-spot”;
- 2) **Mapas para navegação pessoal:** são pacotes desenvolvidos para computadores lap-top ou palm-top, que substituem os guias rodoviários. A interatividade permite ao usuário obter informações tais como, determinar o menor percurso entre 2 pontos e visualizar mapas em diferentes escalas (“zoom-in” e “zoom-

¹⁷ “a computer-assisted form of map representation that attempts to mimic the display of mental maps in the mind. It goes beyond the mental display of maps by presenting a more vivid and accurate display. The maps include more features and do not exhibit the distortions and biases of mental maps.”

out”). Atualmente há a possibilidade da integração de receptores GPS a esses pacotes. Com as informações obtidas com o receptor GPS, a posição do veículo é apresentada no mapa, e são denominados **sistemas de navegação automática**;

- 3) **Análise de dados:** são sistemas de mapeamento interativo que permitem aos usuários analisar as distribuições dos fenômenos geográficos, e as relações entre os fenômenos. Os sistemas de mapeamento interativo possibilitam a obtenção de informações tais como, geração de mapas com diferentes classificações, observação dos valores máximo e mínimo de cada fenômeno e suas localizações espaciais, recuperação das informações não classificadas. Alguns pacotes para análises de dados interativos incorporam animação cartográfica, sendo esse assunto abordado no tópico **animação em cartografia**.

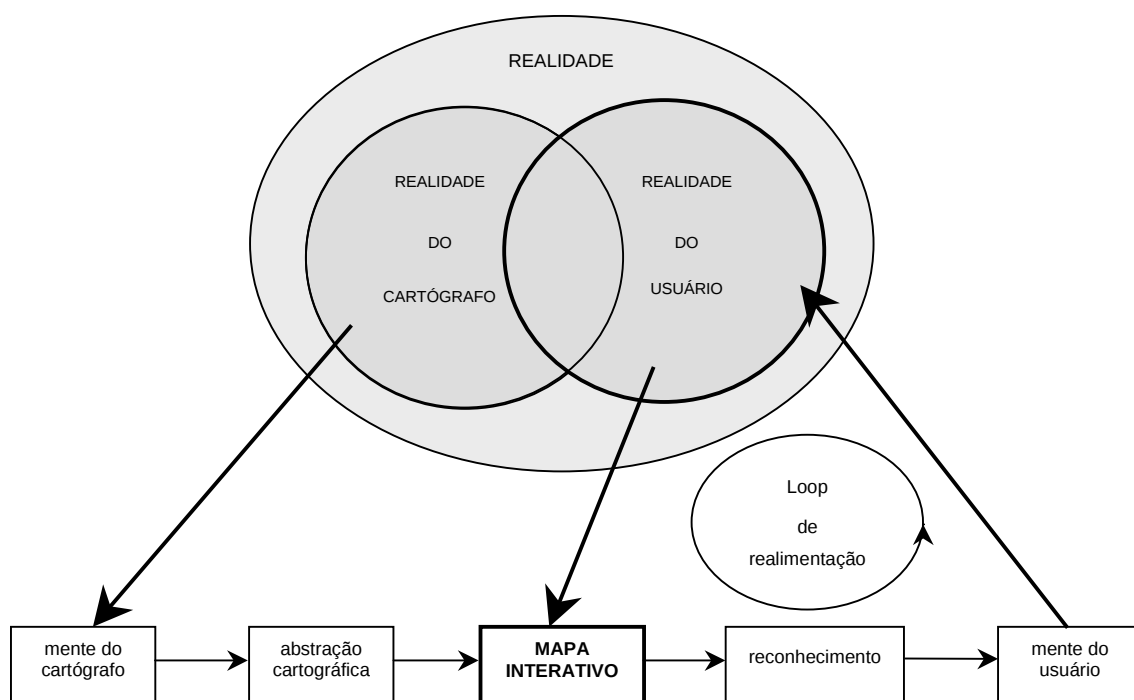


Fig. 2.10 – Modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo.

FONTE: Adaptada de Peterson (1995, p.6)

A abrangência de pacotes para cartografia interativa, intencionada à análise de dados, como o EXPLOREMAP (Egbert e Slocum, 1992) comparada com o mapeamento

convencional apresenta possibilidades de análises de mapas tão maiores que se pode imaginar quantas fontes de dados, em mapas em papel e tabelas de dados, seriam necessárias para o usuário obter todas essas informações. Desenvolvido para mapas coropléticos, o EXPLOREMAP permite ao usuário criar mapas, no modo denominado **Design**, e explorar a base de dados, no modo chamado **Explore**. Na ocasião de seu desenvolvimento, a configuração de hardware utilizada incluiu microcomputador 386 com 16Mhz e monitor VGA com 2MB de memória gráfica.

No modo **Design** o usuário cria e recupera arquivos gráficos, nesse caso, as fronteiras das áreas, como também arquivos de dados das variáveis representadas. A visualização dos mapas é iniciada com a seleção dos dados espaciais, sendo possível utilizar funções para translação, mudança de escala ou rotação. Na etapa seguinte o usuário seleciona os atributos que podem ser automaticamente classificados. Entre as opções de classificações estão: intervalos constantes, quantis, ou limites de classes definidos pelo usuário (Dent, 1985). Os resultados numéricos, valores limites de cada classe, além da média, mediana, desvio-padrão e amplitude são mostrados numa janela “pop-up”. O resultado espacial da classificação selecionada é apresentado no mapa, sendo a legenda gerada pelo usuário. Na legenda estarão definidas as variações em tons de cinza, ou cores, segundo as quais as áreas serão representadas, de acordo com a classificação gerada (Egbert e Slocum, 1992).

O modo **Explore** possui as opções para análises espaciais, divididas em dois grupos denominados **Overview** e **Areas**. As opções do menu **Overview** tratam as unidades de área globalmente, ou seja, mostram diferentes aspectos de toda a região mapeada. Por outro lado, as opções do menu **Area** são voltadas as análises de áreas individuais. As opções do menu **Overview** são:

- 1) **Sequenced**, com a qual são apresentadas as classes sequencialmente, da mais baixa à mais alta, tanto na legenda como no mapa;
- 2) **Classes**, que mostra qualquer classe selecionada pelo usuário sobre a legenda, conseqüentemente o usuário pode visualizar quaisquer combinações de classes para analisar os padrões espaciais e comparar suas distribuições;

- 3) **Subset**, na qual o usuário seleciona, sobre um gráfico de dispersão, a amplitude dos dados que deseja visualizar no mapa.

No menu **Areas** estão incluídas opções:

- 1) **Class Min-Max**, que apresenta sobre o mapa as áreas correspondentes aos valores mínimo e máximo de uma classe;
- 2) **Map Min-Max**, que exibe os valores mínimo e máximo da variável mapeada, ou seja, de todo o mapa;
- 3) **Single Area**, que mostra ao usuário o valor associado a uma determinada unidade de área, selecionada sobre o mapa;
- 4) **Ratio of Areas**, que apresenta a razão entre os valores de quaisquer duas unidades de área selecionadas sobre o mapa.

Além dos menus **Overview** e **Areas**, o modo **Explore** permite ao usuário, pelo menu **Reclass**, visualizar temporariamente diferentes classificações, em método ou número de classes, da área mapeada. O menu **Regions** possibilita a visualização, na cor ou sombreado escolhido, de uma região composta pelas unidades de áreas selecionadas sobre o mapa. As visualizações de gráficos estatísticos e tabelas são possíveis pelas opções **Graphs&Stats** e **Tables** (Egbert e Slocum, 1992).

No contexto do mapa interativo, a palavra **interface** tem dois significados: o mapa é a interface entre o usuário e o mundo; e a própria interface do sistema. Na construção de mapas digitais, Arleth (1999) distingue o projeto de mapas do projeto de ferramentas de interface. Essa distinção é baseada nos diferentes métodos e bases teóricas necessários aos dois tipos de tarefas. Num projeto de interface é fundamental que o produto resultante seja confortável e de fácil manuseio, uma vez que o usuário consome várias horas utilizando o sistema (Fekete et al., 1995). Segundo Lindholm e Sarjakoski (1994), as bases conceituais do projeto de interface devem ser explicitamente estabelecidas quando as aplicações são para cartografia interativa. O produto do projeto da interface deve permitir ao usuário interagir intuitivamente com o mapa, e a interface deve se adequar às denominações e procedimentos habituais do usuário. Recursos de ícones gráficos, dispositivos de apontamentos, apresentação instantânea de mapas, “zoom-in” e

“zoom-out” para mudanças de escala, “open-up” para diferentes escalas devem compor a interface.

No contexto da visualização cartográfica, Lindholm e Sarjakoski (1994, p.169) citam como exigências básicas para a interface, “auxiliar o usuário a perceber estruturas significativas nos dados, no estágio da manipulação dos dados”; e “fornecer maneiras fáceis de conectar as percepções dos modelos da realidade, no estágio de modelagem.”¹⁸ (tradução da autora) Para esses autores, na construção de uma interface, as decisões do projeto são definidas em 3 níveis:

- 1) **Nível conceitual:** o sistema é uma interface para os dados, e as considerações de projeto são as necessidades dos usuários e as características dos dados, ou seja, a análise de como o sistema será utilizado e quais as operações serão realizadas. O projeto deve resultar numa interface coerente e consistente. Isso significa que o usuário deve entender facilmente a lógica da aplicação, e que tarefas similares devem ser desempenhadas de forma similar;
- 2) **Nível funcional:** no qual as capacidades específicas do sistema são estabelecidas, sendo necessário definir todas as operações que o usuário pode desempenhar, seus significados e estilos de interações. O projeto deve ser baseado no princípio do **mínimo esforço**, ou seja, todas as ações desnecessárias, como por exemplo clique de mouse, devem ser removidas. De acordo com Lindholm e Sarjakoski (1994, p.174) “num sistema de visualização cartográfica as tarefas de visualização básicas são seleção, transformação e apresentação dos dados”¹⁹ (tradução da autora);
- 3) **Nível de aparência:** nível no qual o projeto está centrado em como o usuário percebe a interface. Portanto, o projeto engloba considerações sobre layout (“layout”), esquemas de cores, legendas, estilo das entradas, tipos de realimentação, e todas as decisões a respeito de como o usuário deverá interagir com o sistema. Segundo Shneiderman (1987) citado por Lindholm e

¹⁸ “at the manipulation stage, the user interface should aid the user in perceiving meaningful structures in the data” / “at the modelling stage the system should provide easy ways to connect perceptions to the models of reality”

¹⁹ “in a cartographic visualization system the basic visualization tasks consist of selection, transformation and presentation of the data.”

Sarjakoski(1994), existem cinco categorias de interações possíveis numa interface: (1) interface de seleção por menu; (2) interface de preenchimento de campos; (3) interface em linhas de comando; (4) interface em linguagem natural; e (5) interface de manipulação direta, que pode envolver tanto a manipulação de controles sobre a tela (ícones e ferramentas) como também manipulação de objetos na tela (tal como apontar sobre o mapa para realizar “zoom-in”).

Adaptando as proposições de Lindholm e Sarjakoski (1994) a um projeto de interface, para um sistema para visualização cartográfica projetado para análise de confiabilidade, Howard e MacEachren (1995, 1996) denominaram as etapas do projeto de:

- 1) **Nível conceitual:** o usuário é a questão central do projeto, e a distinção entre especialistas e leigos deve ser observada;
- 2) **Nível operacional:** as operações necessárias para realizar o projeto conceitual são definidas. Por não serem consideradas questões sobre hardware e software, o projeto é voltado a abstrações da realidade ao invés da manipulação dos dados. Isso significa que são analisadas as operações necessárias sobre os fenômenos, como por exemplo, determinar os limites das áreas de enchentes;
- 3) **Nível de implementação:** o projeto é direcionado às considerações sobre como o usuário irá interagir como o sistema. Para um usuário de visualização cartográfica as questões importantes são “os tipos de controles fornecidos para iniciar várias operações, a aparência dos mapas (esquema de cor, legenda, etc.), e outras representações que resultam da aplicação de operações, e aparência geral do display”²⁰ (tradução da autora)(Howard e MacEachren, 1996, p.62).

Na cartografia, a interação é realizada tanto nas componentes gráficas (imagens) como nos atributos do mapa. Na interação gráfica pode-se definir a seleção de cores, a legenda, o leiaute, visualizar regiões específicas em escalas maiores. A interação com os atributos do mapa é a consulta à base de dados não-gráficos. Nesse caso a interatividade pode englobar atributos qualitativos e quantitativos dos fenômenos. A interação com

²⁰ “the kinds of controls that a user is given to initiate various operations, the appearance of maps (color schemes, legends, etc) and other representations that result from applying the operations, and the general appearance of the overall display” (tradução da autora)

atributos quantitativos pode objetivar tanto a associação entre os valores do fenômeno com o mapa como a análise dos dados.

2.4 ANIMAÇÃO EM CARTOGRAFIA

2.4.1 ANIMAÇÃO

Animação é a técnica de animar desenhos ou bonecos, e como animar, nesse contexto, significa dar vida ou aparência de vida, essa engloba **dinâmica de movimento**²¹, significando posição variando no tempo; **dinâmica de atualização**²², alteração da forma, cor, transparência, estrutura e textura dos objetos; mudanças em iluminação, orientação, foco da câmera; e técnicas de síntese de imagem (Foley et al., 1992).

No processo de animação convencional, após concluído o roteiro, é gerado o “**storyboard**” contendo a definição das cenas, com diálogo e música. A descrição de todos os quadros que formarão cada cena, a posição da câmera e a definição do fundo compõem a “**exposure sheet**”. Para produzir cada cena, um conjunto de tarefas é realizado, esquematizadas na Figura 2.11. “**Sound track**” e “**sound detection**” são tarefas necessárias em animações com sonorização, por isso não estão no escopo desse trabalho. Na etapa de leiaute são especificadas as características de cada cena, incluindo o desenho do fundo, as principais posições dos personagens e o movimento da câmera. Com base no leiaute, os fundos são pintados na etapa “**background painting**”, em seguida são produzidos os **quadros chaves** nos quais os personagens são desenhados em suas posições extremas ou características²³.

A partir dos **quadros chaves**, os quadros intermediários são produzidos na etapa “**inbetweening**”. Em “**cleaning**” os desenhos são refinados para alcançar a qualidade final desejada. Os quadros são, então, fotocopiados para folhas de acetato (“**cels**”), nas quais são pintados com aquarela, na etapa denominada de “**paint**” ou “**coloring**”. A animação e o fundo são verificados (“**check**”) antes da produção do filme ou vídeo, realizada na etapa denominada “**record**” (Fekete et al., 1995). Entre o “**inbetweening**”

²¹ motion dynamics

²² update dynamics

²³ posição na qual ocorre uma alteração na sequência do movimento.

e o “**paint**”, Foley et al. (1992) citam a etapa denominada “**pencil test**”, na qual os quadros resultantes do “**inbetweening**” são verificados.

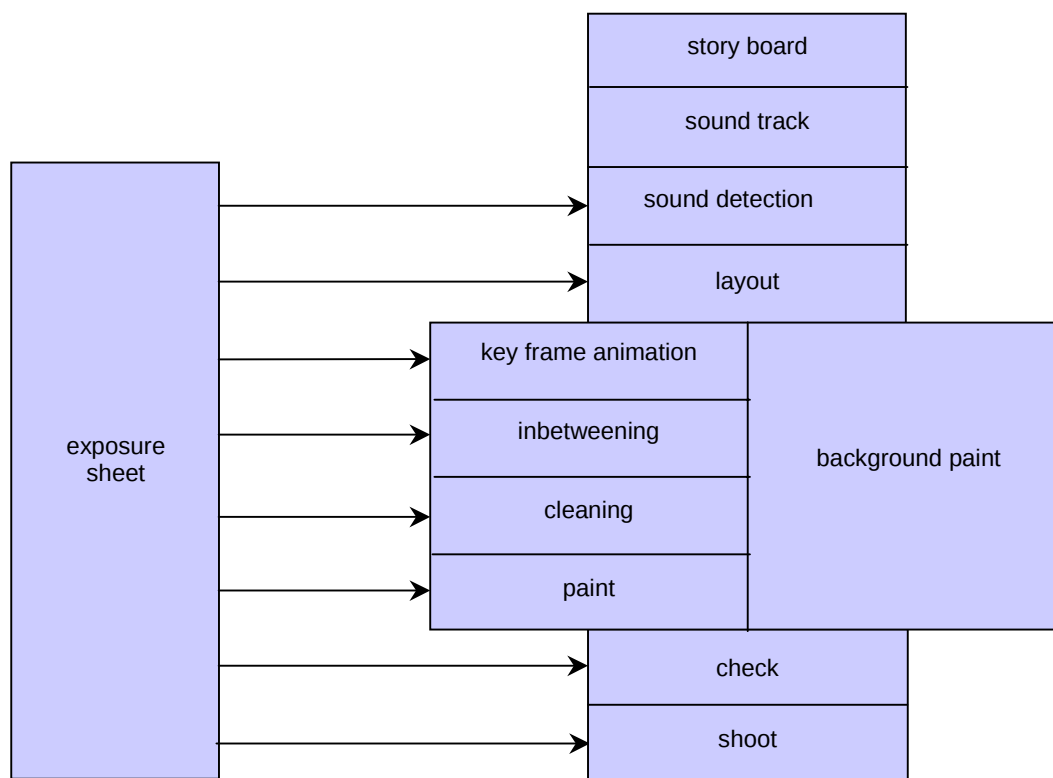


Fig. 2.11 – O processo da animação.

FONTE: Fekete et al. (1995, p.80)

2.4.2 O MAPA ANIMADO

As animações de mapas são representações de fenômenos geográficos que mostram simultaneamente suas características espaciais e temporais. Com o intuito de mostrar a necessidade de animação em cartografia, Campbell e Egbert (1990), pesquisaram diversos trabalhos que exemplificam as representações de séries temporais. A representação da variação temporal dos fenômenos geográficos, em mapas estáticos, são classificadas pelos autores em dois grupos: **mudança temporal sobre um mapa** e **séries temporais em múltiplos mapas**. No primeiro grupo, a variação temporal é representada pela variação dos símbolos gráficos, como por exemplo, o uso de diferentes tons de cor para mostrar o crescimento de uma determinada região urbana. O

uso de símbolos gráficos num único mapa pode aumentar significativamente a complexidade da imagem, dificultando sua interpretação. Por isso, a representação pode ser eficiente somente se a imagem resultante for simples. No segundo grupo, a variação do fenômeno no tempo é representada por uma série de mapas estáticos, cada um representando o fenômeno num instante de tempo. Segundo Campbell e Egbert (1990) há uma variedade de exemplos desse tipo de representação, os quais empregam diferentes métodos temáticos, tais como, mapeamentos de símbolos pontuais, de isolinhas e coropléticos. Porém, o problema conseqüente é a necessidade de comparação dos mapas. A necessidade de representação das características temporais dos fenômenos geográficos, e as dificuldades para analisar uma série de mapas estáticos, mostram a necessidade de animação de mapas.

Animação em cartografia não é recente. O primeiro artigo que descreve a potencialidade de filmes animados computacionalmente para cartografia foi publicado por Cornwell e Robison (1966) citado por Campbell e Egbert (1990). Nesse trabalho os quadros da animação foram gerados numa tela de computador vetorial, e a seqüência dos quadros foi gravada por uma câmera filmadora. O trabalho de Tobler (1970) citado por Campbell e Egbert (1990); e por Acevedo e Masuoka (1997) mostrou a utilidade da animação em cartografia para a representação do crescimento urbano. A animação representa um modelo de crescimento populacional para a cidade de Detroit, sendo que cada quadro da animação é um mapa estático gravado num filme. Apesar de exemplos de animação em cartografia terem sido gerados há mais de 30 anos, esses foram esporádicos na década de 70. Na década de 80, a influência do desenvolvimento da tecnologia computacional, e sua crescente acessibilidade para animação em cartografia foi mínima (Campbell e Egbert, 1990). Na década de 90 cresce o número de trabalhos voltados à animação em cartografia, que passou a ser considerada como uma possibilidade de análise visual dos fenômenos geográficos.

Em cartografia, as animações de fenômenos geográficos podem ser geradas para mostrar uma situação específica, como a evolução do desmatamento na Floresta Amazônica nos últimos cem anos, ou geradas pelo usuário de um programa para visualização cartográfica, com o qual o usuário define o tema, as variáveis visuais e

dinâmica da animação. As animações para mostrar a evolução de uma situação específica podem ser intencionadas à educação, como a produção de vídeos ou programas de televisão educativos, ou mesmo para análises ambientais ou planejamento. Porém, nesse caso especialistas projetam e geram as animações, que são apenas observadas pelos usuários.

As etapas para geração dessas animações são as mesmas descritas anteriormente. Após definido o roteiro, nesse caso o tema e período da animação, é gerado o “**storyboard**”, que poderá conter uma narrativa explicativa, ao invés de diálogos. Em cartografia, os quadros que compõem cada cena são mapas estáticos, que podem ser construídos computacionalmente através de técnicas conhecidas da cartografia digital. As feições topográficas da base cartográfica são armazenadas por procedimentos de digitalização incluindo mesas digitalizadoras, escaneadores ou restituidores analíticos (Robbi, 1993). A definição das cenas significa o projeto cartográfico para cada um dos mapas estáticos, bem como o período da evolução do fenômeno representado. Conseqüentemente, o **fundo** é a base cartográfica e os **personagens** significam os temas representados. O movimento da câmera deve ser definido para animações tridimensionais. Se o fenômeno permite interpolações é possível a realização de “**inbetweening**”.

Apoiado em sua experiência, Monmonier (1992b) apresenta princípios para definir roteiros para animação em cartografia. Os roteiros são ilustrados por dois protótipos: (1) apresentação da variação de duas variáveis, no espaço geográfico e dos atributos; e (2) apresentação de tendências históricas. Os princípios descritos por Monmonier (1992b) objetivam definir uma seqüência gráfica coerente em cartografia dinâmica, de forma que a comunicação seja eficiente. Os roteiros são divididos em atos e cenas, seguindo a estratégia utilizada em filmes, nos quais os personagens são primeiramente apresentados, e suas características construídas no decorrer da dramatização. Essa divisão em atos e cenas apresenta um planejamento modular eficiente. Nesses roteiros, a tela representa o palco, a base cartográfica e os vários tipos de diagramas estatísticos compõem os cenários, e as variáveis ou fenômenos representados são os personagens. Para cada cena, a estratégia utilizada por Monmonier (1992b) foi apresentar um bloco de texto com o nome completo da variável ou título do mapa; definição ou descrição

resumida das medidas utilizadas na representação do fenômeno; título abreviado que será mantido nas cenas seguintes; mapa mostrando o padrão geográfico da variável; e histograma para o roteiro da correlação de variáveis, ou gráfico de barras da série temporal para o roteiro das tendências históricas. Semelhantemente ao traje de um personagem, cada variável é representada com um tom de cor que sempre a identificará, tanto no mapa como no gráfico. Esses tons são chamados por Monmonier (1992b) de **tons de assinatura**²⁴, e são usados na apresentação da variável nas cenas introdutórias, tanto nos mapas como nos gráficos, para que o observador possa identificá-las na sequência da animação.

Animação é uma das possibilidades da tecnologia computacional que diferencia a cartografia convencional da digital, e aumenta as potencialidades da representação cartográfica (Bidoshi, Ramirez e Caelli, 1999). Quando os fenômenos geográficos são dinâmicos é possível armazenar computacionalmente dados espaciais e temporais. A análise da dinâmica espaço-temporal do fenômeno pode ser realizada por uma sequência de mapas estáticos e de gráficos. Os primeiros mostram a variação espacial e os segundos as variações temporais. Apesar de análises baseadas em mapas estáticos ou gráficos temporais serem úteis em diversas situações, como citado por Blok (1999, p.700), as animações “permitem ao usuário ver dados dinâmicos em seus contextos espaciais e temporais”²⁵ (tradução da autora) (Figura 2.12). Contudo, o uso eficiente de animações de mapas intencionadas à aquisição de conhecimento sobre os fenômenos dinâmicos ainda exige que pesquisas sejam realizadas.

Os fatores envolvidos na geração de animações cartográficas dependem do propósito das análises e das características dos fenômenos geográficos. Os trabalhos encontrados na literatura sobre animação em cartografia abordam:

- 1) A fundamentação de conceitos necessários aos projetos de mapas animados (DiBiasi et al., 1992); (Monmonier, 1992a); (Peterson, 1993, 1995) e (Blok, 1999);

²⁴ signature hues

²⁵ “allow a viewer to see dynamic data in their spatial and temporal context”

- 2) A geração de animação para análise de um problema específico (Gaydos e Acevedo, 1995); (Acevedo e Masuoka, 1997) e (Ogao, 1999);
- 3) A implementação de programas computacionais que permitem aos usuários gerar animações para tipos específicos de mapas, como mapas coropléticos (Peterson, 1995) e mapas de símbolos pontuais proporcionais.

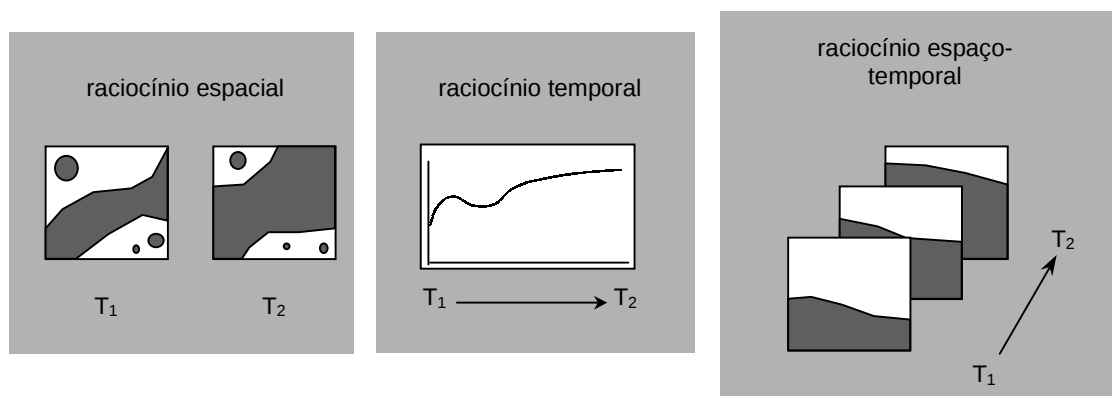


Fig. 2.12 – Tipos de raciocínios com dados espaço-temporais.
FONTE: Adaptada de Blok (1999, p.700)

No processo de visualização cartográfica, o conhecimento é adquirido pela capacidade humana de processar imagens espaciais, através do sentido da visão. A aquisição de conhecimento é objeto das pesquisas do processo cognitivo do sentido da visão humana. Algumas dessas pesquisas resultaram em teorias que explicam o processamento de informações visuais. Nas teorias atuais da ciência da cognição, o processamento da informação é realizado em três estágios como mostrado na Figura 2.13. Esses estágios ocorrem em áreas de memória denominados **registro sensorial**, **memória de curta duração**²⁶ e **memória de longa duração**²⁷, cada um realizando uma etapa do processamento da informação (Monmonier, 1992a). No processamento da informação

²⁶ short-term memory – STM

²⁷ long-term memory – LTM

visual, esses são denominados: **memória icônica**²⁸, **depósito visual de curta duração**²⁹ e **memória visual de longa duração**³⁰ (Peterson, 1995).

O primeiro estágio é chamado de pré-semântico por discriminar os elementos gráficos como cor, linha, movimento e textura, mas não há interpretação de informação. No segundo estágio ocorre o armazenamento na memória de curta duração das unidades perceptíveis, formadas por grupos de elementos discriminados. O armazenamento na memória de longa duração das unidades perceptíveis, juntamente com a interpretação e conhecimento da informação, é realizado no terceiro estágio, se não houver a apresentação de uma nova informação. A memória de curta duração é uma **memória de trabalho**, pois a interpretação e compreensão ocorre juntamente com as informações já existentes na memória de longa duração, estando esse processo representado na Figura 2.13 pela linha tracejada (Monmonier, 1992a). Como a informação na memória visual de curta duração é mantida tanto para reciclá-la, evitando sua deterioração, como para transferi-la para a memória visual de longa duração, a primeira é denominada por Kosslyn e Koenig (1992) citado por Peterson (1995) de *visual buffer*.

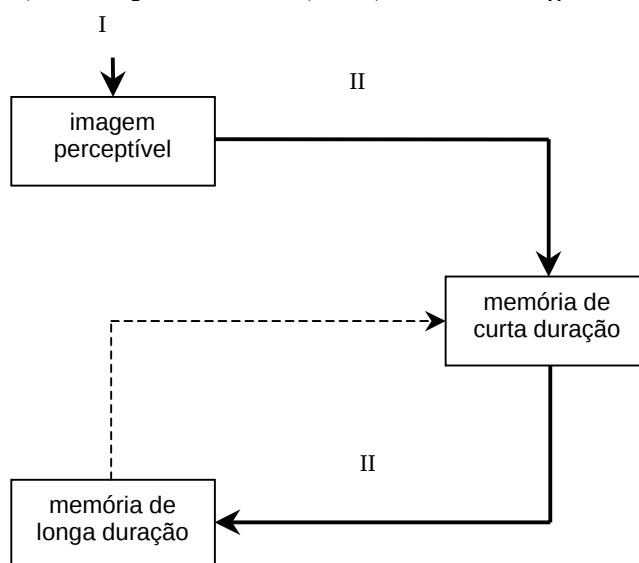


Fig. 2.13 – O modelo de três estágios para processar informação visual.

FONTE: Adaptada de Kosslyn (1985) citado por Monmonier (1992a, p.24)

²⁸ iconic memory

²⁹ short-term visual store – STVS

³⁰ long-term visual memory – LTVM

Para que o conhecimento seja adquirido no processo de percepção visual, o tempo de permanência da informação na memória de curta duração deve ser suficiente para que essa possa ser interpretada com base nos conhecimentos acumulados na memória de longa duração. Quando a frequência de imagens é maior que o tempo necessário para transferi-las para a memória de longa duração, a informação é perdida, pois as imagens são substituídas na memória de curta duração antes do ciclo entre os estágios I, II e III estar completo (Figura 2.13) . Como consequência, para que as informações não sejam perdidas em gráficos dinâmicos, ou erroneamente interpretadas, é necessário que o usuário possa controlar a velocidade da animação, superando as limitações da memória de curta duração (Monmonier, 1992a).

A velocidade da animação depende de parâmetros denominados por DiBiasi et al. (1992) de variáveis dinâmicas. Da mesma forma que na construção de um mapa estático, os atributos dos fenômenos geográficos são representados pelas variáveis visuais, no projeto de uma animação cartográfica a variação temporal é definida pelas variáveis dinâmicas. Segundo DiBiasi et al. (1992) essas variáveis são:

- 1) **Duração:** parâmetro que define a duração, em unidades de tempo, de cada cena da animação. As cenas são, cada uma, um mapa estático. Na apresentação de dados medidos nas escalas **ordinal**, ou **intervalar/razão**, a duração da cena pode variar de acordo com o valor da variável representada. Definir cenas longas para valores altos resulta na ênfase desses quando o usuário observa a animação;
- 2) **Taxa de variação:** definida como a proporção m/d , onde **m** é a magnitude da variação em posição e atributos das entidades entre cenas, e **d** é a duração de cada cena. A variação de **m** pode ser decidida de acordo com a dinâmica real do fenômeno, ou com o intervalo de amostragem definido para cada cena. Como ilustrado na Figura 2.14, mantendo o **d** constante, o aumento de **m** diminui a suavidade do movimento; ou se **m** for constante, a diminuição de **d** afeta a percepção aparente da **taxa de variação**. Na Figura 2.14 as diferentes posições dos quadrados representam a mudança em localização do fenômeno, e os níveis de cinza representam a variação em atributo;

- 3) **Ordem**: significa a ordenação das cenas da animação, podendo ser cronológica ou definida por uma característica do fenômeno distinta do tempo. Essas diferentes animações são denominadas por Peterson (1995) de temporais e não-temporais.

Uma proposta de estrutura de conceitos básicos para visualização dinâmica, em animações intencionadas à exploração e monitoramento visual dos fenômenos dinâmicos do ambiente físico, é apresentada por Blok (1999). A definição desses conceitos é baseada nas exigências que as representações dinâmicas devem atender, e dos interesses dos especialistas (usuários) nas tarefas de monitoramento. Os conceitos definidos como básicos para a representação de animações são categorizados no **domínio espacial** e no **domínio temporal** dos fenômenos geográficos.

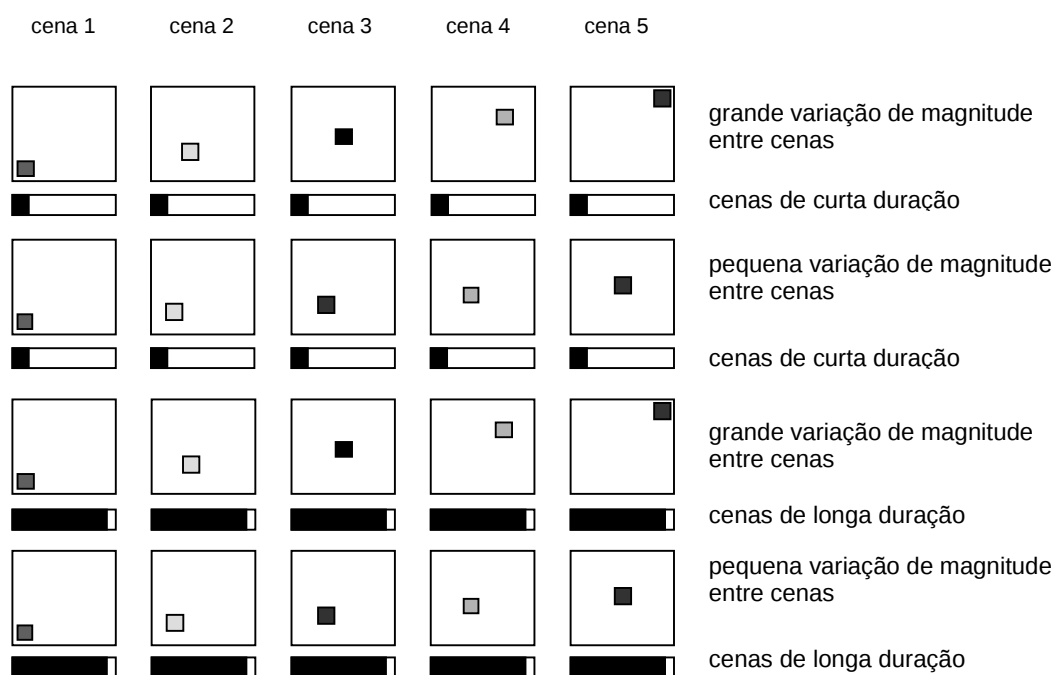


Fig. 2.14 – Efeitos visuais de diferentes definições da variável dinâmica **taxa de variação**.

FONTE: Adaptada de DiBiaisi et al. (1992, p.205)

As mudanças no **domínio temporal** são as variáveis dinâmicas definidas por DiBiasi et al. (1992) acrescentando (Figura 2.15):

- 1) **Momento no tempo:** instante ou intervalo de tempo do início da mudança, que permite a localização da mudança no tempo;
- 2) **Frequência:** repetição de uma fase numa sequência de mudanças no domínio espacial.

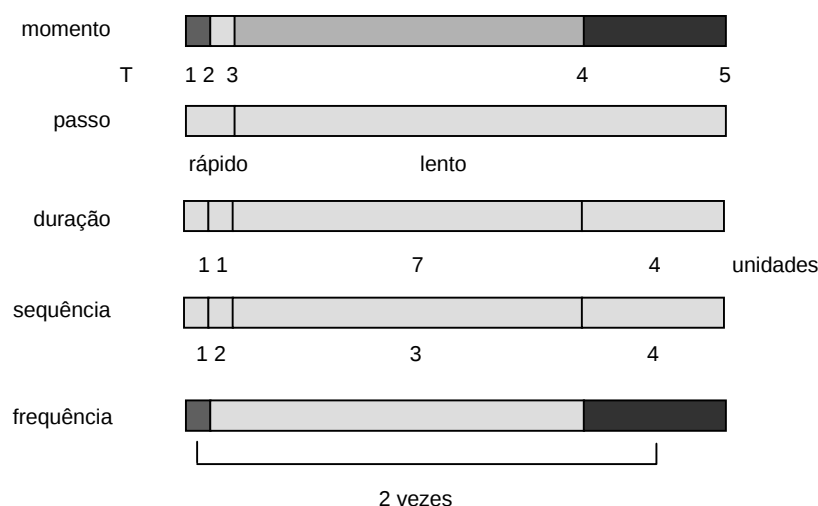


Fig. 2.15 – Mudanças no domínio temporal.
Fonte: Adaptada de Blok (1999, p.705)

Blok (1999) denomina a variável **taxa de variação** de **passo**, e a variável **ordem** de **seqüência**. O controle da **taxa de mudança** da animação depende da frequência de alteração do *frame buffer*. A duração da cena determina quando carregar o *frame buffer* com a nova cena.

As mudanças no **domínio espacial** são (Figura 2.16):

- 1) **Aparecimento/desaparecimento:** surgimento de um novo fenômeno ou desaparecimento de um existente;
- 2) **Mutação:** alteração apenas do atributo de um fenômeno, ou seja, as características geométricas permanecem imutáveis. A mutação pode ser de dois tipos:
 - a) **Nível nominal:** no qual as mudanças ocorrem nas características **nominais** do fenômeno, como por exemplo, um rio intermitente;

- b) **Crescimento/decrescimento:** quando as alterações afetam as características **ordinal, intervalar** ou **de razão**, sendo um exemplo o grau de poluição;
- 3) **Movimento:** é a mudança na posição espacial e/ou na geometria do fenômeno, sendo esse de dois tipos:
 - a) **Ao longo da trajetória:** quando todo o fenômeno muda de posição ao longo de uma trajetória, existindo portanto continuidade, como por exemplo a poluição carregada por um rio;
 - b) **Deslocamento de fronteira:** quando a localização de parte do fenômeno é alterada no movimento, como no caso de expansão da área poluída.

No projeto de metodologias e ferramentas para visualização, a definição das mudanças no **domínio espacial** e **temporal** devem ser estabelecidas de forma a permitir o conhecimento das características dos fenômenos geográficos. Para que as metodologias e projetos sejam eficientes Blok (1999, p.707) coloca que as seguintes questões devem ser analisadas: “como a percepção dos fenômenos dinâmicos do mundo real influenciam o raciocínio e tomada e decisão por especialistas?”; “como o dinamismo é percebido e processado cognitivamente a partir das representações dinâmicas?”; e “como as representações dinâmicas podem ser projetadas de tal modo que possam provocar os tipos de raciocínio e tomadas de decisão que equivalem à conceituação do dinamismo?”³¹(tradução da autora). Porém apenas parte dessas questões está respondida na literatura.

De acordo com o uso das variáveis dinâmicas, os mapas animados podem ser divididos em três categorias (DiBiasi et al., 1992) e (Peterson, 1993):

- 1) **Mapas que enfatizam a localização do fenômeno:** com a cintilação dos símbolos que representam o fenômeno, as variáveis visuais são enfatizadas para facilitar a percepção das diferentes localizações do fenômeno. Nesse tipo de representação dinâmica de mapas, a única diferença com o mapa estático é o uso da cintilação, sendo o tipo de mapa dinâmico mais simples. Apesar de simples,

³¹ “How does perception of dynamics phenomena in the real world influence reasoning and decision making by domain experts?; How are dynamics perceived and cognitively processed from dynamic representation?; Can dynamics representations be designed in such a way that they trigger kinds of reasoning and decision making that matches the conceptualization of dynamics?”

pode ser de grande valor para o usuário na visualização de subconjuntos de dados de distribuições complexas, quando o fenômeno é analisado interativamente. Um exemplo desse tipo de mapa dinâmico é apresentado na Figura 2.17, com três das cenas da animação total da distribuição dos 27 terremotos de maiores catástrofes no mundo entre 1900 e 1990. Segundo Bidoshi et al. (1999) uma das diferenças conseqüentes da animação de mapas, em relação ao mapa estático, é **atrair a atenção** do usuário. Se o usuário está interessado na análise de algumas feições no contexto de suas vizinhanças, a cintilação pode auxiliar a visualização de representações muito complexas;

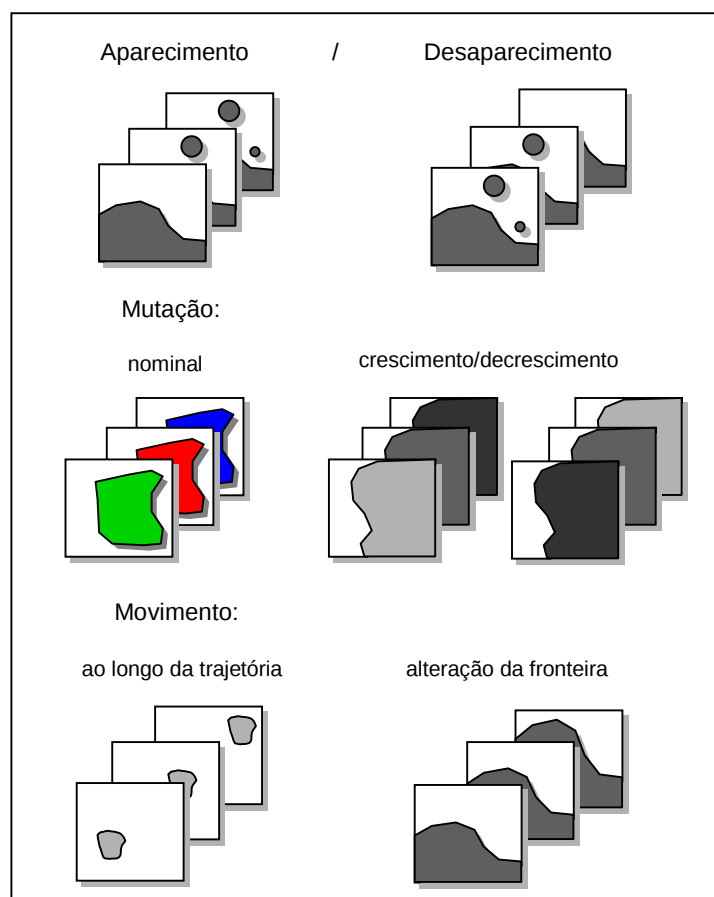


Fig. 2.16 – Alterações básicas no domínio espacial.
 FONTE: Adaptada de Blok (1999, p.704)

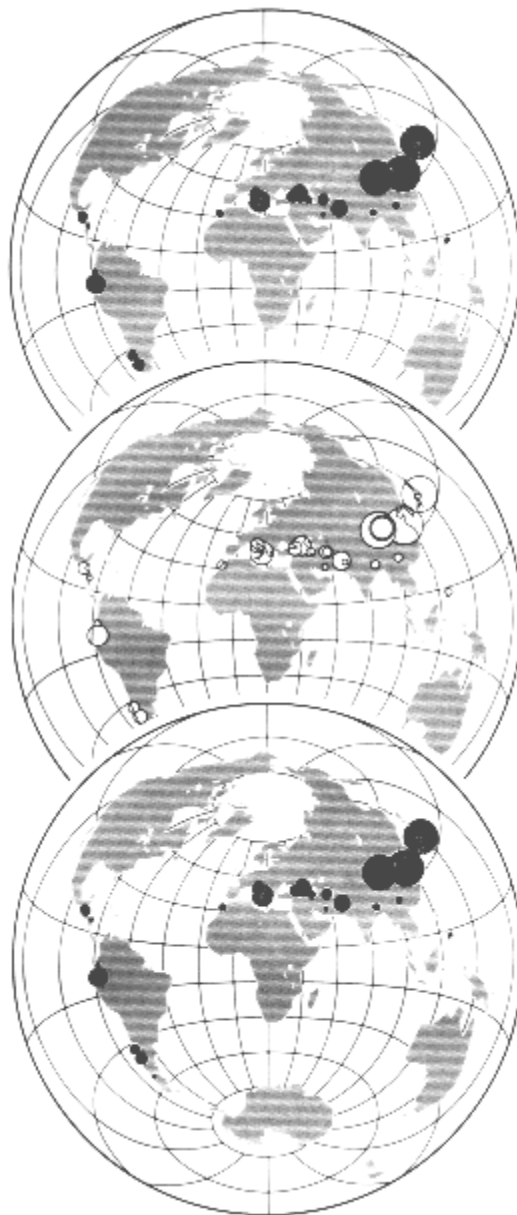


Fig. 2.17 – Enfatizar localização.

FONTE: Adaptada de DiBiasi et al. (1992, p.207)

- 2) **Mapas que enfatizam um atributo do fenômeno:** as diferentes cenas são compostas a partir do mesmo mapa estático, nas quais são mostradas diferentes classes do fenômeno representado. A Figura 2.18 ilustra esse tipo de animação

cartográfica para os terremotos catastróficos categorizados pelo número de mortes atribuídas a cada um. Nessa categoria de mapas animados Monmonier (1992b) apresenta os mapas integrados com diagramas estatísticos. Com a integração de mapas e gráficos, as variações quantitativas do fenômeno são mostradas nos gráficos, enquanto as correspondentes variações em localização são apresentadas no mapa, em cada uma das cenas da animação;

- 3) **Mapas que representam as variações em posição e atributo do fenômeno:** as alterações espaciais e temporais dos fenômenos são representadas dinamicamente, podendo as mudanças serem de três tipos:
 - a) **Mudança espacial:** denominadas de “fly-bys”, representam as variações espaciais do fenômeno através da variação gradual do ponto de visada do observador sobre um volume ou superfície. Conforme a escala da representação cartográfica, conseqüentemente do tamanho da região visualizada, a animação pode ocorrer sobre um modelo numérico do terreno, ou sobre uma projeção cartográfica, como mostrado na Figura 2.19;
 - b) **Mudança cronológica – séries temporais:** com o ponto de visada do observador constante, a animação pode mostrar a variação em posição, ou em atributo, do fenômeno, através do tempo. Um exemplo do primeiro caso é a animação de mapas centrográficos (Monmonier, 1992a) representando o centro geométrico da ocupação populacional de um território nos últimos cem anos, com cada cena agregando dados de dez anos. A variação cronológica de um atributo é exemplificada na Figura 2.20, na qual as quatro primeiras cenas agregam as incidências de terremotos em períodos de 20 anos, e a última cena representa os terremotos que ocorreram nos últimos 9 anos do período da animação;
 - c) **Mudança de atributo:** visualizações denominadas por Tukey (1977, citado por DiBiasi et al., 1992), de **reexpressões** por apresentarem a mudança na localização do fenômeno em relação ao espaço de atributos. A Figura 2.21 ilustra uma animação na qual as diferentes cenas são definidas pela diferentes classes do fenômeno.

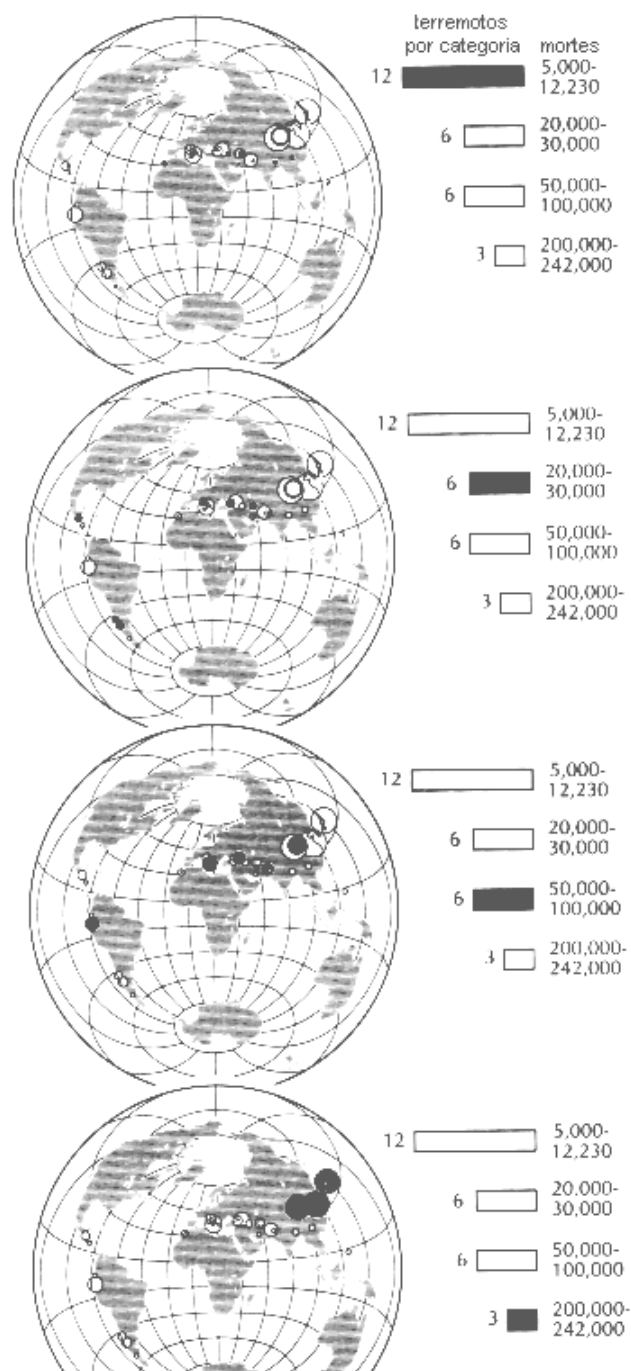


Fig. 2.18 – Enfatizar atributo.

FONTE: Adaptada de DiBiasi et al. (1992, p.208)

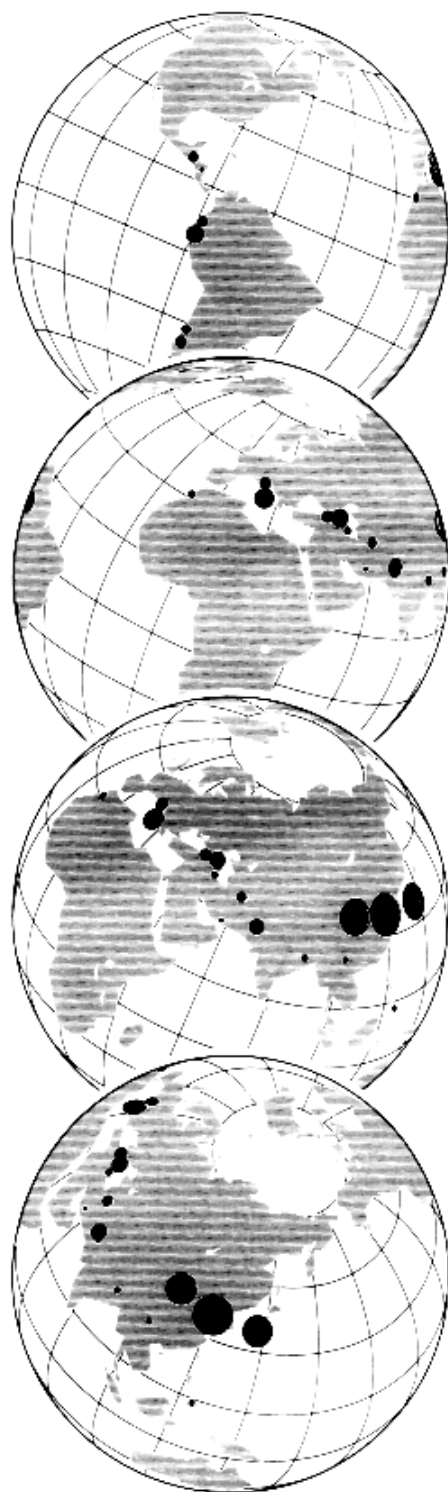


Fig. 2.19 – Visualizar mudança espacial: “fly-by”.

FONTE: Adaptada de DiBiasi et al. (1992, p.208)

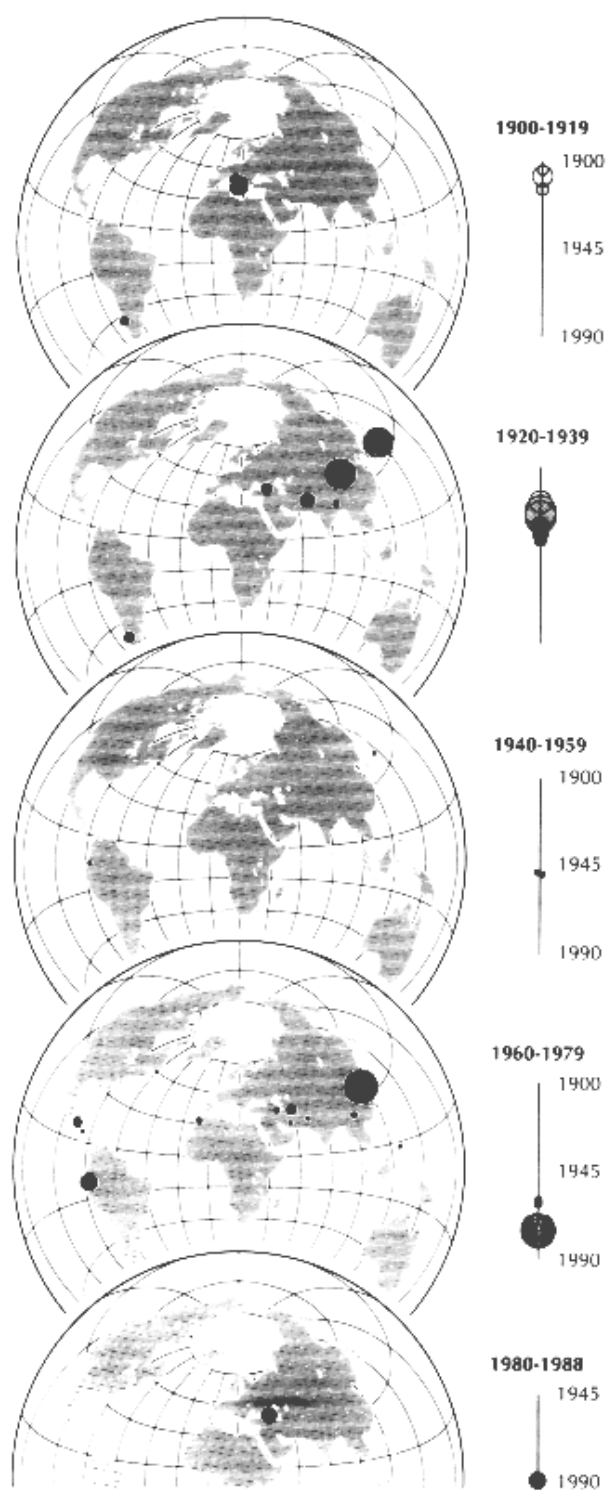


Fig. 2.20 – Visualizar mudança cronológica: série-temporal.
 FONTE: Adaptada de DiBiasi et al. (1992, p.210)

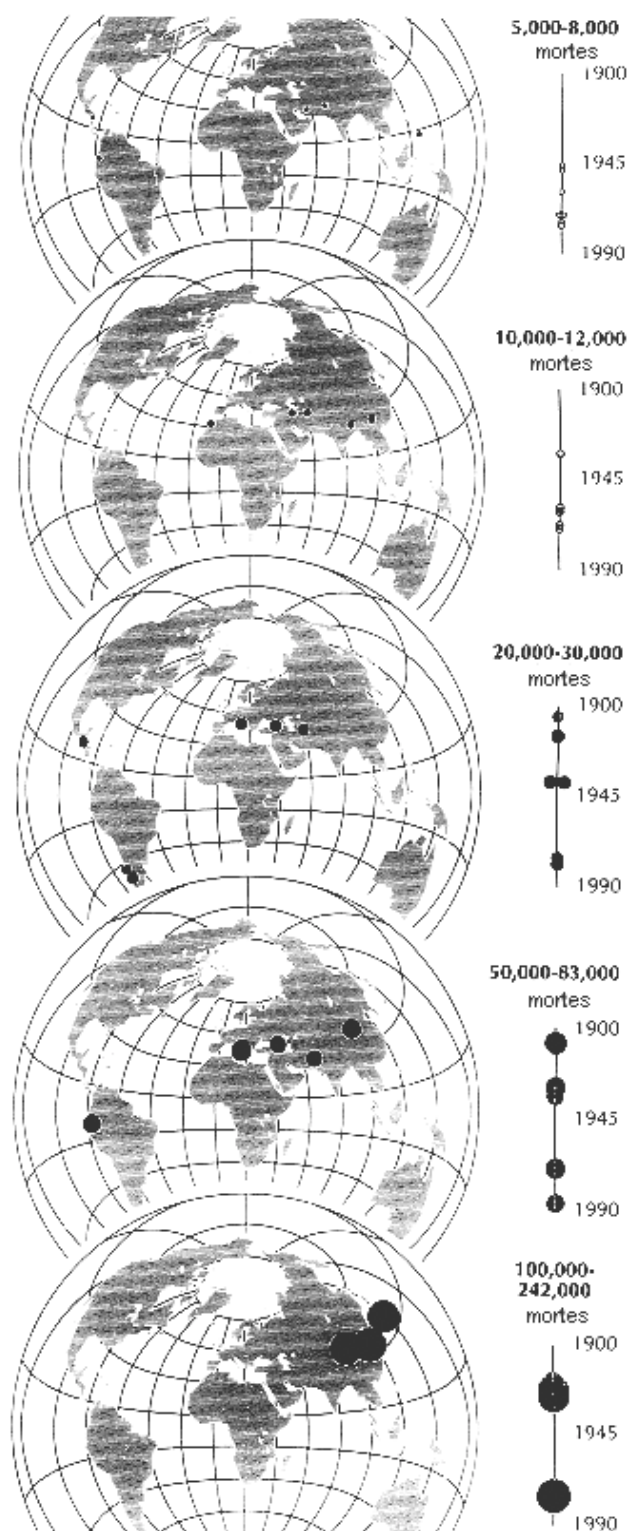


Fig. 2.21 – Visualizar mudança de atributo: **reexpressão**.
 FONTE: Adaptada de DiBiasi et al. (1992, p.210)

As animações que enfatizam um atributo do fenômeno e as que representam mudança espacial são denominadas por Peterson (1995) de **não-temporais**. Nas animações não-temporais, a variável dinâmica **ordem** é definida por alguma característica diferente da temporal, e podem abordar (Peterson, 1995):

- 1) **Mudanças em generalização**: quando um único método de classificação é apresentado com diferentes números de classes;
- 2) **Mudanças em classificação**: mostrando seqüência de diferentes métodos de classificação, para o mesmo fenômeno, tais como por desvio-padrão, intervalos constantes, quantis e quebras naturais;
- 3) **Descrição de uma tendência espacial**: apresentando uma série de variáveis relacionadas, como porcentagem da população por grupos de idade;
- 4) **Mudanças no ponto de visada**: chamados de “fly-through”, é o tipo de animação cartográfica mais usada quando o fenômeno é representado com modelos numéricos do terreno.

Em animação de mapas temáticos, nas quais cada cena apresenta uma classificação diferente dos dados (tanto para animação **temporal** como **não-temporal**), não há como realizar “inbetweening”. A variação visual depende da localização espacial das classes do fenômeno, nos diferentes momentos da animação. Portanto, todos os quadros são construídos através da classificação de cada conjunto de dados. Para os fenômenos nos quais os dados apresentam comportamento que permite interpolá-los, após cada interpolação, os dados são classificados e então apresentados graficamente, na forma de mapas.

Segundo Peterson (1993,1995), o MacChoro II é um dos poucos programas computacionais para animação cartográfica interativa. Desenvolvido num computador Apple Macintosh SE/30, sistema 6.05, para mapas coropléticos, o MacChoro II apresenta dois tipos de animação de mapas: atualização de um único mapa ou animação de uma série de mapas. Para um único mapa são possíveis diferentes formas de animação, tais como, apresentar os polígonos individualmente em ordem alfabética, ou ordenados seqüencialmente pela classificação definida para o fenômeno representado. A taxa de atualização dos polígonos depende do número de pontos que definem sua

fronteira e da velocidade do computador, podendo variar de 20 a 50 polígonos por segundo. Esse tipo de animação objetiva direcionar a atenção do usuário para as partes do mapa que têm características semelhantes, como no caso de sequência de classes.

As animações de séries de mapas podem ser tanto **temporais** como **não-temporais**. Como nas animações **temporais** são mostradas as variações do fenômeno através do tempo, essas devem ser construídas para um determinado método de classificação, com uma única quantidade de classes, sendo um exemplo a animação da variação anual da densidade populacional no Estado de São Paulo, apresentada por cinco classes de intervalos constantes. Nas animações **não-temporais** são possíveis:

- 1) **Animação de classificação:** mostrando uma sequência de diferentes métodos de classificação definidos para uma variável, e mantendo constante o número de classes, como exemplificado na Figura 2.22;
- 2) **Animação de generalização:** apresentando uma variável representada com um método de classificação, numa sequência na qual o número de classes cresce, ou decresce, de forma regular, como o exemplo da Figura 2.23;
- 3) **Tendências geográficas:** descrevendo a animação de uma série de variáveis relacionadas, como a localização espacial de porcentagem da população por nível de escolaridade;
- 4) **Comparação de série de mapas:** objetivando detectar as semelhanças e diferenças entre séries de mapas distintas, ou entre mapas de uma mesma série. Os mapas da série temporal são definidos com um único método de classificação adotando um único número de classes.

A interatividade na animação ocorre quando o usuário seleciona uma variável a ser apresentada, os métodos de classificação e o número de classes. Os mapas que compõem a animação são gerados, e após armazenados na memória, apresentados numa taxa que pode ser selecionada pelo usuário (Peterson, 1995).

Outro pacote que gera animações de acordo com as escolhas do usuário, portanto sendo também interativo, é o denominado MapTime³². Desenvolvido para mapas de símbolos

³² <http://wolf.its.ilstu.edu/microcam/msg/g73.htm>

pontuais proporcionais, por Stephan C. Yoder, esse pacote permite a geração de um mapa estático, ou de uma série de mapas que podem ser apresentados em animações temporais.

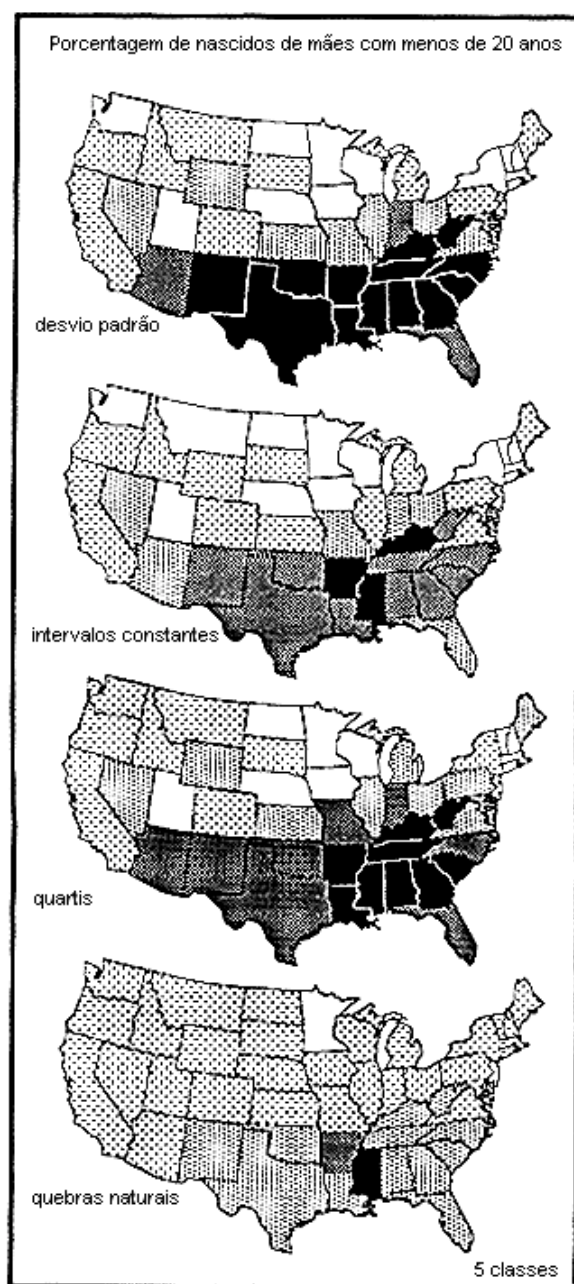


Fig. 2.22 – Quadros individuais de uma animação de classificação.
FONTE: Adaptada de Peterson (1993, p.41)

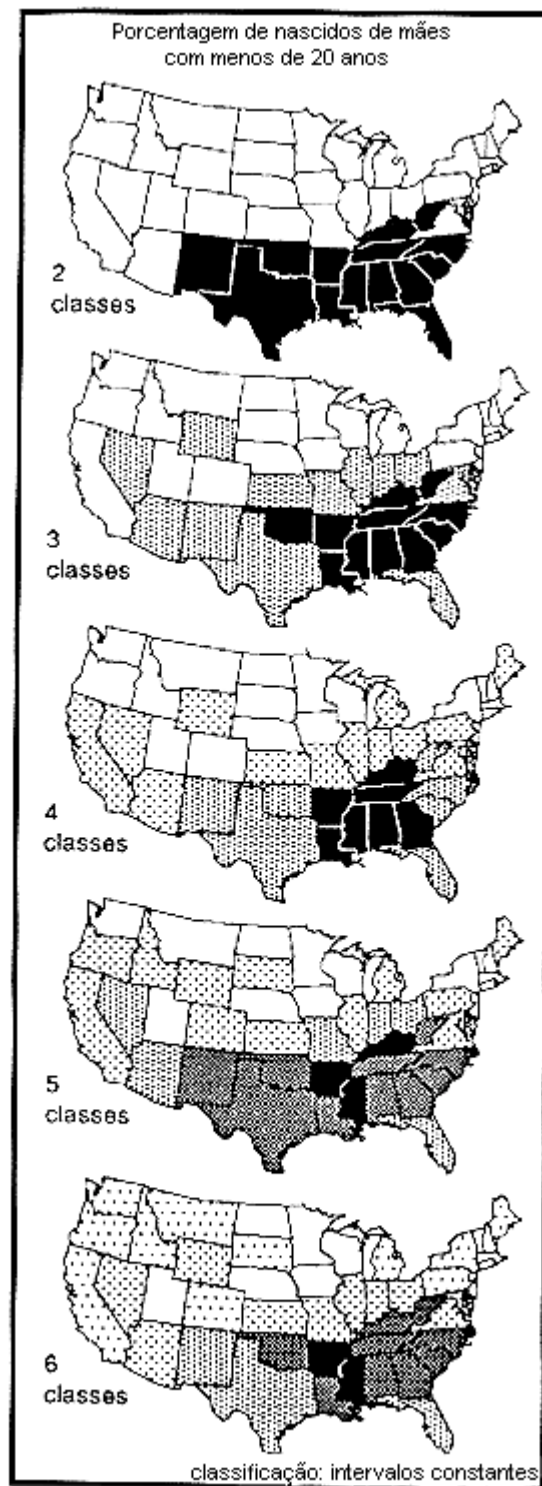


Fig. 2.23 – Quadros individuais de uma animação de generalização.
FONTE: Adaptada de Peterson (1993, p.41)

Para gerar os mapas, utilizando o pacote MapTime, o usuário precisa preencher uma tabela com os valores da variável em cada diferente instante de tempo. As duas primeiras colunas da tabela devem conter as coordenadas das localizações geográficas do fenômenos representado. Os valores da variável para as diferentes épocas são preenchidos nas demais colunas, de acordo com as coordenadas geográficas do fenômeno. Para gerar um mapa estático o usuário pode escolher a variável a ser representada, e usar filtros para selecionar quais conjuntos de valores deseja visualizar, como por exemplo, todos os valores da população no Estado do Paraná abaixo de 50.000 habitantes. Além da seleção de valores, esse programa permite que o usuário defina o dimensionamento dos símbolos, nesse caso círculos, e a legenda. Finalmente o usuário pode determinar as cores para a representação dos símbolos pontuais e da base cartográfica. As animações são geradas após a seleção da variável, das épocas que formarão cada quadro da animação, e do número de quadros que definirão cada cena. A definição do número de quadros de uma cena determina a velocidade da animação, ou seja, a variável dinâmica **duração**.

Uma das importantes vantagens e potencialidades das animações de mapas é permitir que o usuário gere os mapas animados, pois possibilita análises espaciais mais abrangentes. Com esses programas os usuários criam os mapas estáticos, com os quais os quadros são definidos. Após gerados os mapas temáticos estáticos, o programa deve permitir a definição do tipo de animação, que pode ser cintilação de uma das classes do fenômeno, ou pela seqüência das classes. Para qualquer tipo de animação o usuário deve definir a ordem e duração das cenas, parâmetros que permitem o programa gerar automaticamente a animação. Atualmente, os programas que possibilitam a geração automática de animações são voltados a tipos específicos de mapas temáticos, como mapas coropléticos e mapas de símbolos pontuais proporcionais.

Para implementar computacionalmente os conceitos de visualização cartográfica apresentados, a modelagem orientada a objetos foi adotada. As definições e conceituações sobre orientação a objetos, e sua adequação para a modelagem de informações geográficas, são apresentadas no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 3

ORIENTAÇÃO A OBJETOS APLICADA AO DOMÍNIO DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

No desenvolvimento de um software, a qualidade do produto gerado está relacionada a algumas características denominadas **fatores de qualidade**, sendo esses: **utilidade, economicidade, alterabilidade, validabilidade, portabilidade e flexibilidade**. Por se tratar da geração de produto, o nível de qualidade esperado depende de decisões sobre custo-benefício. Produtos de baixa qualidade oferecem pouco, ou nenhum, benefício, podendo comprometer os custos. Por outro lado, a busca da qualidade acima do necessário eleva rapidamente os custos da produção. Para se obter um produto que atenda às necessidades dos usuários, com o nível de qualidade esperado, tanto no processo de desenvolvimento como durante a vida útil do software, devem ser utilizados métodos, ferramentas e procedimentos adequados (Nakanishi, 1995).

O conhecimento da realidade na qual o sistema de software está inserido, denominado de **domínio do problema** e suas características, é a primeira etapa do trabalho, a partir da qual serão definidas as **responsabilidades do sistema**. Seguindo as definições adotadas por Coad e Yourdon (1992, p.7 e 8), “domínio do problema é um campo de atividade sob estudo ou consideração”, e “responsabilidade do sistema é a organização de elementos relacionados de modo a formar um todo.” A transformação das responsabilidades, estabelecidas para o sistema, no sistema de software propriamente dito é realizada através da definição de diferentes modelos, correspondentes a diferentes níveis de abstração da realidade, como mostra a Figura 3.1. Na fase de definição do problema são gerados os **modelos descritivo e conceitual**, sendo a descrição informal do primeiro (tal como um texto) transformada no segundo, através de metodologias e técnicas, como a modelagem estruturada (modelos em diagrama de fluxo de dados (DFD) e entidade-relacionamento(E-R)), ou a **modelagem orientada a objetos**. O **modelo operacional** é desenvolvido na fase de projeto, na qual são definidas as estruturas de dados e como esses são manipulados. Isso é realizado com o uso de técnicas tais como o modelo relacional ou, ainda, **modelo orientado a objetos**. A fase

de implementação corresponde ao **modelo físico**, no qual são desenvolvidos os programas e o armazenamento dos dados.

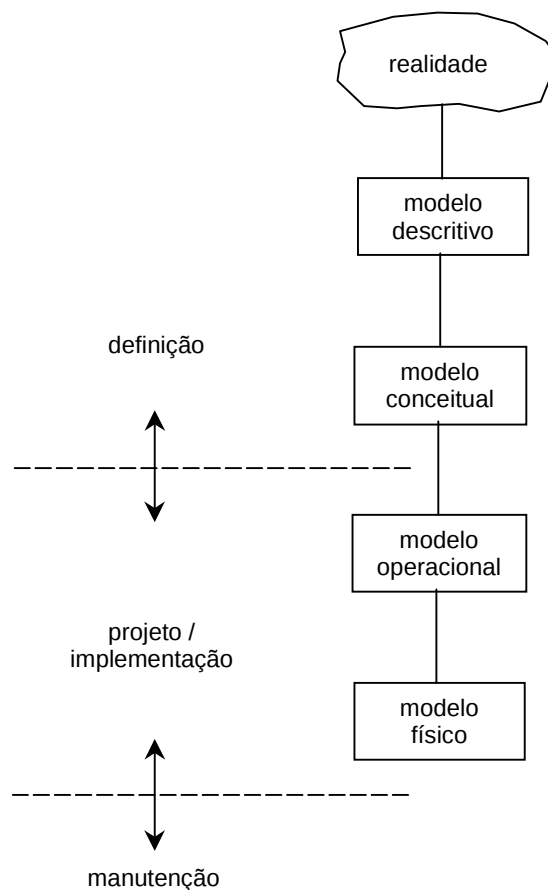


Fig. 3.1 – Níveis de abstração.
FONTE: Nakanishi (1995)

Geralmente, ou seja, independente da área de aplicação, do tamanho ou da complexidade do software, a geração desse é realizada em três etapas denominadas de **definição**, **desenvolvimento** e **manutenção**, as quais na Figura 3.1 estão apresentadas de acordo com o nível de abstração. As etapas de geração do software são tradicionalmente sequenciais, porém não independentes, o que caracteriza a interatividade entre essas, como mostrado na Figura 3.2.

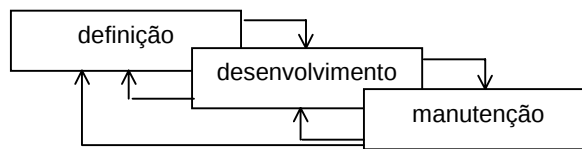


Fig. 3.2 – Etapas de desenvolvimento de um software.
 FONTE: Nakanishi (1995)

Todo o processo de desenvolvimento de um software, incluindo sua manutenção, é chamado **ciclo de vida do software**. As diferentes abordagens para definir as etapas de trabalho e seu fluxo, se sequencial ou paralelo, constituem diferentes paradigmas da engenharia de software. Uma das abordagens, denominada de **ciclo de vida com prototipação**, como definido no próprio nome, prevê a construção de um protótipo logo após a fase de levantamento das exigências dos usuários. Uma das vantagens da prototipação é usá-la para apresentar o sistema ao usuário, servindo de meio de comunicação entre o usuário e o desenvolvedor do sistema. Como colocado por Coad e Yourdon (1993), o protótipo permite que na avaliação do projeto do sistema, o usuário analise as interfaces gráficas implementadas, sendo um aspecto importante da análise a eficiência da interatividade. Porém, quando a prototipação é realizada deve-se ter claro que o protótipo não pode ser adotado como produto final, pois sua finalidade é caracterizar certos aspectos do sistema, o que permite simplificações e reduções não desejáveis no sistema final.

Para definir os modelos que descreverão o sistema nos diferentes níveis de abstração existem diferentes metodologias. Para entender esse processo e o papel da metodologia no desenvolvimento de um software, Jacobson (1992) usa uma analogia entre os processos industriais e os processos computacionais, apresentando os componentes que os constituem. Os componentes são **arquitetura, método, processo e ferramentas**, e suas relações estão esquematizadas na Figura 3.3. As decisões sobre o sistema durante o ciclo de vida do software dependem das propriedades da arquitetura adotada. A arquitetura é composta pelo conjunto de técnicas de modelagem que serão utilizadas para definir cada modelo relacionado aos diferentes níveis de abstração. A descrição de uma técnica de modelagem é normalmente baseada nos conceitos de (Jacobson, 1992):

- 1) **Sintaxe**, que apresenta sua estrutura;
- 2) **Semântica**, que determina os significados e;
- 3) **Pragmática**, que define a heurística da técnica de modelagem.

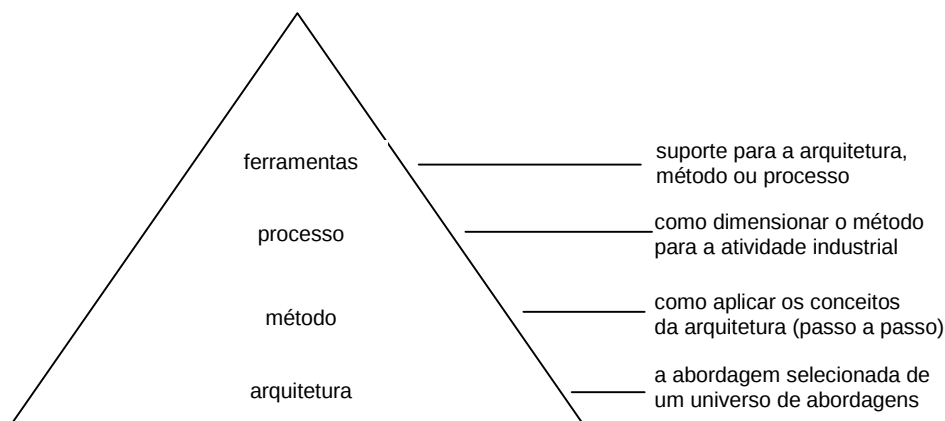


Fig. 3.3 – Os constituintes de um empreendimento empresarial.
FONTE: Adaptada de Jacobson (1992, p.4)

Na modelagem orientada a objetos são utilizados os conceitos de abstração, encapsulamento, polimorfismo e persistência, obtidos através dos mecanismos básicos: objeto, mensagem e método (ou serviço), classe e instância, e hereditariedade. O conceito de objeto permite tratar os dados, funções e eventos de forma modular, diferenciando-a das metodologias tradicionais. Os objetos contêm dados e métodos, que os manipulam. Os objetos podem ser passivos ou ativos, os primeiros agindo apenas quando solicitados, e os segundos monitorando os eventos da aplicação e atuando independentemente da solicitação. Os objetos são agrupados em classes de acordo com determinadas características que lhe são comuns, ou seja, dados e/ou métodos comuns. Um objeto é então uma instância de uma classe. A modelagem do sistema através de classes e objetos permite a utilização do conceito de hereditariedade. Semelhantemente a organização dos objetos em classes, as classes num nível mais alto, denominadas superclasses ou classes-pai, podem ser geradas de classes com certas características comuns. As classes subordinadas a essas superclasses compartilham seus dados e/ou

métodos, da mesma forma que os objetos pertencentes a uma mesma classe também os herdam.

Os métodos definem as ações que um objeto realizará, quando solicitado por uma mensagem. Num programa em execução os objetos estarão enviando, recebendo, interpretando e respondendo mensagens. As mensagens são o único meio de comunicação com os objetos, o que caracteriza o conceito de encapsulamento na orientação a objetos. Com isto, além dos objetos agruparem dados e métodos, os dados são acessados somente pelos métodos do próprio objeto, e são executados quando solicitados por uma mensagem. O encapsulamento é um dos conceitos da orientação a objetos que a torna vantajosa na modelagem dos aspectos complexos do domínio do problema, uma vez que, segundo Coad e Yourdon (1992, p.13) permite o “agrupamento dos aspectos relacionados, a minimização do fluxo entre as diferentes partes do trabalho e a separação de certos requisitos específicos que outras partes da especificação podem usar.” O conceito de encapsulamento e o mecanismo de hereditariedade permitem a utilização do conceito de polimorfismo. Polimorfismo significa a obtenção de diferentes resultados quando uma mesma mensagem é recebida por diferentes objetos. Os diferentes resultados são conseqüentes das ações desempenhadas pelos métodos dos objetos, em função de suas características. Vários exemplos podem mostrar como a mesma função, desempenhada por objetos com diferentes características, pode gerar diferentes resultados, como no caso de objetos responderem à mensagem **imprimir**. Se o objeto for um texto, ou um gráfico, os resultados serão diferentes, e esse método pode estar definido numa superclasse desses objetos. Com a hereditariedade é possível agrupar os métodos comuns aos diferentes objetos numa classe, a qual esses estão subordinados.

Segundo Coad e Yourdon (1992, 1993), o relacionamento entre os objetos, suas dependências e conexões, é definido através de estruturas **generalização-especialização** e **todo-parte**, e das **conexões de ocorrência**. A estruturação de **classes&objetos** através de **generalizações** e **especializações** define heranças, podendo serem simples ou múltiplas, como mostrado na Figura 3.4. Nas heranças simples, cada **classe&objeto** deve ser uma especialização de uma única **classe&objeto** do nível mais alto, gerando

estruturas do tipo **hierarquias**. A possibilidade de heranças múltiplas permite estruturas em entrelaçamento, uma vez que cada **classe&objeto** pode ser uma especialização de mais de uma **classe&objeto** de um nível superior da estrutura.

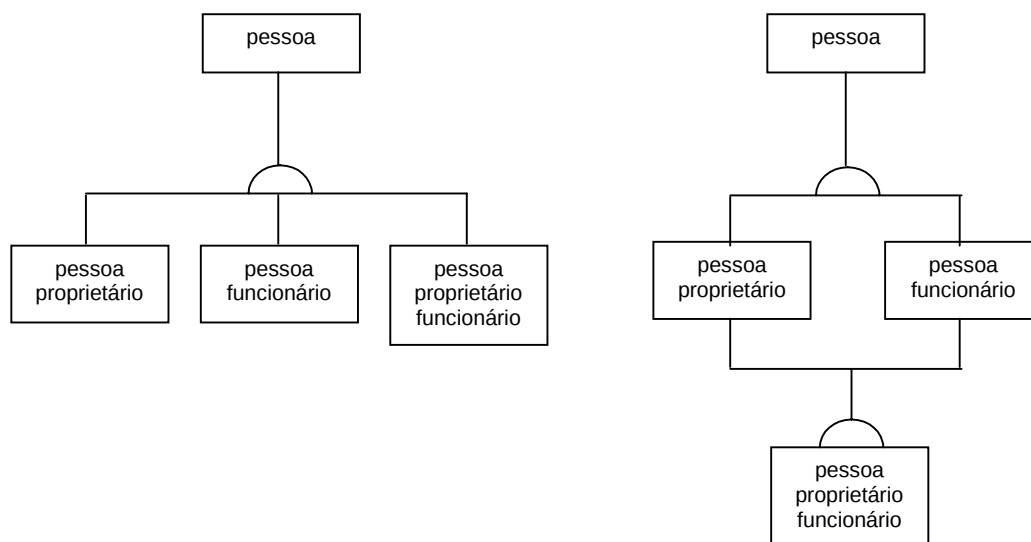


Fig. 3.4 – Exemplos de estruturas **generalização-especialização**: (a) **hierarquia**; (b) **entrelaçamento**.

FONTE: Baseada em Coad e Yourdon, 1992, p.84 e 85

Nas estruturas **todo-parte**, Figura 3.5, as **classes&objetos** são pensadas como **partes** numa **montagem**, **conteúdos** de um **recipiente** ou **membros** de um **conjunto**. De acordo com Worboys (1990, 1995), no contexto de **todo-parte** são encontradas as estruturas de **agregação** e **associação**. Nas **agregações** os objetos são formados por seus objetos componentes, como no caso do objeto **propriedade** ser definido como formado pelos objetos **lote**, **habitação** e **limite**. Nas **associações** os objetos componentes formam um grupo homogêneo, podendo esse conceito ser exemplificado pelo objeto **cidade** formado pelos objetos **bairros**.

As **conexões de ocorrência** modelam as associações entre **classes&objetos**, que não formam estruturas definidas, porém é necessário que suas responsabilidades sejam compartilhadas (Coad e Yourdon, 1992). Um sistema no qual a **rede de saneamento básico** e as **propriedades** são objetos definidos na modelagem, as associações entre os objetos não compõem estruturas definidas como **generalização-especialização** ou **todo-**

parte, porém as **propriedades** dependem dos serviços da **rede de saneamento básico**, e essa por sua vez presta serviço às **propriedades**, caracterizando **conexões de ocorrência**. A utilização dos mesmos conceitos com os quais observamos, analisamos e compreendemos o mundo real, ou seja, **objetos e atributos, todo e partes, e classes e membros**, estimula a abstração na análise e no projeto do sistema. O conceito de persistência está relacionado à permanência de um objeto na memória. Como um objeto é uma instância da classe a qual pertence, esse é criado no momento da execução do programa. Assim, da mesma forma que o objeto pode ser criado quando solicitado para execução de alguma função, pode ser destruído quando se tornar desnecessário, liberando espaço de memória.

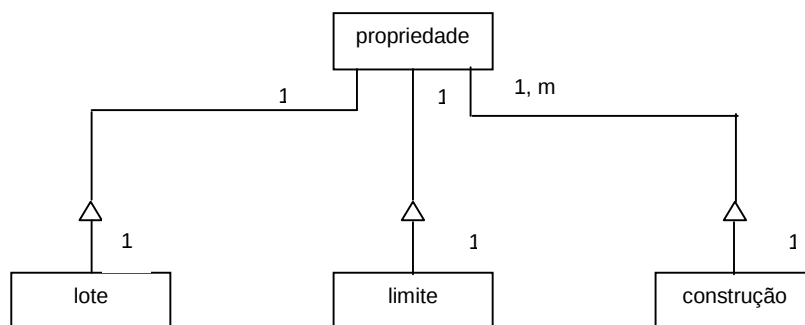


Fig. 3.5 – Exemplo de estrutura **todo-parte**. O **todo** pode ter 1 ou mais objetos de cada **parte**, uma **propriedade** possui apenas um **limite** porém pode ter mais de uma **construção**.

Na modelagem orientada a objetos, uma entidade poderá ser sempre representada por um ou mais objetos, independentemente da complexidade. Os mesmos conceitos e mecanismos básicos são usados na descrição dos modelos referentes aos diferentes níveis de abstração. Isso permite um detalhamento crescente dos diversos aspectos do sistema. Na metodologia proposta por Coad e Yourdon (1992, 1993), o modelo de análise orientada a objetos é definido em **camadas**, sendo que para cada **camada** são definidos os **assuntos, classes&objetos, estruturas, atributos e serviços**. Para cada uma das **camadas** o modelo é gradativamente detalhado, de forma que todos os aspectos das responsabilidades do sistema sejam representados. O projeto orientado a objetos é composto por 4 componentes denominados **componente interação humana**,

componente domínio do problema, componente gerenciamento de tarefas e componente gerenciamento de dados. O projeto de cada um dos componentes é realizado pelas mesmas atividades desenvolvidas na fase de análise. Portanto, as camadas são **cortes horizontais** e os componentes **cortes verticais** no modelo geral, como mostra a Figura 3.6.

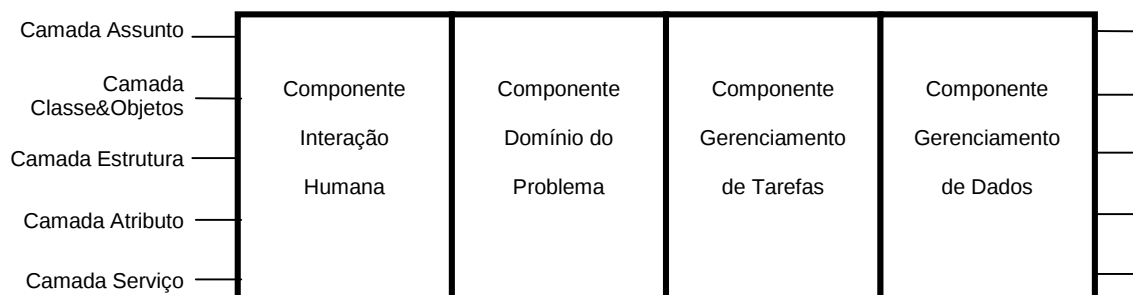


Fig. 3.6 – Quatro componentes, cinco camadas.
FONTE: Coad e Yourdon (1993, p.22)

3.1 MODELAGEM ORIENTADA A OBJETOS NA CARTOGRAFIA

A primeira fase do trabalho de um projeto cartográfico é definir quais informações, suas características e qualidades, atenderão às necessidades dos usuários. O conjunto de informações compõem a realidade na qual tanto o cartógrafo quanto o usuário irão trabalhar. O mapa criado será, então, um modelo da realidade, cujos componentes são os símbolos gráficos. Sendo o mapa um meio de comunicação, o tratamento gráfico dado às informações representadas devem transmitir tanto as características individuais das feições, como também seus aspectos coletivos, ou seja, as composições e relações existentes entre as feições. Para que esse nível de comunicação seja alcançado, as informações são classificadas, formando grupos de feições de acordo com suas características, já definidas como necessárias ao usuário. Se esse trabalho é realizado, é possível direcionar as decisões do projeto gráfico (primitivas gráficas e suas variáveis visuais) para que, através da percepção visual, o usuário possa identificar as semelhanças e diferenças entre grupos de feições, bem como suas características individuais. A importância desses conceitos num projeto cartográfico pode ser percebida no seguinte exemplo: um usuário precisa de informações sobre os

mantenedores das escolas de um município (estado, município ou instituição privada) e níveis de escolaridade oferecidos (1^a a 4^a séries, 5^a a 8^a séries, médio, superior). Para representar as informações sobre as escolas, o projeto cartográfico não poderá simplesmente definir uma série de diferentes símbolos para representar cada escola. Nesse caso a individualização de cada feição estaria representada, porém suas características comuns e o relacionamento entre os grupos, mantenedores e nível de escolaridade, não estariam graficamente definidos. Como consequência, algumas informações estariam, pelo menos em parte, visualmente perdidas.

O termo **feição** engloba todos os objetos ou conceitos que possuem uma localização específica em relação à superfície terrestre. Se um sistema computacional é desenvolvido para aplicações cartográficas, a utilização de uma metodologia cujo conceito básico é **objeto** permite que os modelos criados pelos cartógrafos, para representar a realidade através dos mapas, sejam utilizados na modelagem do sistema, nos diferentes níveis de abstração. Assim, o **domínio do problema** e as **responsabilidades do sistema** são modelados através dos conceitos utilizados em cartografia. Isso significa que rios, estradas, escolas, hospitais, residências, e todas as demais **feições** representadas serão definidas e tratadas como **classes&objetos**.

O relacionamento existente entre as **feições**, na definição de grupos que possuem características comuns, pode ser diretamente modelado pelas estruturas **generalização-especialização** e **todo-parte**. Utilizando a conceituação apresentada por Worboys (1995), na **generalização**, as **classes&objetos** em níveis mais altos na estruturação, são criadas para representar as propriedades comuns das **classes&objetos**, enquanto na **especialização**, as **classes&objetos** em níveis mais baixos são criadas para definir suas características individuais. Exemplificando com informações geográficas, a **classe&objetos escola** pode ser definida como **generalização** das **classes&objetos escolas estaduais, escolas municipais e escolas particulares**, enquanto essas últimas serão **especializações** da primeira, nas quais estarão modeladas suas características particulares. Por ser comum na cartografia a necessidade de representar **feições** que possuem características definidas em classes distintas, como a **feição canal** da Figura 3.7, a utilização de técnicas que permitem **heranças múltiplas** pode aumentar a

eficiência da modelagem do sistema. Caso contrário, redundâncias terão que ser introduzidas para que as **classes&objetos** sejam devidamente caracterizadas, como exemplificado na Figura 3.7 também pela **feição** canal.

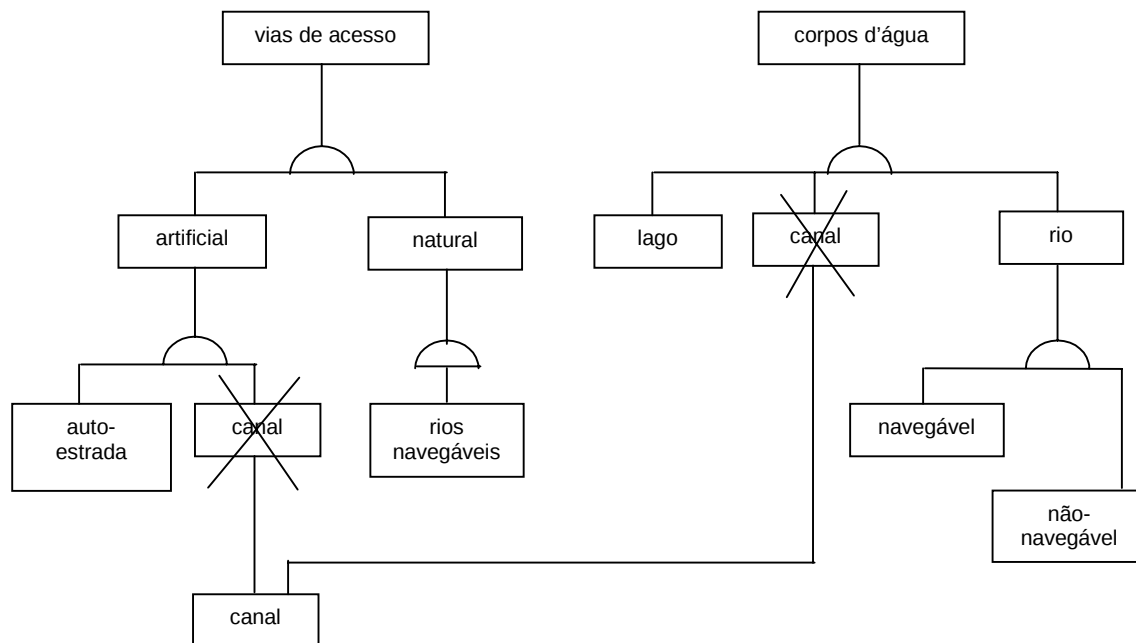


Fig. 3.7 – Exemplo de uso de herança múltipla.

O conceito de herança é útil na modelagem dos aspectos gráficos e não gráficos, próprios das informações geográficas. Egenhofer(1995) apresenta um caminho para modelar essas características, juntamente com as informações necessárias num sistema computacional, através de quatro **classes&objetos** que serão **generalizações** de quaisquer **classes&objetos** do sistema. Estas **classes&objetos** são:

- 1) **Persistente:** definindo as operações necessárias na manipulação das informações da base de dados, tais como, armazenar, apagar, recuperar e modificar;
- 2) **Geométrico:** com os métodos necessários para a definição das propriedades geométricas das feições, tais como, vizinhança, inclusão, inserção, distância, direção;
- 3) **Gráfico:** que fornece os métodos para a apresentação gráfica da imagem cartográfica;
- 4) **Temporal:** através da qual a história dos dados pode ser descrita.

O uso dessa estruturação exige a modelagem com herança múltipla, pois todas as informações geográficas herdarão as propriedades das classes geométrico, gráfico, persistente e temporal, como mostra a Figura 3.8.

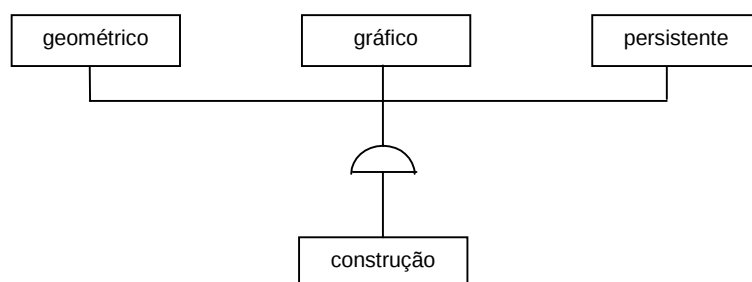


Fig. 3.8 – Exemplo da **classe&objetos** construção especializada das **classes&objetos** geométrico, gráfico e persistente.

Da mesma forma que as estruturas **generalização-especialização** representam as características das informações geográficas quando agrupadas em classes, as estruturas **todo-parte** as modelarão adequadamente quando suas características forem de **associação** ou **agregação**, como mostra a Figura 3.5. Com o uso das estruturas **associação** e **agregação** na modelagem das informações geográficas, os objetos podem ser tratados como **primitivos** ou **complexos** (Worboys, 1990). Os objetos **primitivos** não permitem decomposições, enquanto os objetos **complexos** podem ser formados pelos objetos **primitivos**. Um exemplo comum de uma informação geográfica tratada como objeto **complexo** é o objeto composto numa estrutura **todo-parte**, pelos objetos **primitivos** identificador (do ponto), coordenada X e coordenada Y.

Além da modelagem do sistema para o tratamento das informações geográficas, a orientação a objetos é apresentada por (Zhan e Battenfield, 1995) como vantajosa em sistemas direcionados a projetos cartográficos, que objetivam fornecer ferramentas para produção de mapas adequadamente construídos. No desenvolvimento de sistemas dessa natureza, a orientação a objetos permite modelar o conhecimento necessário na seleção de símbolos cartográficos, com os mecanismos de abstração utilizados pelos cartógrafos na produção de mapas, principalmente os conceitos de **classes&objetos** e **herança**. No sistema desenvolvido por Zhan e Battenfield (1995), por exemplo, os **mapas temáticos**

CAPÍTULO 4

FASES DE UM PLANO DIRETOR QUE UTILIZAM INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

A primeira tarefa no desenvolvimento de um programa computacional é estudar e conhecer as atividades que serão realizadas pelos usuários. Um sistema que forneça ferramentas para a elaboração de Planos Diretores deve ser desenvolvido com base na metodologia adotada pelos urbanistas, que são os usuários do sistema. O estudo dessa metodologia permite o conhecimento das etapas de trabalho realizadas pelos urbanistas, bem como as informações necessárias às análises do espaço urbano. A metodologia para Planos Diretores estudada é adotada no Estado do Paraná.

A participação de urbanistas foi importante em dois momentos do desenvolvimento do sistema proposto, antes de iniciar o projeto do sistema e após concluído o protótipo. Para a fase de estudos sobre como são elaborados os Planos Diretores, os urbanistas foram solicitados a explicar o que são Planos Diretores e como são desenvolvidos. O conhecimento adquirido com as entrevistas foi complementado com o estudo da documentação sugerida pelos urbanistas contendo o curso Plano de Uso e Ocupação do Solo Urbano (FAMEPAR, s.d.a,b), o Plano Diretor para o Município de Rio Negro (Rio Negro, 1995), e o Plano de Uso e Ocupação do Solo do Município de Paulo Frontin (Paulo Frontin, 1996), ambos municípios do Estado do Paraná. O entendimento sobre a metodologia apresentada pelos urbanistas e utilizada nos Planos citados, permitiu o conhecimento das etapas de trabalho realizadas durante a elaboração de Planos Diretores. Assim, pode-se saber quais informações geográficas são mapeadas e analisadas pelos urbanistas. Com o conhecimento suficiente do **domínio do problema**, foi possível estabelecer as **responsabilidades do sistema**.

A importância do planejamento urbano no Estado do Paraná é constatada pelas leis e ações governamentais direcionadas a esse propósito. Em relação às leis, a Constituição do Estado do Paraná, promulgada em 1989, determina em seus artigos 152 e 153 (Prefeitura Municipal de Rio Negro – FAMEPAR, 1995), o que segue:

- 1) Artigo 152: “O Plano Diretor, instrumento básico da política de desenvolvimento econômico e social e de expansão urbana, aprovado pela Câmara Municipal, é obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes...”
- 2) Artigo 153: “As cidades com população inferior a vinte mil habitantes receberão assistência de órgão estadual de desenvolvimento urbano na elaboração das normas gerais de ocupação do território, que garantam a função social do solo urbano.”

Os Planos Diretores são desenvolvidos com a integração da Prefeitura e Secretarias Municipais, de uma equipe local de acompanhamento do Plano; da comunidade; e representantes do governo estadual. Essa ação centralizada no governo do Estado tem o propósito de viabilizar, tanto técnica como economicamente, a realização dos Planos Diretores visando um planejamento municipal adequado (Prefeitura Municipal de Rio Negro – FAMEPAR, 1995).

Além dos objetivos específicos determinados para cada município, o objetivo comum a todos os Planos Diretores é a melhoria dos padrões da qualidade de vida urbana, alcançada através de: instrumentos legais, equidade e eficiência da infra-estrutura; equipamentos e serviços urbanos; definição das áreas de expansão e preservação; e institucionalização da execução, acompanhamento e avaliação do Plano. Para alcançar esses objetivos, um Plano Diretor é realizado através das seguintes etapas: **definição dos objetivos, levantamento de dados, diagnóstico e diretrizes, elaboração da proposta, instrumentação legal e administrativa**. Com exceção das etapas **definição dos objetivos** e **instrumentação legal e administrativa**, as demais fases de um Plano Diretor são baseadas, ou tem como resultado, informações apresentadas em mapas, gráficos e tabelas (FAMEPAR, s.d.a).

O conhecimento da problemática urbana resulta da análise dos conjuntos de informações compostas de mapas temáticos e textos analíticos, os quais podem fazer uso de gráficos e tabelas. As informações são obtidas nas seguintes etapas de trabalho: **aquisição da base cartográfica, levantamento e reunião das informações, mapeamento das informações e identificação das necessidades da população**. As informações sobre o espaço urbano são, geralmente, agrupadas de acordo com as

características físico-territoriais, socioeconômicas e urbanísticas. Além das informações, relativas à região urbana do município, são também analisadas as características do município em relação à região, na qual está inserido, e ao Estado. As informações descrevem os aspectos geopolíticos do município; sua evolução histórica; e as características geográficas da região, tais como, rodovias e ferrovias, dependências de centros urbanos, inter-relações econômicas, etc.

As características físico-territoriais são definidas pelas informações sobre geomorfologia, solo, geologia, clima, vegetação, hidrologia e áreas sujeitas à inundação. As análises socioeconômicas são realizadas com as informações sobre a população e condições sociais, tais como, PIB, atividades econômicas, empregos, escolaridade. As características urbanísticas estão relacionadas à problemática do parcelamento do solo, infra-estrutura urbana e equipamentos urbanos. As informações sobre a infra-estrutura urbana contém a malha-urbana; saneamento básico, englobando as condições técnicas ambientais; energia elétrica e telecomunicações; sistema viário e de transporte; serviços urbanos tais como coleta de lixo. Os equipamentos urbanos são centros de assistência social, habitações populares, hospitais, maternidades, creches, escolas, centros de lazer, parques, ginásios de esporte.

As informações podem ser separadas em 3 grupos que diferem pelas escalas de abrangência: as que descrevem as características da região urbana, as que descrevem o município, e as informações sobre o estado. Tem-se então uma escala urbana, uma escala municipal e uma escala estadual de informações. Além das escalas urbana, municipal e estadual, para determinados municípios pode haver a necessidade de análises regionais, envolvendo as interações de alguns aspectos acima citados com os municípios vizinhos.

A análise das características do espaço urbano, municipal, estadual, e em alguns casos regional, é realizada na fase chamada de **diagnóstico**, na qual as informações são classificadas de acordo com sua relevância para o Plano Diretor. Com a interação com a comunidade, os urbanistas definem a hierarquização dos problemas dos municípios. Nessa etapa do trabalho, a sobreposição das informações temáticas, e o conseqüente conhecimento das inter-relações espaciais, possibilita uma melhor definição das

distribuições e concentrações, bem como das potencialidades das diferentes regiões da cidade. Da conexão entre o **estado atual** e as **potencialidades futuras**, significando a passagem da fase analítica para a fase de projeto (definição de políticas e legislação urbana básica), são estabelecidas as diretrizes de desenvolvimento.

A definição das diretrizes de desenvolvimento é baseada na subdivisão do território em **partes**, e é possibilitada pela visualização e confrontação dos mapas temáticos gerados na fase analítica. Sobre as **partes** são realizadas:

- 1) Análises visando reconstruir o processo de transformação atual, e conhecer as tendências desse processo;
- 2) Identificação das diferentes regiões urbanas de acordo com suas problemáticas territoriais, e as relações das regiões com toda a área urbana;
- 3) Classificações de acordo com o tipo de crescimento e parcelamento; o tipo de urbanização (autônoma, periférica, integrada); o uso do solo; as condições de habitação e infra-estrutura, etc.;
- 4) Detecção dos elementos primários na estruturação da ocupação urbana, tais como indústrias, conjuntos habitacionais, rodovias, ferrovias, fundos de vales, etc.

Após a definição da situação atual da ocupação urbana do município, e das ações necessárias ao seu desenvolvimento, a apresentação e discussão dos resultados com o governo municipal e comunidade resulta na formulação das propostas, sobre as quais é realizado o planejamento municipal. As propostas são direcionadas aos seguintes aspectos:

- 1) **Área administrativa:** estrutura orgânica da prefeitura, composta por órgãos de assessoria e secretarias municipais, aos quais são definidas atribuições na administração pública;
- 2) **Área financeira e tributária:** capacidade financeira da gestão municipal para o desenvolvimento urbano, oriunda dos impostos urbanos. A proposta orienta como os impostos devem ser definidos de acordo com o uso e ocupação do solo e condições de urbanização;

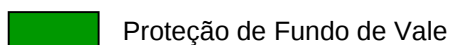
- 3) **Desenvolvimento econômico:** expansão das atividades econômicas de acordo com as condições ambientais, incluindo processos de fiscalização e monitoramento dessas atividades;
- 4) **Desenvolvimento e gestão ambiental:** definição do zoneamento ecológico do município para o controle e fiscalização de atividades poluidoras; e criação de parques com aproveitamento das áreas de preservação e recuperação da cobertura vegetal;
- 5) **Desenvolvimento social:** direcionamento das ações nas áreas de educação e saúde; e cultura e lazer. O planejamento nas áreas de educação e saúde visa a instalação e ampliação de escolas, hospitais, postos de saúde, para atender à demanda atual. A definição da localização desses equipamentos urbanos segue os seguintes critérios: raio de acesso, necessidade de transporte coletivo, sistema viário e área mínima de terreno. Nas áreas de cultura e lazer são tratadas as questões relacionadas ao patrimônio histórico e cultural da cidade, áreas especiais de lazer ecológico e interesse turístico, construção e recuperação de quadras esportivas.
- 6) **Estrutura urbana:** composta do sistema viário e urbanização de loteamentos. O sistema viário é definido de acordo com a hierarquia das funções das vias de acesso, sendo estabelecido quais vias deverão ser estruturais, conectoras, coletoras, locais, marginais, e de funções especiais tais como eixos turísticos e ciclovias;
- 7) **Proposta de desenvolvimento urbano por áreas diferenciadas:** devido aos diferentes níveis de urbanização, a área urbana é dividida em regiões de acordo com parâmetros que definem padrões de qualidade de vida. O planejamento é direcionado à redução das diferenças existentes entre as regiões.

O **macrozoneamento** é a síntese dos resultados da fase de diagnóstico e de definição das diretrizes da proposta. Por isso, o macrozoneamento pode ser entendido como um **plano preliminar de uso e ocupação do solo** apresentado por um mapa e um texto que descrevem a realidade urbana do município. A etapa do **macrozoneamento** tem como resultado a classificação das áreas urbanas de acordo com as suas potencialidades para a

definição do uso do solo urbano. Nessa classificação as áreas pertencerão a dois grandes grupos: **áreas urbanizáveis** e **áreas não-urbanizáveis**. Na classe de **áreas urbanizáveis** estarão subclassificadas tanto as regiões destinadas à reurbanização e consolidação urbana, bem como as estabelecidas para a expansão urbana. No grupo **áreas urbanizáveis** encontram-se as **áreas de uso misto, áreas de uso industrial, áreas prioritárias à urbanização, áreas de expansão, áreas públicas e de lazer, etc.** Para ilustrar os resultados de um macrozoneamento a Figura 4.1. apresenta a legenda do mapa de macrozoneamento do Plano de Uso e Ocupação do Solo do município de Paulo Frontin, e no Apêndice A está o texto referente a esse macrozoneamento.

Macrozoneamento

Áreas não urbanizáveis



Áreas Urbanizáveis

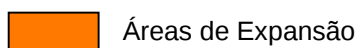
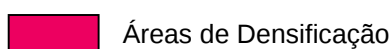
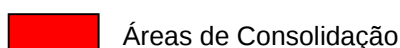


Fig. 4.1 – Exemplo de Macrozoneamento.



Fig. 4.2 – Mapa do macrozoneamento do Município de Paulo Frontin.
FONTE: Paulo Frontin (1996)

CAPÍTULO 5

UM SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS: MODELO CONCEITUAL APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO

Para o desenvolvimento do sistema que suporta a elaboração de Planos Diretores, a abordagem orientada a objetos foi adotada, desde a fase da análise até a fase de implementação. Na etapa de definição do **domínio do problema** e das **responsabilidades do sistema**, a metodologia proposta por Jacobson (1992) foi utilizada, por apresentar mecanismos para definir as necessidades dos usuários como primeiro modelo resultante da análise. Essa metodologia permite que o comportamento e resultados esperados para o sistema possam ser analisados e ajustados, quando o desenvolvimento do sistema interage com os usuários. Para o desenvolvimento do modelo de análise, a metodologia proposta por Coad e Yourdon (1992, 1993) foi adotada. Portanto, essa modelagem foi realizada de acordo com o conceito de **camadas**, para as quais as **classes&objetos**, **atributos** e **serviços** foram definidos.

Para avaliar a adequação do sistema às exigências e condições de trabalho dos usuários, o **modelo dos requisitos**¹ (tradução da autora) foi desenvolvido (Jacobson, 1992). Para esse trabalho foi adotado o CASE (*computer aided software engineering*) que suporta a metodologia de Jacobson (1992), denominado **System Architect**, conseqüentemente os gráficos apresentados nesse capítulo, na forma de figuras, seguem a simbologia gráfica desse CASE. A estrutura do sistema proposto, e as ferramentas que serão oferecidas aos usuários, normalmente urbanistas, para a execução dos Planos Diretores, são apresentadas pelos resultados obtidos na modelagem. Com os resultados da modelagem foi possível definir todos os módulos que devem compor o sistema, para apoiar o urbanista em todas as fases de execução de um Plano Diretor.

A etapa seguinte à definição do **modelo dos requisitos** foi a elaboração do **modelo de análise**. A modelagem conceitual sobre a definição dos atributos gráficos da imagem temática exigiu um estudo sobre as informações geográficas utilizadas nas análises do

¹ “the requirements model”

espaço urbano. Assim, o projeto cartográfico temático das informações geográficas relacionadas às condicionantes urbanísticas foi realizado. Os resultados da **modelagem dos requisitos** e do estudo sobre a representação temática foram a base para a definição do **modelo de análise**.

5.1 O MODELO DOS REQUISITOS

Conhecendo-se o **domínio do problema** e as **responsabilidades do sistema**, o **modelo dos requisitos** é construído com as definições dos **atores**² (tradução da autora) e dos **casos de usos**³ (tradução da autora). Na definição dos **atores** são descritos quem esses são e quais seus papéis no sistema. Os **casos de usos** significam as ações realizadas pelos usuários na utilização do sistema, e os resultados que esse retorna Jacobson (1992). Os **casos de usos** foram gradualmente detalhados tendo em vista a sistemática de trabalho dos urbanistas, quando elaboram Planos Diretores. Com isso, foi possível definir quais funções o sistema deverá suportar para que as ações dos usuários forneçam os resultados esperados. Nesse **sistema para visualização de informações cartográficas** os **atores** são:

- 1) **urbanista**: detém a responsabilidade técnica na elaboração do Plano Diretor;
- 2) **sistema para cartografia digital (CAD)**: fornece a base cartográfica digital da área urbana do município;
- 3) **equipe técnica**: desempenha trabalhos tais como secretariado, pesquisa em arquivos, trabalhos gráficos;
- 4) **comunidade**: interage na elaboração do Plano Diretor através das consultas à população;
- 5) **conselho**: participa no processo de elaboração do Plano Diretor e na fiscalização de sua implantação. A composição do conselho é estabelecida conforme as necessidades de cada município, sendo possíveis participantes os secretários municipais, os técnicos da prefeitura nas áreas de planejamento, os vereadores, os representantes de órgão setoriais, de associações comunitárias, sindicatos, etc.

² “actors”

³ “uses cases”

De acordo com o estabelecido para as responsabilidades do sistema, esse deve suportar o armazenamento, a organização e a visualização das informações necessárias para a elaboração de Planos Diretores. Essas tarefas foram denominadas como **casos de uso primários**, constituindo os módulos básicos do sistema como mostra a Figura 5.1. Os **casos de usos primários** foram denominados:

- 1) **armazenamento**: que permite o armazenamento da base cartográfica digital;
- 2) **geração das informações temáticas**: o qual contém os aplicativos que possibilitam a criação dos mapas temáticos, e o armazenamento das informações não-gráficas, gráficos e textos associados às feições e às classes de feições;
- 3) **consulta interativa e dinâmica**: onde se encontram os aplicativos de consulta às informações temáticas, incluindo recursos de animação;
- 4) **geração da síntese para o planejamento**: no qual são gerados os mapas e textos que representam e descrevem a proposta do Plano Diretor;
- 5) **consulta ao Plano Diretor**: intencionado à visualização e atualização das informações durante a implantação e acompanhamento do Plano Diretor.

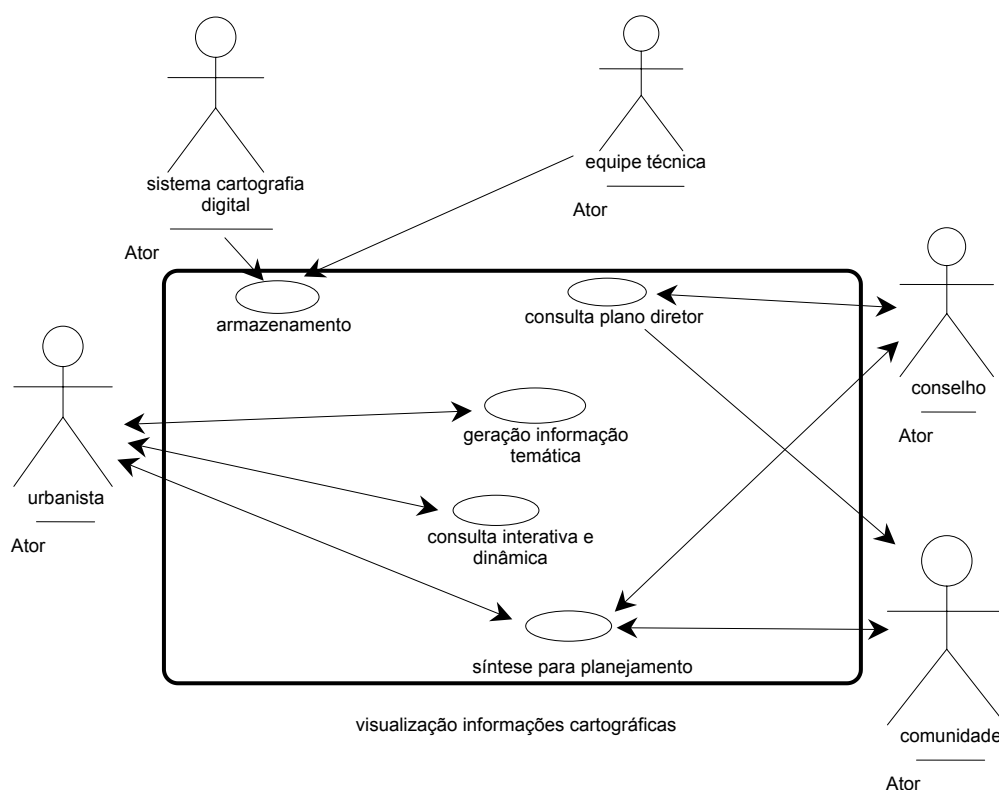


Fig. 5.1 - Diagrama dos **casos de usos** dos módulos básicos do sistema.

A janela apresentada ao usuário é mostrada na Figura 5.2, na qual esses módulos são ativados no momento que o usuário os seleciona.



Fig. 5.2 - Primeira janela apresentada quando o software é ativado.

Para avaliar a utilidade do sistema proposto, foi estabelecido que um protótipo seria desenvolvido nesse trabalho de tese. O protótipo contém os módulos **geração das informações temáticas** e **consulta interativa e dinâmica**, pois caracterizam um sistema de visualização cartográfica. Para um sistema direcionado à elaboração de Planos Diretores, isso significa um conjunto de ferramentas computacionais que permitem a criação de mapas temáticos, e a consulta interativa com recursos para animação, para escalas grandes (1:5.000 e 1:10.000) e médias (1:50.000). O protótipo comporta geração e visualização de informações cartográficas para municípios de até 50.000 habitantes, uma vez que a área urbana de municípios desse porte podem ser mapeadas com apenas uma folha na escala 1:10.000. Portanto, o modelo dos requisitos dos usuário foi detalhado para esses módulos, cujos relatórios obtidos da ferramenta CASE estão apresentados no Apêndice B.

5.1.1 MÓDULO GERAÇÃO DAS INFORMAÇÕES TEMÁTICAS

O mapeamento das informações temáticas é a principal tarefa na etapa de organização das informações coletadas para a elaboração de um Plano Diretor. Os mapas criados nessa fase serão a base para as análises realizadas pelos urbanistas durante o desenvolvimento do Plano. Sabendo-se que o conhecimento adquirido através da análise de mapas temáticos só é possível se as características dos fenômenos geográficos forem representadas adequadamente, é importante que os princípios de projeto cartográfico sejam seguidos quando os mapas temáticos forem gerados. Considerando que os usuários do sistema não são cartógrafos, é necessário que um nível de inteligência sobre projeto cartográfico esteja embutido no sistema, o que foi alcançado através de dois princípios. Primeiro, o sistema obriga o usuário a seguir uma sequência de etapas estabelecidas de acordo com as fases de um projeto cartográfico temático. Segundo, o conjunto de **variáveis visuais** disponíveis ao usuário, para cada mapa temático a ser criado, é definido com base na **dimensão** e **nível de medida**, e no número de **níveis de classificação** do tema mapeado. Essas condições e a sistemática de trabalho dos urbanistas foram as bases para o desenvolvimento das interfaces do sistema, que fazem parte do **modelo dos requisitos** desse módulo. Portanto, quando o usuário ativa o módulo **geração das informações temáticas**, a janela mostrada na Figura 5.3 lhe é apresentada. Para gerar o conjunto de informações temáticas e seus atributos associados, o usuário desempenha as tarefas definidas nos **casos de usos** mostrados na Figura 5.4. Os passos realizados em cada **caso de uso** e suas descrições estão relatados no Apêndice B.

O sistema deve armazenar diferentes bases cartográficas, para que o usuário possa trabalhar simultaneamente em diferentes municípios. Devido a isso, o usuário deve inicialmente ativar o aplicativo **Base Cartográfica**, no qual escolhe para qual município serão geradas as informações temáticas. Quando esse aplicativo é ativado, a janela da Figura 5.5 é aberta na tela. O usuário deve então selecionar a escala de trabalho, podendo ser: **urbana**, **município**, **região** ou **estado**.

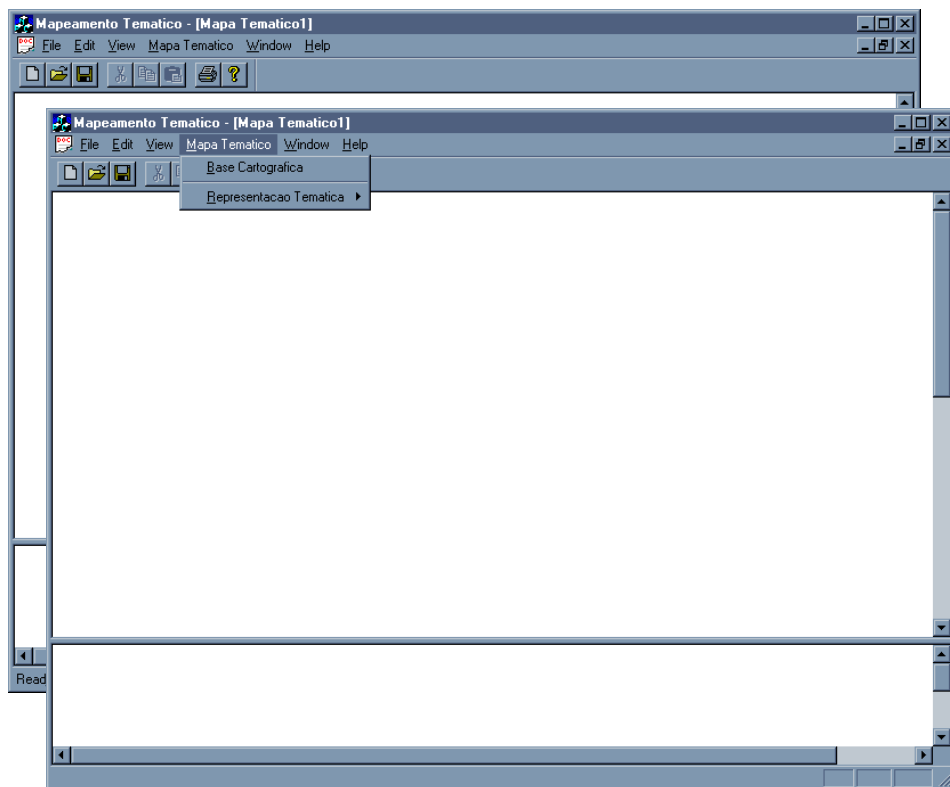


Fig. 5.3 - Janela principal do aplicativo **geração das informações temáticas**. O retângulo colocado acima representa a tela de visualização. O retângulo abaixo desse representa o espaço para apresentação da legenda.

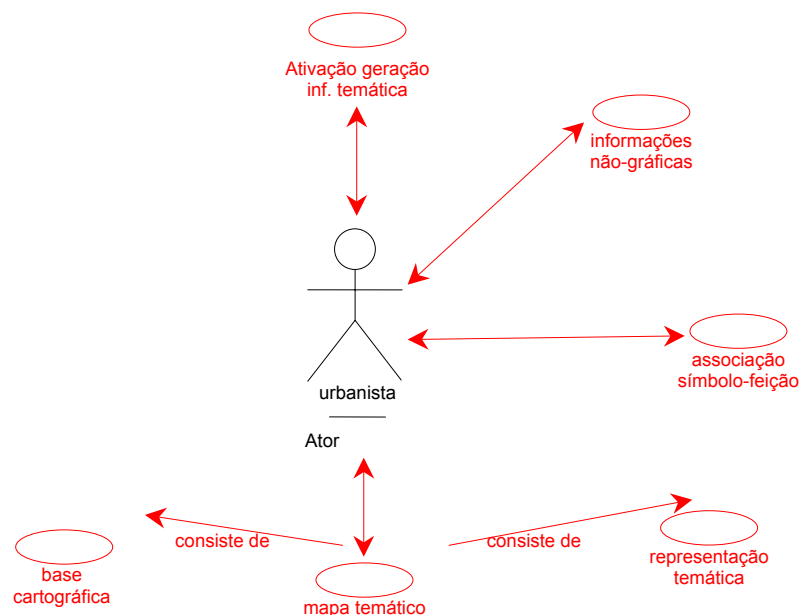


Fig. 5.4 - **Casos de uso** subordinados ao **caso de uso** geração informação temática.

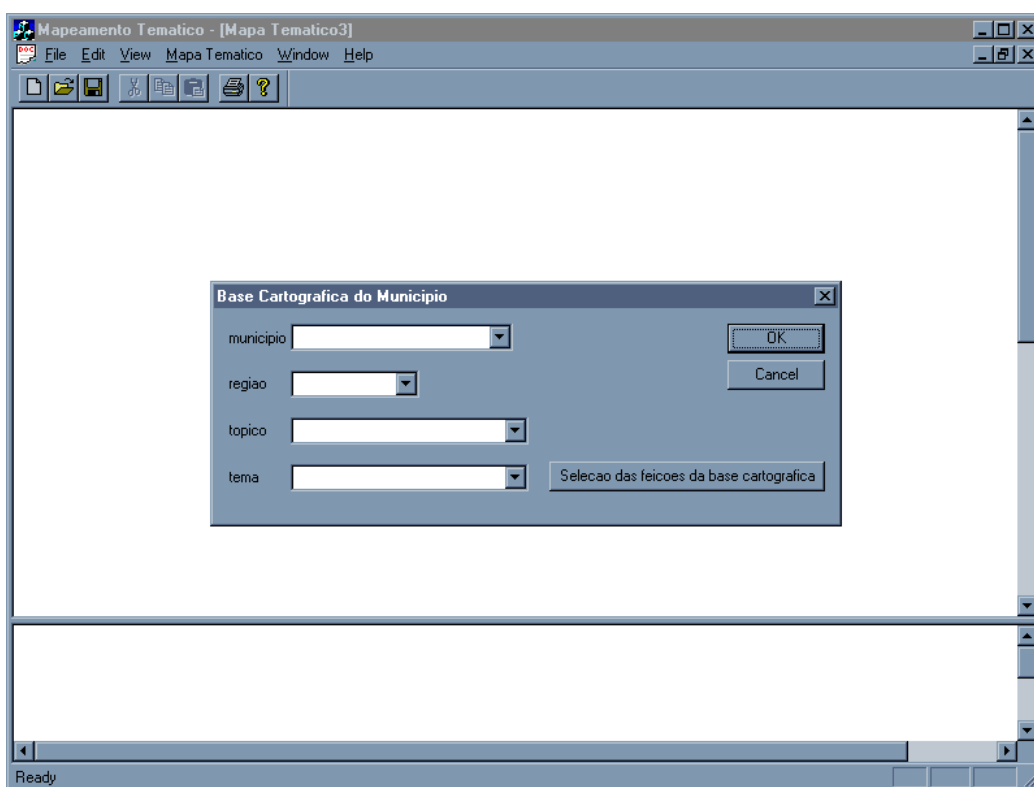


Fig. 5.5 - Janela referente ao **caso de uso Base Cartográfica do Município**.

Com a seleção da escala de trabalho pelo usuário assume-se que o sistema não comportará generalização automática, pois as escalas para representar essas regiões estão definidas na base cartográfica armazenada. Essas escalas são 1:5.000 ou 1:10.000 para regiões urbanas, 1:50.000 para regiões municipais e 1:5.000.000 para representação de mapas temáticos do estado. As bases cartográficas nas escalas 1:5.000 e 1:10.000 são obtidas por processos fotogramétricos. O mapeamento fotogramétrico é fornecido aos municípios tanto em papel como em meio digital (Robbi, 1993). As bases cartográficas nas escalas 1:50.000 são obtidas do mapeamento sistemático realizado e distribuído pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Tanto para os mapas em grande escala, como escalas médias, a projeção Universal Transverse Mercator – UTM é adotada. Após selecionada a região a ser mapeada, o usuário define o **tópico** sob o qual serão armazenadas as imagens temáticas geradas. Os **tópicos** agrupam as informações de acordo com suas características, descritas no Capítulo 4, sendo esses: **condicionantes físico-territoriais**, **condicionantes socioeconômicas**, **condicionantes urbanísticas** e **contexto histórico e regional**. A organização das informações

temáticas por **tópicos** facilita o armazenamento dos mapas temáticos quando gerados, e agiliza a recuperação durante as consultas. Tendo selecionado o **tópico**, o usuário digita o nome do **tema** que será representado. Os **temas** já mapeados sob o **tópico** selecionado compõem uma lista apresentada na mesma interface. A primeira tarefa do usuário é então selecionar as feições da base cartográfica necessárias à representação do tema.

As decisões e definições referentes ao projeto cartográfico do **tema** definido pelo usuário são estabelecidas numa série de etapas realizadas de acordo com a seqüência de funções do menu **Representação Temática**. Essas funções definem os **casos de uso** para a geração dos mapas temáticos, como apresentados na Figura 5.6.

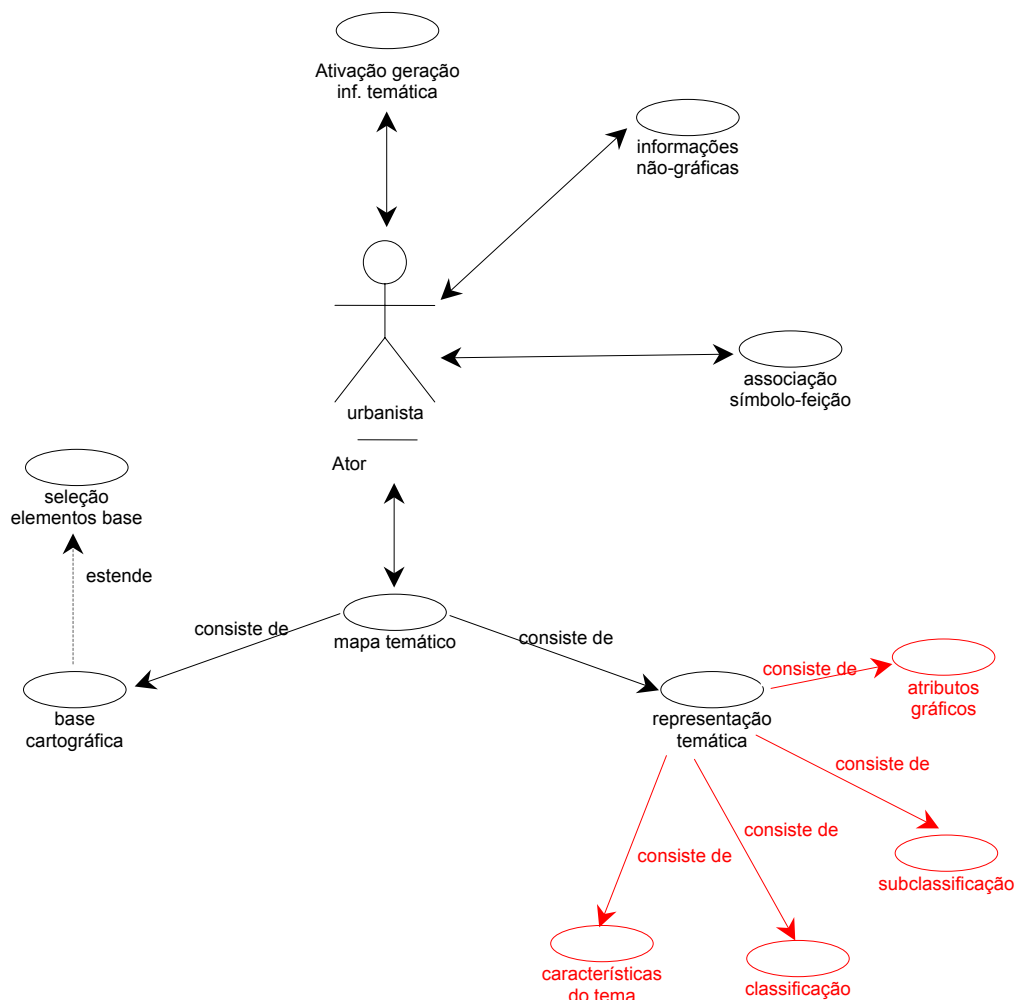


Fig. 5.6 – Os **casos de uso** da sequência de tarefa para a geração dos mapas temáticos.

A sequência de funções mostra ao usuário qual a ordem das tarefas a serem realizadas. Além da ordenação das funções do menu, o sistema é projetado para habilitá-las de acordo com as etapas concluídas de um projeto cartográfico (Figura 5.7). Nessa sequência o urbanista deve, primeiramente, selecionar a função **características do tema**, a qual ativa a janela correspondente, como mostra a Figura 5.7. A tarefa do usuário é, então, definir as características das **feições** que serão representadas, ou seja, dimensão do fenômeno geográfico e nível de medida da variável representada.

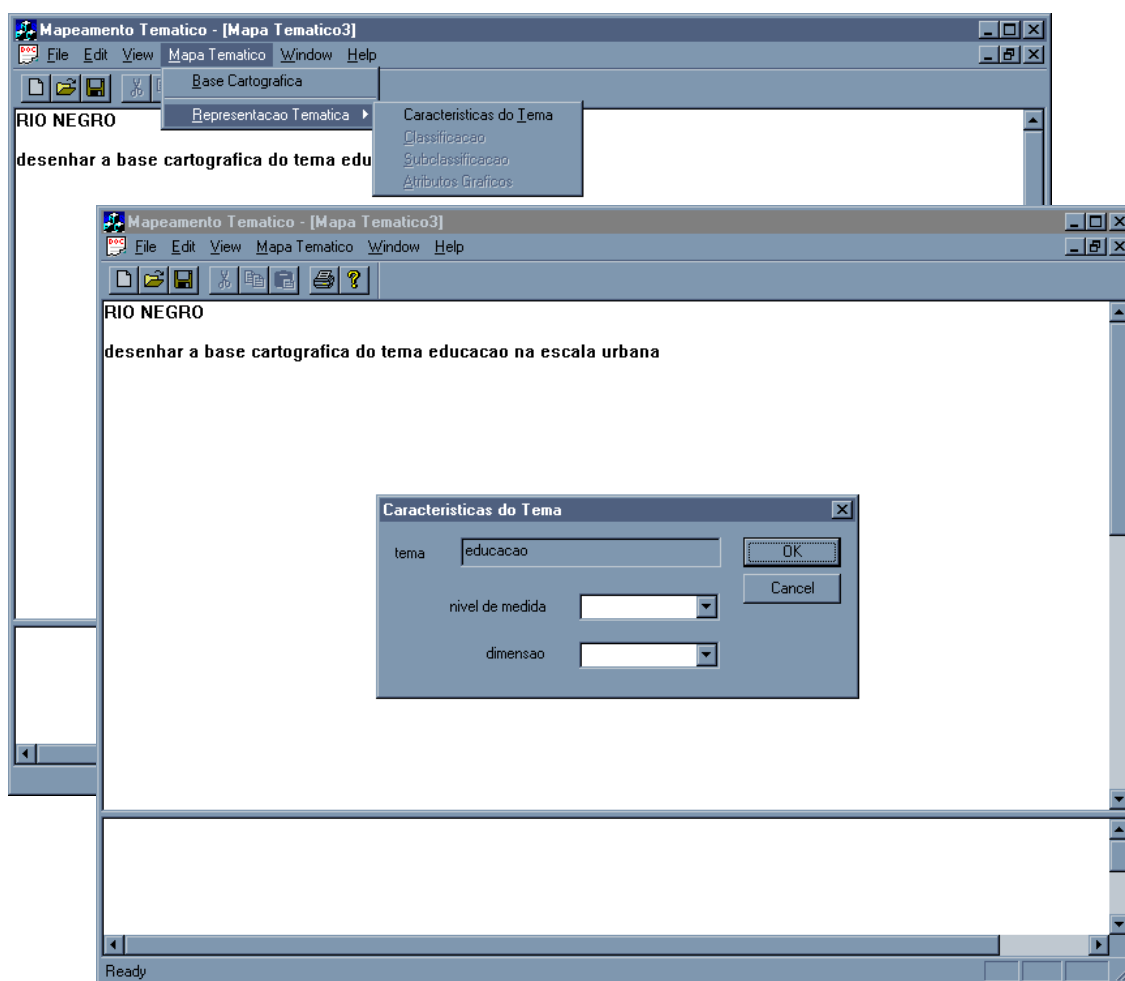


Fig. 5.7 – Menu **Representação Temática**. Essa figura ilustra a sequência de funções desse menu, e as funções habilitadas de acordo com as tarefas realizadas nessa sequência.

Após definidas as características do tema, o usuário fecha o aplicativo e o menu **classificação** é habilitado. Portanto, a tarefa seguinte é definir quais classes serão representadas para o tema corrente. Para tanto, o aplicativo **classificação** é ativado e a janela da Figura 5.8 é apresentada na tela. O fechamento do aplicativo **classificação** habilita as funções **subclassificação** e **atributos gráficos**. Se houver necessidade de representar subclasses para as classes, o aplicativo **subclassificação** é usado, e a janela da Figura 5.9 é ativada. A subclassificação de algumas classes exige que a **dimensão geográfica** e o **nível de medida** do atributo representado pelas classes sejam definidos. Essas informações são fornecidas ao sistema para cada classe a ser representada por subclasses.

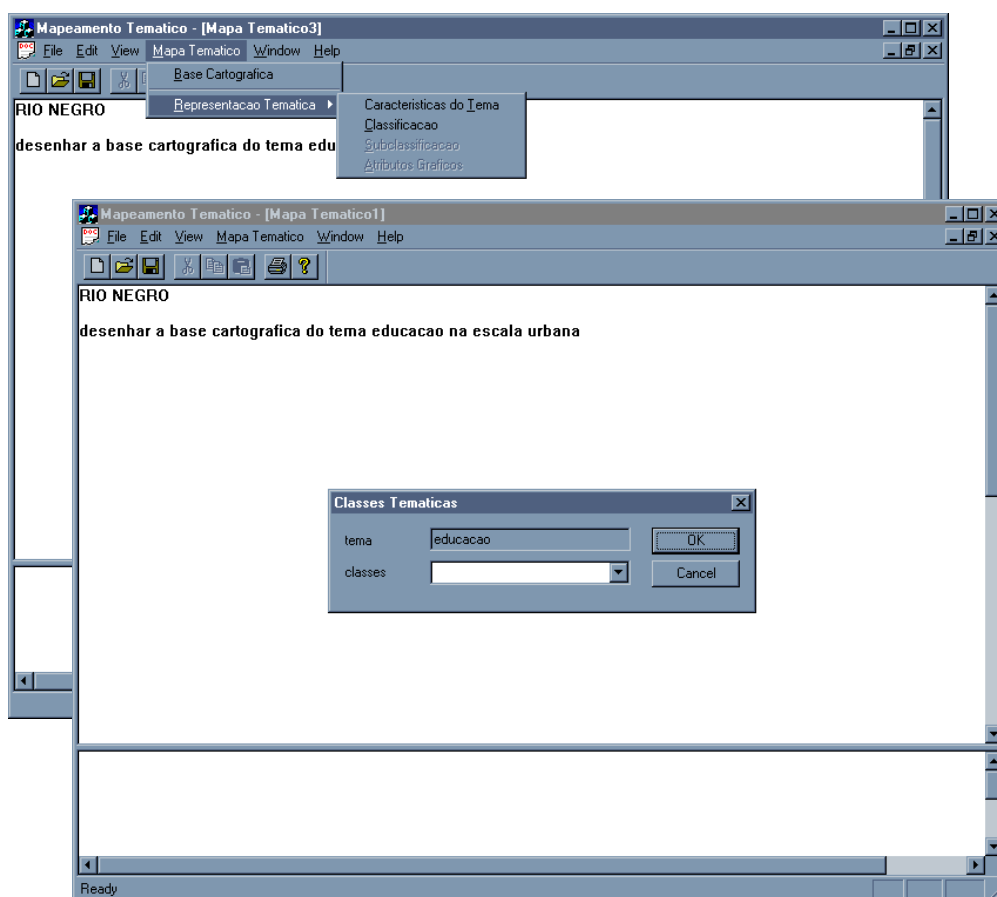


Fig. 5.8 - Janela **classificação**.

Seguindo a sistemática de projetos cartográficos, o projeto gráfico é iniciado após estabelecidas quais características do tema serão representadas, e com quais classificações. Nesse momento o usuário executa a função **atributos gráficos** (Figura

5.6) , sendo um **caso de uso** na modelagem. Para apresentar as interfaces referentes aos atributos gráficos, a modelagem distingue dois grupos de **temas**, denominados **tema nominal/ordinal** e **tema numérico**. A distinção é necessária, posteriormente, na **consulta às informações temáticas**. Os mapas nos quais estão representadas características **nominais** ou **ordinais** de um fenômeno geográfico, como um mapa representando as escolas do município, de acordo com a nível de escolaridade oferecido, serão diferenciados dos mapas que representam uma variável com valores estabelecidos na escala **intervalar/razão**, tal como um mapa da densidade populacional no estado. As possibilidades de consulta para os dois grupos de mapas são diferentes. No primeiro, as definições referentes à simbologia gráfica são estabelecidas na geração da informação temática, enquanto que no segundo as decisões sobre símbolos gráficos são tomadas durante a consulta às informações temáticas.

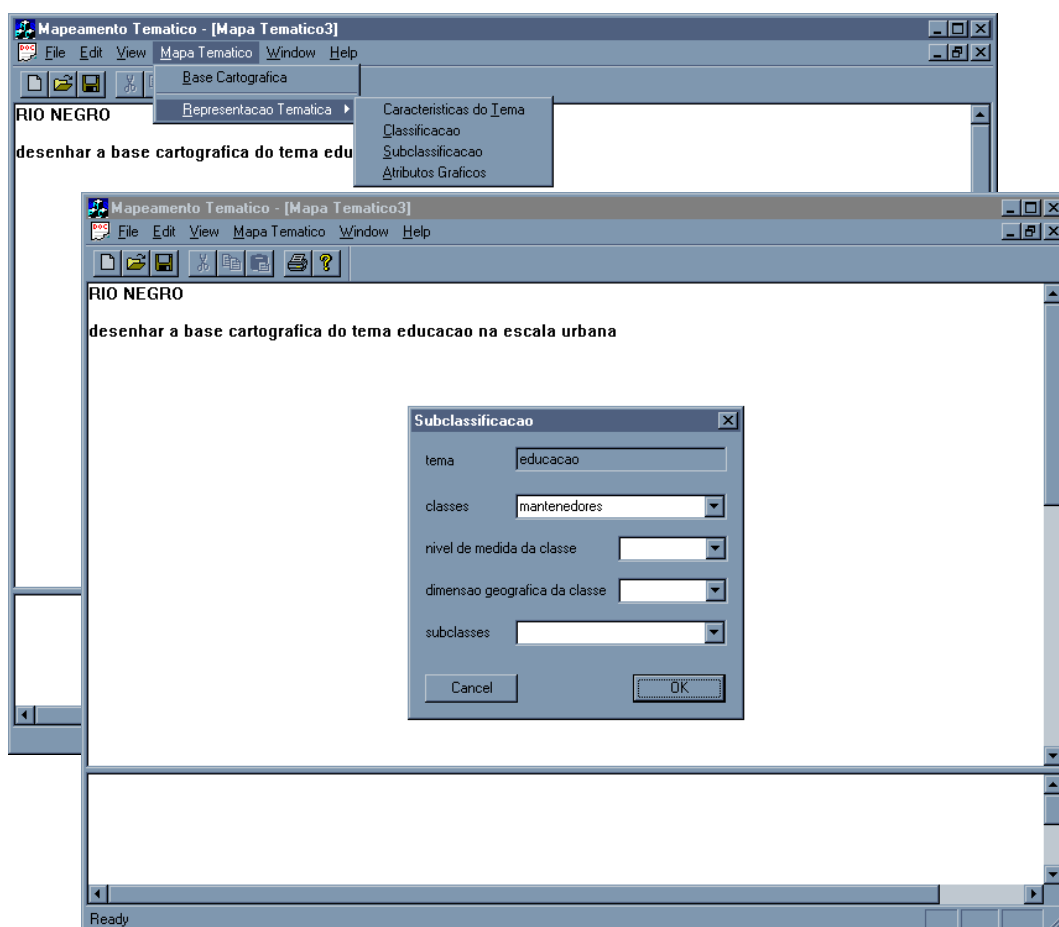


Fig. 5.9 - Janela **subclassificação**.

No grupo, **tema numérico**, por se tratar de representação quantitativa do fenômeno, durante a consulta o usuário pode escolher a classificação com a qual visualizará a variável (como no exemplo da densidade populacional no estado), de acordo com as necessidades de suas análises. Devido a isso, na geração da informação temática, para temas cujos atributos representados são definidos como nível de medida numérico, o usuário terá apenas que introduzir os valores da variável para cada uma das unidades geográficas numa tabela. Assim, para **temas numéricos** a função **Atributos Gráficos** apresenta a janela ilustrada na Figura 5.10 na tela. Nessa janela o usuário define a unidade geográfica para a qual os valores da variável serão armazenados, e o número das unidades que ocorrem na área mapeada. Com essas informações a tabela a ser preenchida pelo usuário é definida. O **caso de uso** para **Atributos Gráficos** para **temas numéricos** está ilustrado na Figura 5.11.

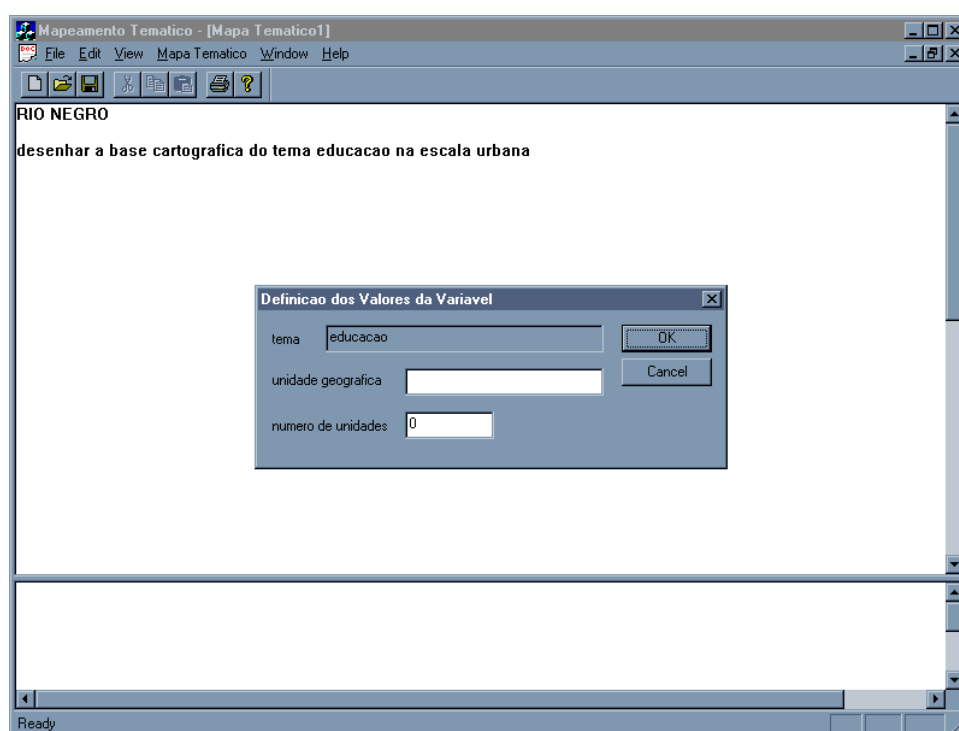


Fig. 5.10 – Janela **Definição dos Valores da Variável**. Essa janela é apresentada na tela quando o usuário ativa a função **Atributos Gráficos** e o tema é **numérico**.

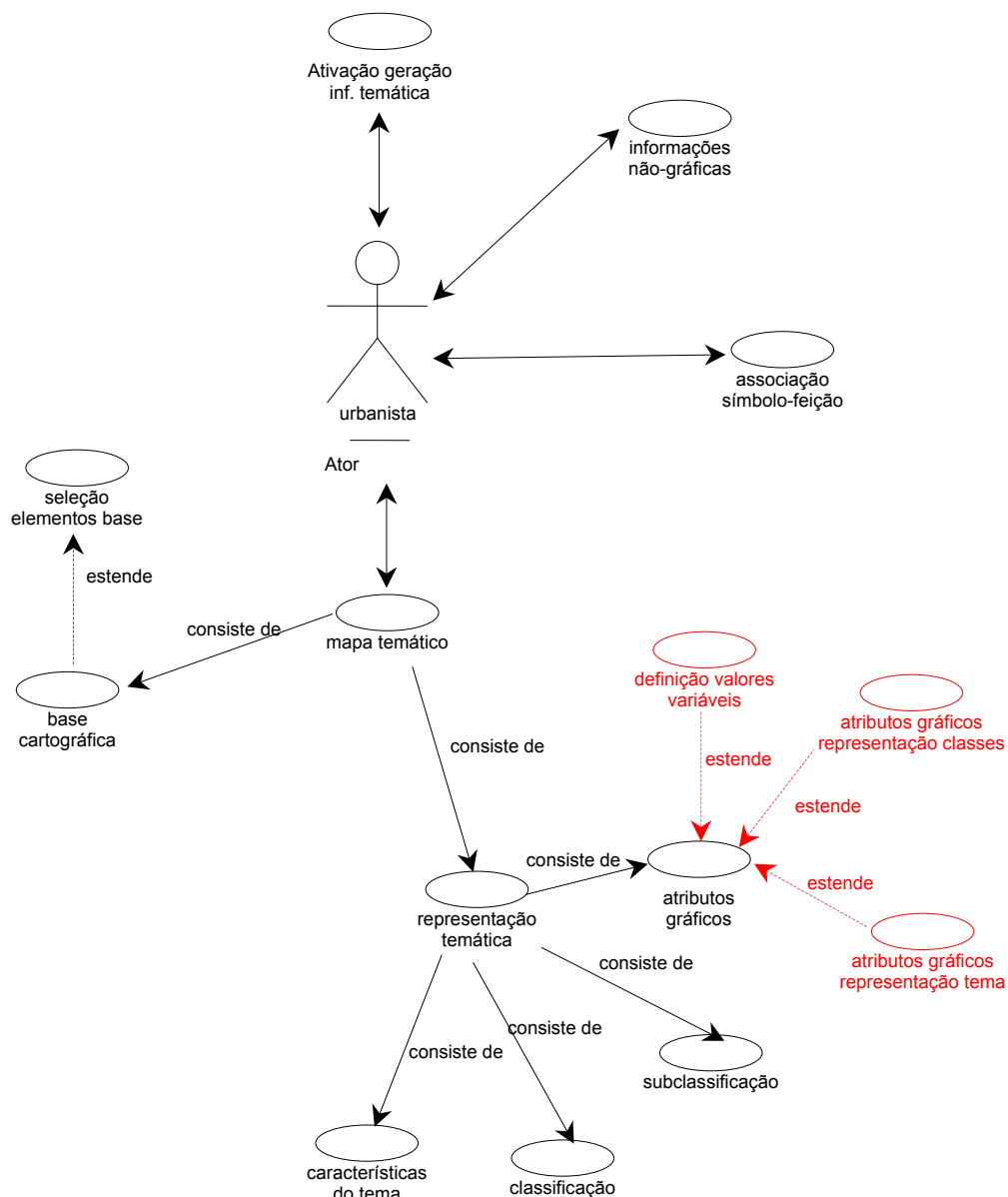


Fig. 5.11 – Casos de uso componentes do caso de uso atributos gráficos.

No grupo, **tema nominal/ordinal**, as informações que serão representadas devem ser classificadas anteriormente ao projeto gráfico, pois durante a consulta, a informação obtida pelo usuário depende da distinção visual das características individuais e coletivas das **feições**. Assim, se por exemplo existe um grupo de feições **escolas**, e é necessária a representação de quais são os mantenedores e os níveis escolares oferecidos, a simbolização gráfica deve mostrar não apenas onde está cada escola, como

também quais são as escolas pertencentes a cada grupo. Durante a consulta, se o usuário precisar saber quais são as escolas estaduais, a informação lhe é visualmente apresentada de acordo com uma simbologia anteriormente definida.

No sistema, alguns parâmetros que definem a seleção das **variáveis visuais**, são utilizados para limitar as opções de simbologia apresentada ao usuário. Com isso, objetiva-se que erros relacionados à inadequação da **variável visual** em relação à **dimensão do fenômeno geográfico** e **nível de medida** da variável representada sejam evitados, para que os mapas gerados estejam qualitativamente de acordo com os conceitos de projeto cartográfico. Como no projeto do sistema estão previstas as possibilidades de representação dos temas tanto por classes, como por classes e subclasses, as decisões sobre os símbolos gráficos devem se adequar às diferentes situações. Assim, quando o usuário ativa a função **Atributos Gráficos**, e o tema a ser representado foi definido como **nominal** ou **ordinal**, as duas situações devem estar contempladas no sistema, as quais foram definidas como diferentes **casos de uso**, como mostra a Figura 5.11.

A diferenciação entre os **casos de uso Atributos Gráficos Representação Tema** e **Atributos Gráficos Representação Classes** é decidida pelo sistema de acordo com o conjunto de informações que o usuário deve fornecer. No primeiro caso, o usuário seleciona a variável visual com a qual as classes serão representadas. O conjunto de variáveis visuais apresentadas ao usuário são apenas aquelas adequadas ao **nível de medida** e **dimensão** determinados para o tema, nas etapas denominadas de **características do tema** e **classificação**. Portanto, se o tema foi definido como representado por classes não subclassificadas, quando o usuário ativa a função **Atributos Gráficos** a janela da Figura 5.12 é apresentada na tela. Após escolhida a **variável visual**, o usuário seleciona uma das classes anteriormente definidas para representar o tema, e ativa o aplicativo **Seleção Símbolo**. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema, correspondentes à **dimensão geográfica** e à **variável visual** definidas é apresentada na tela. Nessa janela o usuário seleciona cada símbolo para representar cada uma das classes do tema.

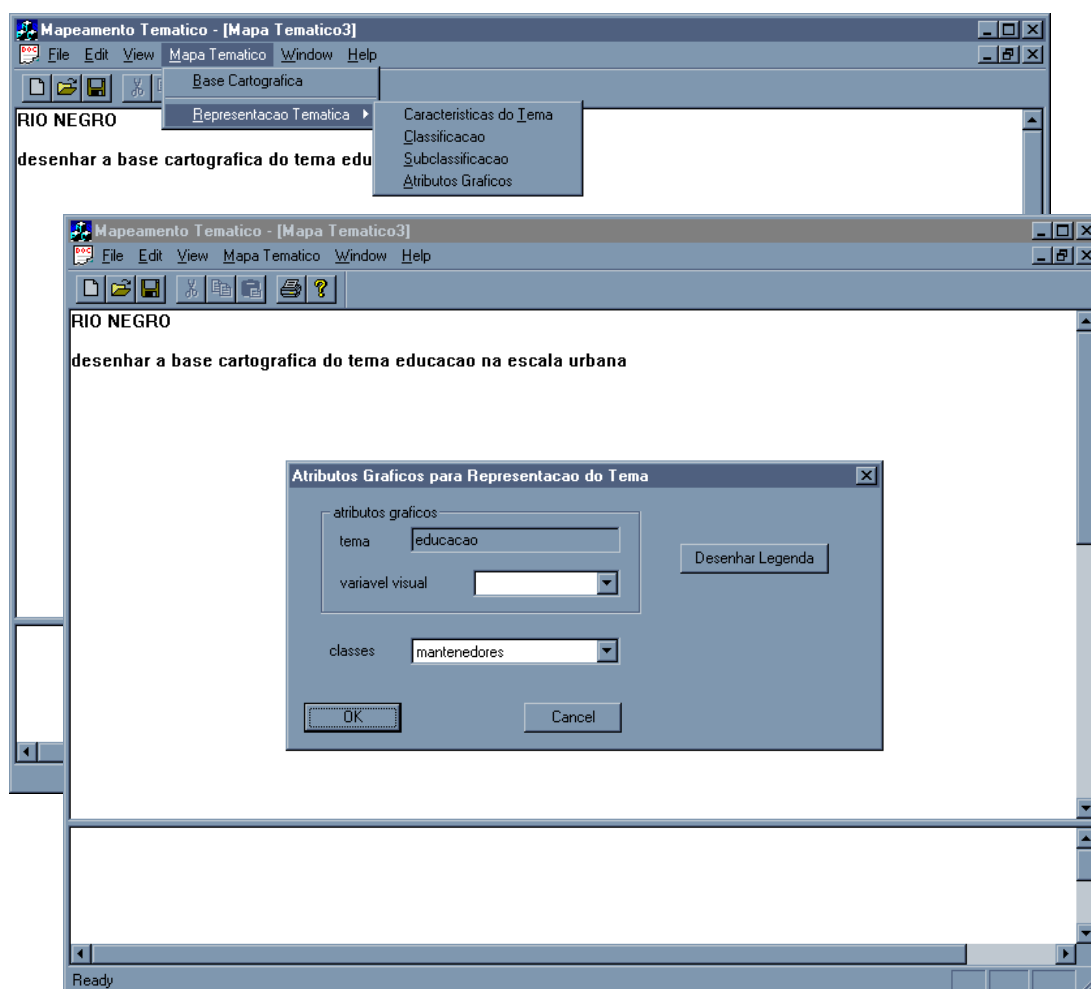


Fig. 5.12 – Janela **Atributos Gráficos para Representação do Tema**.

A seleção das **variáveis visuais** para a representação de temas cujas classes foram subclassificadas, é realizada no aplicativo **Atributos Gráficos para Representação das Classes**. Essa janela (Figura 5.13) é apresentada na tela quando o usuário ativa a função **Atributos Gráficos**, e classes e subclasses foram anteriormente definidas para o tema a ser mapeado. Para o mapeamento das classes e subclasses, a primeira tarefa do usuário é selecionar a **variável visual** com a qual as classes serão representadas. Em seguida, para cada uma das classes, o urbanista define a **variável visual** para a representação das subclasses. O urbanista ativa, então, o aplicativo **Seleção Símbolo** e escolhe um símbolo para representar cada subclasse. Para a etapa de **modelagem dos requisitos**, foi estabelecido que o usuário define as **variáveis visuais** e **simbologia** (Figuras 5.11, 5.12 e 5.13) de acordo com as opções que o sistema lhe apresenta. Porém, as decisões

relacionadas às operações necessárias no sistema, para apresentar essas opções aos usuários, foram detalhadas posteriormente no modelo de análise.

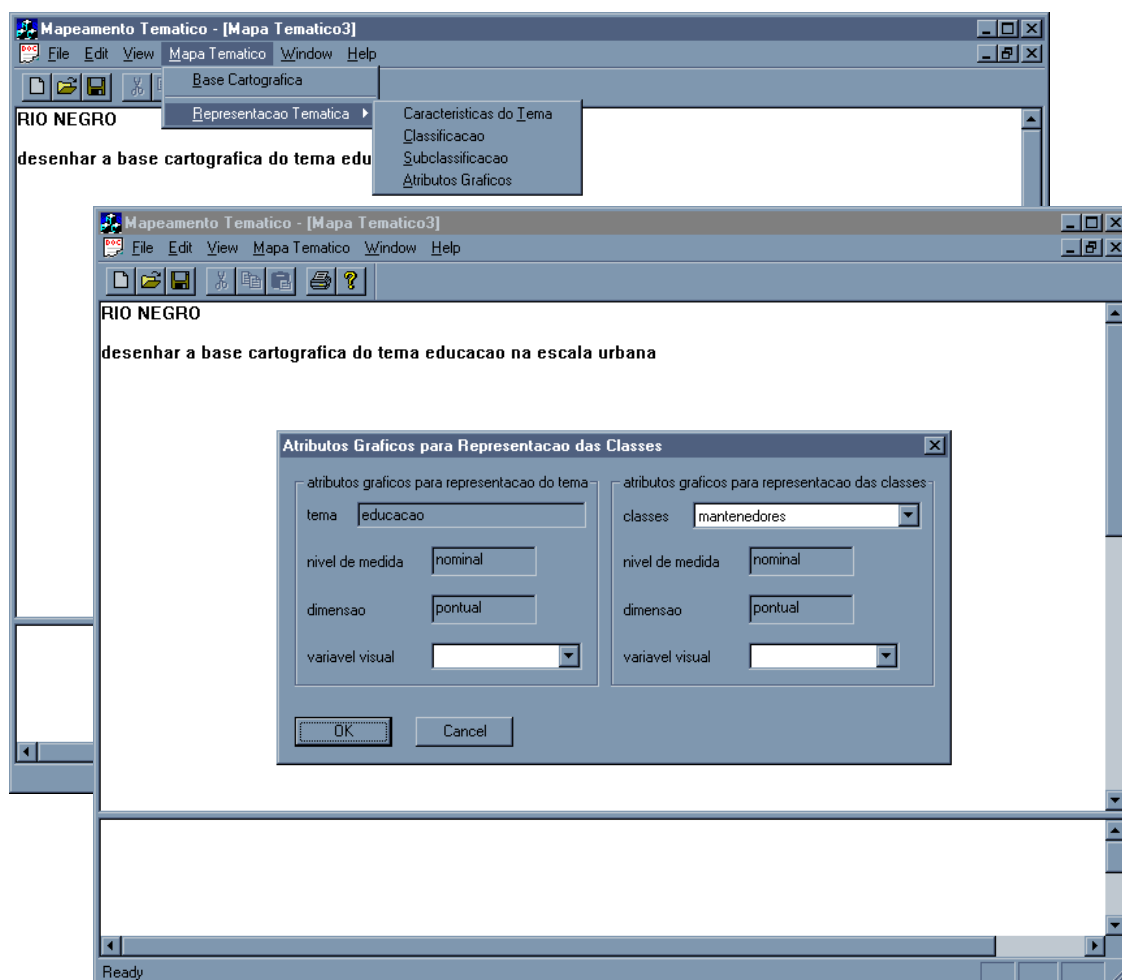


Fig. 5.13 – Janela **Atributos Gráficos para Representação das Classes**.

Quando houver necessidade de armazenar os **atributos não-gráficos** de classes ou feições individuais, o usuário realiza as tarefas dos **casos de usos** subordinados ao menu **Informações Não-Gráficas** (Figura 5.14). As opções para armazenar informações não-gráficas tanto para classes como para feições são as mesmas, ou seja, **atributos não-gráficos**, **gráficos** e **textos**. Para a associação de **atributos não-gráficos** a classes ou feições, uma janela é apresentada na tela. No caso de associação de atributos à classe, o usuário define o **número de atributos não-gráficos**, como o caso de **número de professores**, **número de salas de aula**, para a classe **escola**, e o **número de feições** que

pertencem à classe, como por exemplo o número de escolas da região. Com essas informações, o sistema apresenta na tela uma tabela na qual o número de colunas corresponde ao número de feições pertencentes à classe, e o número de linhas ao número de **atributos não-gráficos**. A tabela dos **atributos não-gráficos** associados à feição é composta de duas colunas e tantas linhas quanto forem os atributos. A primeira coluna é reservada para os nomes dos atributos, e a segunda a seus valores.

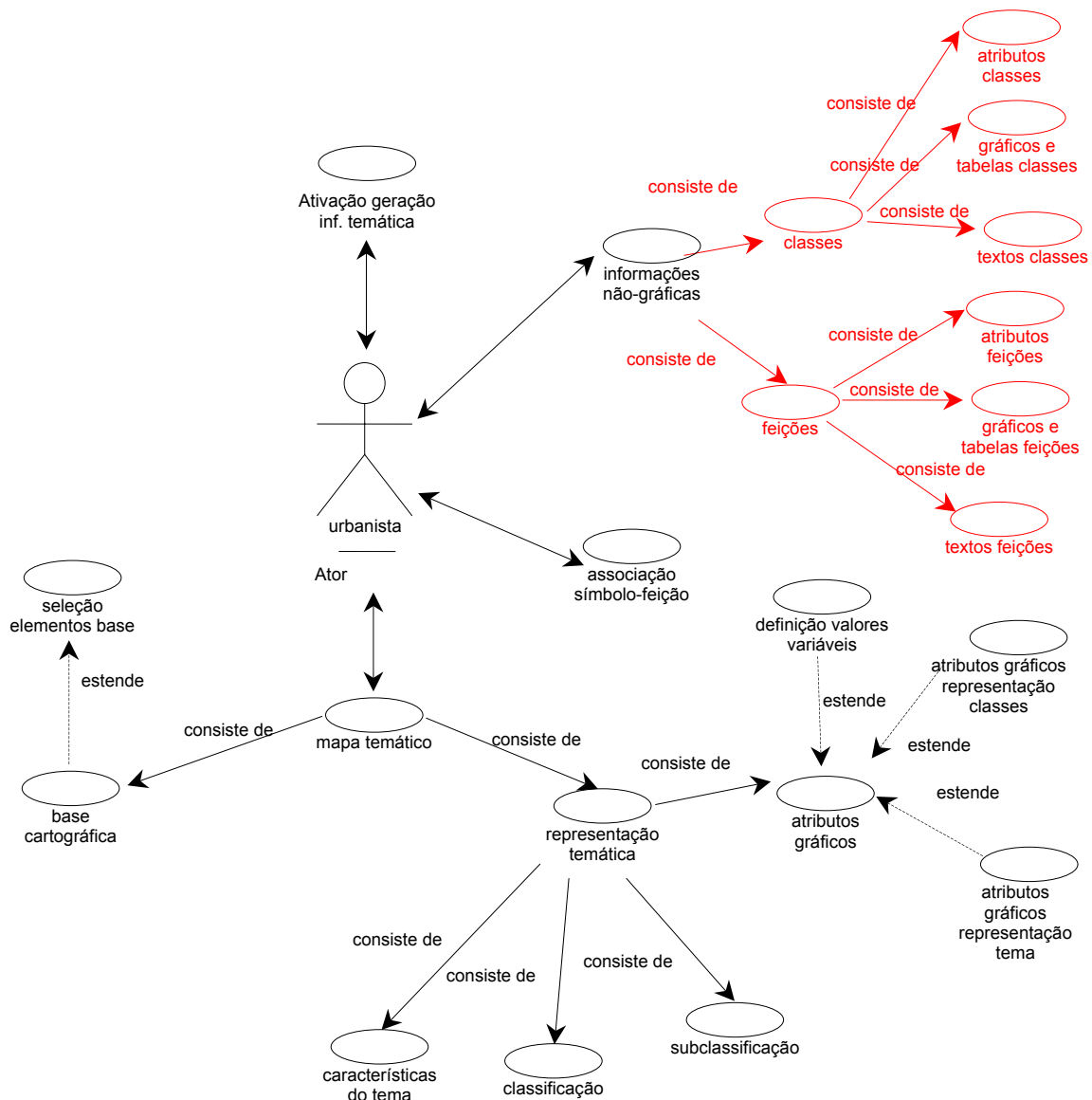


Fig. 5.14 – Os casos de uso subordinados ao caso de uso Informações Não-gráficas.

5.1.2 MÓDULO CONSULTA INTERATIVA E DINÂMICA

No módulo **consulta interativa e dinâmica** estão reunidas as funções para consulta interativa e recursos para animação das informações cartográficas. As funções estão modeladas como **casos de uso** esquematizados na Figura 5.15. O usuário ativa esse aplicativo após as informações temáticas armazenadas. Igualmente ao módulo **geração das informações temáticas**, no módulo **consulta interativa e dinâmica** a interação do usuário com o sistema é realizada por menu (Figura 5.16). A solução por menus foi adotada, devido ao módulo englobar funções com objetivos distintos, porém dependentes quando o usuário analisa as informações armazenadas por meio tanto das consultas interativas, como das animações.

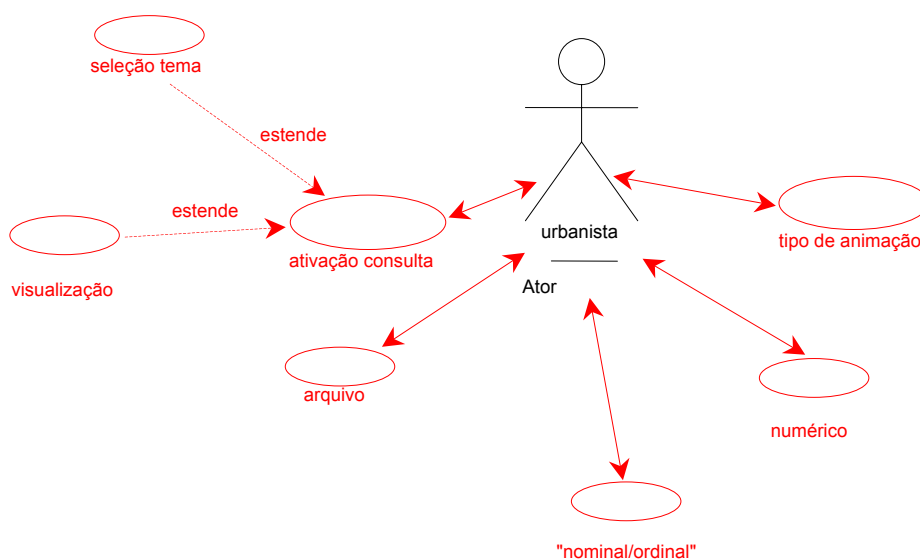


Fig. 5.15 - Diagrama do **caso de uso Consulta Interativa e Dinâmica**.

Por abordar consulta e animação, está prevista a possibilidade do usuário trabalhar com mais de uma tela de visualização. Diferentes telas de visualização são necessárias quando os usuários têm que comparar visualmente diferentes grupos de informação, e em alguns casos, selecionar classes em temas distintos para visualizá-las simultaneamente numa única tela.

ARQUIVO	ZOOM	CONSULTA NOMINAL/ORDINAL	CONSULTA NUMÉRICO	ANIMAÇÃO
NOVO...		EXIBIR	CLASSIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO FENÔMENO
ABRIR...		ELEMENTOS BASE	DEFINIR CLASSES	ATRIBUTO FENÔMENO
FECHAR...		TODAS AS CLASSES	INTERVALOS CONSTANTES	POSIÇÃO E ATRIBUTO
SALVAR...		SELECIONAR CLASSES	QUANTIS	VARIAÇÃO ESPACIAL
		CLASSES	INTERVALOS ÓTIMOS	VARIAÇÃO CRONOLÓGICA
		ATRIBUTOS	QUEBRAS MÁXIMAS	VARIAÇÃO ATRIBUTO
		GRÁFICOS	ATRIBUTOS GRÁFICOS	
		TEXTOS	CONSULTA TODO O MAPA	
		FEIÇÕES	SELECIONAR CLASSES	
		ATRIBUTOS	RAZÃO ENTRE ÁREAS	
		GRÁFICOS	MÍNIMO E MÁXIMO DA CLASSE	
		TEXTOS	MÍNIMO E MÁXIMO DO MAPA	
			CONSULTA REGIÕES	
			DEFINIR REGIÕES	
			MOSTRAR REGIÕES	
			RECUPERAR REGIÃO	

Fig. 5.16 - Menu do aplicativo **consulta interativa e animação**.

No início da análise do espaço urbano o usuário define em qual município irá trabalhar, selecionando-o numa tabela que mostra os nomes dos municípios cujas informações temáticas foram geradas. Para visualizar as informações temáticas nas consultas ou animações, o usuário seleciona o **tópico** e o **tema**, sob os quais as informações estão armazenadas. Como para a elaboração de um Plano Diretor as informações cartográficas analisadas representam os fenômenos em diferentes **níveis de medida**, as consultas sobre essas informações serão diferenciadas, de acordo com as características definidas no módulo **geração das informações temáticas** (item 5.1.1). Devido às informações temáticas terem sido agrupadas em: **tema nominal/ordinal** e **tema numérico**, para a consulta também foram definidos dois grupos de funções denominados: **consulta nominal/ordinal** e **consulta numérico**.

As funções do menu **consulta numérico** foram determinadas com base nos trabalhos sobre cartografia interativa encontrados na literatura, principalmente, nos conhecimentos adquiridos sobre o pacote EXPLOREMAP (Egbert e Slocum, 1992). Pela existência de trabalhos direcionados a desenvolver sistemas para a visualização desse tipo de informação cartográfica, nessa tese foram definidas as funções para o

menu **consulta nominal/ordinal**, pois suas soluções e aplicações não se encontram na literatura consultada.

As funções estabelecidas para o módulo **consulta nominal/ordinal** estão agrupadas em: **exibir**, **classes** e **feições** (Figura 5.16). Os **casos de uso** subordinados à **consulta nominal/ordinal** estão apresentados no diagrama da Figura 5.17. Em **exibir** encontram-se as funções que apresentam informações gráficas nas telas de visualização, ou seja, mapas. A opção **elementos da base** quando selecionada refaz a tela que está habilitada para mostrar somente a base cartográfica. Em **todas as classes**, todas as classes, ou classes e subclasses, geradas sob um único tema são mostradas na tela ativa. Para visualizar algumas classes de um tema, o usuário deve optar por **selecionar classes**, e quando essa função é ativada, a legenda completa do tema é apresentada bem como a base cartográfica. As classes a serem visualizadas são selecionadas na legenda com o mouse, e após cada seleção as classes são apresentadas sobre a base cartográfica.

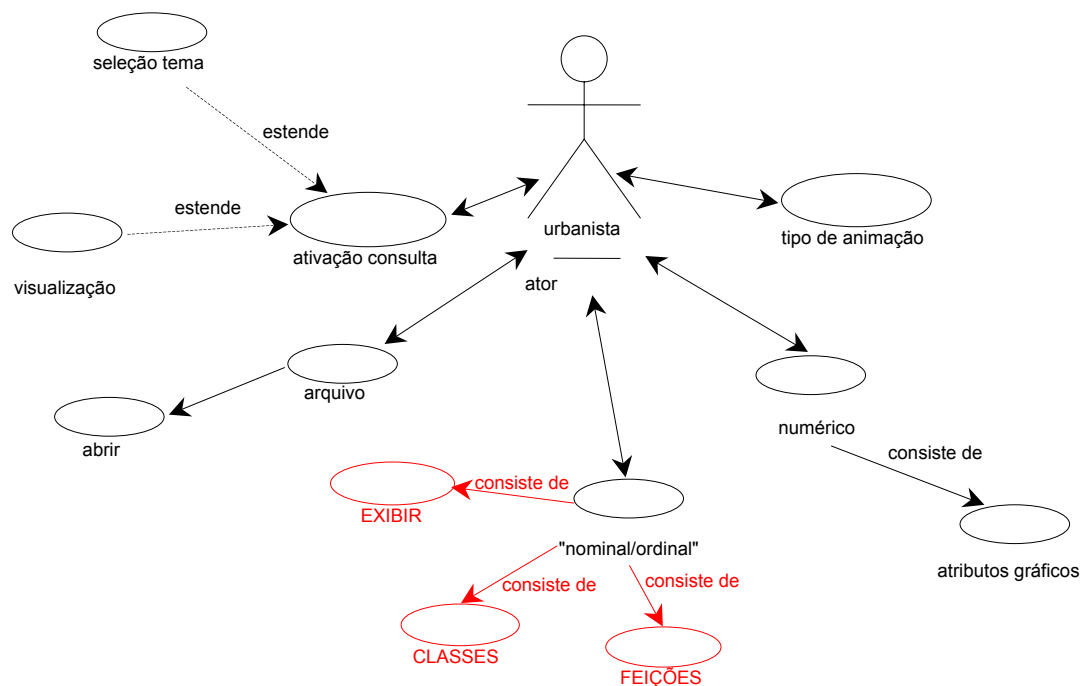


Fig. 5.17 – Os **casos de uso** subordinados ao caso de uso **Consulta Nominal/Ordinal**.

A apresentação de diferentes telas para visualização gráfica permite ao usuário utilizar algumas telas para apresentação das classes de temas distintos, e então selecionar algumas classes, nas diferentes telas, para visualizá-las conjuntamente numa única tela. Nesse caso, o sistema define novamente o leiaute da legenda, para a última tela, para adequar o espaço disponível às legendas dos temas escolhidos. A redefinição de dimensão e leiaute é também necessária para apresentar os diferentes títulos dos temas. A consulta interativa aos atributos não-gráficos, gráficos e textos associados às classes ou às feições é disponível através das funções agrupadas em **classes** e **feições**, como mostra o menu da Figura 5.16. Quando o usuário seleciona o menu **consulta nominal/ordinal**, além das funções **exibir**, **classes** e **feições** já descritas, o sistema habilita as funções **zoom** e **animação**.

A modelagem dos **casos de uso** referentes a geração das animações foi baseado nos conhecimentos adquiridos na literatura consultada sobre animação cartográfica, e nas necessidades dos urbanistas quando elaboram Planos Diretores. Até o momento, a literatura não tem abordado animação cartográfica para mapas em escalas grandes (1:5.000 e 1:10.000), e também de forma específica, animações que apóiem as análises necessárias ao planejamento urbano. Por isso, os conceitos definidos para animações cartográficas, tais como **variáveis dinâmicas** e **tipos de animações**, são utilizados nesse trabalho com o intuito de analisar sua adequação aos objetivos estabelecidos para sistemas que apóiam a elaboração de Planos Diretores.

Para gerar as animações do módulo **consulta interativa e dinâmica**, os **casos de uso** foram definidos como esquematizado no diagrama da Figura 5.18. Ao selecionar a opção **animação** do menu, o sistema apresenta ao usuário as opções: **localização fenômeno**, **atributo fenômeno** e **posição e atributo**. A opção **posição e atributo** pode ser do tipo: **variação espacial**, **variação cronológica** ou **variação atributos**. Tanto esses termos como seus significados são os apresentados na literatura sobre animação cartográfica (DiBiase et al., 1992); (Peterson, 1995) e (Blok, 1999).

A opção **localização fenômeno** gera mapas animados com cintilação, denominados na literatura de **mapas que enfatizam a localização do fenômeno**. Portanto, a única variável dinâmica é a **duração** com a qual é definida a frequência da cintilação das

feições selecionadas. Ao escolher essa opção, a janela da Figura 5.19 é apresentada ao usuário. O usuário seleciona a classe a ser animada, e ao executar a função **gerar animação**, as feições representadas no mapa estático serão animadas por cintilação. O usuário pode alterar a frequência da cintilação para adequá-la a sua percepção visual, e parar a animação para utilizar as funções de consulta.

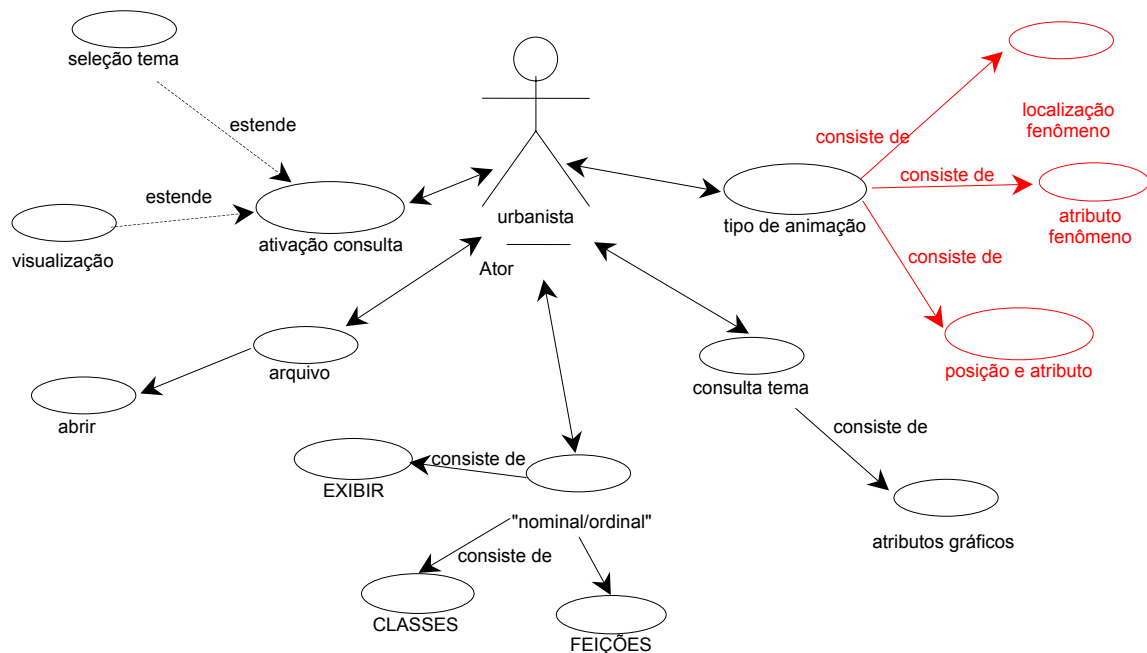


Fig. 5.18 - Diagrama do caso de uso Tipos de Animações.

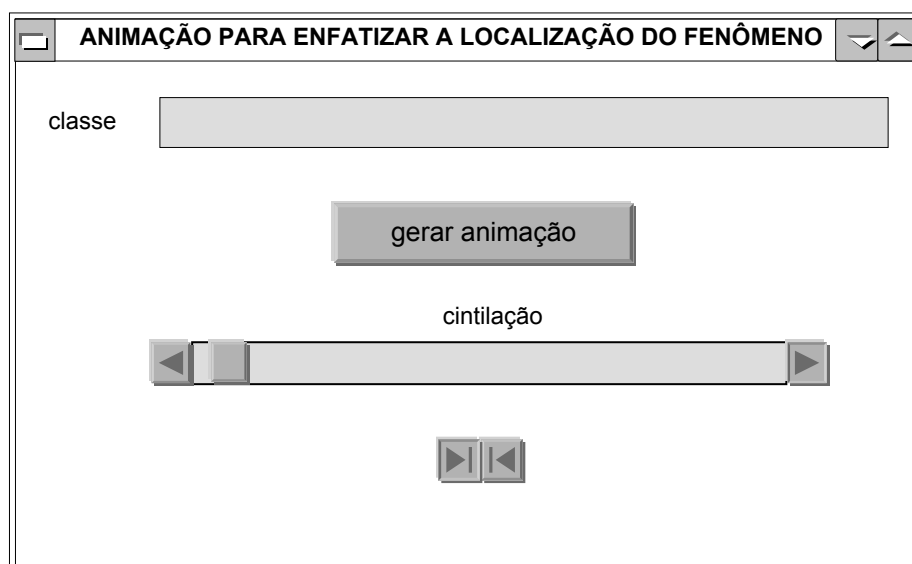


Fig. 5.19 - Janela Animação para Enfatizar a Localização do Fenômeno.

Os mapas classificados como **mapas que enfatizam um atributo do fenômeno** e os **mapas que enfatizam as mudanças em posição e atributo do fenômeno** são gerados com as opções **atributo fenômeno** e **posição e atributo**, respectivamente. Na opção **posição e atributo** estão incluídas as animações denominadas **variação cronológica**, **variação atributos** e **variação espacial**. As animações do tipo *fly-bys*, denominadas de **variação espacial**, para escalas grandes são visualizações de diferentes pontos de visada de representações tridimensionais da superfície terrestre (modelos numéricos do terreno). Essas animações não foram incluídas nesse protótipo, por existirem softwares que permitem gerá-las, como por exemplo, simuladores de voo. Portanto, as opções previstas na **modelagem dos requisitos** são **atributo fenômeno** e **posição e atributo**, a última contemplando as animações **variação cronológica** e **variação atributo**. A opção **atributo fenômeno** gera animações de características do fenômeno geográfico definidas num instante de tempo. As opções relativas a **posição e atributo** resultam em animações das variações das características do fenômeno num período de tempo. Portanto, a diferença entre as animações geradas com as funções **atributo fenômeno** e **posição e atributo**, está no conjunto de dados a partir dos quais os quadros são definidos. Cada quadro da animação é um mapa estático que representa certa característica do fenômeno, que pode estar definida para um período de tempo, ou um instante de tempo. Conseqüentemente, os parâmetros que o usuário deve definir para que o sistema gere as animações são os mesmos para todas as opções, ou seja, ordem das classes e frequência ou velocidade da animação. Assim, todas as opções, **atributo fenômeno**, **variação cronológica** e **variação atributo** apresentam ao usuário a mesma janela, exemplificada na Figura 5.20.

Na modelagem apresentada nessa tese, foi estabelecido que as **variáveis dinâmicas duração, taxa de variação e ordem** serão definidas pelo usuário, quando esse informa ao sistema qual a duração em segundos de cada cena, e a ordem da apresentação das classes. Ao executar a função **gerar animação**, a animação é automaticamente apresentada ao usuário. Da mesma forma que na cintilação, o sistema deve permitir que as animações sejam congeladas em qualquer cena, para que sobre a cena o usuário possa recorrer à **consulta**. A possibilidade de utilizar de forma combinada os recursos de

animação e consulta caracteriza esse sistema como cartograficamente dinâmico e interativo.

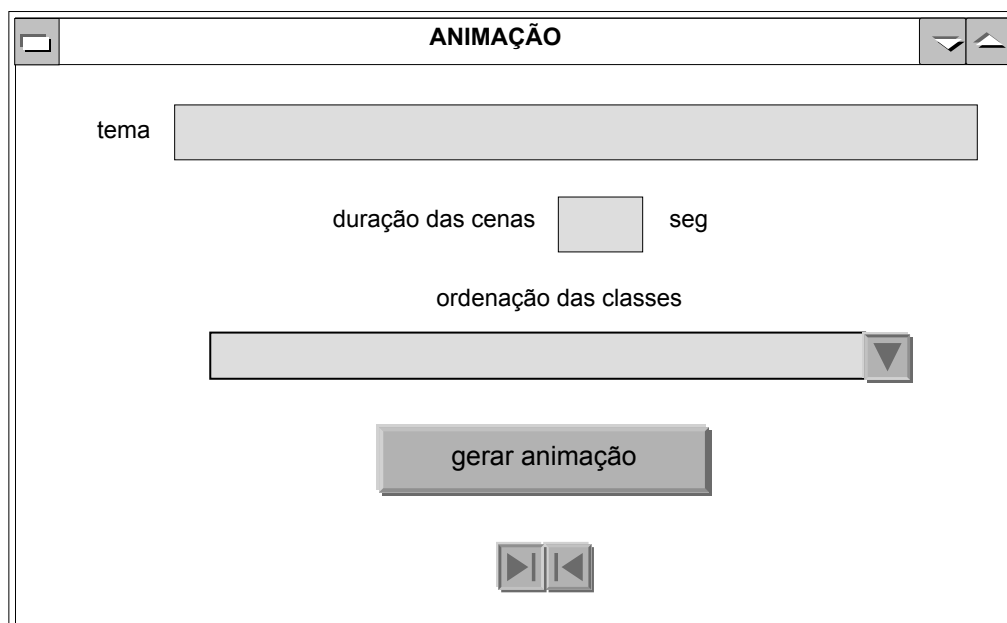


Fig. 5.20 - Janela **Animação**.

A utilização das animações combinadas com interatividade permite aos usuários selecionar as feições que aparecerão no primeiro plano da animação, definindo as demais feições, ou mesmo apenas a base cartográfica, como fundo. Para o mesmo exemplo do tema no qual as escolas são representadas, com as animações que enfatizam a **localização dos atributos do fenômeno**, o usuário poderá observar as localizações das escolas de acordo com os níveis escolares oferecidos. As animações que mostram as **mudanças cronológicas** são úteis na observação da ocupação urbana no tempo. De fato, para quaisquer das informações temáticas geradas, se forem conhecidas as variações temporais de suas características espaciais, as animações que enfatizam as variações cronológicas podem ser geradas e observadas, enriquecendo a análise da ocupação urbana em relação às tendências temporais dos fenômenos.

5.2 A ANÁLISE ORIENTADA A OBJETOS

5.2.1 PROJETO CARTOGRÁFICO PARA O MAPEAMENTO DAS CONDICIONANTES URBANÍSTICAS

A modelagem conceitual das interfaces que apresentam ao usuário as opções de **variáveis visuais** e de símbolos gráficos que podem ser usados para representação dos temas, exigiu um estudo sobre as características das informações geográficas mapeadas em grandes escalas (1:5.000 e 1:10.000). O propósito desse estudo foi definir quais ações o sistema deve realizar para apresentar um conjunto apropriado de **variáveis visuais** de acordo com a **dimensão** e **nível de medida** do fenômeno geográfico. A primeira etapa do estudo resultou na definição da **dimensão**, **nível de medida**, **classes e subclasses**, e **feições** da base cartográfica para cada mapa temático sobre as **condicionantes urbanísticas**, analisadas na elaboração do Plano Diretor do Município de Rio Negro (Apêndice C).

Um dos resultados da análise dos projetos cartográficos temáticos foi a identificação de quatro grupos de informações necessárias ao desenvolvimento de Planos Diretores. Esses grupos são definidos de acordo com o número de níveis de classificação, que podem ser: **temas representados sem classes** (Figura 5.21), **temas representados com um nível de classificação** (Figura 5.22) e **temas representados com dois níveis de classificação**. Quando o tema é classificado em classes e subclasses, duas diferentes situações podem ocorrer: quando todas as classes tem a mesma **dimensão espacial**, ou diferentes classes tem diferentes **dimensões**, como mostra a Figura 5.23. As Figuras 5.24, 5.25, 5.26 e 5.27 apresentam esquematicamente os quatro grupos de informação, com as **dimensões espaciais** e **níveis de medida** possíveis em cada situação. Conseqüentemente, o sistema é projetado para definir **variáveis visuais** e a respectiva simbologia para feições pontuais, lineares e de área, que podem ser definidas nos **níveis de medida nominal, ordinal** ou **numérico**, com diferentes níveis de classificação.

O conhecimento das características das informações geográficas agrupadas sob o tópico **condicionantes urbanísticas** permitiu definir as **variáveis visuais** adequadas à representação dos temas, para as quatro diferentes situações relacionadas aos níveis de

classificação (Figuras 5.24, 5.25, 5.26 e 5.27). Com isso, o sistema permite ao urbanista construir qualquer tipo de mapa temático necessário a suas análises. As decisões sobre as **variáveis visuais** foram baseadas na tipologia apresentada por (MacEachren, 1994a p.33), e nas soluções gráficas comumente encontradas em mapas temáticos.

TELEFONE PÚBLICO

Dimensão geográfica: PONTO

Nível de medida: LOCACIONAL

ESTE TEMA É REPRESENTADO SEM CLASSES

Fig. 5.21- Exemplo de um tema representado sem classes.

SISTEMA VIÁRIO

Dimensão geográfica: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Classes:

- Estrutural
- Via conectora
- Via coletora
- Via secundária
- Via marginal
- Ciclovía
- Eixo turístico

Fig. 5.22 – Exemplo de tema representado com um nível de classificação.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

Dimensão geográfica: ÁREA

Nível de medida: NOMINAL

Classes:

- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Institucional e público
- Rural
- Restrito
- Misto

Classe RESIDENCIAL

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Habitação padrão
- Habitação social
- Habitação precária

Classe COMERCIAL

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Varejo
- Serviços

Classe INSTITUCIONAL E PÚBLICO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Instituições governamentais
- Serviços públicos

Classe RESTRITO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Áreas abaixo da cota de enchente
- Áreas de preservação ambiental

(a)

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2 classes com 2 dimensões diferentes

Classes:

- Rede de distribuição
- Reservatórios e estações de tratamento

Classe REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Dimensão: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Construída
- Em construção
- Projetada

Classe RESERVATÓRIOS E ESTAÇÕES

DE TRATAMENTO

Dimensão: PONTO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Estação de tratamento
- Reservatórios
- Ponto de captação

(b)

Fig. 5.23 – Exemplos de temas representados com dois níveis de classificação: (a) as classes são definidas com a mesma dimensão geográfica; (b) as classes são definidas com diferentes dimensões geográficas.

VARIÁVEIS REPRESENTADAS SEM CLASSES

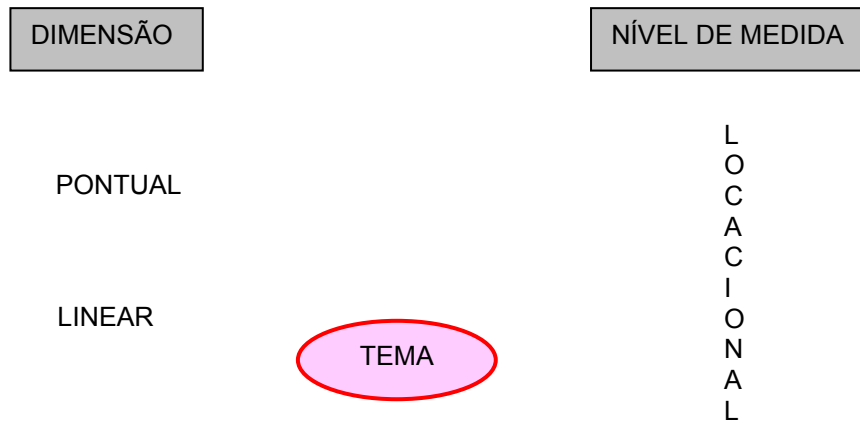


Fig. 5.24 – Representação esquemática do grupo de temas representados sem classes.

UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO

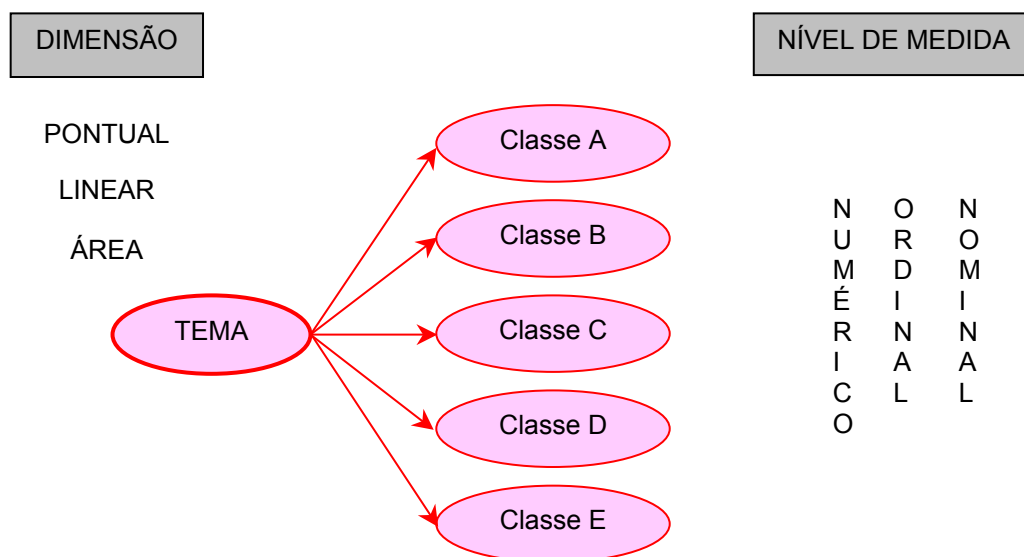


Fig. 5.25 – Representação esquemática do grupo de temas representados com um nível de classificação.

DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

AS CLASSES SÃO REPRESENTADAS PELA MESMA DIMENSÃO GEOGRÁFICA

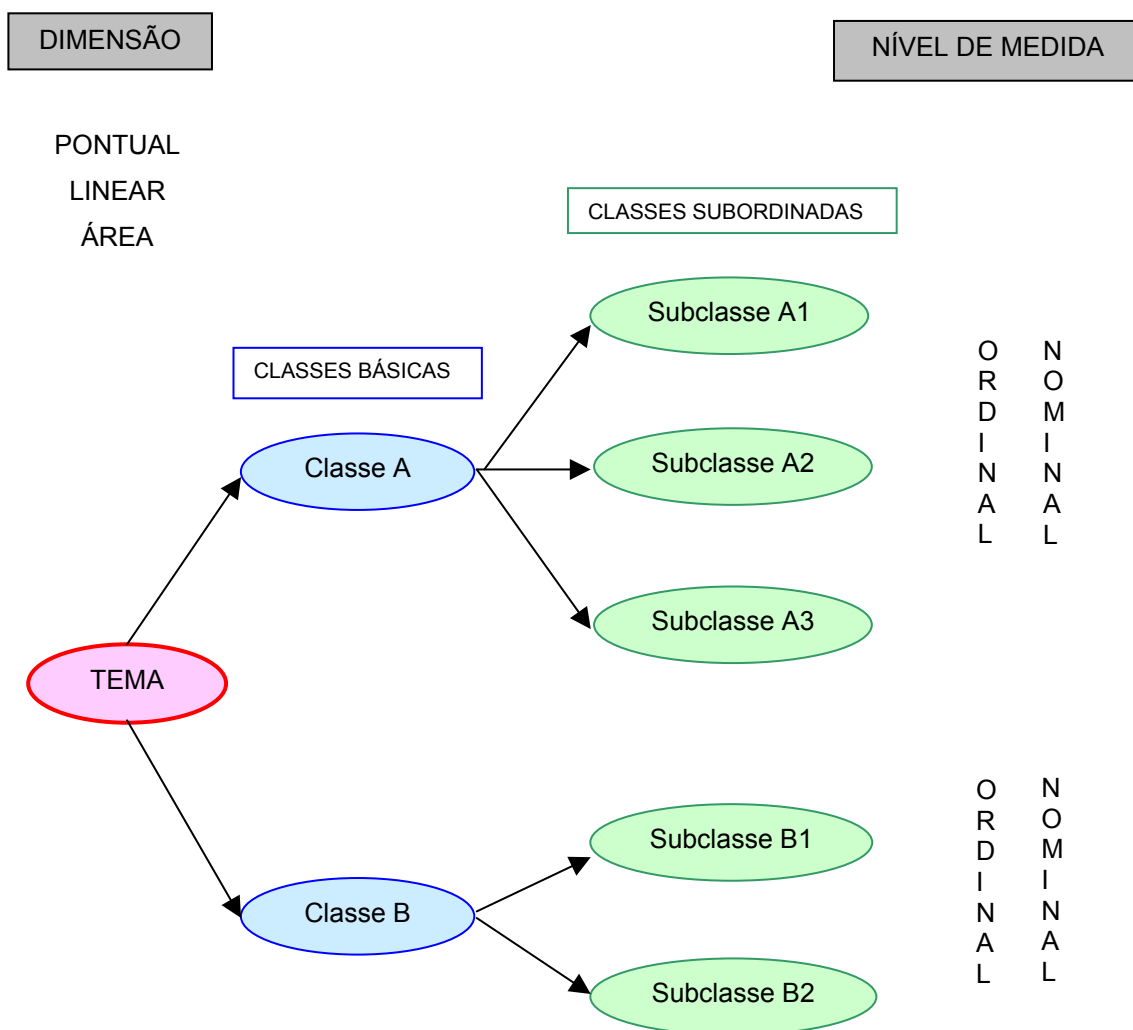


Fig. 5.26 – Representação esquemática do grupo de temas representados com dois níveis de classificação, sendo as classes representadas com a mesma dimensão geográfica.

DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO E DIMENSÕES GEOGRÁFICAS DIFERENTES

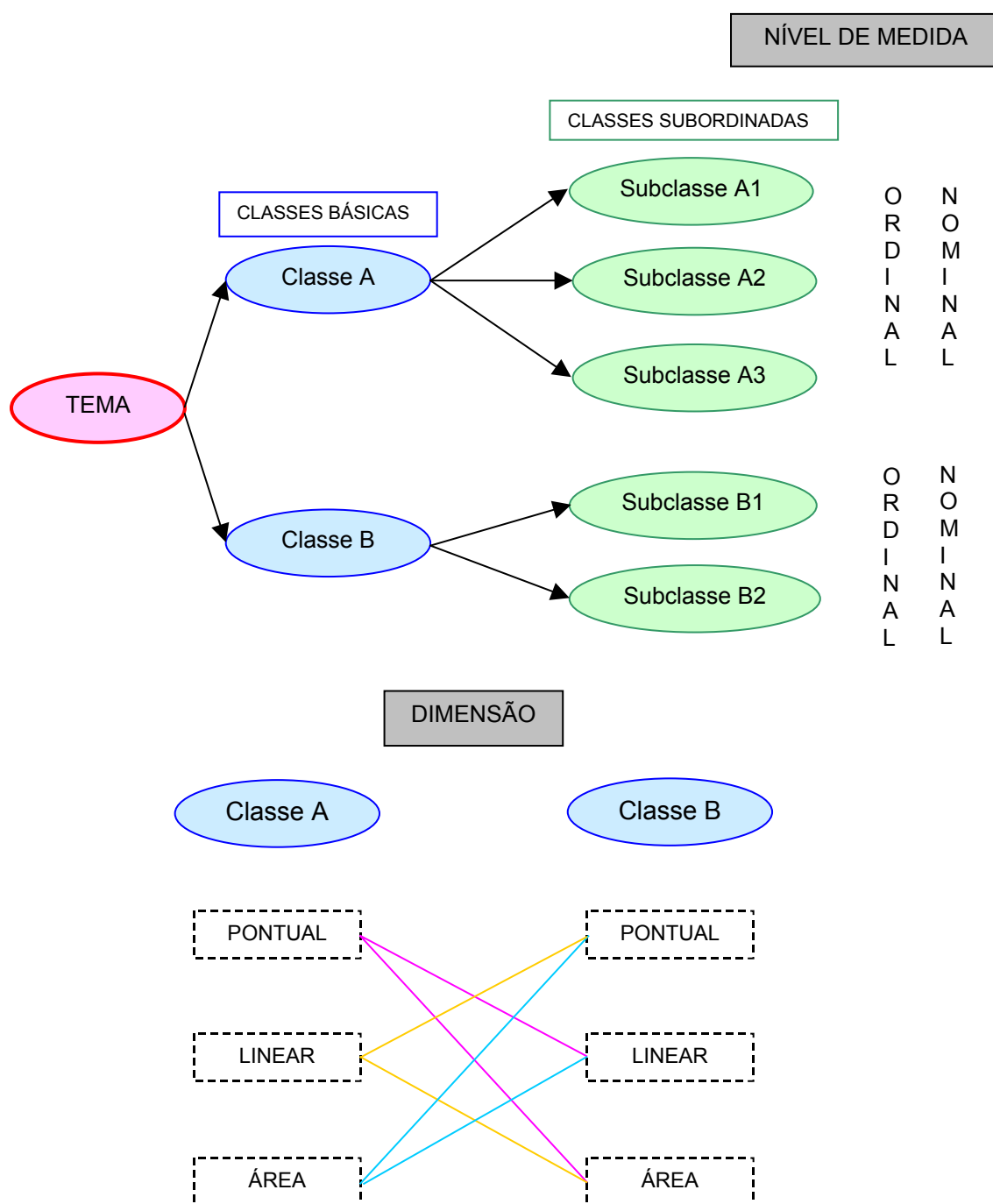


Fig. 5.27 – Representação esquemática do grupo de temas representados com dois níveis de classificação, sendo as classes representadas com diferentes dimensões geográficas.

A variável visual **textura** foi adotada apenas para a representação de símbolos de área, devido às limitações gráficas quando aplicada a pontos e linhas, e nesses casos não ser familiar ao usuário. Dois tipos de **texturas** foram definidas para esse protótipo, denominadas de **textura nominal** e **textura ordinal**. As **texturas ordinais** são compostas de marcas pontuais ou lineares cujos tamanhos se mantêm constantes, enquanto o espaçamento, entre as marcas, varia para cada diferente classe representada. O efeito visual é a variação da proporção de preto e branco para as diferentes classes (Figuras 5.28 e 5.29).

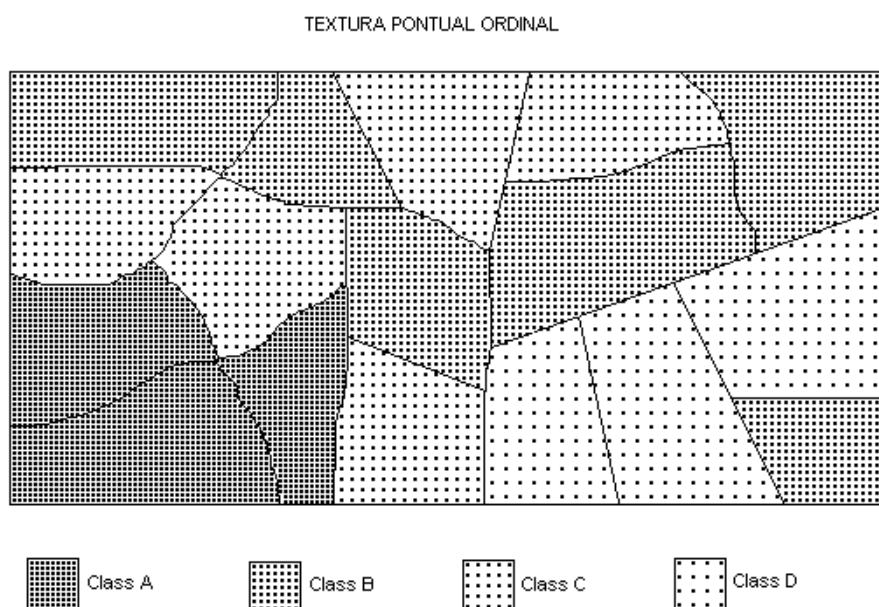


Fig. 5.28 – Exemplo de **textura pontual ordinal**.

As **texturas nominais** são também compostas de marcas pontuais ou lineares, porém seus tamanhos e espaçamentos variam de forma a manter constante a proporção de preto e branco (Figura 5.30). As denominações **textura nominal** e **textura ordinal** foram adotadas nesse trabalho com base nas diferentes imagens resultantes das proporções de branco e preto definidas em cada uma das **texturas**. Porém, devem ser realizados testes com usuários para se conhecer como as **texturas** são percebidas, e a eficiência dessas **variáveis visuais** na representação de variáveis de área, **nominais** ou **ordinais**.

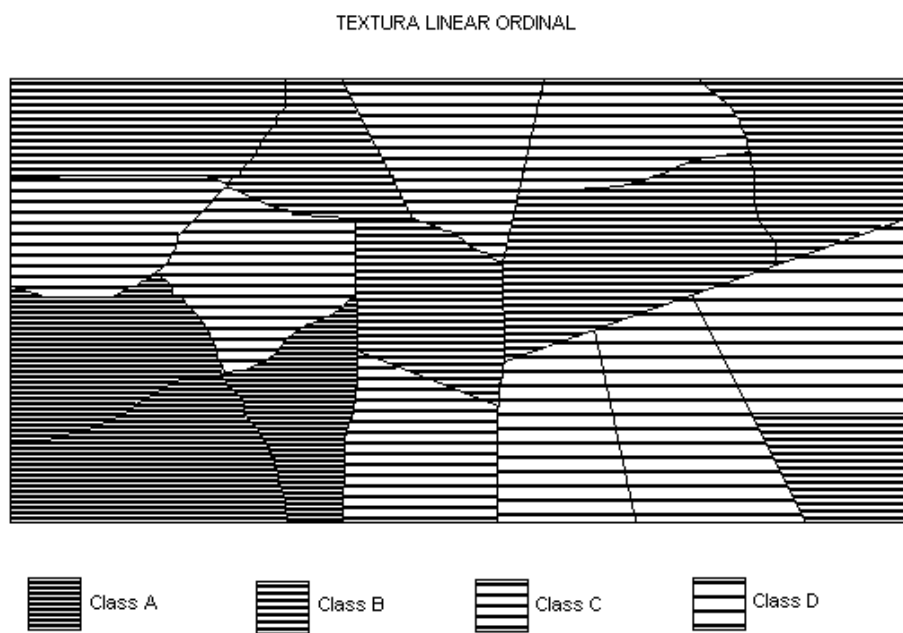


Fig. 5.29 – Exemplo de **textura linear ordinal**.

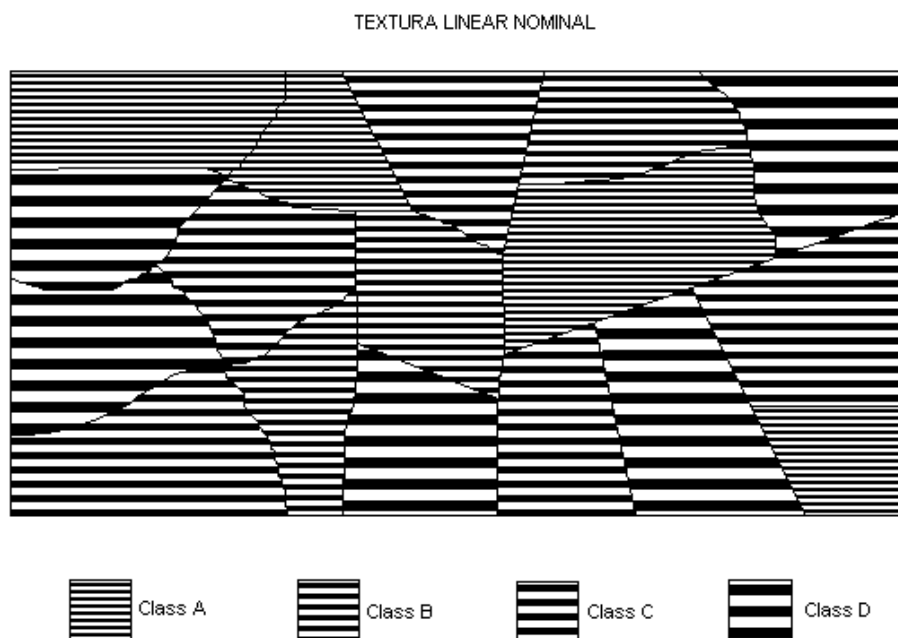


Fig. 5.30 – Exemplo de **textura linear nominal**.

O emprego das variáveis visuais **arranjo**, **forma** e **orientação** foi analisado seguindo o mesmo raciocínio realizado para **texturas**, ou seja, o uso de variáveis visuais comumente empregadas em mapas temáticos, e portanto conhecidas dos usuários. Na análise foi também considerado o número limitado de diferentes possíveis símbolos gráficos quando as variáveis visuais **arranjo**, **forma** e **orientação** são aplicadas a símbolos pontuais, lineares ou de área. Essa limitação é verificada para a variável visual **arranjo** quando utilizada para símbolos pontuais e de área, nesses casos sendo possível a criação de 3, ou no máximo 4, diferentes símbolos gráficos. Semelhantemente, a variável visual **orientação** possibilita pouca variação gráfica quando aplicada a linhas. A variável visual **forma** foi desconsiderada como possibilidade para fenômenos de áreas devido às facilidades computacionais para a representação utilizando tons de cor. Portanto, a variável visual **arranjo** foi incluída apenas para símbolos lineares, pois, além das razões acima citadas, é freqüentemente encontrada em gráficos e diagramas. A variável visual **forma** foi definida como possibilidade para símbolos pontuais e lineares, e **orientação** podendo ser aplicada a pontos e áreas. O resultado da inclusão dessas decisões na tipologia utilizada nesse protótipo é mostrado nas Figuras 5.31 e 5.32 (Robbi, 1999). As diferenças entre a tipologia proposta por MacEachren (1994, p.33) estão apresentadas em vermelho nas Figuras 5.31 e 5.32.

	ponto	linha	área
forma	S	S	N
tamanho	S	S	N
tom de cor	S	S	S
valor de cor	S	S	S
saturação de cor	S	S	S
textura nominal	N	N	S
textura ordinal	N	N	S
orientação	S	N	S
arranjo	N	S	N

S = é uma possibilidade N = não é uma possibilidade

Fig. 5.31– Variáveis visuais aplicadas a símbolos pontuais, lineares e de área.

	numérico	ordinal	nominal
localização	B	B	B
forma	P	P	B
tamanho	B	B	P
tom de cor	M	M	B
valor de cor	M	B	P
saturação de cor	M	B	P
textura nominal	M	M	B
textura ordinal	M	B	P
orientação	P	P	B
arranjo	P	P	M

B = bom M = efeito marginal P = pobre

Fig. 5.32 – Relação entre as **variáveis visuais** e os **níveis de medida**.

A tipologia resultante foi a base para a definição das regras que o sistema segue para apresentar ao usuário um conjunto de **variáveis visuais**, de acordo com a **dimensão**, **nível de medida** e níveis de classificação da variável a ser representada. As regras foram estabelecidas para cada um dos casos anteriormente citados, ou seja, tema representado **sem classificação**, com **um nível de classificação**, com **dois níveis de classificação**, cujas classes são definidas com a mesma dimensão espacial, e com **dois níveis de classificação** com classes representadas por diferentes dimensões. Exceto para o primeiro grupo de temas, **sem classificação**, as regras para os demais estão agrupadas de acordo com a dimensão espacial da variável: ponto, linha e área.

Segundo as regras estabelecidas, o conjunto de **variáveis visuais** aplicado a um tema específico é obtido em duas etapas. Primeiro, o sistema deve decidir se cada uma das **variáveis visuais** apresentadas na Figura 5.31 será **disponível** ou não. Por exemplo, se uma variável é para ser representada como tendo um nível de classificação, dimensão pontual e nível de medida ordinal, as variáveis visuais **forma** e **tamanho** serão definidas como **disponíveis**. Com a variável visual **tamanho**, as diferenças ordinais entre as classes serão representadas, e a variável **forma** deve estar **disponível** porque o

sistema deve desenhar todos símbolo com uma determinada forma. Porém, **textura nominal**, **textura ordinal**, **orientação** e **arranjo** não são consideradas como possibilidades. De acordo com a tipologia adotada (Figuras 5.31 e 5.32), **textura nominal**, **textura ordinal** e **arranjo** não são aplicadas a símbolos pontuais, e **orientação** tem um efeito visual pobre para representar variáveis ordinais.

A segunda etapa é definir qual **variável visual**, entre as disponíveis, será adotada para representar as diferentes classes do fenômeno. Para o mesmo exemplo, um nível de classificação, variável pontual e ordinal, as variáveis visuais **disponíveis** são: **forma**, **tamanho**, **tom de cor**, **valor de cor** e **saturação de cor**. Porém, somente as variáveis visuais **tamanho**, **valor de cor** e **saturação de cor** poderão ser utilizadas para representar as diferentes classes, portanto **variarão** de acordo com as características do tema. Os três diferentes estados que cada **variável visual** pode assumir no sistema, durante a geração de um mapa temático, são denominados de **variável**, **invariável** ou **nulo**. No caso de variáveis definidas como representadas sem classificação, sua dimensão espacial pode ser pontual ou linear, e seu nível de medida é sempre **locacional** (Figura 5.24). Conseqüentemente, os estados das **variáveis visuais** são os definidos como na tabela 5.1.

TABELA 5.1 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS REPRESENTADOS SEM CLASSIFICAÇÃO

Nível de medida	<u>Locacional</u>
Forma	Invariável
Tamanho	Invariável
Tom de cor	Invariável
Valor de cor	Invariável
Saturação de cor	Invariável
Textura nominal	Nulo
Textura ordinal	Nulo
Orientação	Nulo
Arranjo	Nulo

DIMENSÕES PONTUAL OU LINEAR

Quando a informação temática é representada com um nível de classificação, para cada dimensão geográfica pontual, linear ou de área, os estados das **variáveis visuais** são separados em dois grupos: **nominais** e **ordinais**; ou **numéricos**. Os grupos são resultantes das diferentes características das consultas como descrito no item 5.1.2. Os estados das **variáveis visuais** para essas situações estão apresentados na tabela 5.2, 5.3 e 5.4.

TABELA 5.2 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS REPRESENTADOS COM UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO PARA DIMENSÕES PONTUAIS

Nível de medida	<u>Numérico</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Invariável	Invariável	Variável
Tamanho	Variável	Variável	Invariável
Tom de cor	Invariável	Invariável	Variável
Valor de cor	Variável	Variável	Invariável
Saturação de cor	Variável	Variável	Invariável
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Variável
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo

TABELA 5.3 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS REPRESENTADOS COM UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO PARA DIMENSÕES LINEARES

Nível de medida	<u>Numérico</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Invariável	Invariável	Variável
Tamanho	Variável	Variável	Invariável
Tom de cor	Invariável	Invariável	Variável
Valor de cor	Variável	Variável	Invariável
Saturação de cor	Variável	Variável	Invariável
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Nulo
Arranjo	Nulo	Nulo	Variável

TABELA 5.4 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS REPRESENTADOS COM UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO PARA DIMENSÕES DE ÁREA

Nível de medida	<u>Numérico</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Nulo	Nulo	Nulo
Tamanho	Nulo	Nulo	Nulo
Tom de cor	Invariável	Invariável	Variável
Valor de cor	Variável	Variável	Invariável
Saturação de cor	Variável	Variável	Invariável
Textura nominal	Nulo	Nulo	Variável
Textura ordinal	Variável	Variável	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Variável
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo

Os dois casos para temas representados por dois níveis de classificação demandam diferentes soluções. Quando as classes são representadas com diferentes dimensões espaciais, por exemplo, pontual e linear, essas são visualmente independentes. Por isso, para definir as **variáveis visuais** para cada classe, as mesmas regras estabelecidas para temas com um nível de classificação são aplicadas. Por exemplo, para o mapa temático do **abastecimento de água**, a classe **distribuição de água** é linear, enquanto a classe **reservatórios e estações de tratamento** é pontual. Conseqüentemente, as duas classes podem ser vistas, para a implementação do sistema, como dois mapas separados, que representam duas variáveis independentes. O mapa final ou seja, **abastecimento de água**, é o resultado da sobreposição da representação das duas classes.

Para temas representados por dois níveis de classificação, nos quais todas as classes têm a mesma dimensão espacial, as opções de **variáveis visuais** para representar as subclasses de cada classe são dependentes das opções de **variáveis visuais** definidas para representar as diferentes classes do tema. Assim, os diferentes estados das **variáveis visuais** (**variável**, **invariável** ou **nulo**), são dependentes dos níveis de medida definidos para o tema e para cada uma das classes. Por exemplo, o mapa temático **educação**, cujas classes são **mantenedores** e **níveis escolares**, representa uma variável pontual e nominal; sendo os estados das **variáveis visuais** como apresentados na tabela

5.5. Conseqüentemente, as opções de **variáveis visuais** apresentadas ao usuário são **forma** e **orientação**. Os símbolos gráficos para representar as diferentes classes serão criados de acordo com a **variável visual** escolhida pelo usuário. Porém, se uma das classes deve ser subclassificada, os símbolos gráficos para representar as subclasses são gerados de acordo com um outro conjunto de **variáveis visuais**. Seguindo o mesmo exemplo do mapa temático **educação**, o nível de medida da classe **mantenedores** é nominal, por isso, os estados das **variáveis visuais** para representar as subclasses dessa classe são apresentados na tabela 5.5. O exemplo hipotético da Figura 5.33 apresenta o uso das variáveis visuais **tom de cor** e **tamanho** para a representação de tema **nominal** e classes **ordinais**.

TABELA 5.5 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA REPRESENTAR TEMAS E CLASSES PONTUAIS E NOMINAIS, PARA DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

Nível de medida	<u>Nominal</u>		Nível de medida	<u>Nominal</u>
Forma	Variável		Forma	Nulo
Tamanho	Invariável		Tamanho	Nulo
Tom de cor	Invariável		Tom de cor	variável
Valor de cor	Invariável		Valor de cor	Nulo
Saturação de cor	Invariável		Saturação de cor	Nulo
Textura nominal	Nulo		Textura nominal	Nulo
Textura ordinal	Nulo		Textura ordinal	Nulo
Orientação	Variável		Orientação	Nulo
Arranjo	Nulo		Arranjo	Nulo

TEMA DE DIMENSÃO PONTUAL

CLASSE DE DIMENSÃO PONTUAL

O conjunto de regras para definir as opções de variáveis visuais para temas representados com dois níveis de classificação, cujas classes são representadas com a mesma dimensão geográfica são apresentados nas tabelas 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11.

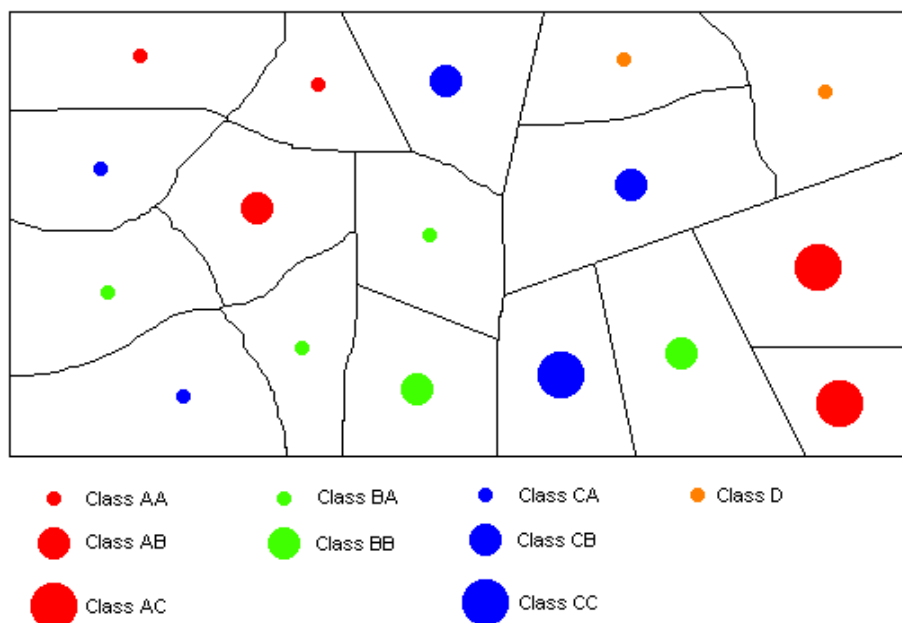


Fig. 5.33 – O uso das **variáveis visuais tom de cor e tamanho**.

TABELA 5.6 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS PONTUAIS ORDINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida	<u>Ordinal</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Invariável	Nulo	Variável
Tamanho	Variável	Nulo	Nulo
Tom de cor	Invariável	Nulo	Variável
Valor de cor	Invariável	Variável	Nulo
Saturação de cor	Invariável	Variável	Nulo
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Variável
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo
	TEMA	CLASSE	

TABELA 5.7 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS PONTUAIS NOMINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida	<u>Nominal</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Variável	Nulo	Nulo
Tamanho	Invariável	Variável	Nulo
Tom de cor	Invariável	Nulo	Variável
Valor de cor	Invariável	Variável	Nulo
Saturação de cor	Invariável	Variável	Nulo
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Variável	Nulo	Nulo
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo
TEMA		CLASSE	

TABELA 5.8 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS LINEARES ORDINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida	<u>Ordinal</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Nulo	Nulo	Variável
Tamanho	Variável	Nulo	Nulo
Tom de cor	Invariável	Nulo	Variável
Valor de cor	Invariável	Variável	Nulo
Saturação de cor	Invariável	Variável	Nulo
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Nulo
Arranjo	Nulo	Nulo	Variável
TEMA		CLASSE	

TABELA 5.9 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS LINEARES NOMINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida	<u>Nominal</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Variável	Nulo	Nulo
Tamanho	Invariável	Variável	Nulo
Tom de cor	Invariável	Nulo	Variável
Valor de cor	Invariável	Variável	Nulo
Saturação de cor	Invariável	Variável	Nulo
Textura nominal	Nulo	Nulo	Nulo
Textura ordinal	Nulo	Nulo	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Nulo
Arranjo	Variável	Nulo	Nulo
TEMA		CLASSE	

TABELA 5.10 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS DE ÁREA ORDINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida		<u>Ordinal</u>		<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma		Nulo		Nulo	Nulo
Tamanho		Nulo		Nulo	Nulo
Tom de cor		Invariável		Nulo	Variável
Valor de cor		Variável		Nulo	Nulo
Saturação de cor		Variável		Nulo	Nulo
Textura nominal		Nulo		Nulo	Variável
Textura ordinal		Nulo		Variável	Nulo
Orientação		Nulo		Nulo	Variável
Arranjo		Nulo		Nulo	Nulo
TEMA		CLASSE			

TABELA 5.11 – ESTADOS DAS VARIÁVEIS VISUAIS PARA TEMAS DE ÁREA NOMINAIS REPRESENTADOS COM DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, CUJAS CLASSES TÊM A MESMA DIMENSÃO ESPACIAL

Nível de medida	<u>Nominal</u>	<u>Ordinal</u>	<u>Nominal</u>
Forma	Nulo	Nulo	Nulo
Tamanho	Nulo	Nulo	Nulo
Tom de cor	Variável	Nulo	Nulo
Valor de cor	Invariável	Variável	Nulo
Saturação de cor	Invariável	Variável	Nulo
Textura nominal	Nulo	Nulo	Variável
Textura ordinal	Nulo	Variável	Nulo
Orientação	Nulo	Nulo	Variável
Arranjo	Nulo	Nulo	Nulo
	TEMA	CLASSE	

Por se tratar da representação de duas ou mais variáveis visuais num único mapa temático, tanto para fenômenos pontuais, lineares ou de área, as soluções gráficas podem resultar em imagens complexas. Devido a dificuldade de se definir soluções gráficas adequadas, cada uma das possíveis situações deve ser estudada, e testes com usuários devem ser realizados. Por ser essa uma primeira proposta de um conjunto de regras que possibilite a definição de **variáveis visuais** adequadas ao mapeamento temático de múltiplas variáveis, exemplos de mapas hipotéticos foram criados. Os exemplos mostram a representação de classes e subclasses, **nominais** e **ordinais**, para símbolos pontuais e de área. O propósito da criação dos exemplos foi analisar alguns possíveis resultados quando o conjunto de regras, definido nesse trabalho, é aplicado. Os exemplos são representações de variáveis pontuais e de área, e são apresentados no Apêndice D.

Um exemplo para cada possível **variável visual** aplicada a dois níveis de classificação foi criado, para primitivas gráficas pontuais ou de área. Todos os exemplos de símbolos pontuais têm 4 classes: A, B, C e D. Para os exemplos cujos tema e classes são

ordinais, a classe A tem 3 subclasses, a, b e c; e a classe C, duas subclasses, a e b. De acordo com o conjunto de regras estabelecido, a **variável visual** para representar o tema foi definida como **tamanho**, e as variáveis visuais para a representação das classes foram **valor de cor**, para o primeiro mapa, e **saturação de cor**, para o segundo mapa (Apêndice D, item D.1). Os exemplos que representam temas definidos com nível de medida **ordinal**, e classes com nível de medida **nominal**, foram definidos com 3 subclasses, a, b e c, para as classes B e C. Nesses casos, a variável tema é representada com a variável visual **tamanho**, enquanto as classes subclassificadas representadas com as variáveis visuais **tom de cor**, **forma** e **orientação** (Apêndice D, item D.2).

Todos os exemplos sobre temas **nominais** foram definidos com 4 classes: A, B, C e D, sendo as classes A, B, e C subdivididas em 3, 2 e 3 subclasses respectivamente. Os exemplos criados para a representação de tema **nominal** e classes **ordinais** são combinações das variáveis visuais **forma**, **tom de cor** e **orientação**, com **tamanho**, **valor de cor**, e **saturação de cor** (Apêndice D, item D.3). Os exemplos que mostram tema e classes **nominais** são representações das variáveis visuais **forma** e **orientação** combinadas com a variável **tom de cor** (Apêndice D, item D.4).

A comparação desses exemplos resultou em algumas conclusões úteis para a definição das regras para a seleção das variáveis visuais. Os exemplos que representam temas **ordinais** e classes **nominais** (exemplos 3, 4 e 5) (Apêndice D) e temas **nominais** e classes **ordinais** (exemplos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14) (Apêndice D) revelaram que as diferenças **nominais** são melhor percebidas com **forma** e **tom de cor**, do que com **orientação**. Como consequência, a utilidade da variável visual **orientação**, e a eficiência da **forma** e **tom de cor**, na representação de diferenças **nominais** devem ser avaliadas com testes com usuários. Porém, uma diferença significativa entre as variáveis visuais **forma** e **tom de cor**, é a limitação da variável visual **forma** observada na comparação dos exemplos 3 e 6. O exemplo 6 mostrou que **forma** é uma possibilidade quando o tema é uma variável **nominal**, porém não pode ser usada para a representação das diferenças **nominais** de duas ou mais classes, como no exemplo 3 (Figura 5.34).

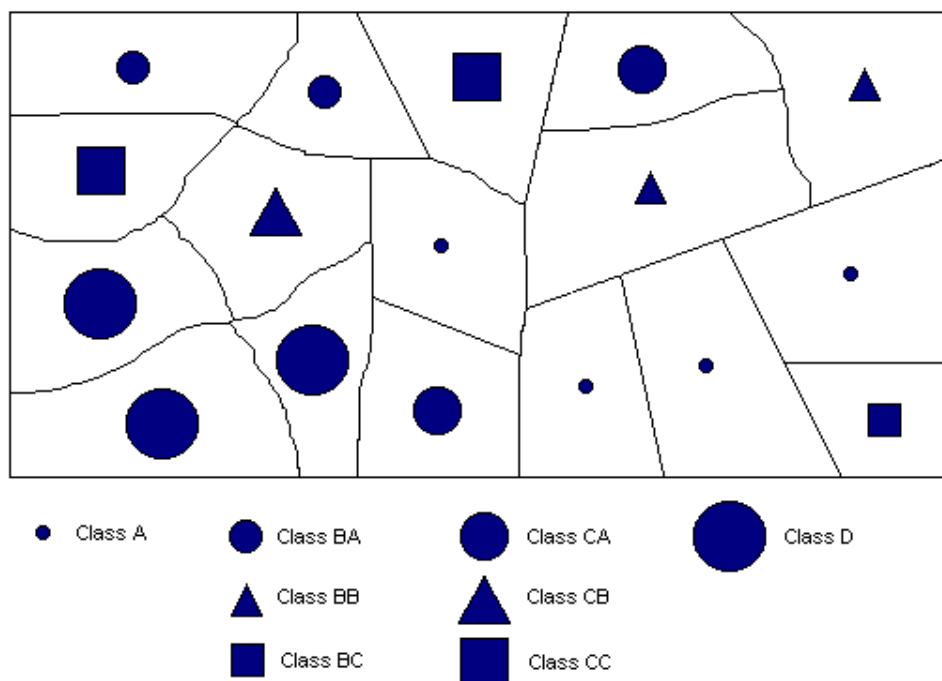


Fig. 5.34 – Exemplo de **variáveis visuais tamanho e forma**.

O tipo de mapa resultante, como no exemplo 3, não é adequado à representação de diferenças **nominais** em diferentes classes. As classes deveriam representar as diferentes características do tema, porém essas diferenças não estão representadas na imagem resultante. Por exemplo, as subclasses BB e CB representariam informações diferentes, porém ambas as subclasses estão representadas por triângulos, o que poderia conduzir o usuário ao entendimento errado sobre o fenômeno geográfico.

Semelhantemente aos exemplos sobre símbolos pontuais, os exemplos sobre símbolos de área foram definidos com 4 classes, sendo algumas classes subclassificadas. Esses exemplos foram agrupados de acordo com o nível de medida do tema e das classes, sendo esses grupos:

- 1) Tema e classes **ordinais** (Apêndice D, item D.5)
- 2) Tema **ordinal** e classes **nominais** (Apêndice D, item D.6)
- 3) Tema **nominal** e classes **ordinais** (Apêndice D, item D.7)
- 4) Tema e classes **nominais** (Apêndice D, item D.8)

Por não ser possível combinar **valor** e **saturação de cor** para representar diferenças **ordinais** em dois diferentes níveis de classificação, é necessário considerar como possibilidade a variável visual **textura ordinal**. Os exemplos 17 e 18 mostram os resultados visuais da representação de tema e classes **ordinais** pelo uso de **valor de cor** e **texturas ordinais**, definidas com marcas pontuais e lineares. Devido a **textura ordinal** ser assim denominada nesse trabalho, justamente pelo seu efeito visual de ordem, a eficiência do uso das duas variáveis visuais, **valor de cor** e **textura ordinal** quando combinadas deve ser estudado através de testes com usuários.

O propósito dos exemplos 19 (Figura 5.35) e 20 (Apêndice D) foi observar alguns resultados visuais das representações de temas **ordinais**, cujas classes são definidas com diferenças **nominais**. Porém, quando os exemplos foram analisados notou-se um problema nas representações. O uso de **texturas ordinais**, pontuais ou lineares, para representar as diferenças **ordinais** está correto. Porém, como cada subclasse representa uma categoria distinta do fenômeno geográfico, e as diferenças entre essas são **nominais**, cada subclasse deve ser representada por um **tom de cor** diferente. Por exemplo, as subclasses AA, BA, CA e DA foram todas definidas com mesmo **tom de cor**, azul, porém representam diferentes informações. Conseqüentemente, para representar apropriadamente as diferenças nominais de cada subclasse, por exemplo, AA, AB, AC, BA, BB, BC, etc. essas devem ser definidas com diferentes tom de cor.

Os exemplos sobre temas **nominais** e classes **ordinais** foram construídos considerando duas possibilidades para a representação das diferenças nominais: **tom de cor** (exemplos 22, 23 e 24 do Apêndice D) e **textura nominal** (exemplo 25 do Apêndice D). Apesar da aplicação da **textura nominal** ser uma possibilidade, quando combinada com **valor de cor** para a representação das diferenças **ordinais** das classes (exemplo 25), a percepção das diferenças **nominais** é dificultada. Um problema similar pode ser observado com as **texturas ordinais**, nos exemplos 23 e 24, em relação à percepção de diferenças **ordinais**. Esses resultados indicam que a representação de temas **nominais** com classes **ordinais** pode ser mais eficiente quando as variáveis visuais **tom de cor** e **valor de cor** são utilizadas (exemplo 22) (Figura 5.36).

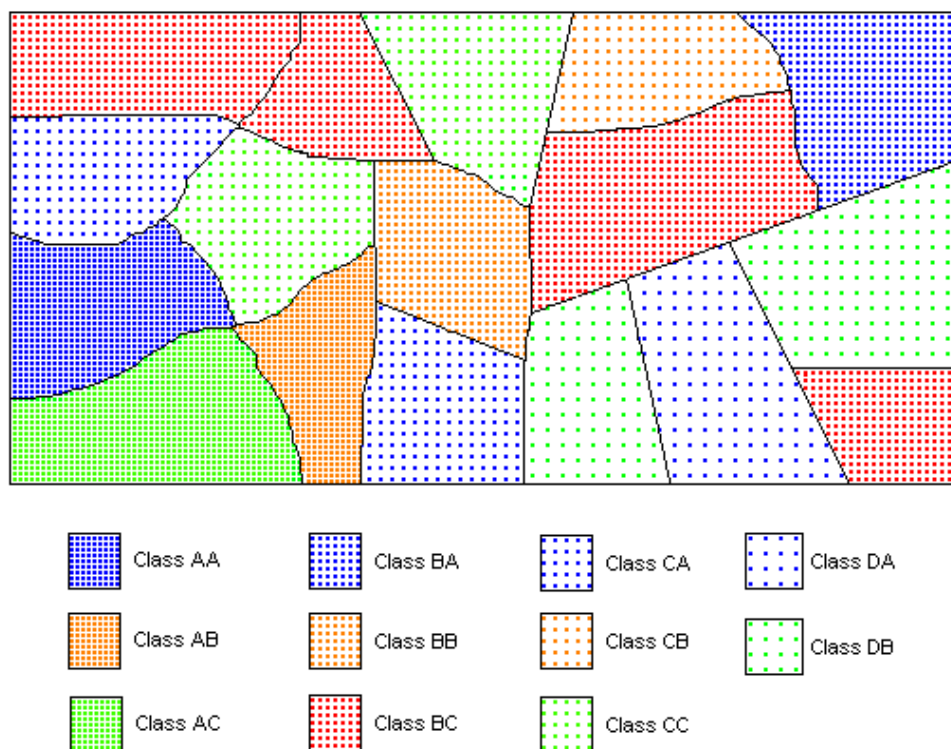


Fig. 5.35 – Exemplo de **variáveis visuais textura ordinal e tom de cor**.

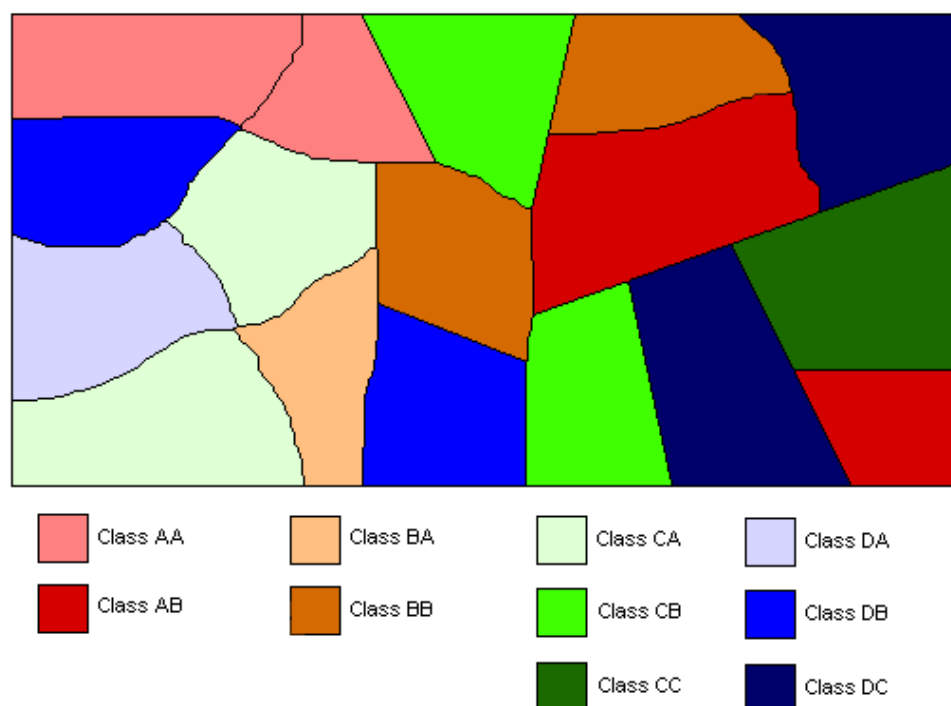


Fig. 5.36 – Exemplo de **variáveis visuais tom de cor e valor de cor**.

A situação que apresenta maior grau de dificuldade é a representação de tema e classes **nominais**, como mostram os exemplos 26 e 27 (Apêndice D). As possíveis variáveis visuais para a representação de diferenças **nominais** em símbolos de área são **tom de cor**, **textura nominal** e **orientação**. Apesar da variável visual **orientação** possibilitar a representação de um número limitado de diferentes classes, e a variável visual **textura nominal** introduzir complexidade visual na representação temática, essas são as únicas opções para a representação das diferenças **nominais** das subclasses, quando a tema é também definido como **nominal**. Esses problemas devem ser analisados em testes com usuários, para que soluções eficientes sejam encontradas.

5.2.2 ANÁLISE ORIENTADA A OBJETOS DOS MÓDULOS DO PROTÓTIPO

O **modelo da análise orientada a objetos** foi desenvolvido com base nos resultados obtidos do **modelo dos requisitos**, e do projeto cartográfico temático para os mapas das condicionantes urbanísticas. A modelagem foi baseada na metodologia proposta por Coad e Yourdon (1992, 1993), seguindo os exemplos descritos por Coad (1995). O **modelo de análise** foi desenvolvido com base nos resultados obtidos na **modelagem dos requisitos**, por ser o **modelo dos requisitos** construído a partir do conhecimento do **domínio do problema** e das **responsabilidades do sistema**. A primeira etapa foi definir as **classes&objetos** de modo que a modelagem descreva as responsabilidades estabelecidas para os módulos que compõem o protótipo, ou seja, **geração de mapas temáticos e consulta interativa e dinâmica**. Por se tratar de um sistema para visualização de informações cartográficas, e portanto um sistema que trata informações, a construção desse modelo exigiu uma análise sobre quais informações deveriam ser consideradas como **classes&objetos** e quais deveriam ser seus **atributos**. Após definidas as **classes&objetos**, foi analisado como essas deveriam ser estruturadas. As estruturas resultantes foram determinadas de acordo com as características das informações modeladas como **classes&objetos**.

Considerando as responsabilidades do sistema, todas as atividades realizadas pelos usuários são baseadas na visualização de mapas temáticos. Portanto, **mapa temático** foi a primeira **classe&objeto** definida. O estabelecimento das demais **classes&objetos** foi

baseado nos princípios de projeto cartográfico temático. Um mapa temático é composto por dois grupos de informações, a **base cartográfica** e a **camada temática**. Conseqüentemente, esses dois grupos de informações foram modelados como duas **classes&objetos**, **Tema** e **Base Cartográfica**, associadas à **classe&objeto Mapa Temático** por uma estrutura **todo-parte**, como mostra a Figura 5.37. Na estrutura todo-parte está definido que cada mapa temático será construído individualmente, e que são compostos por uma base cartográfica e uma camada temática.

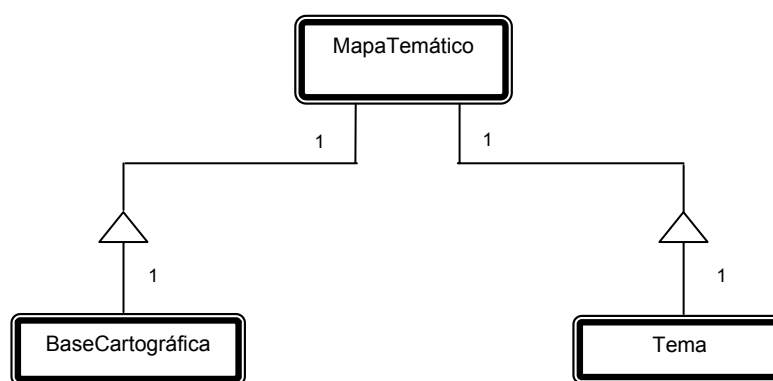


Fig. 5.37 – **Classes&objeto Mapa Temático, Base cartográfica e Tema**; e estrutura **todo-parte** definindo o relacionamento entre essas.

As decisões sobre as **classes&objetos** relacionadas à base cartográfica e à camada temática foram diferenciadas, uma vez que o projeto do protótipo objetiva a análise visual de informações temáticas. Sendo assim, as informações da base cartográfica serão visualizadas para localizar as informações geográficas que serão representadas em cada mapa temático, ou para verificar como as feições topográficas estão armazenadas. Para a verificação da base cartográfica, a simbolização das feições topográficas seguirá as normas técnicas para cartografia básica no Estado do Paraná (CTCG, 1996). Para a visualização das informações temáticas, a base cartográfica deve ser definida como imagem de fundo, sendo apresentada com uma cor neutra, de forma a não interferir visualmente na representação temática. Portanto, a única tarefa do usuário em relação a base cartográfica é escolher quais feições topográficas comporão cada mapa temático. Para que o sistema possa permitir ao usuário selecionar as feições da base cartográfica, cada feição foi considerada como uma **classe&objeto**, e modelada como estrutura **todo-**

parte (Figura 5.38). A estrutura **todo-parte** permite que, para cada diferente mapa temático, seja selecionado um conjunto diferentes de feições da base cartográfica, o que possibilita a construção de mapas temáticos visualmente eficientes.

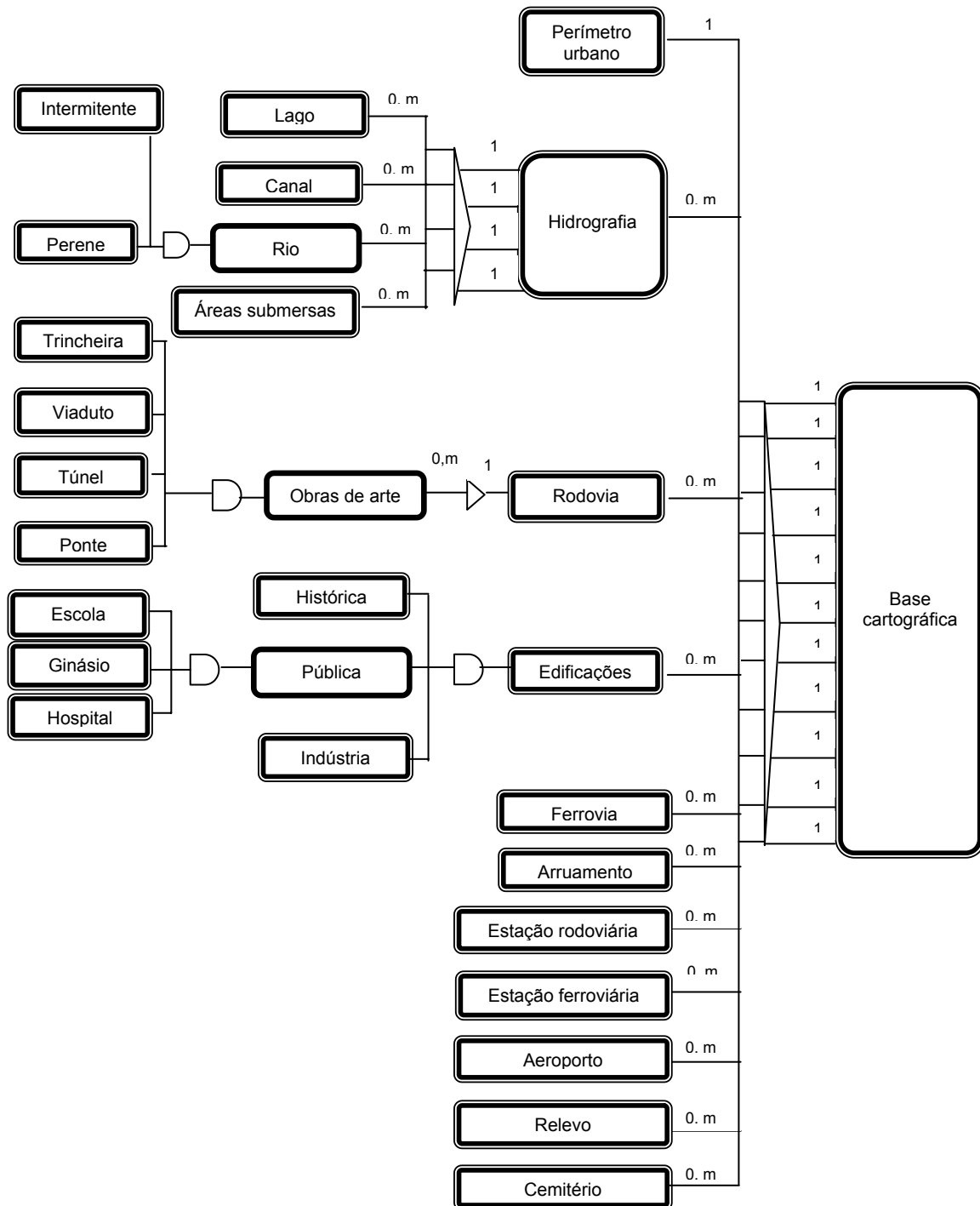


Fig. 5.38 – **Classes&objetos** referentes à base cartográfica, e a estrutura **todo-parte** definindo o relacionamento entre essas.

Para as decisões sobre as **classes&objetos** relacionadas à camada temática foi considerado que o sistema deve ser projetado de modo a evitar que o usuário construa mapas cartograficamente errados. Para isso, o sistema induz o usuário a seguir as etapas de um projeto cartográfico, e o sistema deve possuir um nível de inteligência cujo propósito é limitar o conjunto de variáveis visuais disponíveis para cada representação temática. Além disso, foi constatado que as funções que permitem as consultas interativas e as gerações das animações poderiam ser modeladas como métodos, ou serviços (Coad e Yourdon, 1992), detalhados posteriormente à definição das **classes&objetos**.

Seguindo então a metodologia para construção de mapas temáticos, a primeira tarefa do usuário, após selecionadas as feições da base cartográfica, é definir as classes que representarão as características do fenômeno geográfico a serem visualizadas. Dessa forma, classe e subclasse do tema foram estabelecidas como **classes&objeto**. Como um tema é composto por classes, e em alguns casos as classes são subdivididas em subclasses, a relação entre tema e classes define uma estrutura **todo-parte**, e as subclasses são **especializações** das classes (Figura 5.39).

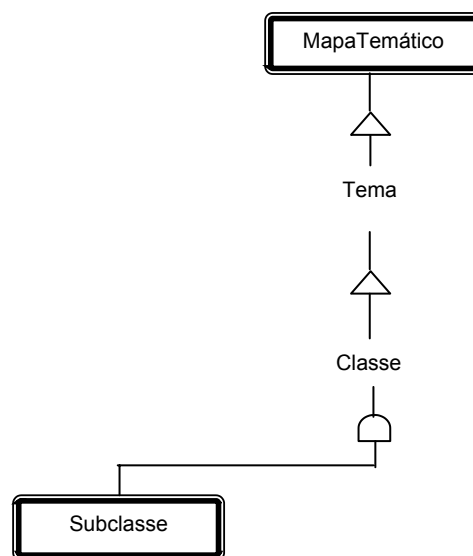


Fig. 5.39 – As **classes&objetos** Classe e Subclasse.

A localização das informações temáticas, ou seja, das classes e/ou subclasses a serem representadas, é obtida da base cartográfica. Por exemplo, para a representação das classes do tema **sistema viário**, se **estruturais**, **conectoras**, **coletoras** ou **secundárias**, deve-se conhecer a localização das vias de acesso, mapeadas na base cartográfica. Conseqüentemente, cada classe é composta por um conjunto de feições que possuem as mesmas características, como por exemplo, todas as vias de acesso que são **estruturais**. Portanto, a **classe&objeto Feição** está relacionada à **classe&objeto Classe** por uma estrutura **todo-parte** (Figura 5.40).

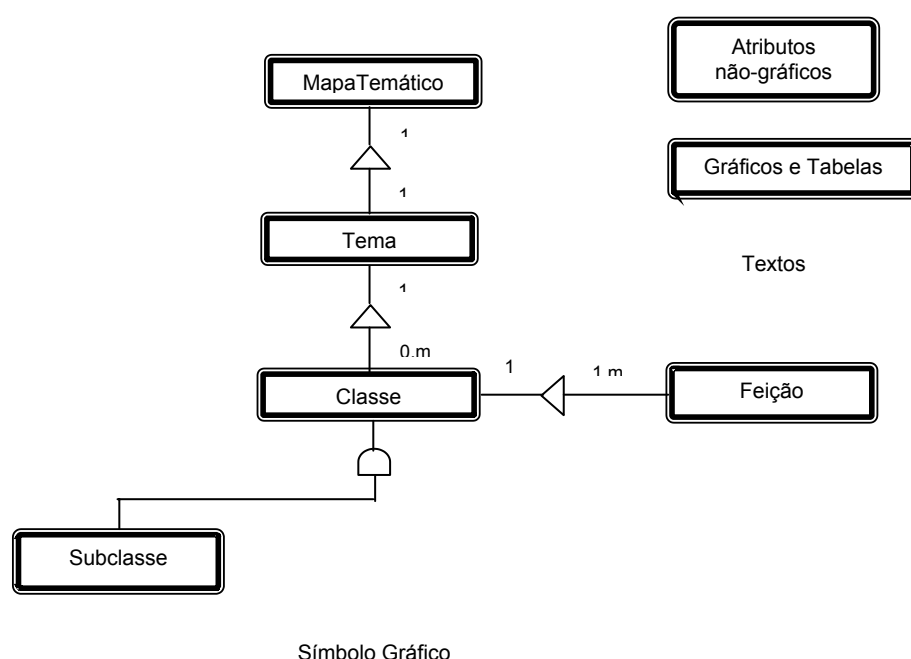


Fig. 5.40 – As **classes&objetos Feição** e **Símbolo Gráfico**, e suas estruturas **todo-parte** e **generalização-especialização**.

Para representar um conjunto de feições que pertencem a uma mesma classe, o símbolo gráfico definido para a classe é aplicado sobre suas feições. Seguindo esse raciocínio, os símbolos gráficos são modelados como uma **classe&objeto**, como mostra a Figura 5.40. De acordo com as dimensões geográficas do fenômeno e a escala de representação, os símbolos gráficos podem ser pontos, linhas ou áreas, se a representação cartográfica é bidimensional. As primitivas gráficas são definidas nessa modelagem como instâncias da **classe&objetos Símbolo Gráfico**, uma vez que apenas uma primitiva gráfica

representará a informação temática num mesmo mapa temático. Exemplificando, a variável **escola** pode ser representada, na escala 1:10.000, como símbolo pontual. Assim, todas as escolas serão apresentadas como símbolos pontuais, sendo que suas variações gráficas, as quais representarão as diferentes classes de escolas, dependerão das variáveis visuais selecionadas para o mapa. Portanto, a primitiva gráfica **ponto** pode ser modelada como instância da **classe&objetos Símbolo Gráfico**. De acordo com o definido para as responsabilidades do sistema, deve ser possível armazenar e visualizar os atributos não-gráficos, gráficos e textos referentes tanto às classes como às feições. Dessa forma as informações sobre atributos não-gráficos, gráficos e textos foram definidas como **classes&objetos**, pois deverão ser manipuladas pelo sistema (Figura 5.41).

Uma das responsabilidades do sistema, definida no **modelo dos requisitos**, é apresentar ao usuário um conjunto de variáveis visuais apropriado à representação de cada mapa temático. Para que o sistema possa decidir quais variáveis visuais serão apresentadas como opções ao usuário, as características de cada variável visual deve estar armazenada no sistema. Portanto, uma **classe&objeto** foi estabelecida para cada variável visual, sendo essas, **Forma, Tamanho, Tom de Cor, Valor de Cor, Saturação de Cor, Arranjo, Textura Nominal, Textura Ordinal e Orientação**. Considerando que as diferentes soluções gráficas para um mapa temático dependem de qual variável visual é selecionada, essas são modeladas como **especializações da classe&objeto Variável Visual**.

As variáveis visuais **Forma, Tamanho e Orientação** têm diferentes soluções gráficas para símbolos de diferentes dimensões geográficas. Assim, foi necessário definir especializações para essas **classes&objetos**. Para as **classes&objetos Forma, Tamanho e Orientação**, foram estabelecidas as **especializações Forma Pontual e Forma Linear, Tamanho Pontual e Tamanho Linear, e Orientação Pontual e Orientação Área**. As **especializações** das variáveis visuais **textura nominal e textura ordinal** são necessárias devido às diferentes soluções gráficas possíveis quando as marcas que as compõem são pontuais ou lineares. As diferentes soluções gráficas caracterizam estruturas **generalização-especialização** (Figura 5.41).

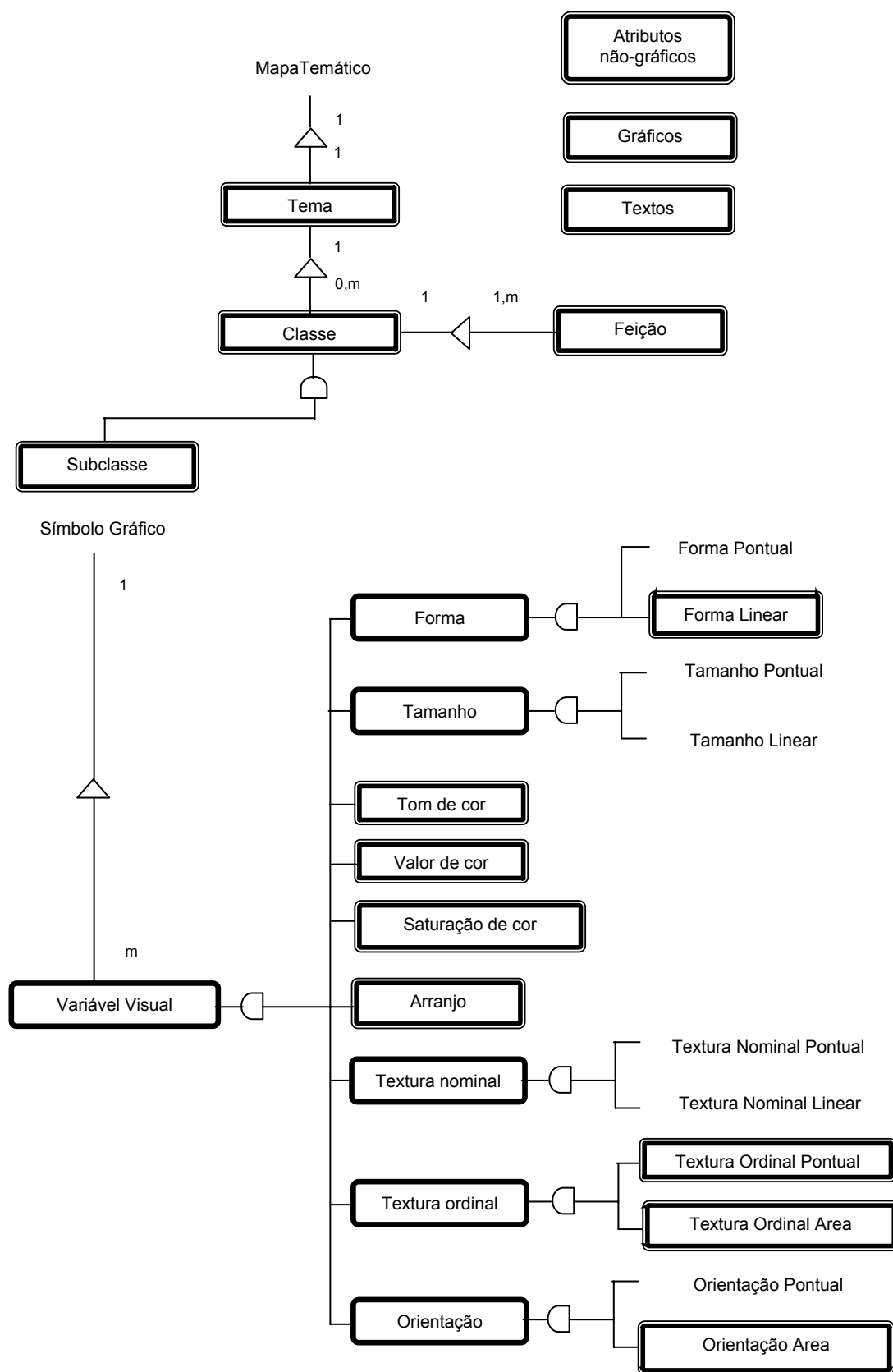


Fig. 5.41 – **Classes&objetos** referente às variáveis visuais e suas estruturas.

Com as **classes&objetos** e suas **estruturas** modeladas, na fase seguinte foram definidos os **atributos**, **serviços** e **conexões de ocorrência** de forma a possibilitar que os objetivos determinados para o protótipo fossem alcançados. Nessa fase da modelagem as descrições referentes aos **atributos**, **serviços** e **conexões de ocorrência** foram especificadas para cada classe do modelo de análise, como sugerido por Coad e Yourdon (1992), e estão apresentados no Apêndice E. Na construção de cada mapa temático, as informações necessárias para a definição da camada temática são a localização das feições do tema, e as soluções gráficas para a visualização das características temáticas representadas. Como citado anteriormente, a modelagem está centrada na **classe&objeto Mapa Temático**, sendo composta pelas **classes&objetos Tema e Base Cartográfica**. Das **classes&objetos** relacionadas à **classe&objeto Base Cartográfica** são obtidas as informações sobre as localizações das feições. Devido às soluções computacionais para armazenamento, manipulação e apresentação das informações da base cartográfica serem conhecidas e implementadas em vários sistemas de informações geográficas, a modelagem para esse protótipo foi direcionada às soluções necessárias à geração de mapas temáticos, bem como a consulta interativa e animações.

Os atributos das **classes&objetos** relacionadas aos mapas temáticos foram decididos tendo em vista o armazenamento e manipulação das informações que permitem obter soluções gráficas para as representações temáticas. Assim, na **classe&objeto Mapa Temático** os atributos definem o município, região de trabalho e tópico, enquanto a **classe&objeto Tema** armazena o nome do tema propriamente dito. Para a **classe&objeto Tema**, os atributos foram definidos de forma a individualizar cada instância da classe pelo tema a ser representado. Para que o sistema possa decidir quais variáveis visuais são adequadas à representação do tema, é necessário o conhecimento do **nível de medida** e **dimensão geográfica** das informações temáticas, portanto essas informações foram definidas como atributos da **classe&objeto Tema** (Figura 5.42).

A análise e definição dos atributos e serviços das **classes&objetos Classe e Subclasse**, mostrou que as subclasses podem ser consideradas como um tipo de classe, uma vez que possui os mesmos atributos de **Classe**, sendo apenas diferenciada pelo grau de

subclassificação, se nenhum, um, dois, e assim por diante. Portanto, **Subclasse** é nessa modelagem considerada uma classe, resultante de um determinado nível de subclassificação, ao invés de uma especialização da **classe&objeto Classe**. Para que o sistema possa conhecer qual o nível de classificação foi definido pelo usuário, **nível de classificação** é um atributo da **classe&objeto Classe**, que permite ao sistema decidir sobre o tipo de classe, ou seja, se classe ou subclasse (Figura 5.42). Como nas instâncias da **classe&objeto Classe** será diferenciado o seu tipo, uma **conexão de ocorrência** foi modelada uma vez que uma classe pode estar associada a várias subclasses. Quando a classe é subclassificada, da mesma forma que para tema, o sistema precisa conhecer o **nível de medida** e **dimensão geográfica** da classe, sendo essas informações modeladas como atributos da **classe&objeto Classe** (Figura 5.42).

O principal aspecto da modelagem é a definição pelo sistema de quais variáveis visuais serão apresentadas como opção ao usuário. Portanto, a **classe Variável Visual** e suas especializações foram detalhadas de forma a alcançar esse objetivo. Os atributos referentes ao **tipo** de variável visual foram definidos a partir das conclusões obtidas nos projetos cartográficos dos mapas temáticos, como descrito no item 5.2.1, (Figura 5.43). Os atributos definem a **aplicabilidade** de cada variável visual de acordo com as características do fenômeno geográfico, ou seja, a **dimensão geográfica** e **nível de medida** do tema, e das classes quando há subclassificação. A informação sobre a **aplicabilidade** permite a definição de quais especializações, tais como **Forma**, **Tamanho** e **Tom de Cor**, serão utilizadas como **atributo gráfico** dos símbolos que representarão as classes do tema. Portanto, **atributo gráfico** é um atributo da **classe Variável Visual** (Figura 5.43).

Tendo definido quais variáveis visuais serão **aplicáveis** a determinado mapa temático, o sistema deverá decidir se essas serão **variáveis** ou **invariáveis**. Como discutido no item 5.2.1, as variáveis visuais apropriadas à representação temática são consideradas **variáveis**, pois suas **variações** representarão as características do fenômeno geográfico. Porém, para compor cada símbolo gráfico algumas variáveis visuais devem ser utilizadas com suas características mantidas constantes. Exemplificando, para um fenômeno pontual, definido com o nível de medida **ordinal**, as variáveis visuais

adequadas a sua representação serão **tamanho**, **valor** e **saturação de cor**. Contudo, cada um dos símbolos pontuais terão uma forma geométrica, por exemplo, círculo, que será constante em todo mapa. Nessa situação a variável visual **forma** será **aplicável**, porém definida como **invariável**.

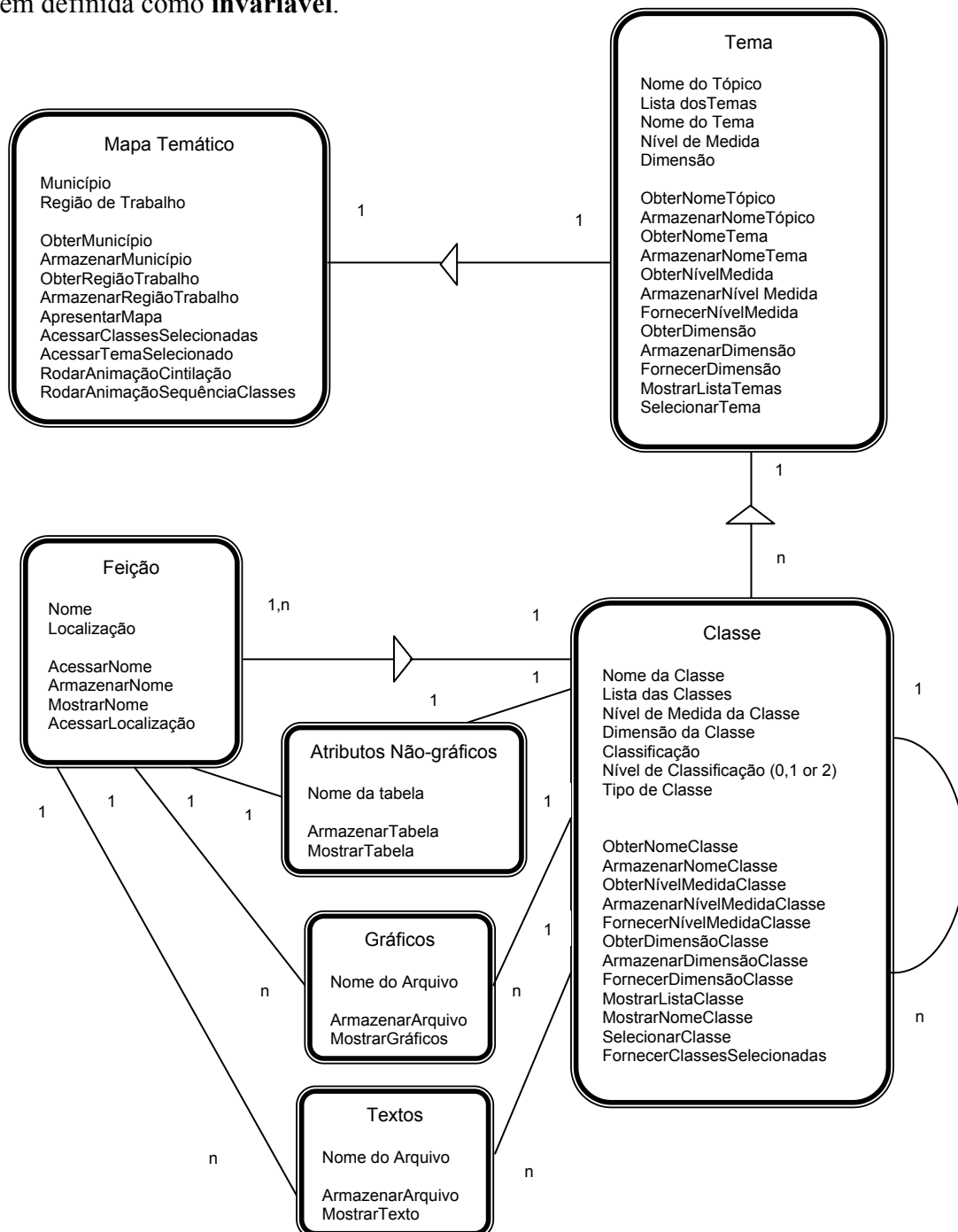


Fig. 5.42 – Atributos e serviços das **classes&objetos** Mapa Temático, Tema, Classe, Feição, Atributos Não-gráficos, Gráficos e Textos.

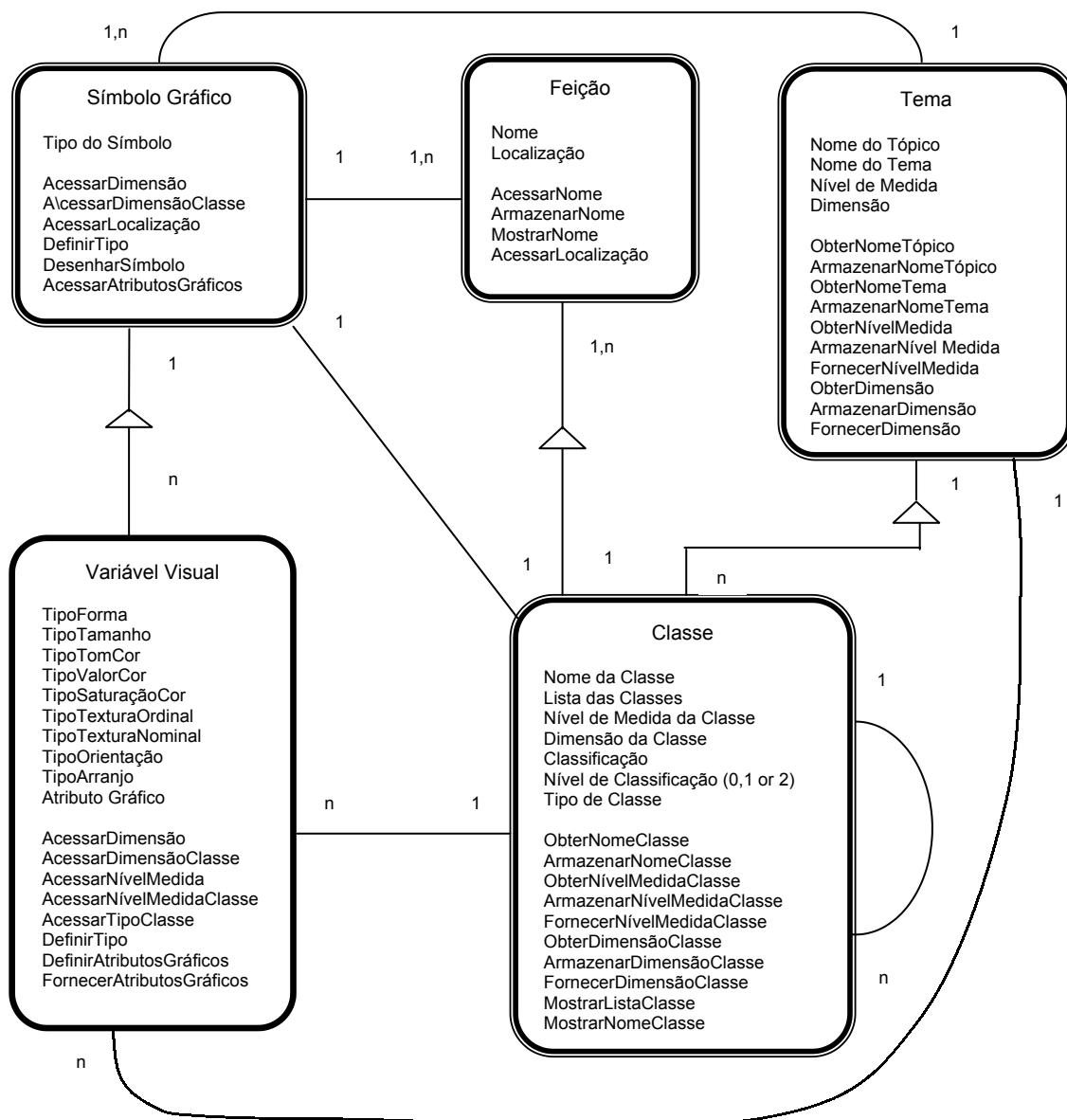


Fig. 5.43 – Atributos e serviços das **classes&objetos Símbolo Gráfico e Variável Visual**.

Utilizando o mesmo exemplo, se a variável visual **tamanho** foi selecionada para representação temática, cada símbolo será representado por uma cor que se manterá constante, sendo a cor resultante da definição de **tom**, **valor** e **saturação**. Conseqüentemente, essas variáveis visuais serão, da mesma maneira, **aplicáveis**, porém **invariáveis**. Os diferentes estados das variáveis visuais, denominados nesse trabalho de

nulo, variável ou invariável, são armazenados no atributo denominado **disponibilidade** (Figuras 5.44 e 5.45).

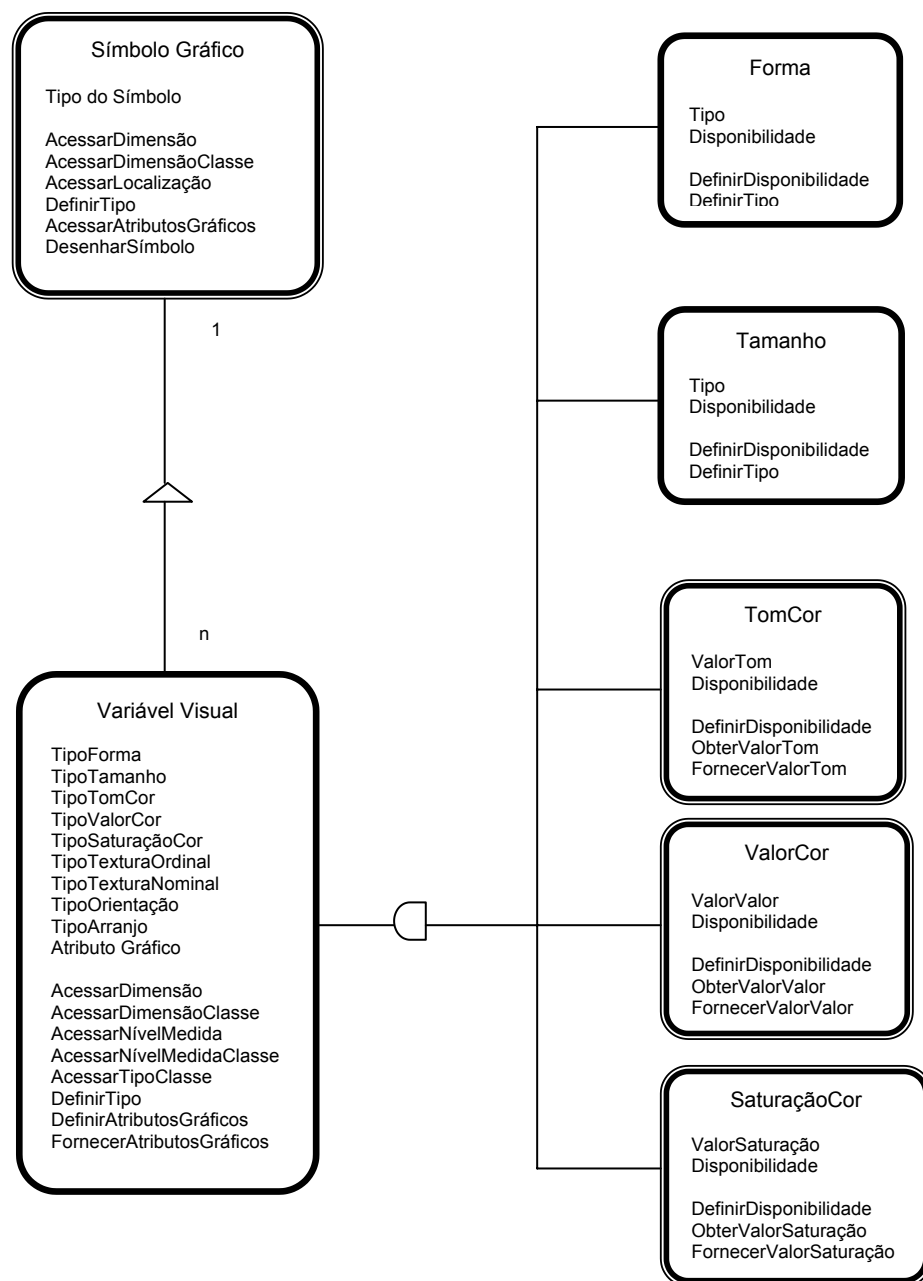


Fig. 5.44 - Atributos e serviços das classes e objetos Forma, Tamanho, Tom de Cor, Valor de Cor e Saturação de Cor.

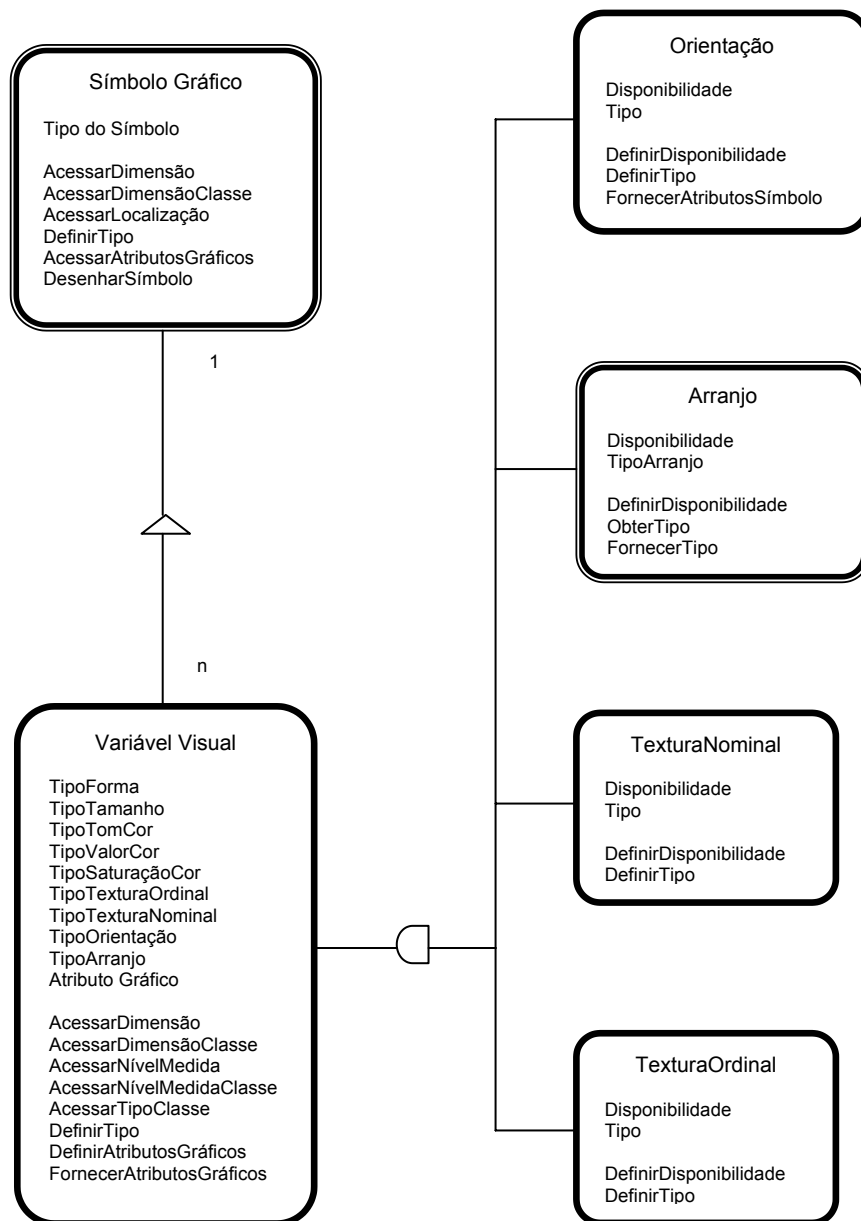


Fig. 5.45 - Atributos e serviços das **classes&objetos Orientação, Arranjo, Textura Nominal e Textura Ordinal.**

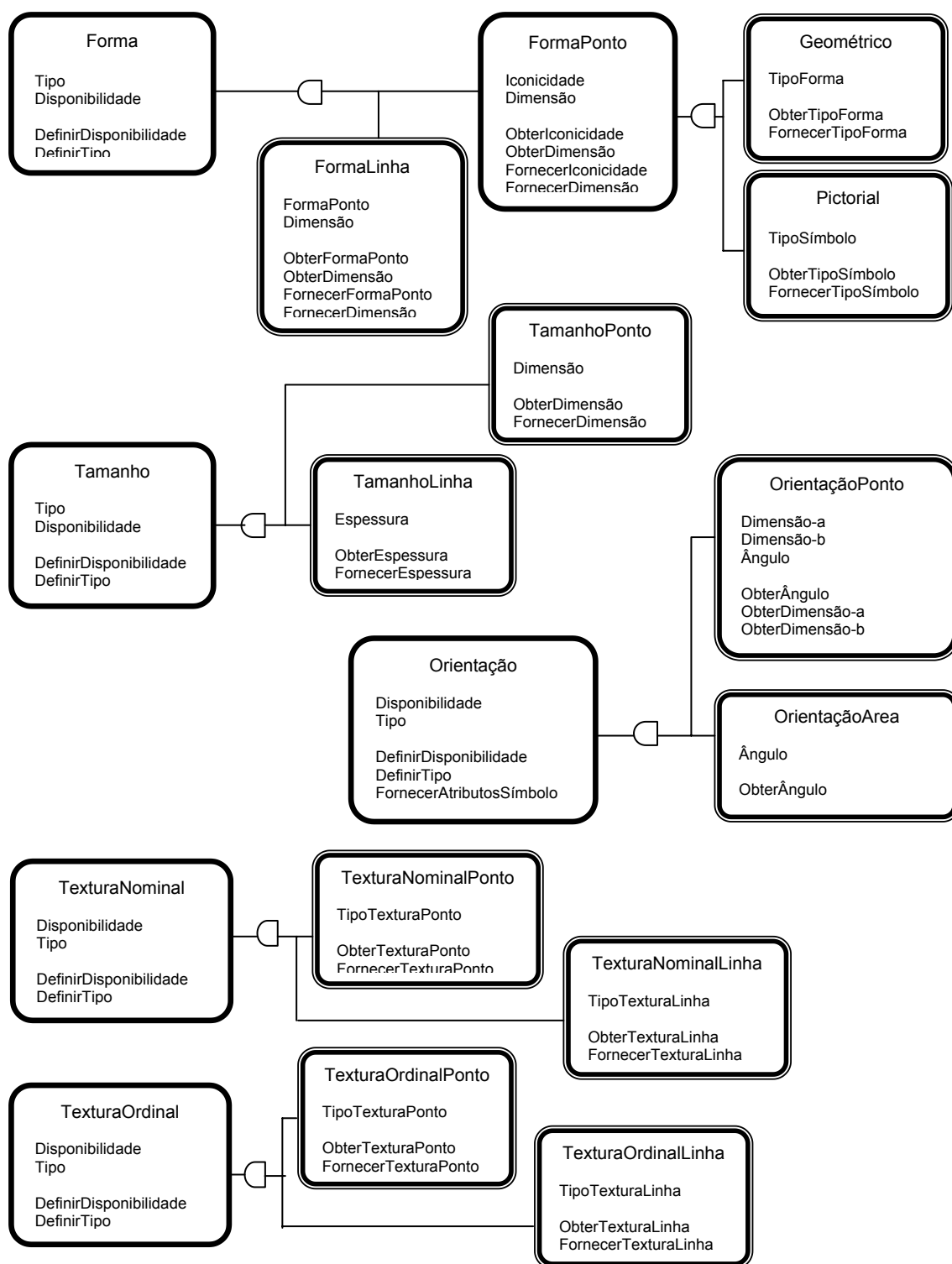


Fig. 5.46 – Atributos e serviços das especializações das classes **Forma**, **FormaPonto**, **Linha**, **Tamanho**, **Orientação**, **Textura Nominal** e **Textura Ordinal**.

Na fase de definição dos **serviços e conexões de ocorrência**, a modelagem objetivou assegurar o encapsulamento dos atributos nas classes. O encapsulamento é obtido com os **serviços armazenar, fornecer e acessar** (Figuras 5.42, 5.43, 5.44 e 5.45). Os demais **serviços** podem ser separados em dois grupos. No primeiro grupo encontram-se os que possibilitam ao sistema conhecer as informações fornecidas pelos usuários através das interfaces, denominados **obter**. No segundo grupo estão os **serviços** que, a partir das informações fornecidas ao sistema, geram novas informações. Essas informações são utilizadas, ou para definir sobre as especializações das classes, ou para decidir sobre ações que o sistema deve executar.

Para que o sistema possa apresentar ao usuário um conjunto apropriado de variáveis visuais, na geração dos mapas temáticos, há a necessidade, primeiramente, de se definir quais variáveis serão **aplicáveis** ao tema. Essa informação é computada no serviço **DefinirTipo** da classe **Variável Visual** (Figuras 5.44, 5.45 e 5.46), como apresentado abaixo.

```

se Classificação = sim
  se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
    se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
      TipoForma = sim
      TipoTamanho = sim
      TipoTomCor = sim
      TipoValorCor = sim
      TipoSaturaçãoCor = sim
    senão se NívelMedida = nominal
      TipoForma = sim
      TipoTamanho = sim
      TipoTomCor = sim
      TipoValorCor = sim
      TipoSaturaçãoCor = sim
      TipoOrientação = sim
    senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        TipoForma = sim
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
        TipoArranjo = sim
    senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
        TipoTexturaOrdinal = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim

```

```

TipoSaturaçãoCor = sim
TipoTexturaNominal = sim
TipoOrientação = sim
senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
  se TipoClasse = básica
    se Dimensão = ponto
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        TipoForma = sim
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        TipoForma = sim
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
        TipoOrientação = sim
    senão se Dimensão = linha
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        TipoForma = sim
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
        TipoArranjo = sim
    senão se Dimensão = área
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
  se TipoClasse = subordinada
    se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal
          TipoValorCor = sim
          TipoSaturaçãoCor = sim
        senão se NívelMedidaClasse = nominal
          TipoForma = sim
          TipoTomCor = sim
          TipoOrientação = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal
          TipoTamanho = sim
          TipoValorCor = sim
          TipoSaturaçãoCor = sim
        senão se NívelMedidaClasse = nominal
          TipoTomCor = sim
    senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
      se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal
          TipoValorCor = sim
          TipoSaturaçãoCor = sim
        senão se NívelMedidaClasse = nominal
          TipoForma = sim
          TipoTomCor = sim
          TipoArranjo = sim
      senão se NívelMedida = nominal
        se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal

```

```

        TipoTamanho = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim
        senão se NívelMedidaClasse = nominal
            TipoTomCor = sim
        senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
            se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
                se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal
                    TipoTexturaOrdinal = sim
                senão se NívelMedidaClasse = nominal
                    TipoTomCor = sim
                    TipoTexturaNominal = sim
                    TipoOrientação = sim
            senão se NívelMedida = nominal
                se NívelMedidaClasse = numérico ou NívelMedidaClasse = ordinal
                    TipoValorCor = sim
                    TipoSaturaçãoCor = sim
                    TipoTexturaOrdinal = sim
                senão se NívelMedidaClasse = nominal
                    TipoTexturaNominal = sim
                    TipoOrientação = sim
    senão se Classificação = não
        TipoForma = sim
        TipoTamanho = sim
        TipoTomCor = sim
        TipoValorCor = sim
        TipoSaturaçãoCor = sim

```

Tendo-se a informação de quais especializações serão utilizadas para representar o tema e para compor o símbolo gráfico, é necessário definir quais especializações serão apresentadas como opção ao usuário. As opções serão as variáveis visuais definidas com **disponibilidade variável**. A **disponibilidade** é computada nos serviços denominados **DefinirDisponibilidade** (Figuras 5.44, 5.45 e 5.46), sendo um exemplo para a variável visual **Forma** apresentado abaixo.

```

serviço VariávelVisual.Forma.DefinirDisponibilidade
    Define se a variável visual forma varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada
        se Classificação = sim
            se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
                se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
                    Disponibilidade = invariável
                senão se Nível Medida = nominal
                    Disponibilidade = variável
            senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
                se Nível Medida = nominal
                    Disponibilidade = variável
            senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
                se TipoClasse = básica
                    se Dimensão = ponto
                        se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
                            Disponibilidade = invariável
                        senão se NívelMedida = nominal
                            Disponibilidade = variável
                    senão se Dimensão = linha
                        se NívelMedida = nominal
                            Disponibilidade = variável
                senão se TipoClasse = subordinada
                    se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
                        se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
                            se NívelMedidaClasse = nominal

```

```

Disponibilidade = variável
senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
    se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
        se NívelMedidaClasse = nominal
            Disponibilidade = variável
senão se Classificação = não
    Disponibilidade = invariável

```

Após gerados os mapas temáticos, os usuários podem realizar as consultas, e utilizar as animações dos mapas em suas análises. Como as consultas ou animações são executadas sobre os mapas temáticos já gerados e armazenados, os serviços necessários a esses dois conjuntos de ferramentas são definidos nas **classes&objetos Mapa Temático, Tema e Classes**, como mostra a Figura 5.42. Os serviços são **MostrarListaClasse, SelecionarClasse e FornecerClassesSelecionadas** da **classe&objetos Classe**; **MostrarListaTemas e SelecionarTema** da **classe&objeto Tema**; e **AcessarClassesSelecionadas, AcessarTemaSelecionado, RodarAnimaçãoCintilação e RodarAnimaçãoSequênciaClasses** da **classe&objetos Mapa Temático**. As descrições dos **atributos, serviços e conexões de ocorrência** resultantes dessa modelagem são apresentadas no Apêndice E.

CAPÍTULO 6

IMPLEMENTAÇÃO

Na fase de implementação, inicialmente foi necessário decidir como as funções que possibilitam o armazenamento e apresentação das informações gráficas seriam programadas. Para tanto, duas alternativas foram analisadas. A primeira considerou utilizar as interfaces implementadas na etapa da definição do **modelo dos requisitos**. Essa alternativa resultaria num protótipo que atendesse especificamente as necessidades dos usuários, com interfaces projetadas de acordo com as etapas de trabalho realizadas durante a elaboração de Planos Diretores. Porém, essa solução exigiria a implementação de todas as funções necessárias ao armazenamento, busca e apresentação de informações gráficas. A segunda alternativa estudou a possibilidade de implementação do protótipo num software para Sistemas de Informações Geográficas(SIG), que já possuísse funções para armazenamento e busca de estruturas de dados gráficos, e visualização desses dados. Considerando que a programação de funções já existentes em softwares para SIG não é o objetivo desse trabalho, a segunda alternativa foi adotada. Como o software SPRING é desenvolvido no INPE, o qual é compatível com Windows 95, foi determinado que o SPRING seria utilizado para a implementação do protótipo. Para o desenvolvimento dos módulos que compõem o protótipo foi necessário que as interfaces projetadas para o sistema, e os resultados da fase de análise, fossem adaptados à estrutura de interfaces e, classes e objetos do SPRING. A implementação foi realizada em duas etapas, de acordo com os dois módulos que compõem o protótipo, ou seja, geração das informações temáticas, e consulta e animações.

6.1 FUNÇÕES PARA GERAR MAPAS TEMÁTICOS

A implementação das funções para gerar os mapas temáticos, como definido no modelo de análise, exigiu um estudo sobre o software SPRING. O conhecimento sobre o SPRING permitiu que decisões fossem tomadas em relação a:

- 1) quais ferramentas existentes nesse software possibilitam aos usuários realizar algumas das tarefas definidas no **modelo dos requisitos**;
- 2) quais ferramentas exigiram adaptações e complementações e;

3) quais ferramentas deveriam ser criadas.

Os dados são modelados, no SPRING, em diferentes classes básicas denominadas **geoobjeto**, **cadastral**, **rede**, **temático**, **modelo numérico do terreno (MNT)** e **imagem** (Figura 6.1). As especializações das classes **temático**, **MNT** e **imagem**, são definidas pelo conceito de **geocampo**. Um **geocampo** é uma função contínua que assume um valor, para cada localização geográfica. Nas especializações da classe **temático**, os valores assumidos pela função definem a **classe temática**, para cada posição geográfica. Portanto, uma especialização da classe **temático** exige a definição das **classes temáticas** que a compõe, denominadas no SPRING de **geoclasses**. Exemplos de **geoclasses** podem ser tipos de solo, cultura, vegetação. Na classe **MNT**, denominada na interface do SPRING de **numérico**, a função que define o **geocampo** pode assumir qualquer valor no domínio dos reais. Para a classe **imagem**, os valores assumidos pela função variam entre 0 e 255. Quando as feições geográficas são definidas como entidades individuais, essas são representadas por especializações da classe **geoobjeto**. Exemplos de **geoobjetos** são propriedades, municípios, rios. A representação de grupos de **geoobjetos**, de mesmas características, é definida pela classes **cadastral** ou **rede**, dependendo do tipo de **geoobjetos** e seus relacionamentos (INPE, 2000).

Os dados armazenados num **banco de dados** do SPRING são organizados de acordo com essas classes básicas, que definem os diferentes **modelos de dados**. Para os diferentes grupos de dados são criadas **categorias**, sendo essas especializações das **classes básicas** (Figura 6.1). Assim, quando uma **categoria** de dados é criada, o usuário deve informar ao sistema a qual **modelo de dados** essa **categoria** pertence. O **modelo de dados** determina as possibilidades de operações sobre os dados. Por isso, os menus são organizados por grupos de funções, e são habilitados conforme o modelo de dado da **categoria** das informações selecionadas. Na análise das características dos **modelos de dados**, e das informações geográficas utilizadas pelos urbanistas para a elaboração de Planos Diretores, observou-se que as **categorias** do modelo **temático** seriam adequadas à implementação do protótipo. Como descrito no modelo de análise, cada tema é composto por classes, que agrupam certas características da informação mapeada.

Portanto, a possibilidade de definição de classes é fundamental na representação de mapas temáticos.

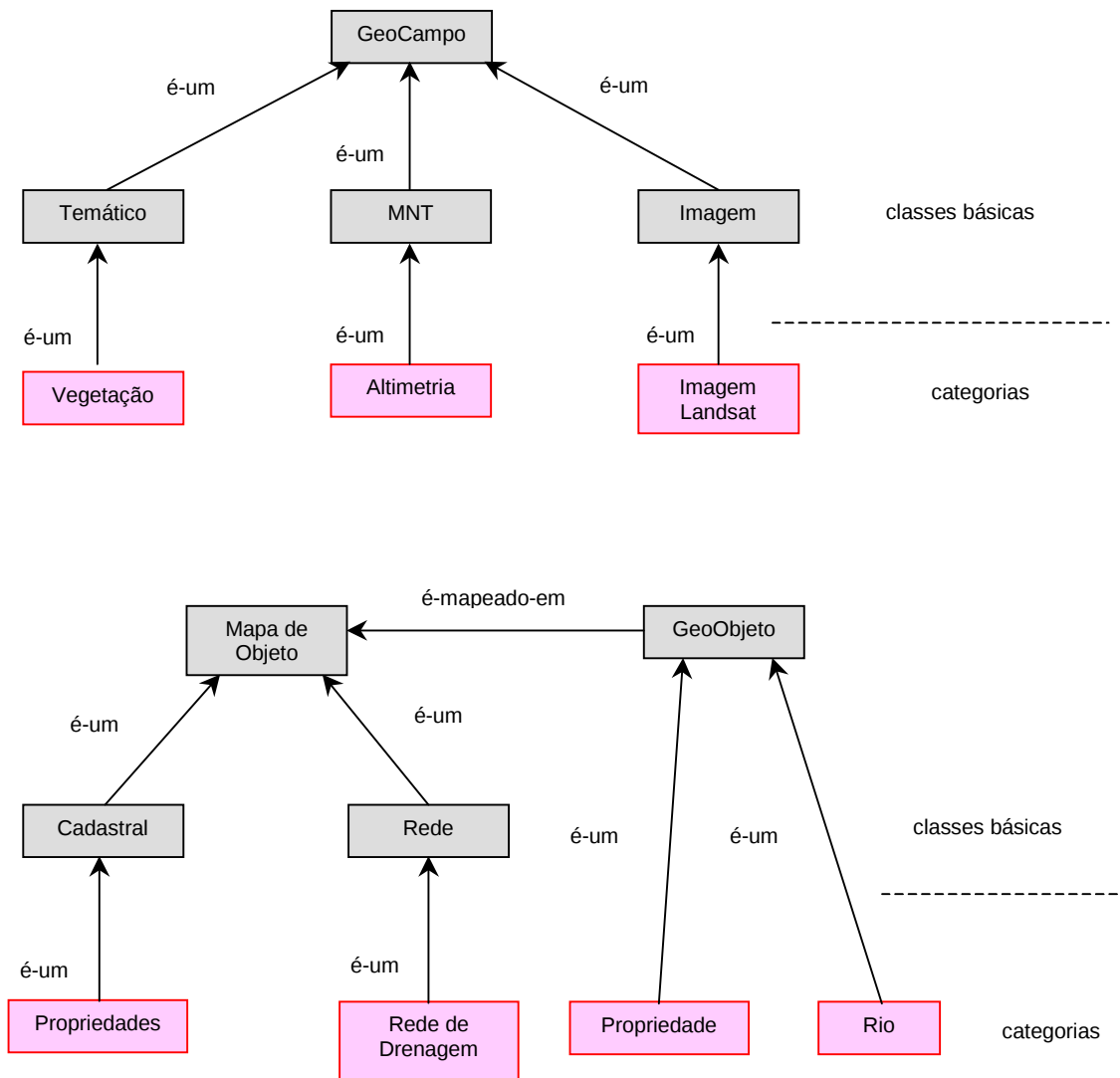


Fig. 6.1 – Modelo Conceitual do SPRING.
FONTE: Baseada em INPE (2000)

A visualização das informações geográficas, no SPRING, é realizada de acordo com os **planos de informação** criados para cada **categoria**, definida num **banco de dados**. O conceito de **planos de informação** adequou-se perfeitamente à modelagem conceitual desse protótipo, em relação à **classe&objetos Mapa Temático**, composta das **classes&objetos Base Cartográfica** e **Tema**. No SPRING, a base cartográfica pode ser

definida como uma categoria do modelo **temático**, e as feições que a compõem como diferentes **planos de informação**. De acordo com o estabelecido no **modelo dos requisitos**, a primeira tarefa na geração dos mapas temáticos é armazenar as feições da base cartográfica do município. A base cartográfica pode ser armazenada por **planos de informação**, que podem ser criados seguindo as Normas Técnicas para a Cartografia no Estado do Paraná (CTCG) (Figura 6.2).

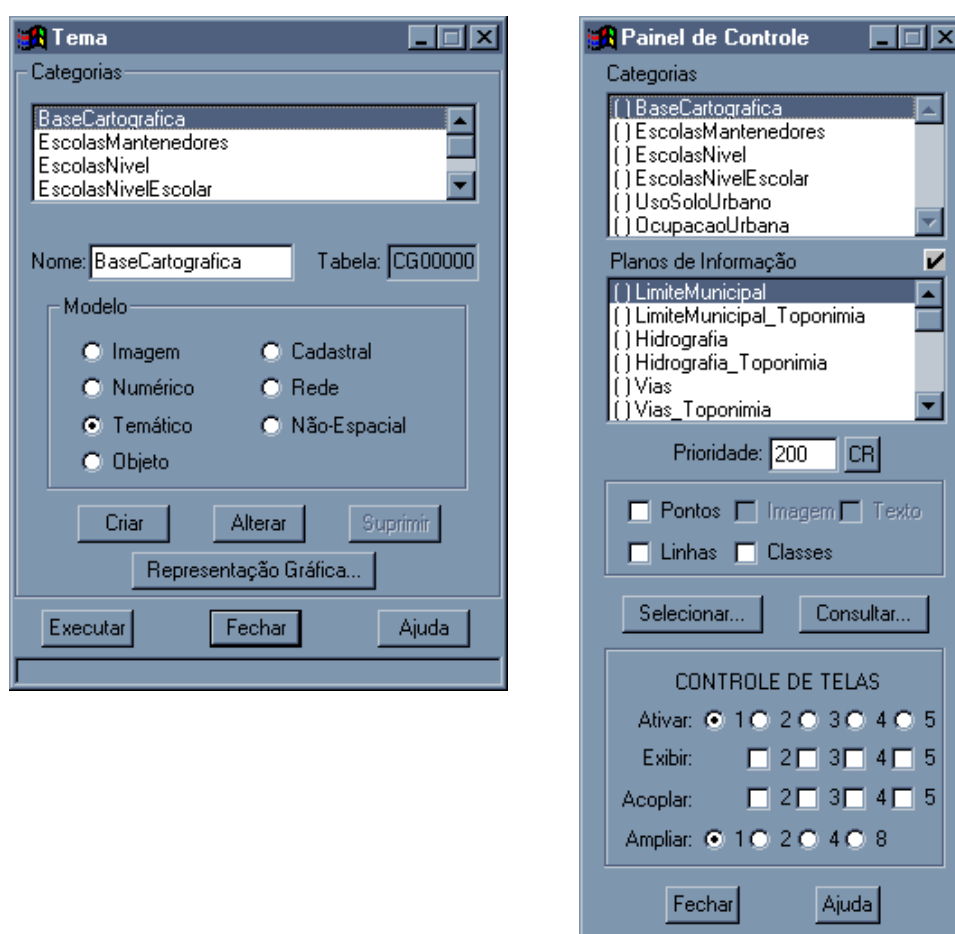


Fig. 6.2 – Os **Planos de Informação** da base cartográfica.

Como os mapas temáticos de um município são criados sobre a mesma base cartográfica, cada mapa pode ser definido, no SPRING, como uma **categoria** do modelo de dados **temático**. Para cada uma dessas **categorias** é criado um **plano de informação** (Figura 6.3). Essa organização das informações, possibilita que as feições da base

cartográfica, visualizadas em cada mapa temático, sejam selecionadas de acordo com as características das informações geográficas representadas.

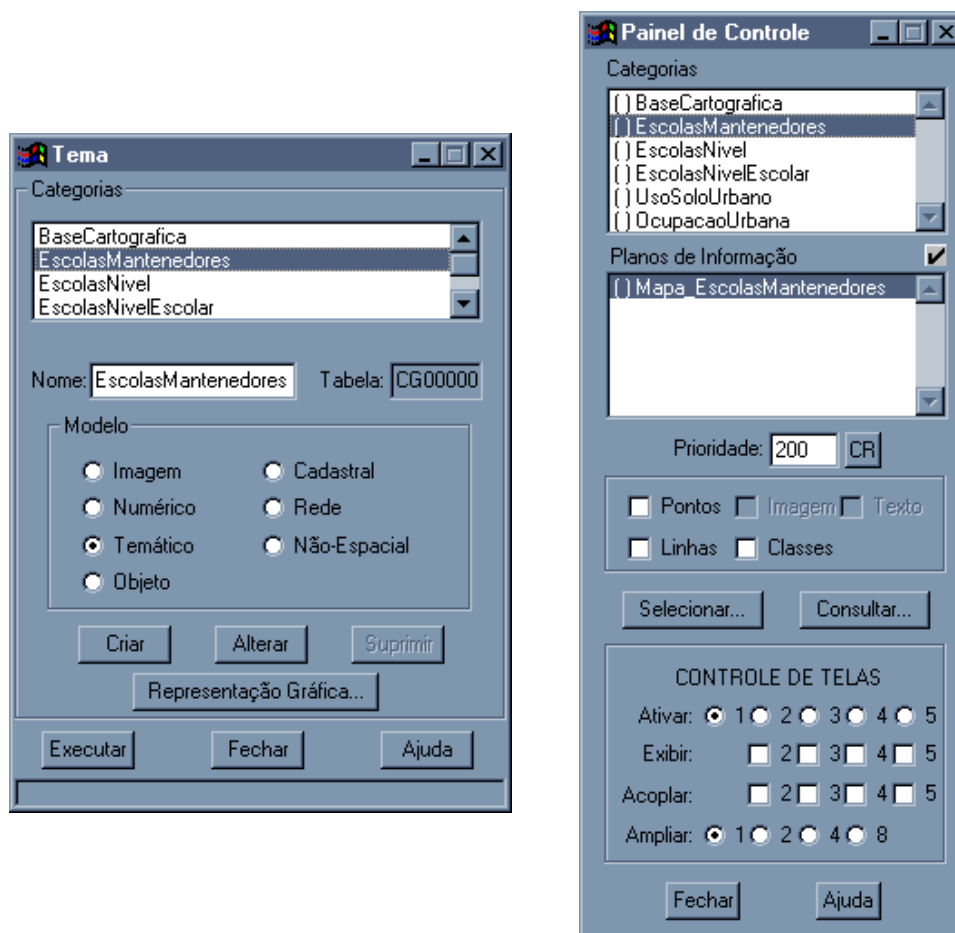


Fig. 6.3 – Janelas **Tema** e **Painel de Controle** exemplificando a definição e visualização de um mapa temático.

Apesar da possibilidade de definição de classes para cada tema, de acordo com o estabelecido para o protótipo, algumas informações temáticas serão representadas por classes e subclasses. Além disso, os atributos gráficos para a representação da camada temática devem ser definidos com base num conjunto de variáveis visuais adequadas às características do tema. Para que o conjunto de variáveis visuais possa ser determinado pelo programa computacional, o usuário deve informar ao sistema a **dimensão geográfica** e o **nível de medida** do tema representado. Quando o tema é representado por classes e subclasses, a **dimensão geográfica** e o **nível de medida** de cada classe

também devem ser definidos pelo usuário. Para que o usuário possa fornecer essas informações ao sistema, uma nova interface foi implementada como mostrado na Figura 6.4. A solução para a inclusão da interface **Representação Temática** foi modificar a interface ativada pelo menu **modelo conceitual...** (Figuras 6.2 e 6.3), intitulada **Tema**, acrescentando um botão denominado **Representação Gráfica**. Se uma categoria de dados **temático** está selecionada, o botão **Representação Gráfica** apresenta a interface **Representação Temática** na tela (Figura 6.4).

Fig. 6.4 – Interface **Representação Temática**.

A interface **Representação Gráfica** é dividida em duas partes. Na parte superior encontram-se as informações referentes às classes, e na parte inferior as características das subclasses. Para que o sistema possa decidir se as variáveis visuais serão determinadas para somente classes, ou classes e subclasses, o atributo **NivelClassificação**, da **classe&objeto Classe** descrita no modelo de análise, é utilizado. O atributo **NivelClassificação** é definido quando as listas de classes e subclasses são preenchidas, ou seja, classes e subclasses são criadas, como mostrado nos trechos de códigos abaixo.

```
void
reptemLClassesProc()
{
    .
    .
    .
    NivelClassificacao = 1;
    .
    .
    .
}

void
reptemLSubClassesProc()
{
    .
    .
    .
    NivelClassificacao = 2;
    .
    .
    .
}
```

Quando o usuário selecciona a **dimensão geográfica** e o **nível de medida** do tema, os respectivos atributos da **classe&objeto Tema** são definidos.

```
void
reptemOMNivelProc()
{
    int i = reptemOMNivel.Value();
    if(i==0)
        TemaNivelMedida = "nominal";
    else if(i==1)
        TemaNivelMedida = "ordinal";
    else
        TemaNivelMedida = "numerico";
}
```

```

void
reptemOMDimensionProc()
{
    int i = reptemOMDimension.Value();
    if(i==0)
    {
        TemaDimensao = "pontual";
        p_variavelClasse.SetDimensaoTema(TemaDimensao);
    }
    else if(i==1)
    {
        TemaDimensao = "linear";
        p_variavelClasse.SetDimensaoTema(TemaDimensao);
    }
    else
    {
        TemaDimensao = "area";
        p_variavelClasse.SetDimensaoTema(TemaDimensao);
    }

    defineVariavelVisual();
}

```

Com as informações referentes aos atributos **NívelClassificação**, **dimensão geográfica** e **nível de medida**, o sistema pode determinar quais variáveis visuais são adequadas à representação temática. Esse conjunto de variáveis visuais é obtido das implementações da **classe&objeto Variável Visual** e suas especializações. A implementação dessas **classes&objetos** foi baseada nos resultados do modelo de análise. No modelo de análise, os atributos e métodos foram definidos de acordo com as regras estabelecidas para determinação das variáveis visuais, descritas no Capítulo 5.

Seguindo as regras para apresentação de um conjunto de variáveis visuais ao usuário, o sistema deve decidir, para cada situação, se a variável visual é **aplicável** ou não, e se é **variável** ou **invariável**. Para algumas variáveis visuais, como descrito no modelo de análise, essas decisões dependerão da **dimensão geográfica** da feição. Esses atributos foram definidos na implementação como dados de enumeração, apresentados no trecho de código abaixo:

```

enum TipoAplicavel {NAO, SIM};
enum disponibilidade{variavel, invariavel};
enum Dimensao{Ponto, Linha, Area};

```

As decisões sobre o **tipo aplicável** depende do **nível de classificação** definido para o tema, ou seja, se a informação geográfica será representada em classes, ou classes e subclasses. A distinção é definida na implementação da própria interface. Quando a lista de variáveis visuais para a representação das classes de um tema deve ser preenchida (Figura 6.4), as decisões são tomadas para as denominadas classes **básicas**. No caso de representação das subclasses de cada classe, as variáveis visuais são estabelecidas para classes **básicas** e **subordinadas**. Na implementação, os tipos de classes, se **básica** ou **subordinada**, são instâncias da classe denominada **CTipoClasse**, apresentada abaixo.

```
class _export CTipoClasse
{
public:
    TipoAplicavel tipoForma;
    TipoAplicavel tipoTamanho;
    TipoAplicavel tipoCorTom;
    TipoAplicavel tipoCorValor;
    TipoAplicavel tipoCorSaturacao;
    TipoAplicavel tipoTexturaOrdinal;
    TipoAplicavel tipoTexturaNominal;
    TipoAplicavel tipoOrientacao;
    TipoAplicavel tipoArranjo;

public:
    CTipoClasse();
    virtual ~CTipoClasse();
    void Init();
};
```

Os resultados até o momento alcançados no trabalho, para geração de mapas temáticos, são soluções gráficas para temas definidos com um **nível de classificação**. As soluções para definição das variáveis visuais para a representação de classes e subclasses foram implementadas nas interfaces apresentadas no Capítulo 5, as quais ilustram o projeto do protótipo como definido no **modelo dos requisitos**.

Quando o usuário informa ao sistema a **dimensão geográfica** e o **nível de medida** do tema, a função **defineVariavelVisual** é processada. O resultado dessa computação é a definição das variáveis visuais cujo **tipo aplicável** é **SIM**, e a **disponibilidade** é **variável**. O resultado determina o conjunto de variáveis visuais a serem apresentadas na interface. O método que define o **tipo aplicável** pertence à **classe&objeto CVariavelVisual**. Os métodos que determinam a **disponibilidade** são implementados nas suas especializações, tais como, **CForma**, **CTamanho**, e assim por diante. Os

códigos dos métodos que determinam o **tipo aplicável**, e a **disponibilidade** para a variável visual **forma**, são apresentados abaixo:

```
void CVariavelVisual::DefinirTipoTema(int NivelClassificacao,
    CString TemaDimensao, CString TemaNivelMedida)
{
    if(NivelClassificacao > 0)
    {
        if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "pontual")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" || TemaNivelMedida ==
                "ordinal")
            {
                classeBasica.tipoForma = SIM;
                classeBasica.tipoTamanho = SIM;
                classeBasica.tipoCorTom = SIM;
                classeBasica.tipoCorValor = SIM;
                classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {
                classeBasica.tipoForma = SIM;
                classeBasica.tipoTamanho = SIM;
                classeBasica.tipoCorTom = SIM;
                classeBasica.tipoCorValor = SIM;
                classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
                classeBasica.tipoOrientacao = SIM;
            }
        }
        else if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "linear")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" || TemaNivelMedida ==
                "ordinal")
            {
                classeBasica.tipoTamanho = SIM;
                classeBasica.tipoCorTom = SIM;
                classeBasica.tipoCorValor = SIM;
                classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {
                //classeBasica.tipoForma = SIM;
                classeBasica.tipoTamanho = SIM;
                classeBasica.tipoCorTom = SIM;
                classeBasica.tipoCorValor = SIM;
                classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
                classeBasica.tipoArranjo = SIM;
            }
        }
        else if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "area")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" || TemaNivelMedida ==
                "ordinal")
            {
                classeBasica.tipoCorTom = SIM;
                classeBasica.tipoCorValor = SIM;
                classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
                classeBasica.tipoTexturaOrdinal = SIM;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {

```

```

        classeBasica.tipoCorTom = SIM;
        classeBasica.tipoCorValor = SIM;
        classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
        classeBasica.tipoTexturaNominal = SIM;
        classeBasica.tipoOrientacao = SIM;
    }
}

}
else if(NivelClassificacao == 0)
{
    classeBasica.tipoForma = SIM;
    classeBasica.tipoTamanho = SIM;
    classeBasica.tipoCorTom = SIM;
    classeBasica.tipoCorValor = SIM;
    classeBasica.tipoCorSaturacao = SIM;
}
}

void CForma::DefinirDisponibilidadeParaTema(int NivelClassificacao,
    CString TemaDimensao, CString TemaNivelMedida)
{
    if(NivelClassificacao > 0)
    {
        if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "pontual")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" ||
                TemaNivelMedida == "ordinal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = variavel;
            }
        }
        else if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "linear")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" ||
                TemaNivelMedida == "ordinal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
            }
        }
        else if(NivelClassificacao == 1 && TemaDimensao == "area")
        {
            if(TemaNivelMedida == "numerico" ||
                TemaNivelMedida == "ordinal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
            }
            else if(TemaNivelMedida == "nominal")
            {
                VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
            }
        }
    }
}

```

```

        else if(NivelClassificacao == 0)
        {
            VariabilidadeFormaBasica = invariavel;
        }
    }

```

A Figura 6.4 exemplifica a definição das variáveis visuais para a representação do tema **Escolas Mantenedores**. Para a representação das escolas municipais, estaduais e privadas, o usuário definiu o **nível de medida** como **nominal**, e a **dimensão geográfica** como **pontual**. Conseqüentemente, o programa preenche a lista de variáveis visuais, com **forma**, **tom de cor** e **orientação**. Isso significa que o usuário não pode utilizar uma variável visual inadequada às características do tema, como por exemplo, representar as classes citadas, com símbolos pontuais de diferentes tamanhos. Após selecionada uma variável visual, a interface **Atributos Gráficos** pode ser ativada.

A interface **Atributos Gráficos** é um aprimoramento da interface **Visual** do SPRING. Na interface do SPRING, todas as possibilidades de soluções gráficas para mapas temáticos são apresentadas simultaneamente. Independente da **dimensão geográfica** e do **nível de medida** do tema, todos os símbolos pontuais, lineares ou de área estão disponíveis como opções ao usuário. Nesse caso, o sistema não limita os atributos gráficos de acordo com as características do tema representado. Assim, se o usuário não possui conhecimento sobre projeto cartográfico, pode facilmente construir mapas cartograficamente inadequados. Além disso, as denominações utilizadas para os símbolos de área e lineares não são coerentes com o conceito de variáveis visuais. Por exemplo, a denominação **hachura** para determinados símbolos de área pode significar, em algumas casos, a variável visual **orientação**. Diferentes **padrões** podem representar diferenças **nominais**, porém esses conceitos não estão explicitados no projeto e implementação da interface do SPRING.

Para o protótipo, a interface **Atributos Gráficos** foi projetada considerando que as características do tema representado foram definidas pelo usuário. Semelhantemente à interface **Visual** do SPRING, essa interface é dividida em quatro partes, denominadas área, linha, ponto e texto. Porém, os atributos gráficos de cada primitiva gráfica (ponto, linha ou área) são mostrados somente para a **dimensão geográfica** selecionada.

Portanto, se o tema a ser representado é **pontual**, somente os atributos gráficos de ponto serão apresentados na interface, como mostra a Figura 6.5.

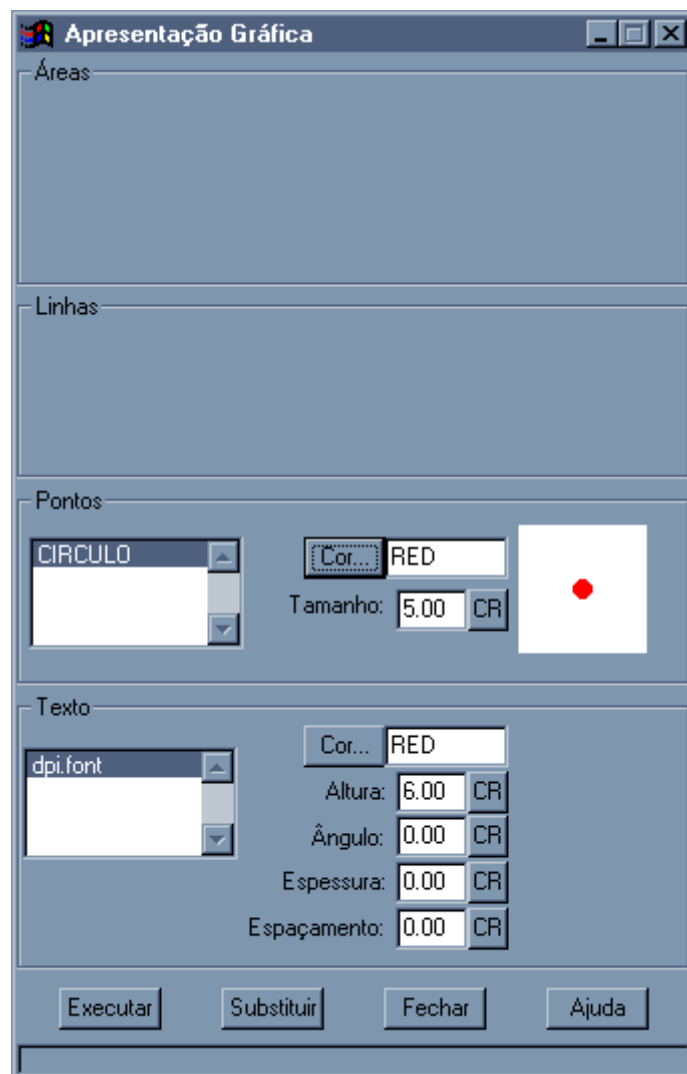


Fig. 6.5 – Interface **Apresentação Gráfica** para a representação de feições pontuais.

A implementação da interface **Apresentação Gráfica** inicia com a instanciação das variáveis visuais, uma vez que seus atributos determinam como os símbolos gráficos devem ser apresentados. Para apresentar as soluções gráficas adequadas às variáveis visuais selecionadas, foi necessário criar um conjunto de símbolos, além daqueles já existentes no SPRING. Esses símbolos não englobam todas as possibilidades de representação temática, porém exemplificam devidamente as responsabilidades do

sistema, como determinadas no **modelo dos requisitos** e modeladas na fase de análise. A implementação dos símbolos é descrita de acordo com os atributos gráficos **forma**, **dimensão** e **cor**.

No SPRING, as funções para apresentação gráfica são implementadas em duas classes, denominadas **SCanvas** e **BasicCanvas**. As áreas nas interfaces utilizadas para apresentação de desenhos (gráficos) são instâncias da classe **BasicCanvas**. A classe **SCanvas** contém as funções para definição das primitivas gráficas, utilizadas para apresentação de imagens nas telas ativas do SPRING. A classe **SCanvas** é uma especialização da classe **SDrawable**, na qual estão os métodos para definir *clipping* (corte), e as coordenadas da janela e do *viewport*. A classe **SDrawable** também contém os atributos referentes às características gráficas de texto, símbolos pontuais e de preenchimento de áreas. Essas classes e seus relacionamentos estão representados na Figura 6.6. A implementação do SPRING para Windows, utiliza a classe denominada **ECanvas**, sendo essa uma especialização da classe **CScrollView**, da biblioteca Microsoft Foundation Class Library (MFC) (McGregor e Norton, 1996). Na classe **ECanvas** estão definidos os métodos que gerenciam as mensagens dos eventos das interfaces gráficas do Windows, tais como, **OnMouseMove** e **OnQueryNewPalette**.

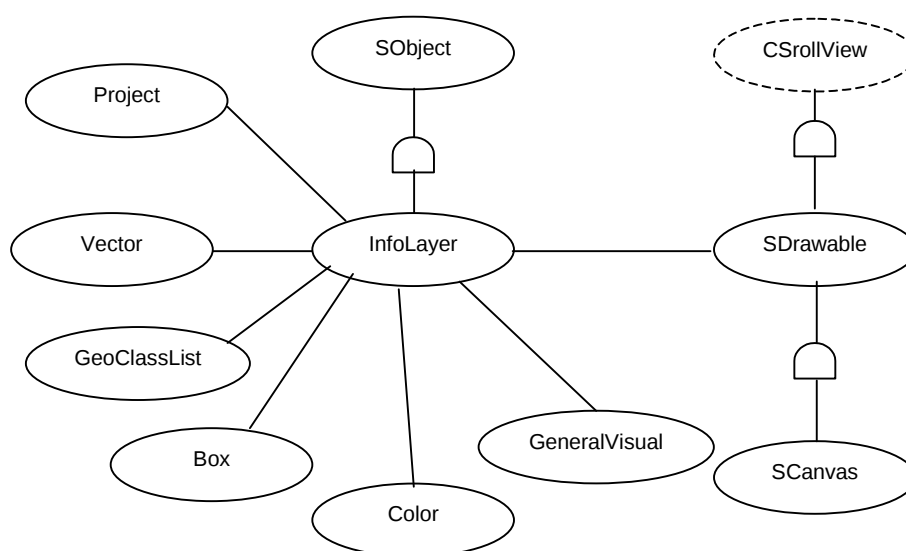


Fig. 6.6 – As classes **SCanvas** e **SDrawable** e seus relacionamentos.

A apresentação de um mapa temático numa tela do SPRING é realizada pela função ativada pelo submenu **desenhar**, do menu **executar**. Na função, **executar** após as computações referentes à determinação do tamanho da área útil da tela de visualização, e da escala de apresentação, um método da classe **Project** recupera o valor de visibilidade do **plano de informação (PI)** selecionado, e o **modelo de dado** do **PI**. Na classe **Project**, os **PIs** são instâncias da classe **InfoLayer**, que contém os métodos para apresentação dos **PIs visíveis**. No método específico para apresentação dos **PIs** da categoria **temático**, são definidas quais primitivas gráficas devem ser utilizadas, de acordo com os símbolos gráficos selecionados para a representação de cada classe temática. Os métodos que definem as primitivas gráficas encontram-se na classe **SCanvas**. A implementação dos símbolos pontuais, lineares e de área não existentes no SPRING exigiu, em alguns casos, a criação de funções, e em outras situações a complementação de funções existentes, nas classes **BasicCanvas**, **InfoLayer**, **SDrawable** e **SCanvas**.

Os símbolos gráficos apresentados na interface **Atributos Gráficos** são definidos de acordo com as características da variável visual selecionada. A definição e apresentação dos símbolos gráficos na interface são realizadas por métodos da classe **BasicCanvas**. Os símbolos gráficos são então selecionados para a visualização dos mapas temáticos. A apresentação da simbologia sobre o mapa é executada com métodos das classes **InfoLayer**, **SDrawable** e **SCanvas**. Portanto, os resultados das adaptações e complementações necessárias, para incluir no SPRING um conjunto de diferentes símbolos gráficos, são semelhantes para a classe **BasicCanvas**, e para as classes **InfoLayer**, **SDrawable** e **SCanvas**. Por isso, nesse trabalho estão descritas as modificações introduzidas na classe **BasicCanvas**.

Para a definição das variáveis visuais aplicadas aos símbolos pontuais, um conjunto de símbolos geométricos é suficiente para apresentar a funcionalidade do protótipo. Os símbolos geométricos são **círculo**, **quadrado**, **triângulo** e **retângulo**. Como a forma geométrica **círculo** já está implementada no SPRING, para os demais símbolos, novas funções foram criadas, como apresentado no trecho de código da classe **BasicCanvas**.

```

void
BasicCanvas :: Polymarker (Point* p, short mode)
{
    short i;
    short sum;
    Point p1, p2, pa;
    int siz;
    int larg, alt = 0;

    if (!opBC)    return;
    Size();
    switch (BCmarkertype)
    {
        case MKPOINT:
            DrawMarkerLine (*p, *p, mode);
            break;

        case MKBALL:
            siz = (int)BCmarkersize;

            p1.X (p->X() - siz);
            p1.Y (p->Y() + siz);
            p2.X (p->X() + siz);
            p2.Y (p->Y() - siz);
            DrawMarkerCircle (p1, p2, mode);
            break;

        case MKPLUS:
        case MKSTAR:
        case MKCROSS:
        case MKSIGHT:
            sum = 0;
            for (i=0;i<(BCmarkertype-1);i++)
                sum += BCnseg[i];

            siz = (int)BCmarkersize;

            for (i=0;i<BCnseg[BCmarkertype-1];i++)
            {
                p1.X (p->X() + siz * BCsegm[sum+i][0]);
                p1.Y (p->Y() + siz * BCsegm[sum+i][1]);
                p2.X (p->X() + siz * BCsegm[sum+i][2]);
                p2.Y (p->Y() + siz * BCsegm[sum+i][3]);
                DrawMarkerLine (p1, p2, mode);
            }
            break;

//BEGINclau0299
        case MKCIRCULO:
            siz = (int)BCmarkersize;

            p1.X (p->X() - siz);
            p1.Y (p->Y() + siz);
            p2.X (p->X() + siz);
            p2.Y (p->Y() - siz);
            DrawMarkerCircle (p1, p2, mode);
            break;

        case MKQUADRADO:
            siz = (int)BCmarkersize;

            p1.X (p->X() - siz);
            p1.Y (p->Y() + siz);
            p2.X (p->X() + siz);

```

```

        p2.Y (p->Y() - siz);
        DrawMarkerRectangle (p1, p2, mode);
        break;

    case MKTRIANGULO:
        siz = (int)BCmarkersize;

        p1.X (p->X() - siz);
        p1.Y (p->Y() + siz);
        p2.X (p->X() + siz);
        p2.Y (p->Y() - siz);
        DrawMarkerTriangle (p1, p2, mode);
        break;

    case MKRETANGULO:
        siz = (int)BCmarkersize;

        if(siz >= 3)
            larg = siz/3;
        else
            larg = siz/2;

        p1.X ((p->X() - siz) + larg);
        p1.Y ((p->Y() + siz) + larg);
        p2.X ((p->X() + siz) - larg);
        p2.Y ((p->Y() - siz) - larg);
        DrawMarkerRectangle (p1, p2, mode);
        break;

//ENDclau0299
    default:
        break;
}

}

//BEGINclau0299
void
BasicCanvas :: DrawMarkerRectangle (Point& p1, Point& p2, short)
{
    if (!opBC) return;
    SetDC();
    if (!BCgctpm || !BCgctfaux)
    {
        COLORREF rgb;
        rgb=PALETTEINDEX(BCcolor.Pixel());

        if (!BCgctpm)
            BCgctpm = CreatePen(PS_SOLID, 0, rgb);
        if (!BCgctfaux)
            BCgctfaux = CreateSolidBrush(rgb);
    }

    OBCgctpm=(HPEN)BCdc.SelectObject(BCgctpm);
    OBCgctfaux=(HBRUSH)BCdc.SelectObject(BCgctfaux);

    int    x1,y1,x2,y2;

    x1 = (int) p1.X() + BCx;
    y1 = (int) p1.Y() + BCy;

    x2 = (int) p2.X() + BCx;
    y2 = (int) p2.Y() + BCy;

```

```

        BCdc.Rectangle(x1, y1, x2, y2);

        BCdc.SelectObject(OBCgctpm);
        BCdc.SelectObject(OBCgctfaux);
        OBCgctpm = NULL;
        OBCgctfaux = NULL;

        ResetDC();
    }

void
BasicCanvas :: DrawMarkerTriangle (Point& p1, Point& p2, short)
{
    if (!opBC) return;
    SetDC();
    if (!BCgctpm || !BCgctfaux)
    {
        COLORREF rgb;
        rgb=PALETTEINDEX(BCcolor.Pixel());

        if (!BCgctpm)
            BCgctpm = CreatePen(PS_SOLID, 0, rgb);
        if (!BCgctfaux)
            BCgctfaux = CreateSolidBrush(rgb);
    }

    OBCgctpm=(HPEN)BCdc.SelectObject(BCgctpm);
    OBCgctfaux=(HBRUSH)BCdc.SelectObject(BCgctfaux);

    Point pa, pb, pc;
    POINT p[3];

    pa.X(p1.X());
    pa.Y(p1.Y());
    pb.X(p2.X());
    pb.Y(p1.Y());
    pc.X(((p2.X()) + (p1.X()))/2.0);
    pc.Y(p2.Y());

    p[0].x = pa.X() + (float)BCx;    p[0].y = pa.Y() + (float)BCy;
    p[1].x = pb.X() + (float)BCx;    p[1].y = pb.Y() + (float)BCy;
    p[2].x = pc.X() + (float)BCx;    p[2].y = pc.Y() + (float)BCy;

    BCdc.Polygon(p, 3);

    BCdc.SelectObject(OBCgctpm);
    BCdc.SelectObject(OBCgctfaux);
    OBCgctpm = NULL;
    OBCgctfaux = NULL;

    ResetDC();
}
//ENDclau0299

```

Todas as soluções gráficas para símbolos pontuais, do protótipo, são baseadas nas formas geométricas **círculo**, **quadrado**, **triângulo** e **retângulo**. Assim, quando o usuário seleciona a variável visual **forma**, as quatro formas geométricas descritas acima

são apresentadas como opções para a representação de classes. Para as variáveis visuais **tamanho**, **tom**, **valor** e **saturação de cor**, somente a forma círculo é disponível, uma vez que essa é comumente utilizada em mapas temáticos. Finalmente, para a variável visual **orientação**, a forma geométrica retângulo deve ser utilizada, sendo a opção apresentada. As possibilidades de variação da **dimensão** e **ângulo** (em relação à direção horizontal) para símbolos pontuais foram definidas de acordo com os princípios de projeto cartográfico, e portanto, dependem da variável visual selecionada. Assim, o campo denominado **ângulo** é habilitado apenas para a variável visual **orientação**. Apesar do campo **tamanho**, ser disponível para todas as variáveis visuais, o programa deve permitir sua variação, entre as classes de um tema, somente quando a variável visual **tamanho** é selecionada. O trecho de código que define as opções de símbolos pontuais, na interface **Atributos Gráficos**, é apresentado abaixo. As Figuras 6.7, 6.8 e 6.9 ilustram as opções apresentadas ao usuário, quando as variáveis visuais **forma**, **tamanho** ou **orientação** são selecionadas.

```
void
aprgraInitializer()
{
    char    spec[MAXPATHLEN];
    short   n;
    int     done;
    char    buf[128];
#ifdef defined(SPRWIN) && defined(WIN32)
#include <winbase.h>
        WIN32_FIND_DATA fd;
        HANDLE          hFindFile;
#else
        DIR              *dirp;
        struct direct    *dp;
#endif

    Dimensao DimTema = variavelVisual.GetDimensaoTema();
    .
    .
    .
    else if(DimTema == Ponto)
    {
        //nao mostra os dialogos referentes a Area e Linha
        aprgraLPointPattern.Show(TRUE);
        aprgraBPointColor.Show(TRUE);
        aprgraTFPointColor.Show(TRUE);
        aprgraTFPointHeightL.Show(TRUE);
        aprgraTFPointHeight.Show(TRUE);
        aprgraBPointHeightCR.Show(TRUE);
        aprgraOMAngleL.Show(TRUE);
        aprgraOMAngle.Show(TRUE);
    }
}
```

```

    aprgraLAreaPattern.Show(FALSE);
    aprgraBAreaColor.Show(FALSE);
    aprgraTFAreaColor.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    aprgraLLinePattern.Show(FALSE);
    aprgraBLineColor.Show(FALSE);
    aprgraTFLineColor.Show(FALSE);
    aprgraOMLineWidth.Show(FALSE);
    aprgraOMLineWidthL.Show(FALSE);

    aprgraLPointPattern.Clear ();
    tipoForma dimForma = variavelForma.GetTipoForma();
    tipoCorTom dimCorTom = variavelCorTom.GetTipoCorTom();
    tipoCorValor dimCorValor = variavelCorValor.GetTipoCorValor();
    tipoCorSaturacao dimCorSaturacao = variavelCorSaturacao.GetTipoCorSaturacao();
    tipoOrientacao dimOrientacao = variavelOrientacao.GetTipoOrientacao();
    tipoTamanho dimTamanho = variavelTamanho.GetTipoTamanho();

    if(dimForma == FormaPonto)
    {
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "CIRCULO");
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "QUADRADO");
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "TRIANGULO");
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "RETANGULO");
    }

    else if(dimCorTom == CorTomPonto)
    {
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "CIRCULO");
    }

    else if(dimCorValor == CorValorPonto)
    {
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "CIRCULO");
    }

    else if(dimCorSaturacao == CorSaturacaoPonto)
    {
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "CIRCULO");
    }

    else if(dimOrientacao == OrientacaoPonto)
    {

```

```

        aprgraOMAngleL.Show(TRUE);
        aprgraOMAngle.Show(TRUE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "RETANGULO");
    }

    else if(dimTamanho == TamanhoPonto)
    {
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        n = 0;
        aprgraLPointPattern.Insert (n++, "CIRCULO");
    }

    aprgraLPointPattern.ClickItem (0);
}
}

```

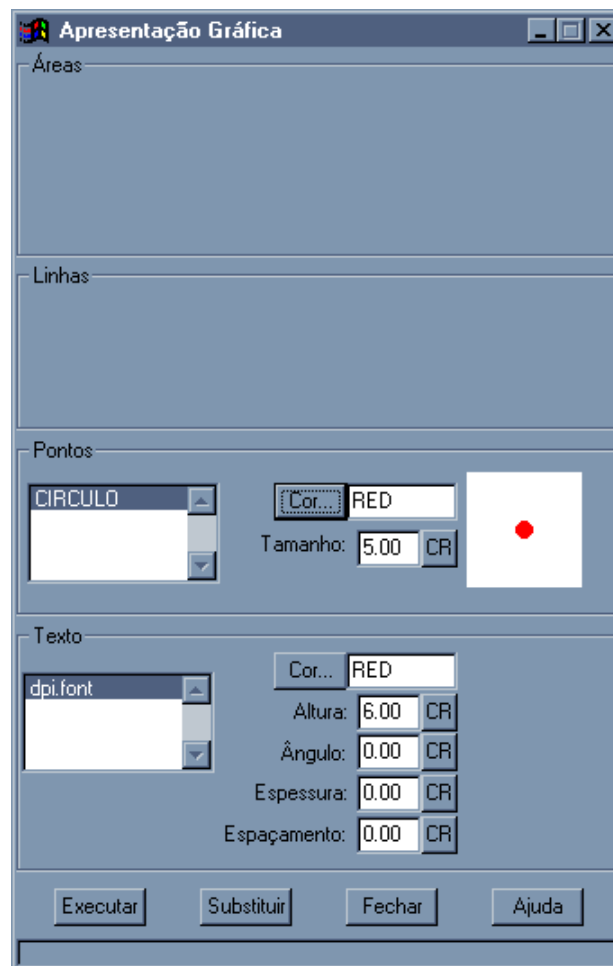


Fig. 6.7 – Interface **Atributos Gráficos** com opções de símbolos pontuais para as variável visual **forma**.

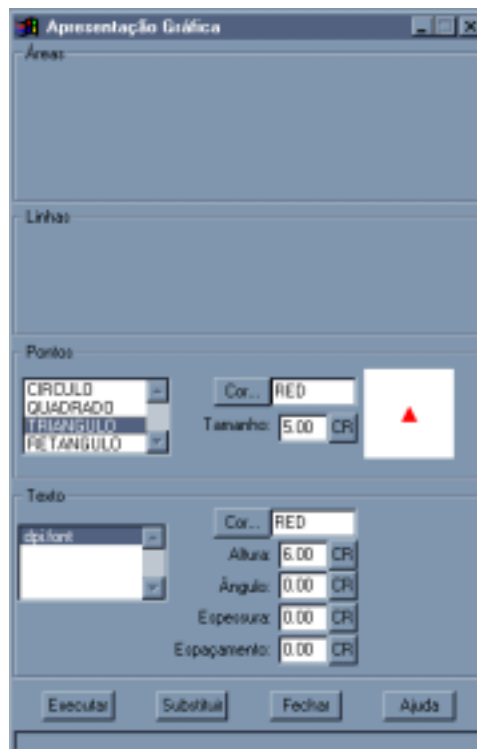


Fig. 6.8 – Interface **Atributos Gráficos** com opções de símbolos pontuais para as variável visual **tamanho**.

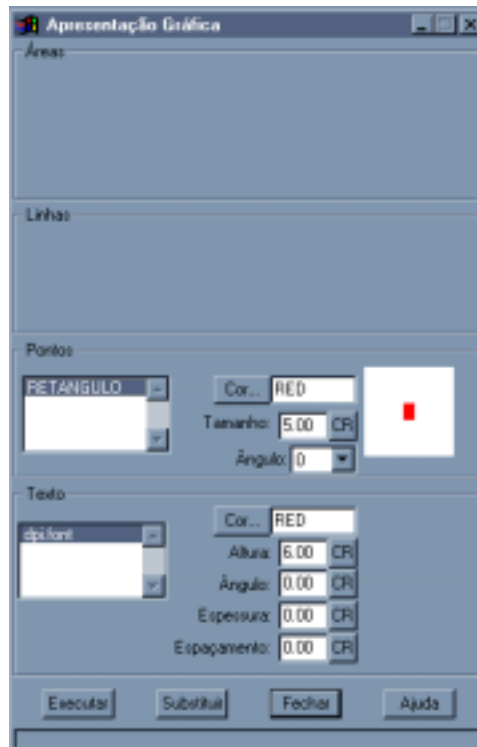


Fig. 6.9 – Interface **Atributos Gráficos** com opções de símbolos pontuais para as variável visual **orientação**.

As soluções gráficas para símbolos lineares podem ser descritas em dois grupos, linhas contínuas e linhas tracejadas. As linhas tracejadas são, cartograficamente, utilizadas para a representação da variável visual **arranjo**. Como diferentes padrões de linhas tracejadas estão implementados no SPRING, a adaptação feita para o protótipo foi sistematizar a apresentação das linhas na interface **Apresentação Gráfica**. Quando a dimensão geográfica é linear e a variável visual selecionada é **arranjo**, as opções de símbolos lineares são denominadas **arranjo1**, **arranjo2**, **arranjo3** e **arranjo4**. Para as variáveis visuais **tom**, **valor** e **saturação de cor**, e **tamanho**, as opções são todas variações gráficas da linha contínua, ou seja, a linha varia ou em espessura, ou em tom, valor ou saturação de cor. A implementação dessas opções para símbolos lineares é apresentada abaixo.

```
void
aprgraInitializer()
{
    char    spec[MAXPATHLEN];
    short   n;
    int     done;
    char    buf[128];
#ifdef defined(SPRWIN) && defined(WIN32)
#include <winbase.h>
        WIN32_FIND_DATA    fd;
        HANDLE              hFindFile;
#else
        DIR                  *dirp;
        struct direct        *dp;
#endif

    Dimensao DimTema = variavelVisual.GetDimensaoTema();
    if(DimTema == Linha)
    {
        //nao mostra os dialogos referentes a Area e Ponto
        aprgraLLinePattern.Show(TRUE);
        aprgraBLineColor.Show(TRUE);
        aprgraTFLineColor.Show(TRUE);
        aprgraOMLineWidth.Show(TRUE);
        aprgraOMLineWidthL.Show(TRUE);

        aprgraLPointPattern.Show(FALSE);
        aprgraBPointColor.Show(FALSE);
        aprgraTFPointColor.Show(FALSE);
        aprgraTFPointHeightL.Show(FALSE);
        aprgraTFPointHeight.Show(FALSE);
        aprgraBPointHeightCR.Show(FALSE);
        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);

        aprgraLAreaPattern.Show(FALSE);
        aprgraBAreaColor.Show(FALSE);
        aprgraTFAreaColor.Show(FALSE);
        aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    }
}
```

```

        aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
        aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
        aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
        aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

// Line
        aprgraLLinePattern.Clear ();
        n = 0;
#ifdef SPRWIN
        tipoCorTom dimCorTom = variavelCorTom.GetTipoCorTom();
        tipoCorValor dimCorValor = variavelCorValor.GetTipoCorValor();
        tipoCorSaturacao dimCorSaturacao = variavelCorSaturacao.GetTipoCorSaturacao();
        tipoTamanho dimTamanho = variavelTamanho.GetTipoTamanho();
        tipoArranjo dimArranjo = variavelArranjo.GetTipoArranjo();

        if(dimCorTom == CorTomLinha)
        {
            n = 0;
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "CONTINUA");
        }

        else if(dimCorValor == CorValorLinha)
        {
            n = 0;
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "CONTINUA");
        }

        else if(dimArranjo == ArranjoLinha)
        {
            n = 0;
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "ARRANJO 1");
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "ARRANJO 2");
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "ARRANJO 3");
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "ARRANJO 4");
        }

        else if(dimTamanho == TamanhoLinha)
        {
            n = 0;
            aprgraLLinePattern.Insert (n++, "CONTINUA");
        }
#else
        aprgraLLinePattern.Insert (n++, "CONTINUA");
        aprgraLLinePattern.Insert (n++, "TRACO");
        aprgraLLinePattern.Insert (n++, "TRACO-HACHURA");
#endif
        aprgraLLinePattern.ClickItem (0);
    }
    .
    .
}

```

Para símbolos lineares, a variação em espessura para a representação de diferentes classes é adequada somente para a variável visual **tamanho**. Para que o usuário possa definir diferentes espessuras de linhas, o campo denominado **largura** é habilitado na

interface. Portanto, esse campo é disponível somente se a variável visual **tamanho** é selecionada. Exemplos de diferentes estados da interface **Atributos Gráficos** para símbolos lineares são mostrados na Figura 6.10. A implementação da lista de opções para símbolos lineares é apresentada abaixo.

```
void
aprgaLLinePatternProc()
{
    short n = aprgaLLinePattern.ItemClicked ();
    if (n<0) return;

    strcpy(SLPatLine, aprgaLLinePattern.Value (n) );

#ifdef SPRWIN
    if (strcmp(SLPatLine, "CONTINUA") == 0 )
    {
        SLlinestyle = (short)PS_SOLID;
        aprgaOMLineWidth.Active(TRUE);
        aprgaOMLineWidthL.Active(TRUE);
    }
    else if (strcmp(SLPatLine, "ARRANJO 1") == 0 )
    {
        SLlinestyle = (short)PS_DASH;
        SLwidth = 1;
        aprgaOMLineWidth.Value(1);
        aprgaOMLineWidth.Active(FALSE);
        aprgaOMLineWidthL.Active(FALSE);
    }
    else if (strcmp(SLPatLine, "ARRANJO 2") == 0 )
    {
        SLlinestyle = (short)PS_DOT;
        SLwidth = 1;
        aprgaOMLineWidth.Value(1);
        aprgaOMLineWidth.Active(FALSE);
        aprgaOMLineWidthL.Active(FALSE);
    }
    else if (strcmp(SLPatLine, "ARRANJO 3") == 0 )
    {
        SLlinestyle = (short)PS_DASHDOT;
        SLwidth = 1;
        aprgaOMLineWidth.Value(1);
        aprgaOMLineWidth.Active(FALSE);
        aprgaOMLineWidthL.Active(FALSE);
    }
    else if (strcmp(SLPatLine, "ARRANJO 4") == 0 )
    {
        SLlinestyle = (short)PS_DASHDOTDOT;
        SLwidth = 1;
        aprgaOMLineWidth.Value(1);
        aprgaOMLineWidth.Active(FALSE);
        aprgaOMLineWidthL.Active(FALSE);
    }
}

#else
    if (strcmp(SLPatLine, "CONTINUA") == 0 )
        SLlinestyle = LineSolid;
    else if (strcmp(SLPatLine, "TRACO") == 0 )
        SLlinestyle = LineOnOffDash;
```

```

        else if (strcmp(SLPatLine, "TRACO-HACHURA") == 0 )
            SLlinestyle = LineDoubleDash;
    #endif

    aprgraCvLine.Clear();
    aprgraCvLine.SetLineAttributes(&SLCorLine, SLlinestyle, SLwidth);

    #if defined(SPRWIN) && defined(BORLAND)
        aprgraCvLine.DrawLine(0,25,100,25);
    #else
        aprgraCvLine.DrawLine(0,32,64,32,MODECOPY); //scanvas(32,64)
    #endif
}

```



Fig. 6.10 – Opções de símbolos lineares para as variáveis visuais **tamanho** e **arranjo**.

Os símbolos gráficos para feições de área foram implementados para representar todas as opções estabelecidas na tipologia de variáveis visuais, definida para esse trabalho (item 5.2.1, Capítulo 5). Assim, as opções apresentadas no protótipo são **orientação**, **textura nominal** e **textura ordinal**, além das relativas aos atributos de cor, ou seja, **tom**, **valor** e **saturação**. O trecho de código da interface **Atributos Gráficos** referente aos símbolos de área é apresentado abaixo.

```

void
aprgraInitializer()
{
    char    spec[MAXPATHLEN];
    short  n;
    int      done;
    char    buf[128];
#ifdef defined(SPRWIN) && defined(WIN32)
#include <winbase.h>
        WIN32_FIND_DATA fd;
        HANDLE          hFindFile;
#else
        DIR              *dirp;
        struct direct *dp;
#endif

    Dimensao DimTema = variavelVisual.GetDimensaoTema();

    .
    .
    .

    else if(DimTema == Area)
    {
        //nao mostra os dialogos referentes a Linha e Ponto
        aprgraLAreaPattern.Show(TRUE);
        aprgraBAreaColor.Show(TRUE);
        aprgraTFAreaColor.Show(TRUE);
        aprgraOMHashLine.Show(TRUE);
        aprgraOMVazioLargL.Show(TRUE);
        aprgraOMHashSpaceL.Show(TRUE);
        aprgraOMHashSpace.Show(TRUE);
        aprgraOMHashAngleL.Show(TRUE);
        aprgraOMHashAngle.Show(TRUE);

        aprgraLPointPattern.Show(FALSE);
        aprgraBPointColor.Show(FALSE);
        aprgraTFPointColor.Show(FALSE);
        aprgraTFPointHeightL.Show(FALSE);
        aprgraTFPointHeight.Show(FALSE);
        aprgraBPointHeightCR.Show(FALSE);

        aprgraOMAngleL.Show(FALSE);
        aprgraOMAngle.Show(FALSE);
        aprgraLLinePattern.Show(FALSE);
        aprgraBLineColor.Show(FALSE);
        aprgraTFLineColor.Show(FALSE);
        aprgraOMLineWidth.Show(FALSE);
        aprgraOMLineWidthL.Show(FALSE);

        aprgraLAreaPattern.Clear();

        tipoCorTom dimCorTom = variavelCorTom.GetTipoCorTom();
        tipoCorValor dimCorValor = variavelCorValor.GetTipoCorValor();
        tipoCorSaturacao dimCorSaturacao = variavelCorSaturacao.GetTipoCorSaturacao();
        tipoOrientacao dimOrientacao = variavelOrientacao.GetTipoOrientacao();
        tipoTexturaNominal dimTexturaNominal =
        variavelTexturaNominal.GetTipoTexturaNominal();
        tipoTexturaOrdinal dimTexturaOrdinal =
        variavelTexturaOrdinal.GetTipoTexturaOrdinal();
    }
}

```

```

if(dimCorTom == CorTomArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "SOLIDO");
}

else if(dimTexturaNominal == TexturaNominalArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    sprintf (spec, "%s/bitmaps/pattern", getenv("SPRINGHOME"));
    #if defined(SPRWIN) && defined(WIN32)
    strcpy(buf, spec);
    strcat(buf, "\\*.bmp");
    hFindFile = FindFirstFile (buf, &fd);
    if (hFindFile == INVALID_HANDLE_VALUE)
        done = 0;
    else
        done = 1;
    while (done)
    {
        if (strcmp(fd.cFileName, ".") && strcmp(fd.cFileName, ".."))
        {
            if((strcmp(fd.cFileName, "nominal1", 8)) == 0)
                aprgraLAreaPattern.Insert (n++, fd.cFileName);
            else if((strcmp(fd.cFileName, "nominal2", 8)) == 0)
                aprgraLAreaPattern.Insert (n++, fd.cFileName);
            else if((strcmp(fd.cFileName, "nominal3", 8)) == 0)
                aprgraLAreaPattern.Insert (n++, fd.cFileName);
        }
        done = FindNextFile(hFindFile, &fd);
    }
    FindClose (hFindFile);
    #else
    if ( dirp = opendir (spec))
    {
        while (dp = readdir (dirp))
        if (strcmp(dp->d_name, ".") && strcmp(dp->d_name, ".."))
        {
            aprgraLAreaPattern.Insert (n++, dp->d_name);
        }
        closedir (dirp);
    }
    #endif
}

```

```

else if(dimOrientacao == OrientacaoArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "ORIENTACAO1");
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "ORIENTACAO2");
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "ORIENTACAO3");
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "ORIENTACAO4");
}

else if(dimCorValor == CorValorArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "SOLIDO");
}

else if(dimCorSaturacao == CorSaturacaoArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    aprgraLAreaPattern.Insert (n++, "SOLIDO");
}

else if(dimTexturaOrdinal == TexturaOrdinalArea)
{
    aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
    aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);

    n = 0;
    sprintf (spec, "%s/bitmaps/pattern", getenv("SPRINGHOME"));
    #if defined(SPRWIN) && defined(WIN32)
    strcpy(buf, spec);
    strcat(buf, "\\*.bmp");
    hFindFile = FindFirstFile (buf, &fd);
    if (hFindFile == INVALID_HANDLE_VALUE)
        done = 0;
    else

```

```

        done = 1;
        while (done)
        {
            if (strcmp(fd.cFileName, ".") && strcmp(fd.cFileName,
            ".."))
                if((strcmp(fd.cFileName, "ordinal", 6)) == 0)
                    aprgraLAreaPattern.Insert (n++,fd.cFileName);
                done = FindNextFile(hFindFile,&fd);
        }
        FindClose (hFindFile);
    #else
        if ( dirp = opendir (spec))
        {
            while (dp = readdir (dirp))
            if (strcmp(dp->d_name, ".") && strcmp(dp->d_name, ".."))
            {
                aprgraLAreaPattern.Insert (n++,dp->d_name);
            }
            closedir (dirp);
        }
    #endif
}

        aprgraLAreaPattern.ClickItem(0);

        .
        .
        .

    }
}

```

A simbologia gráfica para representar as variáveis visuais **orientação**, **textura nominal** e **textura ordinal**, foi definida com o uso de funções existentes no SPRING. Para a variável visual **orientação** foi utilizada a função, da classe **BasicCanvas**, que define diferentes **hachuras**, por linhas desenhadas com diferentes ângulos em relação à direção horizontal. Porém, no protótipo, foi considerado que a distinção visual entre classes, representadas por diferentes orientações de linhas, é dificultada se ângulos próximos são utilizados. Com isso, foi determinado que apenas quatro opções estariam disponíveis aos usuários, definidas para 0°, 45°, 90°, 135°. Essas opções foram denominadas **orientação1**, **orientação2**, **orientação3**, **orientação4**, como apresentado no trecho de código abaixo. Assim, não é necessário que o usuário escolha os ângulos para compor o símbolo, pois estão definidos na implementação. Exemplos de símbolos com diferentes orientações são apresentados na Figura 6.11.

```

void
aprgraLAreaPatternProc()
{

    short n = aprgraLAreaPattern.ItemClicked ();
    if (n<0) return;
    strcpy(SLPatArea, aprgraLAreaPattern.Value (n) );
    switch (SLPatArea[0])
    {

        .
        .
        .

        case 'O':      //ORIENTACAO
        {
            aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
            aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
            aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);
            aprgraCvArea.Clear();

            if((strcmp(SLPatArea, "ORIENTACA01")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLHash, 0, SLSpace, &SLCorArea);
                TipoOrientacao= 1;
            }

            else if((strcmp(SLPatArea, "ORIENTACA02")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLHash, 2, SLSpace, &SLCorArea);
                TipoOrientacao = 2;
            }

            else if((strcmp(SLPatArea, "ORIENTACA03")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLHash, 4, SLSpace, &SLCorArea);
                TipoOrientacao = 3;
            }

            else if((strcmp(SLPatArea, "ORIENTACA04")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLHash, 6, SLSpace, &SLCorArea);
                TipoOrientacao = 4;
            }

            break;
        }

        .
        .
        .
    }
}

```



Fig. 6.11 – Diferentes opções de símbolos de área para representar a variável visual **orientação**.

Os símbolos para **texturas nominais** e **ordinais** foram definidos em **bitmaps** (Figura 6.12). No SPRING, esse tipo de símbolo de área é denominada **padrão**. Os vários **padrões** disponíveis atualmente no SPRING são símbolos para representação de tipos específicos de feições, tais como, diferentes classes de vegetação. Contudo, o objetivo desse trabalho é fornecer uma simbologia genérica, que seja adequada a representações de diferentes tipos de informações geográficas. Por isso, apenas os **padrões** que representam as **texturas nominais** e **ordinais**, são colocados como opções de simbologia para área. A implementação das **texturas** é mostrada abaixo.

```

void
aprgraLAreaPatternProc()
{
    short n = aprgraLAreaPattern.ItemClicked ();
    if (n<0) return;
    strcpy(SLPatArea, aprgraLAreaPattern.Value (n) );
    switch (SLPatArea[0])
    {
        .
        .
        .
        default :      //PADROES
        {
            aprgraOMVazioLargL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashLine.Show(FALSE);
            aprgraOMHashSpaceL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashSpace.Show(FALSE);
            aprgraOMHashAngleL.Show(FALSE);
            aprgraOMHashAngle.Show(FALSE);
            if((strcmp(SLPatArea, "nominal1.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoNominal = 1;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "nominal2.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoNominal = 2;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "nominal3.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoNominal = 3;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "nominal4.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoNominal = 4;
            }
            if((strcmp(SLPatArea, "ordinal1.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoOrdinal = 1;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "ordinal2.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoOrdinal = 2;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "ordinal3.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoOrdinal = 3;
            }
            else if((strcmp(SLPatArea, "ordinal4.bmp")) == 0)
            {
                aprgraCvArea.Fill(SLPatArea, &SLCorArea);
                TipoOrdinal = 4;
            }
            break;
        }
    }
}

```

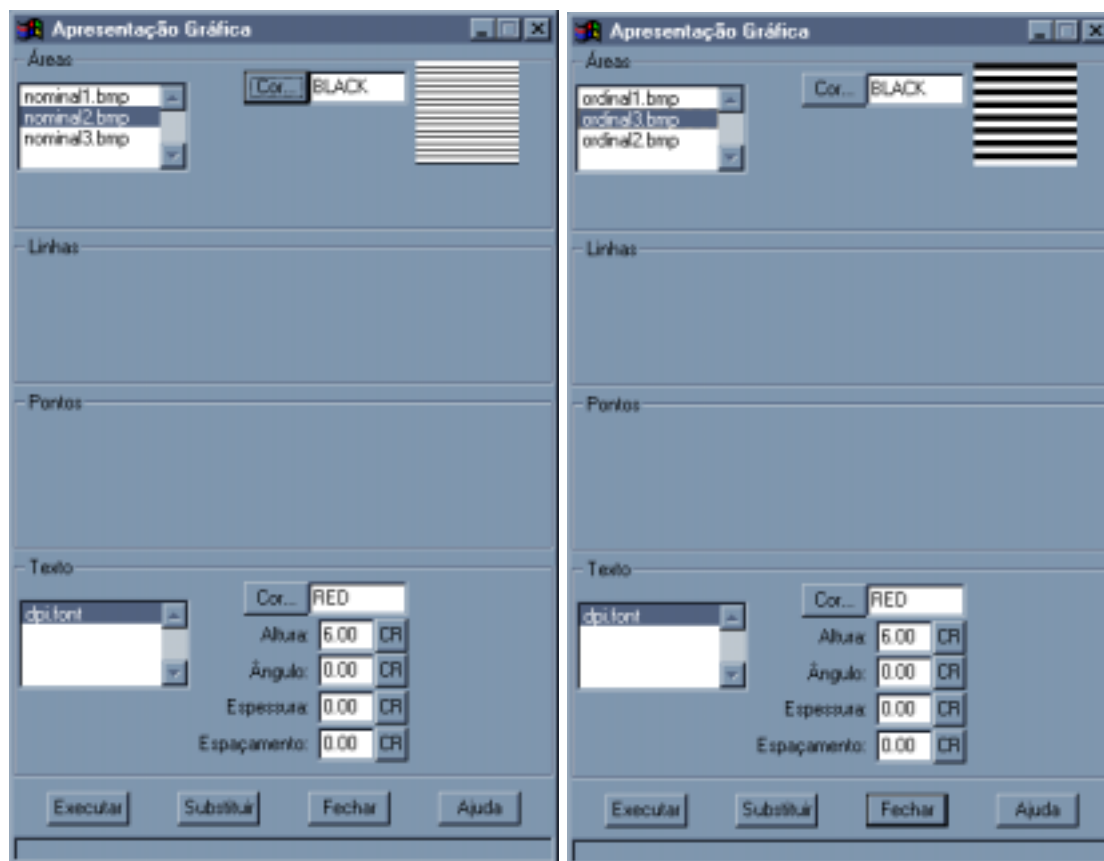


Fig. 6.12 – Texturas nominais e ordinais.

Para qualquer **dimensão geográfica**, os atributos **tom**, **valor** e **saturação** das cores, são sempre opções de variáveis visuais. Como os diferentes atributos da cor representam visualmente diferentes **níveis de medida**, o sistema deve permitir ao usuário a definição de cores através dos valores de **tom**, **luminosidade**(ou **valor**) e **saturação**. Além disso, as cores são definidas para qualquer símbolo gráfico, sendo constantes ou não para as classes de um mapa. Pela importância da cor na representação cartográfica, seus atributos são definidos numa interface própria, denominada de **Seleção de Cores por RGB ou HIS**, que apresenta os valores nos sistemas **RGB**(*red, green and blue*) e **HIS**(*hue, intensity and saturation*) (Foley et al., 1992) para as cores selecionadas. A transformação entre os sistemas **RGB** e **HIS** é realizada pelos algoritmos utilizados no SPRING para processamento de imagem. A definição das cores pelo sistema **HIS**, possibilita o uso adequado das variáveis visuais **tom**, **valor** ou **saturação**, quando

selecionadas para a representação temática. Assim, se a dimensão geográfica do tema é área, e seu nível de medida **ordinal**, a variável visual selecionada pode ser **valor de cor**. Nesse caso, o usuário pode manter o **tom** e a **saturação** constantes, variando somente o **valor** da cor (Figura 6.13).

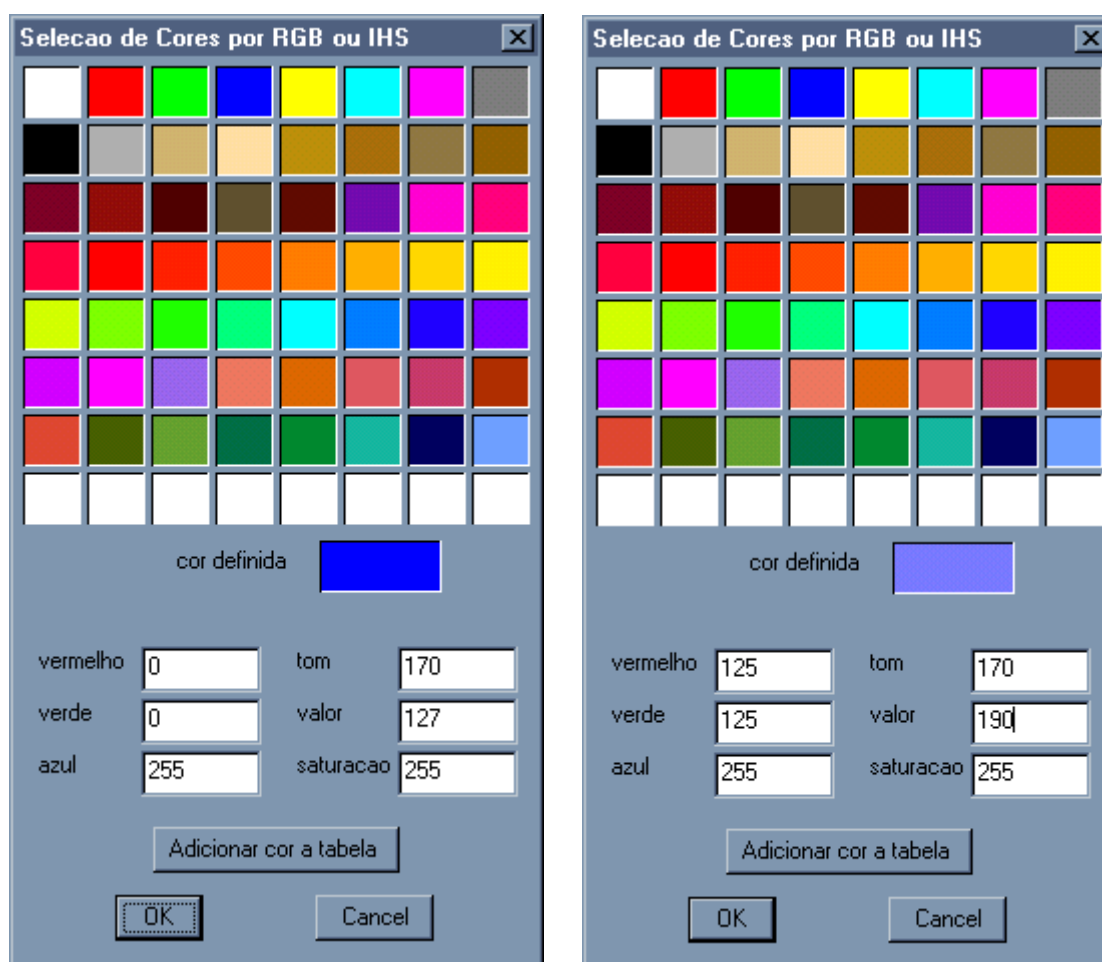


Fig. 6.13 – Seleção de cores com **tom** e **saturação** constantes, e diferentes valores de **luminosidade**.

Na definição computacional das cores para a simbolização gráfica de mapas temáticos, o uso das variáveis visuais **valor** e **saturação**, e a definição do sistema **HIS** devem ser consideradas. As variações em **valor** e **saturação** devem ser analisadas em relação ao aspecto teórico, ou seja suas definições, e a aplicação práticas dessas variáveis. **Valor de cor** significa a incidência de luz branca na cor, enquanto **saturação de cor** é definida

como o quanto a cor se afasta da cor neutra (escala de cinza). Consequentemente, se o **valor de cor** é alterado, a cor também é dessaturada. Porém, quando **valor** e **saturação** são utilizados como **variáveis visuais**, a diferença em **valor de cor** significa diferentes graus de reflexão do **branco**, enquanto as variações em **saturação** são obtidas acrescentando-se diferentes níveis de cinza a um mesmo **tom de cor**. Assim, como ilustrado na Figura 6.13, se as classes de um tema são representadas com variações em **valor**, o **tom** e a **saturação** são mantidos constantes.

Para que o sistema não permita que o usuário utilize erroneamente as cores na representação temática, as possibilidades de definição de valores para **tom**, **valor** e **saturação** devem ser restritas, de acordo com a variável visual selecionada. Assim, se o usuário escolhe a variável visual **tom de cor** para a representação de dados **nominais**, o sistema deve permitir que sejam definidos diferentes valores somente para o atributo **tom**, mantendo a **luminosidade** e a **saturação** constantes para todas as classes do mapa. Nesse caso, se o usuário altera o valor da **luminosidade** para uma das classes, o sistema deve estabelecer esse mesmo valor para as demais classes. Além disso, para as variáveis visuais não relacionadas aos atributos da cor, tais como **forma** ou **tamanho**, o sistema deve definir a mesma cor para todas as classes. Se o usuário seleciona diferentes cores para diferentes classes, o programa deve alterar as cores de todas as classes, mantendo a última escolha do usuário. Essa condição, quando símbolos pontuais são utilizados na representação, está implementada no protótipo como mostra o trecho de código abaixo.

```
void
aprgaSetPointColor (Color* c)
{
    SLCorPoint.Init (c->Name(), c->Pixel(), c->Red(), c->Green(), c->Blue());
    aprgraTFPointColor.Value(c->Name());
    aprgraCvPoint.SetPolymarkerColor(&SLCorPoint);
    aprgraCvPoint.Polymarker(&SLpt, MODECOPY);

    short tom = variavelCorTom.GetTomCor();

    tipoCorValor dimCorValor = variavelCorValor.GetTipoCorValor();

    PointVisual pv;

    GeoClass *gc;
    GeoClassList *gcl = SGcat->GeoClasses();

    Dimensao DimTema = variavelVisual.GetDimensaoTema();
    if(DimTema == Ponto)
    {
```

```

tipoForma dimForma = variavelForma.GetTipoForma();
tipoTamanho dimTamanho = variavelTamanho.GetTipoTamanho();
tipoOrientacao dimOrientacao = variavelOrientacao.GetTipoOrientacao();

    if(dimForma == FormaPonto || dimTamanho == TamanhoPonto ||
        dimOrientacao == OrientacaoPonto /*||
        dimCorValor == CorValorPonto flagTom == true*/)
    {
        for(gc = gcl->First(); gc; gc = gcl->Next())
        {
            GeneralVisual *vis1 = new GeneralVisual;
            if (vis1==NULL) SGEError.Handler(ALLOCATION,FATAL);

            vis1->Init(SLvis1);

pv.SetPointColor(SLCorPoint.Red(), SLCorPoint.Green(), SLCorPoint.Blue());

            if(dimForma == FormaPonto || dimOrientacao == OrientacaoPonto)
            {
                pv.SetSymbMarkHeight(atof(aprgratFPointHeight.Value()));

                vis1->SetPointAttr(pv);
                SGdb->UpdateVisual(vis1, SLflag, gc);
            }
        }
    }
}

```

Estudando o SPRING observou-se que a interface **Visual** pode ser ativada em diferentes interfaces. As diferentes localizações do **botão** denominado **Visual** pode dificultar a utilização do SPRING, quando o usuário deseja visualizar os mapas resultantes dos processamentos realizados. Devido a isto, sugere-se que seja criado um menu denominado **visualização**, que seria habilitado para todos os **modelos de dados**, cujos processamentos resultam em imagens gráficas. A interface **Visual** seria ativada por esse menu, sempre que o usuário necessitar gerar um mapa temático.

6.2 – CONSULTAS E ANIMAÇÕES

As animações são geradas por funções implementadas numa janela denominada **Animação**, ativada nesse protótipo, com o submenu **Mapa de Distância**, do menu **Temático**. Apesar da etapa referente ao **modelo dos requisitos** ter resultado em duas interfaces distintas, para cintilação e seqüência de classes, durante a implementação percebeu-se que os diferentes tipos de animações poderiam ser opções numa única interface (Figura 6.14). Para esse protótipo, essa interface foi gerada com os recursos do

ambiente de programação Visual C++, sendo portanto compatível apenas com a versão para Windows do SPRING.

As opções de diferentes animações são relacionadas aos tipos de mapas animados descritos no item 2.3.2, do capítulo 2, sendo esses:

- 1) **Mapas que enfatizam a localização do fenômeno;**
- 2) **Mapas que enfatizam um atributo do fenômeno;**
- 3) **Mapas que representam as variações em posição e atributo do fenômeno.**

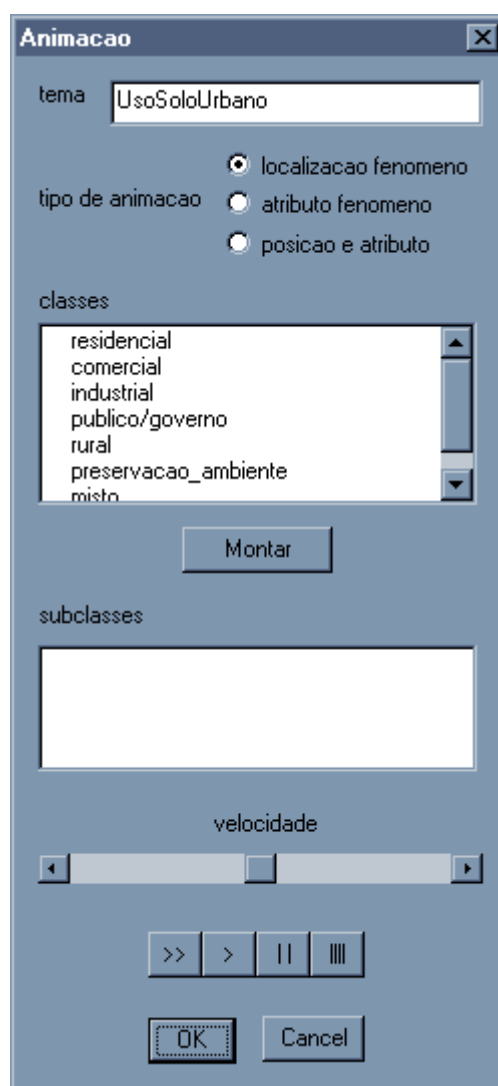


Fig. 6.14 – A interface **Animação**.

Os **mapas que enfatizam um atributo do fenômeno** representam as características do fenômeno que ocorreram num instante de tempo. Por outro lado, os **mapas que representam as variações em posição e atributo do fenômeno** representam as características do fenômeno num período de tempo. Portanto, a diferença entre esses tipos de mapas animados está na definição das classes apresentadas em cada quadro da animação. Como os quadros são mapas estáticos, e os parâmetros para gerar as animações são determinados após a geração dos mapas, a implementação das animações não diferem. Pela dificuldade de se obter dados geográficos sobre o espaço urbano para períodos de tempo suficientes para apresentar mapas animados, apenas as opções **localização fenômeno** e **atributo fenômeno** (Figura 6.14) foram implementadas no protótipo. Isso significa cintilação de uma classe selecionada, ou a apresentação sequencial de classes de acordo com a ordem definida pelo usuário

As animações são implementadas com o uso das funções **SetTimer** e **KillTimer**, da biblioteca MFC (McGregor e Norton, 1996). O evento controlado pela função **SetTimer**, no protótipo, é a apresentação, na tela, dos quadros que compõem a animação. Portanto, o aspecto principal dessa implementação é a decisão de como os quadros são definidos e armazenados. A solução escolhida foi utilizar as classes e funções do SPRING, complementando-as se necessário.

Na versão do SPRING para Windows, as imagens a serem apresentadas na tela de visualização são definidas como instâncias da classe **CBitmap** da biblioteca MFC (McGregor e Norton, 1996). A classe **CBitmap** encapsula os atributos e métodos para definição, armazenamento e manipulação de bitmaps, também denominados em computação gráfica de pixmaps. O armazenamento dos pixmaps na memória, e a apresentação desses na tela é controlada, no SPRING, pela definição de três tipos de dados denominados WINDOW_TYPE, PIXMAP_TYPE e EDXMAP_TYPE. Quando o usuário seleciona os **planos de informação(PIs)** que deseja visualizar na interface **Painel de Controle**, o valor definido para suas **visibilidades** é verificado pelo programa. Sempre que a função para desenhar os **PIs visíveis** na tela é ativada, um pixmap é definido, no qual serão armazenados os elementos gráficos da imagem a ser

visualizada. Os pixmaps são criados no SPRING pela função **NewSlide**, da classe **SCanvas**.

Utilizando a mesma concepção do SPRING, os quadros de cada animação são diferentes pixmaps. Para gerar uma série de quadros, antes de iniciar a animação, o atributo **Cvbitmap**, que define o pixmap armazenado na memória, foi transformado em vetor de pixmaps, como mostra o trecho de código abaixo. Para que a implementação da animação pudesse gerenciar a apresentação dos quadros, um atributo denominado **pixcur** foi criado, que armazena o número do pixmap que está sendo apresentado. Assim, as funções, da classe **SCancas**: **NewSlide**, que cria um novo pixmap; **CopyPixmapToWindow**, que copia o conteúdo de um pixmap na tela; e **PlotOnPixmap**, que armazena o pixmap atual na memória, foram adaptadas ao protótipo, como apresentado abaixo.

```
#ifndef scanvasDEFINED
#define scanvasDEFINED
#include <stypes.hpp>
#include <afxext.h>
#include <X.h>
#include <sdraw.hpp>
#include <matrixch.hpp>
#include <color.hpp>

typedef int Display;

// Cursor Definitions
#define ARROW_CURSOR      1
#define AREA_CURSOR      2
#define CROSS_CURSOR     4
#define TABLE_CURSOR    8
#define ROAM_CURSOR     16

const short WINDOW_TYPE = 0x01;    // For plotting on Window
const short PIXMAP_TYPE = 0x02;    // For plotting on Pixmap(Memory)
const short EDXMAP_TYPE = 0x04;    // For plotting on Edit Pixmap

typedef      void (*CALLFUNC) (void);

typedef void (*RepaintEvent) (Widget, XtPointer, XtPointer);
typedef void (*ResizeEvent) (Widget, XtPointer, XtPointer);

_export HPALETTE    GetPalette();

// ----- ECanvas -----

.
.
.
```

```

class _export SCanvas : public SDrawable
{
public:
    ECanvas*      op;          // object code number

    HDC           window;      // Window Device Context

    CDC           CvdC;
    CPalette      Cvpalette;
    CPalette*     pOldCvpalette;
    CBrush        Cvbrush;
    CPen          CvpEn;
    CBitmap       Cvbitmap[25]; // keeps a copy of color image
    CBitmap*      pOldCvbitmap; // Keeps a handle of the last bitmap
                                // associated with a given Device Context
    CBitmap       Ccreditbitmap; // keeps a copy of edit pixmap
    CRgn          CvrGnClip;

    Color         Cvcolor;
    short         Cvstyle;
    short         Cvwidth;

    .
    .
    .

short
SCanvas :: NewSlide (short pixcur)
{
    BITMAP strBmp;

    CClientDC dcScreen (AfxGetMainWnd());

    if (Cvbitmap[pixcur].m_hObject)
    {
        Cvbitmap[pixcur].GetObject(sizeof(BITMAP), &strBmp);
        if (strBmp.bmWidth != (short)SDwidth || strBmp.bmHeight !=
            (short)SDheight)
        {
            Cvbitmap[pixcur].DeleteObject();
            Cvbitmap[pixcur].CreateCompatibleBitmap (&dcScreen,
                (short)SDwidth, (short)SDheight);
        }
    }
    else
        Cvbitmap[pixcur].CreateCompatibleBitmap (&dcScreen,
            (short)SDwidth, (short)SDheight);

    if (!Cvbitmap[pixcur].m_hObject)
    {
        SGEError.Handler(ALLOCATION, WARNING);
        return FALSE;
    }

    CDC pixmap;
    pixmap.CreateCompatibleDC (&dcScreen);
    CBitmap* pOldCvBitmap=pixmap.SelectObject (&Cvbitmap[pixcur]);

    pixmap.PatBlt (0,0, (short)SDwidth, (short)SDheight,WHITENESS);

    pixmap.SelectObject(pOldCvBitmap);
    pixmap.DeleteDC();
}

```

```

        CxpType = PIXMAP_TYPE;
        op->SetPixmap(Cvbitmap[pixcur]);
        CurrentPixmap = pixcur;
        return TRUE;
    }

void
SCanvas :: CopyPixmapToWindow (short curpixmap)
{
    CDC Cvwindow;

    window = GetDC(op->m_hWnd);          //Rosa9805
    Cvwindow.Attach(window);

    CDC pixmap;

    pixmap.CreateCompatibleDC (&Cvwindow);
    pixmap.SetMapMode(MM_TEXT);
    if (Cvbitmap[curpixmap].m_hObject==NULL)
    {
        Cvbitmap[curpixmap].CreateCompatibleBitmap(&Cvwindow,
            (short)SDwidth, (short)SDheight);
        pixmap.SelectObject (&Cvbitmap[curpixmap]);
        pixmap.PatBlt (0,0, (short)SDwidth, (short)SDheight, WHITENESS);
        op->SetPixmap(Cvbitmap[curpixmap]);
    }
    else
        CBitmap* pOldCvbitmap = pixmap.SelectObject
            (&Cvbitmap[curpixmap]);

    CPoint ps = op->GetDeviceScrollPosition ();

    Cvwindow.BitBlt (-ps.x, -ps.y, (short)SDwidth, (short)SDheight, &pixmap,
        0, 0, SRCCOPY);

    Cvwindow.Detach();
    pixmap.SelectObject(pOldCvbitmap);
    pixmap.DeleteDC();

    ReleaseDC(op->m_hWnd, window);        //Rosa9805
    window = NULL;                       //Rosa9805
}

void
SCanvas :: PlotOnPixmap (short pixcur)
{
    CxpType = PIXMAP_TYPE;
    CurrentPixmap = pixcur;
}

```

Para evitar que, para cada **pixmap**, fossem definidas a área de visualização da tela, e a correspondente escala de apresentação do mapa, uma simplificação foi assumida para o protótipo. Antes de definir os quadros de cada animação, os **PIs** estabelecidos como visíveis, ou seja, o mapa a ser animado é apresentado na tela. A apresentação inicial do mapa temático define as transformações de escala e aspecto. Para o usuário, isto significa visualizar o mapa que será animado, antes de definir o tipo e características da

animação. Com essa simplificação, a base cartográfica permanece como imagem de fundo na animação, ou seja, não se altera, e os quadros são compostos somente pelas classes temáticas.

As classes que compõem cada quadro são definidas com o atributo **visibilidade**, descrito anteriormente. Quando o usuário seleciona o tipo de animação, todas as classes do **PI** selecionado, que corresponde ao mapa temático, são estabelecidas como não visíveis. Dessa forma, o primeiro quadro da animação é composto somente pelos **PIs** da base cartográfica selecionados.

```
void CAnimacao::OnEXAtributo()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    if(m_pRBATRIBUTO.GetCheck())
        TipoAnima = ATRIBUTO;
    m_pRBLOCALIZA.SetCheck(0);
    m_pRBPOSICAO.SetCheck(0);

    GeoClass      *gc;
    GeoClassList *gcList;
    int i = 0;

    gcList = SGcat->GeoClasses();

    for(gc=gcList->First(); gc; gc=gcList->Next())
    {
        if(SGdb->GetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), TRUE))
        {
            SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), FALSE);
        }
        InsertList (i, FALSE, gc->Name());
        i++;
    }

    IndiceClasseCintila = 0;
    IndiceAnima = 0;
    OrdemAnima = 0;
    NumeroFrame = 1;
}

void CAnimacao::OnEXPosicao()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    if(m_pRBPOSICAO.GetCheck())
        TipoAnima = POSATRIBUTO;
    m_pRBATRIBUTO.SetCheck(0);
    m_pRBLOCALIZA.SetCheck(0);

    GeoClass      *gc;
    GeoClassList *gcList;

    int i = 0;
```

```

gcList = SGcat->GeoClasses();

for(gc=gcList->First(); gc; gc=gcList->Next())
{
    if(SGdb->GetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), TRUE))
    {
        SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), FALSE);
    }
    InsertList (i, FALSE, gc->Name());
    i++;
}

IndiceClasseCintila = 0;
IndiceAnima = 0;
OrdemAnima = 0;
NumeroFrame = 1;
}

```

As classes que compõem cada categoria **temático** são armazenadas e acessadas na base de dados do SPRING por um atributo denominado **índice** da classe. Quando o usuário seleciona a classe a ser cintilada, ou a ordem das classes a serem apresentadas, essas são reconhecidas, na implementação da interface **Animação**, pelos atributos que armazenam seus **índices**, denominados **IndiceClasseCintila** e **IndiceAnima**. A sequência de classes a serem animadas, quando a opção **Atributo** é selecionada, é armazenada num vetor denominada **OrdemAnima**. O reconhecimento das classes por seus **índices**, permite que os quadros das animações sejam construídos, e ordenados, pelo controle de suas **visibilidades**. Para manter a implementação do protótipo compatível com a concepção do SPRING, ou seja, cada imagem a ser apresentada na tela é um **pixmap**, todos os **pixmaps** de uma animação são criados antes da execução da animação propriamente dita. Para isso o usuário deve executar o **botão Montar** da interface (Figura 6.14). O trecho de código referente ao **botão Montar**, no qual os quadros das animação são construídos e armazenados, é apresentado abaixo.

```

void CAnimacao::OnBAnimaMontar()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    GeoClass *gc;
    GeoClassList *gcList;

    gcList = SGcat->GeoClasses();

    switch(TipoAnima)
    {
        case CINTILA:
            for(gc=gcList->First(); gc; gc=gcList->Next())

```

```

{
    if(!(SGdb->GetVisibleClass(SGinfo, gc->Index()))
    {
        SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), TRUE);
    }
}

displayCvCanvas[0].NewSlide(0); //cria um pixmap
SGProj->Show(displayCvCanvas[0]); //plota no pixmap

SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, IndiceClasseCintila, FALSE);
displayCvCanvas[0].NewSlide(1); //cria um pixmap
SGProj->Show(displayCvCanvas[0]); //plota no pixmap

NumeroFrame = 2;

break;

case ATRIBUTO:
for(gc=gcList->First(); gc; gc=gcList->Next())
{
    if(!(SGdb->GetVisibleClass(SGinfo, gc->Index()))
    {
        SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(), FALSE);
    }
}

displayCvCanvas[0].NewSlide(0); //cria um pixmap
SGProj->Show(displayCvCanvas[0]);

int i;

for(IndiceAnima = 0, i=1; IndiceAnima < OrdemAnima;
IndiceAnima++, i++)
{
    SGdb->SetVisibleClass(SGinfo,
    QuadrosAnima[IndiceAnima], TRUE);
    displayCvCanvas[0].NewSlide(i);
    SGProj->Show(displayCvCanvas[0]);
}

NumeroFrame = OrdemAnima+1;

for(gc=gcList->First(); gc; gc=gcList->Next())
{
    if(!(SGdb->GetVisibleClass(SGinfo, gc->Index()))
    {
        SGdb->SetVisibleClass(SGinfo, gc->Index(),
        TRUE);
    }
}

break;

case POSATRIBUTO:
    break;
}

curPixmap = 0;
}

```

Após os quadros terem sido criados, o usuário executa a animação. Tanto na cintilação, como no ordenamento de classes, a animação é o resultado da apresentação seqüencial e cíclica dos quadros armazenados. No protótipo o usuário pode controlar a velocidade das animação implementada com uma barra de rolagem horizontal (Figura 6.14). Além disso, na interface estão implementados **botões** que permitem tanto parar a animação em qualquer quadro, como também avançá-la quadro a quadro. Nos trechos de códigos abaixo são apresentadas, em seqüência, as implementação dos **botões** para iniciar a animação, interrompê-la, e avançá-la quadro a quadro.

```
void CAnimacao::OnanimaBExecutar()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here

    botaoRodar = TRUE;
    BotaoPassoUm = FALSE;
    cintilacao = m_pVelocidade.GetScrollPos();
    SetTimer(1, cintilacao, NULL);
}
void CAnimacao::OnTimer(UINT nIDEvent)
{
    // TODO: Add your message handler code here and/or call default

    displayCvCanvas[0].CopyPixmapToWindow(curPixmap);
    curPixmap = (curPixmap+1) % NumeroFrame;

    CDialog::OnTimer(nIDEvent);

    // Eat spurious WM_TIMER messages
    MSG msg;
    while(::PeekMessage(&msg, m_hwnd, WM_TIMER, WM_TIMER, PM_REMOVE));
}
void CAnimacao::OnanimaBParar()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    botaoRodar = FALSE;
    KillTimer(1);
}
void CAnimacao::OnanimaBPausa()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    botaoRodar = botaoRodar ? FALSE : TRUE;

    if(botaoRodar)
        BotaoPassoUm = FALSE;

    cintilacao = m_pVelocidade.GetScrollPos();

    if(botaoRodar)
    {
        SetTimer(1, cintilacao, NULL);
    }
    else
        KillTimer(1);
}
```

```

void CAnimacao::OnBAnimaPasso()
{
    // TODO: Add your control notification handler code here
    if(!BotaoPassoUm)
    {
        if(botaoRodar)
            KillTimer(1);
        BotaoPassoUm = TRUE;
    }
    displayCvCanvas[0].CopyPixmapToWindow(curPixmap);
    curPixmap = (curPixmap+1) % NumeroFrame;
}

```

A implementação das animações, com as simplificações descritas, foi suficiente para analisar como os conceitos de animação em cartografia podem ser aplicados às atividades desenvolvidas na elaboração de Planos Diretores. Contudo, quando o protótipo for transformado no sistema completo, como definido na fase de **modelagem dos requisitos**, será necessário um trabalho direcionado à análise de técnicas de computação gráfica, que resultem no uso eficiente de memória, quando as animações forem executadas e utilizadas nas análises do espaço urbano. O estudo sobre o uso eficiente de memória deve incluir técnicas, tais como, compressão de dados e utilização de CDROMs. A Figura 6.15 mostra os dois quadros da animação por cintilação de uma das classes, do mapa temático de **uso e ocupação do solo urbano**. A apresentação cíclica desses dois quadros resulta na cintilação da classe selecionada, nesse caso **residencial**.

As consultas às informações geográficas, definidas com níveis de medida **nominal** e **ordinal**, como modeladas para esse protótipo, podem ser realizadas com funções já existentes no SPRING. Para visualizar somente as feições da base cartográfica, o usuário seleciona os **planos de informação** de seu interesse, que serão apresentados na tela ativa. Para visualizar todas as classes de um mapa temático, o usuário pode também utilizar a interface **PAINEL DE CONTROLE**, e selecionar o **plano de informação** referente ao mapa temático que está sendo consultado. A visualização de somente algumas classes de um mapa temático pode ser realizada com a função **SELECIONAR...** na janela **PAINEL DE CONTROLE**, e a janela **SELEÇÃO DE CLASSES** é apresentada na tela. Um exemplo de visualização de algumas classes do mapa temático do **uso e ocupação do solo urbano** é mostrado na Figura 6.16.

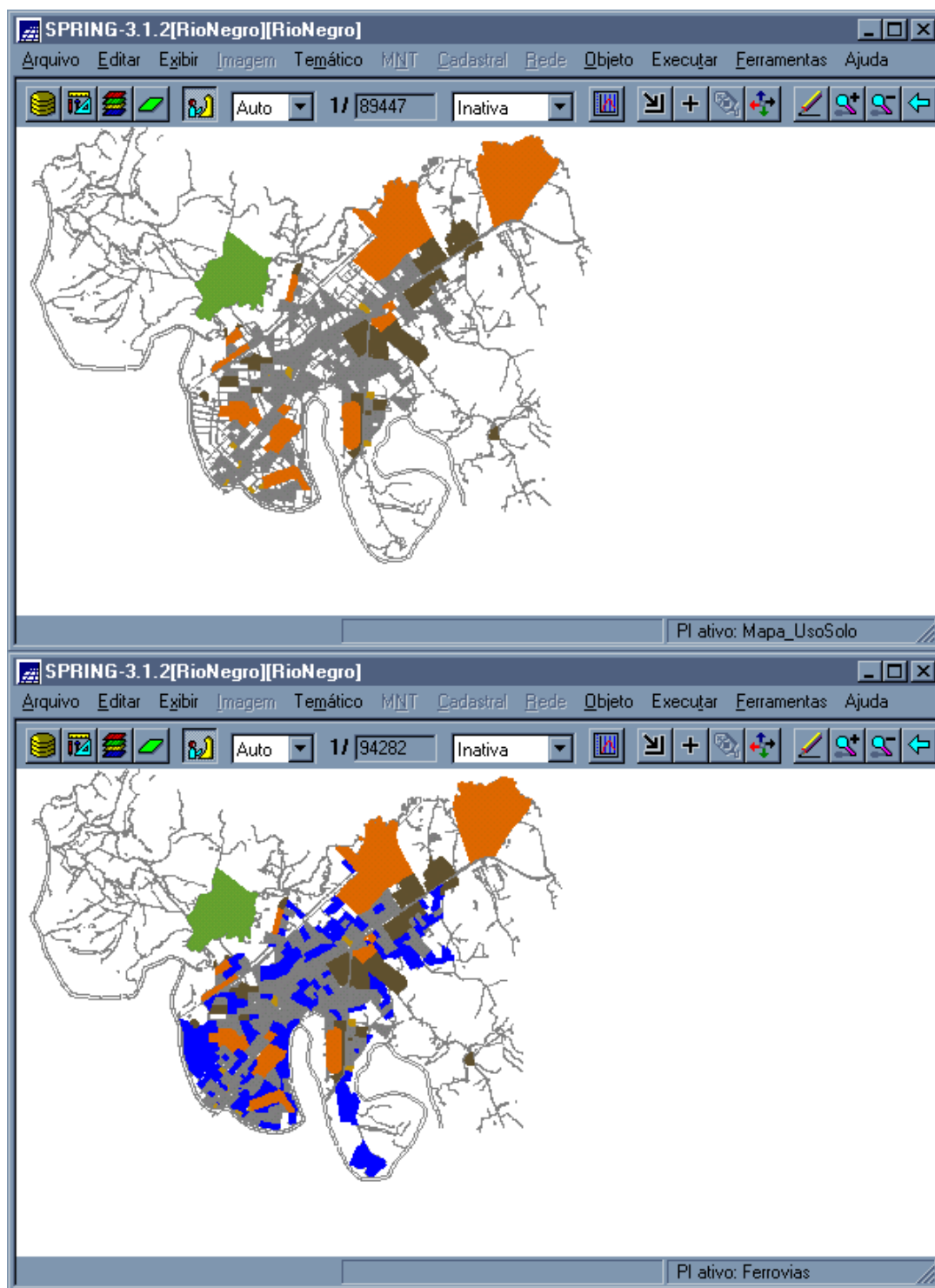


Fig. 6.15 – Dois quadros da animação da classe **residencial** do mapa temático **uso e ocupação do solo urbano**.

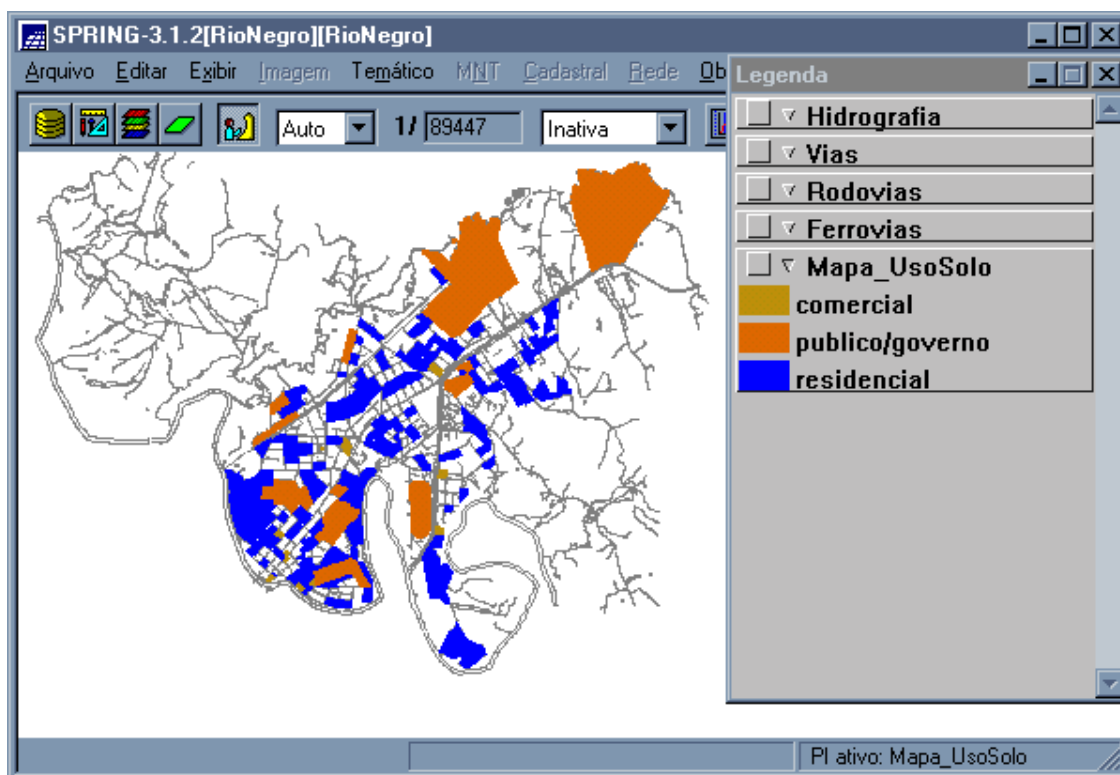


Fig. 6.16 – Visualização de algumas classes do mapa temático **uso e ocupação do solo urbano**.

6.3 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO PROTÓTIPO EM RELAÇÃO À APLICABILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO

Após o protótipo concluído os urbanistas foram novamente contactados. Esse protótipo foi apresentado a três urbanistas, professores do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Paraná, sendo dois deles especialistas em Planos Diretores. A apresentação abordou três aspectos julgados necessários de serem analisados:

- 1) A utilidade do sistema proposto, considerando ser um sistema para visualização de informações cartográficas;
- 2) As possíveis dificuldades conseqüentes do uso do vocabulário técnico de projeto cartográfico;
- 3) A aplicabilidade das animações de mapas.

Como o protótipo foi apresentado aos urbanistas, ou seja, os urbanistas observaram como utilizar o sistema para gerar mapas temáticos, ou consultar os mapas para analisar o espaço urbano, o protótipo não foi manuseado pelo usuário. Entretanto, as conclusões, até o momento obtidas, são relevantes para a avaliação da utilidade e aplicabilidade do sistema. Posteriormente a esse trabalho de tese, será necessário realizar testes com os usuários que objetivem avaliar:

- 1) se as interfaces do sistema e a interatividade dos mapas são amigáveis e de fácil manipulação;
- 2) a necessidade de implementar outras funções para consulta às informações geográficas;
- 3) a adequabilidade dos conceitos de variáveis dinâmicas utilizados na geração das animações de mapas.

A apresentação do protótipo aos urbanistas abordou cinco tópicos:

- 1) Conceito de visualização cartográfica, mapa interativo e animação de mapas;
- 2) As etapas de trabalho de um Plano Diretor, como entendido nesse trabalho;
- 3) Os cinco módulos que compõem o sistema, como projetado no **modelo dos requisitos**, e os objetivos de cada um desses módulos;
- 4) Módulo **geração das informações temáticas**;
- 5) Módulo **consulta interativa e dinâmica**.

Para os urbanistas avaliarem a utilidade do sistema proposto, inicialmente foi esclarecida a diferença entre sistemas para visualização de informações cartográficas e sistemas de informações geográficas. Antes da avaliação do protótipo, é importante o entendimento de que, nos sistemas para visualização cartográfica, o conhecimento e interação dos fenômenos espaciais é obtido por análises visuais de imagens. Conseqüentemente, visualização cartográfica envolve interatividade e animação de mapas.

Em seguida foi solicitado aos urbanistas uma análise de como, nesse trabalho, estão definidas as etapas de um Plano Diretor, a etapa de levantamento dos dados, e como os dados são organizados. Como resultado dessas análises pode-se afirmar que as informações geográficas sobre o espaço urbano, estudadas nesse trabalho, são

suficientes para propor um sistema que atenda as diversidades das realidades dos municípios, quando Planos Diretores são elaborados. A metodologia para Planos Diretores, utilizada para definir os módulos do sistema, pode ser considerada como a metodologia adotada no Estado do Paraná. E o sistema, como projetado, pode ser denominado genericamente de **Sistema para Visualização Cartográfica para Planejamento Urbano**.

A apresentação dos cinco módulos do sistema objetivou avaliar se o uso de suas funções, na seqüência proposta, é adequada às etapas de trabalho de um Plano Diretor. Assim, foi explicado aos urbanistas que inicialmente a base cartográfica digital é armazenada, e as edições necessárias são realizadas. Para o trabalho de edição da base é importante observar que, quanto melhor a qualidade da base, menos trabalho de edição é necessário, e conseqüentemente, menos tempo é consumido nessa etapa. Concomitantemente, foram analisados o propósito de cada módulo, ou seja, quais as tarefas que podem ser realizadas com as ferramentas implementadas. Nessa etapa da apresentação concluiu-se que os módulos, como propostos, atendem às necessidades de um sistema para elaboração de Planos Diretores.

Para o módulo, inicialmente denominado **geração do Plano Diretor**, foi sugerido o título **geração da síntese para o planejamento**. A sugestão de mudança de denominação do quarto módulo do sistema é baseada no fato de que o Plano Diretor, propriamente dito, depende da aprovação do conjunto de leis que o estabelecem. Portanto, o trabalho dos urbanistas é apresentar ao poder público municipal uma proposta para Plano Diretor. Foi observado pelos urbanistas que o módulo **consulta ao Plano Diretor** é importante e necessário, pois o monitoramento do plano permite sua constante atualização, e garante sua devida implantação.

A apresentação do módulo **geração das informações temáticas** enfatizou os dois principais aspectos considerados em seu projeto, ou seja, a organização dos dados de acordo com a metodologia de elaboração de Plano Diretor; e a seqüência de tarefas de acordo com os princípios de projeto cartográfico. Para avaliar a concepção desse módulo, primeiramente foram apresentadas as janelas e diálogos, implementadas de acordo com os resultados obtidos da **modelagem dos requisitos**. As janelas e diálogos

são mostrados como figuras do item 5.1, do Capítulo 5. Na medida em que os diálogos foram ativados, foi esclarecido quais informações o urbanista deve fornecer ao sistema, e como os mapas temático são construídos. Das informações fornecidas ao sistema foram analisadas as definições de **tópicos** e **temas**, e o vocabulário técnico de cartografia utilizado.

Sobre a organização dos **temas** em **tópicos** concluiu-se que os **tópicos**, como definidos, são adequados a qualquer Plano Diretor, o que permite caracterizar o sistema como genérico. Porém, como os **temas** a serem analisados são dependentes das diferentes realidades dos municípios, não é eficiente que estejam previamente definidos no sistema. Assim, foi sugerido que o usuário defina cada **tema**, e selecione as feições da base cartográfica para gerar e visualizar cada mapa temático. Para a construção dos mapas temáticos, foi esclarecido aos urbanistas que as feições geográficas dos **temas**, independentemente se pontuais, lineares, ou de área, são localizadas sobre a base cartográfica apresentada na tela, utilizando recursos de edição gráfica similares aos implementados em sistemas CAD (*computer aided design*). Como as ferramentas CAD são conhecidas dos urbanistas, concluiu-se que os mapas temáticos seriam facilmente gerados. Uma das vantagens da solução apresentada para esse sistema, observada pelos urbanistas, é a organização das feições da base cartográfica visando a seleção apenas das feições necessárias à geração e/ou visualização de cada mapa temático. Isso possibilita evitar a complexidade visual que as feições da base cartográfica podem introduzir na imagem, e facilita a construção dos mapas temáticos diretamente na tela do computador.

A próxima etapa da apresentação foi avaliar o vocabulário técnico de cartografia utilizado. As denominações técnicas adotadas no protótipo são referentes às informações que o usuário deve fornecer, para que o sistema apresente um conjunto de variáveis visuais apropriadas à representação do tema selecionado. Esse vocabulário é referente à **dimensão geográfica**, **nível de medida** e **variável visual**. As denominações **dimensão geográfica** e seus tipos, **pontual**, **linear** e **de área**, foram consideradas de fácil entendimento, pois nas atividades de planejamento urbano, os urbanistas utilizam e analisam as informações geográficas em diferentes escalas. Porém, os conceitos **nível**

de medida, variável visual, e seus tipos, não são de conhecimento dos urbanistas, ou seja, dos usuários do sistema. Para solucionar essa questão duas sugestões foram analisadas: definir um vocabulário conhecido dos urbanistas, ou projetar e implementar tutoriais, ou ajuda *on-line*, que expliquem o significado desses conceitos. Segundo os urbanistas, a segunda alternativa, ou seja, tutoriais ou ajuda *on-line* é preferível, pois mantém o vocabulário adequado a projeto cartográfico, e permite aos usuários do sistema aprender sobre esses conceitos, e conseqüentemente, utilizá-los devidamente. A sugestão para os tutoriais ou ajuda *on-line* foi elaborar textos explicativos utilizando exemplos, evitando o uso de outros termos técnicos, que podem dificultar o entendimento por parte do usuário, ao invés de esclarecê-lo.

A aplicabilidade das animações, e das consultas às informações gráficas dos mapas temáticos, foi avaliada para o protótipo implementado no SPRING. Com o protótipo foi possível mostrar aos urbanista como os símbolos gráficos são definidos em função da **variável visual** selecionada. Observando como os mapas temáticos são construídos, os urbanistas concluíram que com esse sistema os Planos Diretores podem ser elaborados de acordo com as características e necessidades de qualquer município. A facilidade para a construção dos mapas temáticos possibilita o mapeamento de diversas características de cada fenômeno geográfico. O grau de facilidade ou dificuldade para a localização das feições do tema depende somente da qualidade da base cartográfica.

Exemplos de diferentes aplicações foram citados pelos urbanistas, os quais mostram diferentes abordagens para a análise do espaço urbano. As aplicações diferem de acordo com a unidade geográfica definida para as análises, como por exemplo, zonas diferenciadas por densidade ocupacional, zonas diferenciadas pela ocupação urbana, ou zonas definidas por bacias hidrográficas.

Nas análises baseadas nas densidades ocupacionais por zonas, após a delimitação das zonas, conta-se as edificações e estima-se a densidade populacional. Isso exige que a base cartográfica esteja disponível numa escala suficientemente grande, para representar as edificações, como por exemplo, 1:2.000. A informação resultante é a densidade ocupacional atual. Com as análises das demais informações temáticas é possível definir

a ocupação máxima por zona. A ocupação máxima é controlada pelo monitoramento do crescimento urbano, o que exige um trabalho de atualização das informações.

Para o planejamento por bacias hidrográficas, as áreas analisadas são as regiões definidas pelas próprias bacias. As informações tais como população, áreas vazias, risco de poluição, são analisadas em cada bacia hidrográfica. Com esses resultados é realizado o planejamento da ocupação urbana. Outro exemplo de aplicação é a definição do zoneamento por **restrições ambientais**. Com base em informações de geologia, solos, hidrografia, vegetação, ocupação, etc., são definidas as áreas de proteção ambiental, as áreas de preservação vegetal, as áreas de recuperação vegetal, e assim por diante. As decisões são baseadas nas análises de restrições e permissões para a ocupação. Os resultados dessas análises possibilitam decisões a respeito da definição das regiões nas quais serão permitidas às densificações urbanas.

A última etapa da apresentação foi direcionada à avaliação da utilidade das animações de mapas nas análises do espaço urbano. A animação por cintilação foi exemplificada com o **mapa de uso e ocupação do solo urbano**, sendo a classe **residencial** selecionada. A animação, ou seja, a cintilação da classe **residencial**, foi comparada com o mapa estático. Observando as duas diferentes representações, os urbanistas concluíram que a cintilação permite o conhecimento instantâneo da localização geográfica da classe selecionada. Para o exemplo apresentado, os urbanistas perceberam que a cintilação mostra, instantaneamente, a proporção da ocupação **residencial** em relação a toda a ocupação urbana. Como consequência das facilidades permitidas pelo protótipo de gerar diversas animações, os urbanistas notaram que com a cintilação das diferentes classes de um mesmo mapa temático, é possível ampliar o conhecimento obtido das análises das informações mapeadas. Para o exemplo do **uso e ocupação do solo urbano** do Município de Rio Negro, a cintilação mostrou rapidamente a existência de apenas uma área de preservação ambiental. Para obter essa informação com um mapa estático, é necessário que o usuário observe todas as classes representadas no mapa, e seus significados, e mentalmente faça a separação visual entre as classes.

A cintilação também foi comparada com a visualização de classes selecionadas utilizando a função **selecionar classes** do SPRING. Sobre o uso dessas diferentes

ferramentas para análises espaciais, os urbanista concluíram que a cintilação é vantajosa em relação à seleção de classes, porque apresenta a situação espacial de uma das classes do mapa, em relação a todas as demais classes. Na seleção de classes, somente as classes escolhidas são apresentadas no mapa. A animação com seqüência de classes foi vista como útil, principalmente para fenômenos definidos em função de variações temporais, como por exemplo, a evolução da ocupação urbana.

Um exemplo para mostrar a aplicabilidade dos dois tipos de animações foi sugerido pelos urbanistas. Nesse exemplo, as animação são definidas para o mapa da estrutura viária do município. Para a análise da estrutura viária, a seqüência de classes pode ser definida de acordo com a importância das vias, ou seja, a seqüência de classes baseada em dados **ordinais**. Com a cintilação, é possível a visualização instantânea das principais vias de acesso da estrutura viária da área urbana.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O processo da pesquisa objetivando um projeto de um sistema para visualização de informações cartográficas é realizado em quatro fases que podem ser denominadas: 1) detecção da necessidade para o sistema; 2) estudo e proposta de soluções; 3) definição de uma área de aplicação; e 4) realização de testes com os usuários do sistema, para avaliar a eficiência das soluções propostas. A necessidade de um sistema para visualização cartográfica foi detectada com o conhecimento de que as análises do espaço urbano são realizadas sobre várias informações geográficas. Os estudos sobre sistemas para visualização cartográfica, e suas aplicações em planejamento urbano, conduziram a soluções que consistem em ferramentas para geração de mapas temáticos em ambiente computacional, e para consulta interativa com recursos para animação dos mapas. Considerando que a eficiência das análises espaciais depende de mapas temáticos que representam devidamente as características dos fenômenos geográficos, o sistema auxilia o usuário a construir os mapas de acordo com os princípios de projeto cartográfico.

Dispondo dos mapas temáticos construídos e armazenados, o usuário pode realizar análises baseadas nas consultas e animações das informações gráficas. Para as consultas, é possível visualizar somente algumas classes, selecionadas de acordo com as necessidades das análises, além da visualização de todas as classes de um mapa temático, ou somente das feições da base cartográfica. Um dos importantes resultados desse trabalho é a geração dos mapas animados pelos usuários. Para cada mapa temático construído, é possível visualizar animações por cintilação de uma classe selecionada, ou pela sequência de classes. A seleção da classe a ser cintilada, ou a ordenação das classes apresentadas em cada quadro da animação, é realizada pelo usuário. Além disso, o usuário pode controlar a frequência de apresentação dos quadros, bem como visualizá-los passo a passo. Esse nível de interatividade do sistema, na geração das animações, permite as análises de diferentes características dos fenômenos geográficos mapeados.

A área de aplicação para o sistema de visualização cartográfica desenvolvido nessa tese foi definida como a elaboração de Planos Diretores. A importância dos Planos Diretores no Estado do Paraná, e por serem esses instrumentos básicos da política de desenvolvimento urbano, justificou a decisão. Assim, o sistema foi definido como composto de cinco módulos, denominados de primários, sendo: 1) armazenamento da base cartográfica digital; 2) geração das informações temáticas; 3) consulta interativa e dinâmica; 4) geração da síntese para o planejamento; e 5) consulta ao Plano Diretor. O protótipo projetado e implementado na tese é composto pelos módulos geração das informações temáticas, e consulta interativa e dinâmica, pois caracterizam um sistema para visualização cartográfica. Os resultados alcançados com a modelagem conceitual e com a implementação do protótipo foram apresentados aos urbanistas. Essa apresentação permitiu uma avaliação preliminar da utilidade e aplicabilidade do sistema. As principais conclusões consequentes da avaliação dos urbanistas foram:

- 1) A metodologia para Planos Diretores, a partir da qual foram definidos o **domínio do problema** e as **responsabilidades do sistema**, pode ser considerada compatível com a metodologia para Planos Diretores adotada no Paraná;
- 2) O sistema, resultante da modelagem conceitual, pode ser denominado genericamente sistema para visualização de informações cartográficas **para planejamento urbano**;
- 3) Os módulos que compõem o protótipo atendem às necessidades de um sistema para elaboração de Planos Diretores;
- 4) A organização das feições da base cartográfica de forma a permitir a seleção apenas das feições úteis à geração e/ou visualização de cada mapa temático evita a complexidade visual, e portanto pode aumentar a eficiência das análises visuais dos fenômenos geográficos;
- 5) A facilidade para construção de mapas temáticos possibilita o mapeamento de diversas características de cada fenômeno geográfico, portanto os Planos Diretores podem ser elaborados de acordo com as necessidades de cada município;

- 6) A animação por cintilação de uma classe temática permite a percepção instantânea das localizações da classe, ou seja, sua distribuição espacial, em relação as demais classes do mapa temático;
- 7) A animação por seqüência de classes possibilita tanto a percepção da evolução de fenômenos temporais; como a análise visual da distribuição geográfica de dados **ordinais**.

As etapas do trabalho de tese foram definidas e executadas de acordo com os níveis de modelagem de um sistema de software. Portanto, os resultados alcançados na tese foram obtidos em cada fase da modelagem do sistema. A modelagem conceitual foi realizada pela definição do **modelo dos requisitos**, e do **modelo de análise orientada a objetos**. O **modelo operacional** consiste na implementação do protótipo utilizando o software SPRING.

Na modelagem dos requisitos foi detectada a necessidade da diferenciação entre as consultas interativas aos mapas que representam dados **nominais** e **ordinais**, dos mapas representando dados **numéricos**. Conseqüentemente, a seqüência de tarefas a serem realizadas para o armazenamento das informações temáticas devem ser também diferenciadas. Para os temas **nominais** e **ordinais**, tanto a classificação dos dados como a simbologia gráfica para representá-los, são definidas durante a geração dos mapas temáticos. Por outro lado, para os temas **numéricos**, a classificação e a simbologia para visualizar o mapa, são selecionadas durante as consultas às informações geográficas.

Os sistemas até o momento produzidos para visualização de informações cartográficas oferecem ferramentas para interatividade e animação de mapas que representam dados **numéricos**, tais como mapas coropléticos e de símbolos pontuais proporcionais. Portanto, uma das contribuições dessa tese é o desenvolvimento de um sistema para visualização cartográfica que permite a geração, consulta interativa e animação de mapas que representam também dados **nominais** e **ordinais**. Com isso, dois grupos de funções para consulta foram definidos, denominados **consulta nominal/ordinal** e **consulta numérico**.

No modelo de análise as **classes&objetos**, **atributos** e **serviços**, **estruturas** e **conexões de ocorrência** foram definidos para a geração dos mapas temáticos. Como foi estabelecido nas responsabilidades do sistema que seria fornecido ao usuário um conjunto de variáveis visuais adequadas a cada representação temática, a primeira tarefa da etapa do modelo de análise foi a elaboração dos projetos cartográficos das informações analisadas sobre o espaço urbano. Os resultados dos projetos cartográficos mostraram que para a elaboração de Planos Diretores são necessárias análises visuais de informações caracterizadas com qualquer **nível de medida**, ou seja, **nominal**, **ordinal** e **numérico**, bem como com qualquer **dimensão geográfica**, **pontual**, **linear** ou **de área**. Além disso, o sistema deve prever o mapeamento de temas definidos em diferentes níveis de classificação, significando a possibilidade de representação de classes e subclasses. Portanto, um dos resultados importantes da tese foi a constatação de que um sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano deve permitir a geração de qualquer tipo de mapa temático.

O estudo para a definição das regras, que possibilitam ao sistema decidir quais variáveis visuais serão apresentadas aos usuários, exigiu a análise dos resultados gráficos quando as variáveis visuais são aplicadas à representação de feições pontuais, lineares ou de áreas. Essa análise foi necessária, pois o estabelecimento de regras para a definição de simbologia para mapas temáticos requer que todas as possíveis situações estejam previstas no projeto do sistema. Com isso, constatou-se que as tipologias para o uso de variáveis visuais devem explicitar as diferenças entre as soluções gráficas para as distintas dimensões geográficas. Com esse estudo concluiu-se que:

- 1) A variável visual **textura** deve ser utilizada para a representação de símbolos de área devido às suas limitações gráficas quando aplicada a pontos ou linhas;
- 2) Duas diferentes texturas, denominadas de **textura nominal** e **textura ordinal**, podem ser definidas. As **texturas nominais** são composta de marcas pontuais ou lineares, cujas dimensões e espaçamentos são definidos de forma a manter a proporção de preto e branco constante. As **texturas ordinais** são definidas com marcas, pontuais ou lineares, cujas dimensões são mantidas constantes, enquanto e espaçamento entre as marcas varia;

- 3) Pela necessidade de sobreposição de símbolos de área, quando classes e subclasses representam dados **nominais**, a variável visual **textura nominal** deve ser incluída na tipologia adotada nesse trabalho;
- 4) A variável visual **arranjo** deve ser adotada apenas para símbolos lineares, devido às facilidades computacionais para desenhar os diferentes arranjos de linhas, e por limitar as representações de símbolos pontuais ou de área a 3, no máximo 4, diferentes símbolos;
- 5) A variável visual **orientação** deve ser considerada para a representação de símbolos pontuais e de área, por apresentar pouca variação gráfica quando aplicada a linhas;
- 6) Devido às facilidades computacionais para a representação de áreas utilizando diferentes tons de cor, a variável visual **forma** pode ser definida somente para a representação de símbolos pontuais e lineares.

A necessidade de representação de temas com classes e subclasses resultou num conjunto de regras para a representação de múltiplas variáveis **nominais** e **ordinais**, ainda não encontrado na literatura de cartografia ou visualização cartográfica. Por ser uma primeira proposta, uma série de mapas representando exemplos hipotéticos foram criados. Os exemplos descrevem todas as possibilidades gráficas para a representação de dois níveis de classificação, ou seja classes e subclasses, para símbolos pontuais e de área. A análise desses exemplos conduziu a algumas conclusões:

- 1) As diferenças **nominais** são melhor percebidas com as variáveis visuais **forma** e **tom de cor**, do que com a variável visual **orientação**;
- 2) A variável visual **forma** apresenta limitações quando aplicada à representação de diferenças **nominais** das subclasses de duas ou mais classes, pois as diferentes características do fenômeno geográfico, definidas por diferentes classes, não estão representadas na imagem resultante;
- 3) A variável visual **textura ordinal** deve ser usada na representação das características **ordinais** de fenômenos de área, devido à impossibilidade de se distinguir **valor** e **saturação de cor** quando aplicados num único símbolo;

- 4) Apesar de introduzir complexidade visual na representação temática, as únicas opções de variáveis visuais para a representação das subclasses, de classes nominais, são **orientação** e **textura nominal**.

A definição da **classe&objetos Mapa Temático**, como uma estrutura **todo-parte** composta das **classes&objetos Base Cartográfica** e **Tema**, possibilitou que a seleção de feições da base cartográfica para cada mapa temático, e a construção da representação temática fossem modeladas independentemente. Assim, todas as decisões sobre a simbologia gráfica para cada mapa temático estão relacionadas à **classe&objetos Tema**.

O principal resultado da análise orientada a objetos, do protótipo, é a modelagem do conjunto de regras que o sistema deve seguir, para decidir quais variáveis visuais serão apresentadas como opções ao usuário. Com isso, o protótipo foi projetado objetivando-se evitar que o usuário construa mapas cartograficamente errados. O conjunto de regras está modelado por meio de atributos da **classe&objetos Classe**, e da **classe&objetos Variável Visual** e suas **especializações**. Portanto, a definição da **classe&objetos Variável Visual** e suas **especializações** permite a geração de mapas temáticos adequados à representação das características dos fenômenos geográficos. Os resultados dessa modelagem são:

- 1) As variáveis visuais foram definidas como especializações da **classe&objetos Variável Visual**, para possibilitar a definição da simbologia adequada a cada mapa temático, a partir das características armazenadas de cada variável visual;
- 2) As **classes&objetos Forma, Tamanho e Orientação** foram especializadas em **Forma Pontual** e **Forma Linear**, **Tamanho Pontual** e **Tamanho Linear**, e **Orientação Pontual** e **Orientação Área**, devido às diferentes soluções gráficas para símbolos de diferentes dimensões geográficas;
- 3) As variáveis visuais **textura nominal** e **ordinal** foram especializadas em **pontual** e **linear**, devido às diferentes soluções gráficas resultantes do uso de marcas pontuais ou lineares.

Como a modelagem conceitual objetivou a representação das camadas temáticas, as consultas e animações podem ser definidas a partir dos mapas temáticos gerados e

armazenados. Considerando que cada quadro das animações, e os resultados das consultas, são representações temáticas, foi possível modelar as animações e consultas apenas com a definição de serviços para as **classes&objetos Mapa Temático, Tema e Classes**.

As principais contribuições da implementação do modelo conceitual no software para sistemas de informações geográficas SPRING são:

- 1) A definição de interfaces que permitem a geração de mapas temáticos de acordo com os princípios de projetos cartográficos, sendo essas, **Representação Temática, Atributos Gráficos, Seleção de Cores por RGB e HIS**;
- 2) A implementação da **classe&objeto Variável Visual** e suas **especializações**;
- 3) A implementação das funções que permitem ao usuário gerar animações de mapas.

A interface **Atributos Gráficos** foi criada e implementada para permitir a definição de classes e subclasses, e o armazenamento das informações selecionadas pelo usuário, sobre a **dimensão geográfica e nível de medida** do tema. Para determinar o conjunto de variáveis visuais apresentado como opção ao usuário, para a geração de cada mapa temático, a **classe&objetos Variável Visual** e suas **especializações** foram implementadas de acordo com os resultados do modelo de análise. A seleção dos símbolos gráficos para a representação de cada classe temática é realizada na interface **Atributos Gráficos**. A implementação da interface **Atributos gráficos**, diferentemente da interface **Visual** do SPRING, limita as opções de simbologia, a ser utilizada no mapa temáticos, de acordo com a **variável visual e dimensão geográfica** selecionadas. Para a definição da simbologia com base na variável visual selecionada, foi necessária a implementação de novos símbolos gráficos. Além desses símbolos gráficos criados, as denominações de alguns símbolos lineares e de área, já existentes no SPRING, foram adaptadas aos conceitos de variáveis visuais.

O uso do SPRING nessa tese permitiu observar que a função denominada **Visual...**, que apresenta ao usuário a interface **Visual**, está localizada em diferentes interfaces. As diferentes possibilidades de definição de simbologia podem dificultar a utilização do SPRING. Considerando que os resultados dos processamentos realizados em SIGs são

mapas temáticos, sugere-se que seja criado um menu denominado **Visualização**, e a interface **Visual** seja apresentada pela seleção desse menu, sempre que o usuário precisar gerar um mapa temático.

A interface **Seleção de Cores por RGB e HIS** foi implementada devido à importância das cores na representação cartográfica. Os atributos **tom**, **luminosidade** (ou **valor**) e **saturação da cor** são opções de variáveis visuais para qualquer dimensão geográfica. Para que o uso dos atributos das cores seja visualmente correspondente ao nível de medida representado, nessa interface estão implementados campos correspondentes aos valores das cores nos sistemas **RGB** e **HIS**. O **sistema HIS** é cartograficamente importante porque permite a definição de cada cor pelos valores atribuídos ao **tom**, **luminosidade** (ou **valor**) e **saturação**. Portanto, se a variável visual escolhida é **tom de cor**, o usuário pode definir diferentes valores para **tom de cor** para a representação das diferentes classes, mantendo os valores de **luminosidade** e **saturação** constantes.

A interface **Animação** foi implementada para a geração e controle das animações. Os tipos de mapas animados implementados no protótipo são os resultantes da cintilação de uma classe, ou da sequência de classes, de um mapa temático. A implementação da definição dos quadros que compõem cada animação foi realizada com o uso de funções existentes no SPRING, as quais foram complementadas quando necessário. Por se tratar da implementação de um protótipo, uma simplificação foi assumida para a definição dos quadros das animações. Com essa simplificação, o mapa a ser animado deve ser visualizado antes dos quadros serem gerados. Assim, as computações necessárias às transformações de escala e aspecto não precisam ser realizadas para cada quadro da animação. O protótipo, como implementado, permite ao usuário controlar a velocidade das animações, pará-las em qualquer quadro, e avançá-las quadro a quadro. Com isso, o protótipo contempla as características de interatividade para as animações de mapas, necessárias às análises visuais dos fenômenos geográficos.

Os resultados desse trabalho de tese permitem afirmar que o protótipo, contendo os módulos **geração das informações temáticas** e **consultas interativas e dinâmicas**, como modelado conceitualmente, e implementado no software SPRING, apresenta as principais características de um sistema para visualização cartográfica. A pesquisa

seqüente será o desenvolvimento do sistema completo, contendo os cinco **módulos primários** definidos na modelagem dos requisitos. A partir das conclusões alcançadas nessa tese recomenda-se que a pesquisa proposta contemple os seguintes tópicos:

- 1) A modelagem conceitual e implementação dos demais módulos primários do sistema;
- 2) A construção de tutoriais que expliquem, através de exemplos, o vocabulário técnico de cartografia utilizado no sistema;
- 3) Os estudos sobre a percepção de cores em mapas eletrônicos, considerando ser a tela do computador limitada em tamanho, e as cores resultantes de síntese aditiva;
- 4) A realização de testes com usuários para estudar e analisar a eficiência das soluções gráficas estabelecidas nessa tese, e incluídas no conjunto de regras que definem as variáveis visuais utilizadas nas representações temáticas;
- 5) A elaboração de testes com os usuários que visem analisar como são visualmente percebidas as **texturas**, denominadas nesse trabalho de **nominais** e **ordinais**, e a eficiência das soluções propostas para a representação de duas ou mais variáveis num único mapa temático;
- 6) A implementação das animações com algoritmos que resultem no uso eficiente de memória, incluindo técnicas de compressão de dados e utilização de CDRom, quando os urbanistas utilizarem o sistema nas análises do espaço urbano;
- 7) O projeto e criação de manual de utilização *on-line*;
- 8) O estudo, projeto e implementação do sistema para sua utilização via internet, abordando hipermapas, e geração e consulta de mapas *on-line* com técnicas para sistemas que suportam cliente-servidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, W.; Masuoka, P. Time-series animation techniques for visualizing urban growth. **Computers & Geosciences**, vol. 23, n. 4, p. 423-435, 1997.
- Arleth, M. Problems in screen map design. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais**. Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 849-857.
- Artimo, K. The bridge between cartographic and geographic information systems. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994. p. 45-61.
- Bertin, J. **A neográfica e o tratamento gráfico da informação**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1986. 273p.
- Bidoshi, K.; Ramirez, J.P.; Caelli, T. Multimedia visualization for maps of the future. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais**. Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, pp. 591-599.
- Blok, C. Monitoring of spatial-temporal changes: characteristics of dynamics for visual exploration. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais**. Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 699-709.
- Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento(CTCG) **Recomendação técnica CTCG – 001/96: padronização das escalas utilizadas em trabalhos cartográficos**. Curitiba, 1996.
- Campbell, C.S.; Egbert, S.L. Animated cartography/thirty years of scratching the surface. **Cartographica**, vol. 27, n. 2, p. 24-46, 1990.
- Coad, P.; Yourdon, E. **Análise baseada em objetos**. Rio de Janeiro: Editora Campus. 1992. 195p.
- Coad, P.; Yourdon, E. **Projeto baseado em objetos**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993. 225p.
- Coad, P. **Objects models strategies, patterns & applications**. Upper Saddle River: Yourdon Press, 1995. 505p.

- Dent, B.D. **Principles of thematic map design**. Reading, MS: Addison-Wesley, 1985. 387p.
- DiBiasi, D. et al. Animation and the role of map design in scientific visualization. **Cartography and Geographic Information Systems**, vol 19, n. 4, p. 201-214, 265-266, 1992.
- Earnshaw, R. A.; Wiseman, N. **An introductory guide to scientific visualization**. Alemanha: Spring-Verlag, 1992. 156p.
- Egbert, S.L.; Slocum, T.A. EXPLOREMAP: An exploration system for choropleth maps. **Annals of the Association of American Geographers**, vol.82, n. 2, p. 275-288, 1992.
- Egenhofer, M. J. Object-Oriented GISs: the principles. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 3., São Paulo, 1995. **Anais**. São Paulo: Epusp, 1995, p. 335-351.
- Fairbairn, D.J. The frontier of cartography: mapping a changing discipline. **Photogrammetric Record**, vol.14, n. 84, p. 903-915, October 1994.
- Fekete, J.D. et al. TicTacToon: A paperless systems for professional 2D animation. In: Computer Graphics Annual Conference Series, Los Angeles, 1995. Visual: **Proceedings**. Nova York: Acm Siggraph, 1995. p. 79-90.
- Foley, J.D. et al. **Computer graphics: principles and practice**. 2 ed. Readings, MS: Addison-Wesley Publishing Company, 1174p. 1992.
- Gaydos, L.; Acevedo, W. Using animated cartography to illustrate global change. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 17., Barcelona, Espanha, 1995. **Proceedings**. Barcelona: Institut Cartographic de Catalunya, 1995, p.1174-1178.
- Green, D.R. Wherefore art thou cartographer? Your GIS needs you! In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 16., Colônia, Alemanha, Maio 1993. **Anais**. Deutsche Gesellschaft für Kartographie. Bielefeld, 1993, p. 1011-1025.
- Howard, D.; MacEachren, A.M. Constructing and evaluating an interactive interface for visualizing reliability. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 17., Barcelona, Espanha, 1995. **Proceedings**. Barcelona: Institut Cartographic de Catalunya, 1995, p. 321-329.

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

International Cartographic Association (ICA) – Commission on Visualization.
Commission Overview. [online].
<[www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAvs_overview\(1\).html](http://www.geog.psu.edu/ica/icavis/ICAvs_overview(1).html)>. 1999.

Instituto de Assistência aos Municípios do Estado do Paraná (FAMEPAR). **Curso sobre plano de uso e ocupação do solo. Primeiro e Segundo Módulos**. Curitiba, s.d.(a). 44p.

Instituto de Assistência aos Municípios do Estado do Paraná (FAMEPAR). **Curso sobre plano de uso e ocupação do solo. Terceiro e Quarto Módulos**. Curitiba, s.d.(b). 21p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) **SPRING – Modelo Conceitual** [online]. <www.dpi.inpe.br/spring/usuario/esquema.htm>. 2000.

Jacobson, I. **Object-oriented software engineering: a use case driven approach**. Reading,MS: Addison-Wesley Publishing Company, 1992. 582p. 4ª reimp. revisada.

Keates, J.S. **Cartographic design and production**. Harlow, Grã-Bretanha: Longman, 240p. 1973.

Lindholm, M.; Sarjakoski, T. Designing a visualization user interface. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994. p.167-184.

MacEachren, A.M. **Some truth with maps: a primer on symbolization & design**. Washington, D.C.: Association of American Geographers, 129p. 1994a.

MacEachren, A.M. Visualization in modern cartography: setting the agenda. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994b. p.1-12.

MacEachren, A.M.; Kraak, M. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. **Computers & Geosciences**, vol.23, n. 4, p. 335-343, 1997.

MacEachren, A.M. **Visualization – Cartography for the 21st century**. [online]
<www.geog.psu.edu/ica/icavis/poland1.html>. 1999.

- MacGregor, R. W.; Norton, P. **Peter Norton's guide to WINDOWS 95/NT4 programming with MFC**. Indianapolis, IN: SAMS Publishing, 1996. 1185p.
- Monmonier, M. Strategies for the visualization of geographic time-series data. **Cartographica**, vol.27, n. 1, p. 30-45, 1990.
- Monmonier, M. Summary graphics for integrated visualization in dynamic cartography. **Cartography and Geographic Information Systems**, vol.19, n. 1, p. 23-36, 1992a.
- Monmonier, M. Authoring graphic scripts: experiences and principles. **Cartography and Geographic Information Systems**, vol.19, n. 4, p. 247-260, 1992b.
- Nakanishi, T. **Curso de engenharia de software**: notas de aula. São José dos Campos: INPE. 1995.
- Ogao, P.J. Visualization of urban growth using temporal cartographic animation: a proposed case study of Nairobi, Kenya. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais**. Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 691-697.
- Paulo Frontin. Prefeitura. **Plano de uso e ocupação do solo urbano**. Coordenação geral arquiteta Fernanda Sánchez Garcia. 1996. 61p.
- Peterson, M.P. Interactive cartographic animation. **Cartography and Geographic Information System**, vol.20, n. 1, p. 40-44, 1993.
- Peterson, M.P. **Interactive and animated cartography**. Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice Hall, 1995. 257p.
- Richardus, P.; Adler, R. K. **Map projections for geodesists, cartographers and geographers**. Bélgica: North-Holland Publishing, 1972. 174p.
- Rio Negro. Prefeitura. **Cidade de RIO NEGRO: Plano Diretor**. Coordenação geral arquiteta Fernanda Sánchez Garcia. 140p. 1995.
- Robbi, C. **Implementação de interface para entrada de dados fotogramétricos num sistema de informações geográficas**. Curitiba. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, 1993.

- Robbi, C. The *Thematic Mapping Information* module of the visualization system for urban planning in the State of Paraná, Brazil. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais.** Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, pp.795-803.
- Sandercock, M. **Cartographic visualization relies on the use of maps to present cartographic ideas, is this visualization metaphor relevant in today's digital world?** [online]. <www.gisca.adelaide.edu.au/~msanderc/>. 2000.
- Slocum, T.A.; Egbert, S. Knowledge acquisition from choropleth maps. **Cartography and Geographic Information System**, vol.20, n. 2, p. 83-95, 1993.
- Slocum, T.A. **Thematic cartography and visualization.** Upper-Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 293p. 1999.
- SU, B. A Generalized frame for cartographic knowledge representation. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 17., Barcelona, Espanha, 1995. **Proceedings.** Barcelona: Institut Cartographic de Catalunya, 1995, p. 761-770.
- Taylor, D.R.F. Perspectives on visualization and modern cartography. In: MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F. ed. **Visualization in modern cartography.** Grã-Bretanha: Pergamon, 1994. p.333-341.
- Van Elzakker, C.P.J.M. Thinking aloud about exploratory cartography. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais.** Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 559-569.
- Yufen, C. Color perception research on eletronic maps. In: Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA, 19., Ottawa, Canadá, Aug. 1999. **Anais.** Ottawa: Canadian Institute of Geomatics, 1999, p. 869-874.
- Wang, Z.; Ormeling, F. The representation of quantitative and ordinal information. **The Cartographic Journal**, vol.33, n. 2, p. 87-91, December 1996.
- Waterman, D.A. **A guide to expert systems.** Addison-Wesley: Reading, MS. p. 3-73, 1986.
- Weibel, R.; Battenfield, B.P. Map design for geographic information systems. **International Journal of Geographic Information Systems**, vol. 6, p. 233-245, 1992.

Worboys, M.F. et al. Object-oriented data modelling for spatial databases. **International Journal of Geographic Information Systems**, vol. 4, n. 4, p. 369-383, 1990.

Worboys, M.F. **GIS a computing perspective**. Londres, Grã-Bretanha: Taylor&Francis, 1995. 376p.

Zhan, F.R.; Battenfield, B.P. Object-oriented knowledge-based symbol selection for visualizing statistical information. **International Journal of Geographic Information Systems**, vol. 9, n. 3, p. 293-315, 1995.

APÊNDICE A

MACROZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE PAULO FRONTIN

O texto referente ao macrozoneamento é apresentado nesse apêndice, como relatado no Plano de Uso e Ocupação do Solo do Município de Paulo Frontin. O texto complementa as informações apresentadas no mapa e respectiva legenda, ilustrados nas Figuras 4.1 e 4.2.

8 - MACROZONEAMENTO

O **MACROZONEAMENTO** consiste em um Plano Preliminar de Uso do Solo, composto por um mapa e um texto síntese da realidade urbana do Município. É o resultado da análise dos dados levantados e do diagnóstico efetuado, correspondendo às diretrizes físico-territoriais definidas para o Município, após esta análise.

O objetivo desta etapa do trabalho é estabelecer uma estratégia de desenvolvimento urbano através da identificação das principais tendências de crescimento e das áreas de restrições físicas, visando orientar as intervenções do Poder Público.

O **MACROZONEAMENTO** serve também de base para a elaboração da legislação urbana básica e como fonte de consulta para a tomada de decisões que afetem o espaço urbano.

O macrozoneamento de Paulo Frontin, após o levantamento e análise de dados efetuados, ficou definido conforme o Mapa em anexo, apresentando as seguintes características:

8.1- ÁREAS NÃO URBANIZÁVEIS

São áreas onde existem restrições à expansão urbana, devido à existência de características adversas:

8.1.1- Áreas de Proteção de Fundo de Vale

Compreende as faixas ao longo dos fundos de vale do Município, destinadas à proteção dos cursos d'água e recuperação das matas ciliares. Essas faixas têm dimensões diferenciadas, conforme a largura do rio, sendo definidas de acordo com a legislação ambiental; não apresentando, entretanto, largura inferior a 30 metros de cada margem do curso d'água.

Enquadram-se aqui as áreas próximas ao Arroio Tigre e Rio Santana. Nestas áreas deverá ser desestimulado o adensamento, controlando-se o uso do solo.

8.2 ÁREAS URBANIZÁVEIS

São áreas próprias para uso urbano, abrangendo tanto áreas para reurbanização e consolidação, quanto áreas de expansão:

8.2.1 Área de Consolidação

Área urbana melhor servida em termos de infra-estrutura e equipamentos, correspondendo à ocupação mais antiga da cidade.

Nessas áreas o Poder Público deverá prever ações de reordenação de usos, revitalização de espaços e melhoria do ambiente urbano.

8.2.2 Área de Urbanização Prioritária

Área de ocupação recente, com um perfil de baixa renda, e que apresenta carência de infra-estrutura urbana e equipamentos. Nessa área o Poder Público deverá canalizar suas ações, implantando, a curto prazo, a infra-estrutura necessária.

Corresponde à área dos loteamentos da COHAPAR e Alto Paraíso.

8.2.3 Área de Densificação

São áreas destinadas à expansão urbana prioritária. Apresentam grande número de lotes vazios e alguma infra-estrutura.

Cabe ao Poder Público criar incentivos para a ocupação dessas áreas.

8.2.4 Área de Expansão

São áreas passíveis de parcelamento, próximas à malha urbana consolidada, e com possibilidade de atendimento de infra-estrutura a curto prazo.

Deverão ser definidas diretrizes de arruamento e parcelamento que condicionem a ocupação.

Corresponde às áreas localizadas na região norte e leste da cidade.

A ocupação dessas áreas ficará condicionada à ocupação anterior de pelo menos 50% dos lotes vagos da Área de Densificação.

■ VER MAPA MACROZONEAMENTO, Prancha nº 13/13

APÊNDICE B

RELATÓRIO DA MODELAGEM DOS REQUISITOS

GERAÇÃO1

Name	Responsible Analyst	BusinessProcessOwner
<i>Ativação geração inf. temática</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Para a geração das representações temáticas, o urbanista ativa o aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA. Uma janela, com o título *Mapeamento Temático*, lhe é apresentada. Para garantir que o usuário seguirá as etapas de um projeto cartográfico, foi definida a solução por menus. Os menus são habilitados se a etapa anterior for realizada. Nesta janela o urbanista seleciona o menu MAPA TEMÁTICO para iniciar a geração do mapa.

Name	Responsible Analyst	BusinessProcessOwner
<i>base cartográfica</i>	Claudia Robbi	Urbanistas

Description

A ativação do menu BASE CARTOGRÁFICA abre a janela BASE CARTOGRÁFICA DO MUNICÍPIO. Nesta janela o urbanista define o município que irá trabalhar; e para cada representação temática, o urbanista define a escala de trabalho. Com a seleção da escala de trabalho pelo urbanista assume-se que o sistema não comportará generalização automática. Na sequência o urbanista define o TÓPICO, sob o qual estão agrupadas as informações temáticas, de acordo com suas características; e o TEMA, para o qual irá criar a representação temática. O fechamento desta janela pelo botão OK habilita a opção do menu CARACTERÍSTICAS DO TEMA.

Name	Responsible Analyst	BusinessProcessOwner
<i>características do tema</i>	Claudia Robbi	Urbanistas

Description

Através deste aplicativo o urbanista inicia o projeto cartográfico do TEMA selecionado. A primeira tarefa do projeto cartográfico é definir o nível de medida e a dimensão do fenômeno geográfico representado (tema). Para tanto, o urbanista seleciona a opção CARACTERÍSTICAS DO TEMA do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. A janela de mesmo nome é apresentada na tela. Nesta janela o urbanista define o NÍVEL DE MEDIDA e a DIMENSÃO da variável a ser mapeada. O fechamento desta janela pelo botão OK habilita o aplicativo CLASSIFICAÇÃO, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA.

Name	Responsible Analyst	BusinessProcessOwner
<i>classificação</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Com este aplicativo, o urbanista realiza a segunda tarefa do projeto cartográfico que é definir as classes que serão representadas do tema selecionado. Para esta tarefa o urbanista seleciona a opção CLASSIFICAÇÃO do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. O fechamento desta janela pelo botão OK habilita os aplicativos SUBCLASSIFICAÇÃO e ATRIBUTOS GRÁFICOS, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner	
<i>subclassificação</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Quando há necessidade de subclassificar as classes já definidas, o urbanista ativa o aplicativo SUBCLASSIFICAÇÃO, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. A janela SUBCLASSIFICAÇÃO lhe é apresentada. Nesta janela o urbanista seleciona a classe para a qual definirá o nível de medida e a dimensão, e as subclasses. Uma tabela com os nomes das subclasses é apresentada na mesma janela. O urbanista repete estes passos para todas as classes que devem ser subclassificadas.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner	
<i>atributos gráficos para representação tema</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Se o urbanista define que o tema será representado por somente classes, ou seja, as classes não são subclassificadas, o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS ativa a janela ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DO TEMA. Nesta o urbanista define a VARIÁVEL VISUAL com a qual representará graficamente as feições das classes. Após definida a variável visual, o urbanista seleciona uma das classes da tabela CLASSES, e ativa o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema, correspondentes à variável visual selecionada e à dimensão armazenada, é apresentada na tela. O urbanista pode, então, selecionar o símbolo com o qual a classe selecionada será representada. Esta sequência, seleção de uma das classes, ativação do aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO e escolha do símbolo para representar a classe é repetida para todas as classes definidas para o tema que está sendo mapeado. Quando o urbanista fecha este aplicativo, a legenda referente a este tema é apresentada na tela de visualização.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner	
<i>atributos gráficos para representação classes</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Se o urbanista define que o tema será representado por classes e subclasses, ou seja, algumas classes são subclassificadas, o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS ativa a janela ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DAS CLASSES. Nesta o urbanista define a VARIÁVEL VISUAL com a qual as classes serão representadas. Em seguida o urbanista seleciona uma das classes da tabela CLASSES e seleciona a VARIÁVEL VISUAL com a qual as subclasses desta classe serão representadas. Na sequência o urbanista seleciona uma subclasse da classe já definida, e ativa o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema, correspondentes à variável visual selecionada e à dimensão armazenada, é apresentada na tela. O urbanista pode, então, selecionar o símbolo com o qual a subclasse selecionada será representada. Esta sequência, seleção de uma das subclasses, ativação do aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO e escolha do símbolo para representar a subclasse é repetida para todas as subclasses definidas para cada classe do tema que está sendo mapeado. Quando o urbanista fecha este aplicativo, a legenda referente a este tema é apresentada na tela de visualização.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>definição valores variáveis</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Se o nível de medida definido para o tema é NUMÉRICO, a janela DEFINIÇÃO DOS VALORES DA VARIÁVEL é apresentada na tela quando o urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. Nesta janela o urbanista define a UNIDADE GEOGRÁFICA para a qual os valores da variável serão armazenados, e o NÚMERO DE UNIDADES. Após armazenadas estas informações, o urbanista ativa TABELA, e uma tabela é aberta na tela. Nesta tabela os identificadores de cada feição são armazenados na primeira coluna, os nomes das feições na segunda coluna, e os valores da variável na terceira coluna.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>associação símbolo-feição</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Quando toda a simbologia para o tema escolhido estiver definida, a legenda do mapa estará completa e apresentada na tela de visualização. O urbanista selecionará a feição na base cartográfica (mapa), indicará com o mouse na legenda o símbolo que representará a feição, e este é automaticamente colocado sobre a feição selecionada. O urbanista repete este procedimento para todas as feições do tema em questão.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>atributos classes</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Quando houver necessidade de armazenar os atributos não-gráficos da classe o urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. A janela ASSOCIAÇÃO ATRIBUTOS ÀS CLASSES é apresentada na tela. Nesta janela o urbanista define o NÚMERO DE ATRIBUTOS NÃO-GRÁFICOS, e o NÚMERO DE FEIÇÕES que pertencem à classe, e ativa o aplicativo ASSOCIAR TABELA. O sistema lhe apresentará uma tabela na qual o número de colunas corresponderá ao número de atributos e o número de linhas, o número de feições da classe (ou subclasse). A primeira coluna terá como título FEIÇÕES, e no cabeçalho das demais colunas, o urbanista digita o nome de cada atributo. Em seguida o urbanista preenche esta tabela, colocando em cada linha o nome da feição, e os valores dos atributos não-gráficos desta feição.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>atributos feições</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Para armazenar os atributos não-gráficos associados às feições, o urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. A janela ASSOCIAÇÃO ATRIBUTOS ÀS FEIÇÕES é apresentada na tela. O urbanista seleciona a feição sobre a imagem gráfica, e o nome da CLASSE e SUBCLASSE (se houver) a qual a feição pertence é mostrado no campo correspondente desta janela. O urbanista digita o nome da FEIÇÃO e o NÚMERO DE ATRIBUTOS não gráficos nos campos respectivos. Em seguida o urbanista aciona TABELA, e uma tabela lhe é apresentada. Acima da tabela serão apresentados como títulos os nomes da classe, subclasse e feição. A tabela terá tantas linhas quanto forem o número de atributos não-gráficos (linhas+atributos); e duas colunas, sendo a primeira reservada aos nomes dos atributos, e a segunda aos seus valores. Após

preencher a tabela, o urbanista SALVA a tabela, e os atributos não-gráficos são conectados à feição selecionada.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>gráficos e tabelas classes</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Para associar gráficos e tabelas às classes ou subclasses, o urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS e TABELAS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO GRÁFICAS. Uma janela de uma planilha eletrônica é apresentada na tela, e o urbanista gera as planilhas e gráficos relacionados às classes selecionadas. Quando o urbanista SALVA os gráficos e tabelas, estes são associados às classes ou subclasses selecionadas.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>gráficos e tabelas feição</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

O urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS e TABELAS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO GRÁFICAS. Uma planilha eletrônica é apresentada na tela. O urbanista seleciona uma feição, na imagem gráficos, com o mouse; e esta é apresentada em uma determinada cor, destacando-a das demais feições. As tabelas e gráficos relacionados à feição selecionada são gerados na planilha eletrônica. Quando o urbanista SALVA as tabelas e gráficos gerados, estes são automaticamente associados à feição selecionada, e a feição selecionada volta a ser apresentada de acordo com as variáveis visuais estabelecidas para a sua classe.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>textos classes</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

Quando houver textos associado às classes e/ou subclasses, o urbanista ativa TEXTOS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. Uma janela de um editor de texto é ativada na tela. O urbanista digita o texto referente à classe ou subclasse. Quando o urbanista salvar o texto, este será associado à classe ou subclasse selecionada.

Name	Responsible Analyst BusinessProcessOwner
<i>textos feição</i>	Claudia Robbi Urbanista

Description

O urbanista ativa TEXTOS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS, e seleciona uma feição apontando sobre esta com o mouse, na imagem gráfica (mapa). Uma janela de um editor de textos é apresentada na tela. O urbanista cria o texto, e o salva. Quando o texto é salvo, a associação entre este texto e a feição selecionada, é armazenada.

Business Process Owner	Description
<i>urbanista</i>	Detém a responsabilidade técnica na elaboração do Plano Diretor.

as of 29/08/96

GERAÇÃO2

Name Use Case Steps

Ativação geração inf. temática

"1. Inicialização do aplicativo"

"2. Seleção do menu MAPA TEMÁTICO"

Name	Step Text	Description
1. Inicialização do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA.	Para iniciar o mapeamento das informações temáticas, o urbanista ativa este aplicativo e a janela MAPEAMENTO TEMÁTICO é mostrada.
2. Seleção do menu MAPA TEMÁTICO	O urbanista abre o menu MAPA TEMÁTICO e as opções BASE CARTOGRÁFICA e REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA são apresentadas em submenus.	Os submenus BASE CARTOGRÁFICA e REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA aparecem nesta ordem, pois a primeira tarefa do urbanista é ativar o aplicativo BASE CARTOGRÁFICA.

Name Use Case Steps

base cartográfica

"1. Ativação do aplicativo"

"2. Abertura tabela município "

"3. Abertura tabela região"

"4. Abertura tabela tópico"

"5. Abertura tabela tema"

"6. Visualização elementos base"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista seleciona o menu BASE CARTOGRÁFICA e a janela <i>Base Cartográfica do Município</i> é apresentada na tela.	As informações necessárias para iniciar a criação de um mapa temático estão colocadas em ordem descendente nesta janela. Estas informações são <i>município</i> , <i>região</i> , <i>tópico</i> e <i>tema</i> .
2. Abertura tabela município	A tabela com os nomes dos município, cujas bases cartográficas foram armazenadas, é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona o município através da tabela.	A primeira tarefa do urbanista é selecionar o município para o qual será gerado o Plano Diretor. Quando o urbanista abre a tabela MUNICÍPIO, os nomes dos município, cujas

bases cartográficas já foram armazenadas, são mostrados.

3. Abertura tabela região

Uma tabela com os tipos de REGIÃO: URBANA, MUNICÍPIO, REGIÃO, ESTADO, é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona o tipo de REGIÃO na qual o TEMA será representado.

Os tipos de REGIÃO definem as diferentes escalas de trabalho. Para URBANA as escalas serão 1:5000 ou 1:10000. Para MUNICÍPIO será 1:50000. Para ESTADO será em torno de 1:5000000. Para REGIÃO, o urbanista define a escala quando armazenar a base cartográfica.

4. Abertura tabela tópico

O urbanista abre a tabela no campo TÓPICO, e seleciona nesta tabela o TÓPICO, sob o qual está o TEMA que irá trabalhar.

Uma tabela com os TÓPICOS é apresentada ao urbanista. O TÓPICO pode ser: CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS E REGIONAIS, FATORES NATURAIS, FATORES SOCIOECONÔMICOS ou FATORES URBANOS.

5. Abertura tabela tema

Para temas "padrões" o urbanista abre a tabela no campo TEMA, e seleciona o TEMA para o qual gerará a representação temática. Se o TEMA for diferente dos encontrados na tabela (temas "padrão") o urbanista digita o título do novo tema no campo TEMA.

Tema "padrão" é um tema usualmente trabalhado em Planos Diretores. A tabela aberta é composta pelos TEMAS relativos ao TÓPICO já selecionado.

6. Visualização elementos base

Quando o urbanista fecha a janela com o botão OK, após fornecidas as informações requisitadas, os elementos da base cartográfica necessários ao tema serão automaticamente selecionados e apresentados na tela de visualização, para os temas "padrões". Para os temas "não-padrões" o urbanista seleciona os elementos da base cartográfica.

Para os temas "padrões" o urbanista poderá criar as representações temáticas sobre a base cartográfica já definida, e apresentada na tela. Para os temas "não-padrões", o urbanista ativa o aplicativo SELEÇÃO ELEMENTOS BASE.

Name	Use Case Steps
<i>características do tema</i>	"1. Ativação do aplicativo"
	"2. Definição nível medida"
	"3. Definição da dimensão "
	"4. Fechamento da janela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo CARACTERÍSTICAS DO TEMA.	O urbanista ativa o aplicativo CARACTERÍSTICAS DO TEMA, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. A janela CARACTERÍSTICAS DO TEMA é apresentada na tela. No campo TEMA o nome da tema selecionado é mostrado.
2. Definição nível de medida	No campo NÍVEL DE MEDIDA o urbanista abre a tabela correspondente e define o nível de medida da variável representada.	O NÍVEL DE MEDIDA pode ser NOMINAL, ORDINAL ou NUMÉRICO.
3. Definição da dimensão	No campo DIMENSÃO o urbanista abre a tabela correspondente, e define a dimensão da feição que será representada.	A DIMENSÃO pode ser PONTUAL, LINEAR ou ÁREA.
4. Fechamento da janela	O urbanista fecha a janela pelo botao OK.	Após ter definido o nível de medida e dimensão da variável, o urbanista fecha a janela. No fechamento desta o submenu CLASSIFICAÇÃO é habilitado.

Name	Use Case Steps
<i>classificação</i>	"1. Ativação do aplicativo" "2. Definição das classes" "3. Fechamento da janela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo CLASSIFICAÇÃO.	O urbanista ativa o aplicativo CLASSIFICAÇÃO, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. A janela CLASSES TEMÁTICAS é apresentada na tela. No campo TEMA o nome da tema selecionado é mostrado.
2. Definição das classes	No campo CLASSES o urbanista digita o nome de cada classe.	Uma tabela composta pelos nomes das classes é apresentada abaixo do campo CLASSES.
3. Fechamento da janela	O urbanista fecha a janela pelo botão OK.	Após ter definido as classes do tema, o urbanista fecha a janela. No fechamento

desta os submenu SUBCLASSIFICAÇÃO e ATRIBUTOS GRÁFICOS são habilitados. O sistema armazena a informação de que o nível de classificação é um.

Name	Use Case Steps
<i>subclassificação</i>	"1. Ativação do aplicativo" "2. Abertura tabela classes" "3. Definição nível medida" "4. Definição da dimensão" "5. Definição das subclasses" "6. Fechamento da janela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo SUBCLASSIFICAÇÃO.	O urbanista ativa o aplicativo SUBCLASSIFICAÇÃO, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. A janela SUBCLASSIFICAÇÃO é apresentada na tela. No campo TEMA o nome da tema selecionado é mostrado.
2. Abertura tabela classes	A tabela com as classes armazenadas é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a classe para a qual definirá o nível de medida e dimensão, e as subclasses.	Para classe que tem subclasses, o urbanista primeiramente seleciona a classes, para então definir o nível de medida e dimensão, e subclasses.
3. Definição nível medida	No campo NÍVEL DE MEDIDA DA CLASSE o urbanista abre a tabela correspondente e define o nível de medida da variável representada.	O NÍVEL DE MEDIDA pode ser NOMINAL, ORDINAL ou NUMÉRICO.
4. Definição da dimensão	No campo DIMENSÃO GEOGRÁFICA DA CLASSE o urbanista abre a tabela correspondente, e define a dimensão da feição que será representada.	A DIMENSÃO pode ser PONTUAL, LINEAR ou ÁREA.
5. Definição das subclasses	No campo SUBCLASSES o urbanista digita o nome de cada subclasse, que pertence a classe selecionada no campo CLASSE.	Uma tabela composta pelos nomes das subclasses é apresentada.
6. Fechamento da janela	O urbanista fecha a janela pelo botão OK.	Após ter definido o nível de medida e dimensão, e as subclasses de cada classe, o urbanista fecha a janela. O sistema

armazena a informação de que o nível de classificação é dois.

Name	Use Case Steps
<i>atributos gráficos representação tema</i>	"1. Ativação do aplicativo" "2. Seleção variável visual" "3. Seleção da classe" "4. Seleção do símbolo" "5. Fechamento da janela "

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS.	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. Se somente classes foram definidas para o tema, ou seja, as classes não tem subclasses, a janela ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DO TEMA é apresentada na tela. No campo TEMA o nome do tema selecionado é mostrado.
2. Seleção variável visual	A tabela com as variáveis visuais é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a variável visual com a qual as classes serão representadas.	As variáveis visuais apresentadas na tabela do campo VARIÁVEL VISUAL são apenas aquelas adequadas a representar o tema de acordo com o nível de medida e dimensão armazenadas para este.
3. Seleção da classe	No campo CLASSES o urbanista abre a tabela correspondente e escolhe uma das classes armazenadas.	O urbanista repetirá este passo para cada uma das classes armazenadas. Para cada classe o urbanista ativará o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO.
4. Seleção do símbolo	O urbanista ativa o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema é apresentada na tela.	Este passo é repetido para cada selecionada. Os símbolos apresentados na janela são aqueles correspondentes à variável visual selecionada e à dimensão armazenada para o tema.
5. Fechamento da janela	O urbanista fecha a janela pelo botão OK.	Após ter definido os símbolos para todas as classes, o usuário fecha o aplicativo pelo botão OK. A legenda referente a esta classe é apresentada na tela de visualização.

Name Use Case Steps

atributos gráficos representação classes

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Seleção variável visual do tema"
- "3. Seleção da classe"
- "4. Seleção da variável visual da classe"
- "5. Seleção da subclasse"
- "6. Seleção do símbolo"
- "7. Fechamento da janela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS.	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. Se subclasses foram definidas para alguma classe, ou seja, o nível de classificação é dois, a janela ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DAS CLASSES é apresentada na tela. No campo TEMA o nome do tema selecionado é mostrado. Nos campos NÍVEL DE MEDIDA e DIMENSÃO, do conjunto de informações ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA REPRESENTAÇÃO DO TEMA, o nível de medida e dimensão armazenados para o tema selecionado são mostrados. Nos campos NÍVEL DE MEDIDA e DIMENSÃO, do conjunto de informações ATRIBUTOS GRÁFICOS PARA REPRESENTAÇÃO DAS CLASSES, o nível de medida e dimensão armazenados para o a classe selecionada são mostrados.
2. Seleção variável visual do tema	A tabela com as variáveis visuais é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a variável visual com a qual as classes serão representadas.	As variáveis visuais apresentadas na tabela do campo VARIÁVEL VISUAL são apenas aquelas adequadas a representar o tema de acordo com o nível de medida e dimensão armazenadas para este.
3. Abertura tabela classes	A tabela com as classes armazenadas é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a classe para a qual definirá a variável visual.	Para classe que tem subclasses, o urbanista primeiramente seleciona a classes, para então definir a variável visual com a qual representará cada subclasse.
4. Seleção da variável visual da classe	A tabela com as variáveis visuais é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a variável visual com a qual as subclasses serão representadas.	

As variáveis visuais apresentadas na tabela do campo VARIÁVEL VISUAL são apenas aquelas adequadas a representar a classe de acordo com o nível de medida e dimensão armazenadas para este.

5. Seleção da subclasse

No campo SUBCLASSES o urbanista abre a tabela correspondente e escolhe uma das subclasses armazenadas.

O urbanista repetirá este passo para cada uma das subclasses armazenadas. Para cada classe o urbanista ativará o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO.

6. Seleção do símbolo

O urbanista ativa o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema é apresentada na tela.

Este passo é repetido para cada selecionada. Os símbolos apresentados na janela são aqueles correspondentes à variável visual selecionada e à dimensão armazenada para a classe.

7. Fechamento da janela

O urbanista fecha a janela pelo botão OK.

Após ter definido os símbolos para todas as subclasses, o usuário fecha o aplicativo pelo botão OK. A legenda referente a cada classe é apresentada na tela de visualização.

Name Use Case Steps

definição valores variáveis

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Definição unidade geográfica"
- "3. Definição número de unidades"
- "4. Definição valores variável"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS.	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS, do menu REPRESENTAÇÃO TEMÁTICA. Se o nível de medida armazenado para o tema é NUMÉRICO, a janela DEFINIÇÃO DOS VALORES DA VARIÁVEL é apresentada na tela. No campo TEMA o nome da tema selecionado é mostrado.
2. Definição unidade geográfica	No campo UNIDADE GEOGRÁFICA o urbanista digita o tipo de feição que será representada.	As unidades geográficas podem ser município, bairro, estado, etc.
3. Definição número de unidades	No campo NÚMERO DE UNIDADES o urbanista digita o número de feições que serão representadas.	

As feições são as unidades geográficas que serão representadas, podendo ser municípios, regiões administrativas, etc.

4. Definição valores variável

O urbanista ativa TABELA, e uma tabela é aberta na tela, na qual este digita, na primeira coluna, um ID para cada UNIDADE GEOGRÁFICA; o nome destas unidades na segunda coluna; e os valores da variável na terceira coluna

Nesta tabela, ID é o identificador de cada unidade geográfica. O cabeçalho da terceira coluna, referente ao TEMA, é digitado pelo urbanista, e nesta coluna serão inseridos os valores da variável para cada UNIDADE GEOGRÁFICA.

Name Use Case Steps

associação símbolo-feição

- "1. Seleção do símbolo"
- "2. Seleção da feição"

Name Step Text Description

1. Seleção do símbolo

O urbanista seleciona o símbolo (que é o mesmo que selecionar a classe ou subclasse) na legenda.

O símbolo permanecerá cintilando.

2. Seleção da feição

O urbanista seleciona, uma a uma, as feições sobre a base cartográfica, ou indica sua localização, com o mouse.

Para cada feição selecionada, o símbolo que está cintilando na legenda aparecerá na imagem temática. O símbolo foi automaticamente associado à feição. A feição selecionada é automaticamente associada à TABELA dos atributos não-gráficos da classe (ou subclasse) a qual a feição pertence.

Name Use Case Steps

atributos classes

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Definição número atributos"
- "3. Definição número feições"
- "4. Ativação tabela"
- "5. Preenchimento tabela"
- "6. Salvar tabela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS do submenu CLASSES, e seleciona uma classe na legenda.	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. A janela ASSOCIAÇÃO ATRIBUTOS ÀS CLASSES é a ativada na tela. No campo CLASSE o nome da classe selecionada pela legenda do mapa é mostrado.
2. Definição número atributos	O urbanista define o número de atributos não-gráficos no campo respectivo.	
3. Definição número feições	O urbanista define o número de feições que pertencem a CLASSE, selecionada, no campo NÚMERO DE FEIÇÕES.	
4. Ativação tabela	O urbanista ativa ASSOCIAR TABELA. Uma tabela para ser preenchida é apresentada.	Nesta tabela a primeira coluna é reservada aos nomes das feições e as demais colunas para cada atributo. Cada linha será preenchida com os dados de cada atributo da feição da CLASSE ou SUBCLASSE (número de linhas=número de feições) .
5. Preenchimento tabela	O título da primeira coluna será FEIÇÃO e das demais será definido pelo urbanista com os nomes dos atributos. Em cada linha o urbanista define o nome da feição e os valores de cada atributo desta.	
6. Salvar tabela	Quando o urbanista SALVA a tabela, os atributos não-gráficos estarão definidos para as feições da CLASSE ou SUBCLASSE selecionada.	

Name
atributos feições

Use Case Steps

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Seleção da feição"
- "3. Nome da feição"
- "4. Definição número atributos"
- "5. Preenchimento tabela"
- "6. Associação feição-tabela"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS do submenu FEIÇÕES.	O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. A janela

ASSOCIAÇÃO ATRIBUTOS ÀS FEIÇÕES é a ativada na tela.

2. Seleção da feição

Sobre a imagem gráfica (tela de visualização) o urbanista seleciona a feição com o mouse.

A feição selecionada é realçada das demais por uma determinada cor. Nos campos CLASSE e SUBCLASSE, os nomes destas (a qual a feição pertence) são mostrados. Se esta feição não possui SUBCLASSE, este campo permanece vazio.

3. Nome da feição

No campo FEIÇÃO o urbanista digita o nome da feição. Se a feição já foi definida, o urbanista pode selecioná-la pela tabela deste campo.

4. Definição número atributos

No campo NÚMERO DE ATRIBUTOS o urbanista digita o número de atributos não-gráficos que descreverão a feição.

5. Preenchimento tabela

O urbanista ativa o aplicativo TABELA.

Uma tabela é apresentada na tela com 2 colunas: atributos e valores destes, e tantas linhas quantos forem os atributos (número de atributos não-gráficos). Acima da tabela aparecerá os nomes da CLASSE, SUBCLASSE (se houver), e da FEIÇÃO, nos respectivos campos.

6. Salvar tabela

Quando o urbanista SALVA a tabela, os atributos não-gráficos estarão definidos para a FEIÇÃO selecionada.

Name **Use Case Steps**
gráficos e tabelas classes

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Geração das tabelas"
- "3. Geração dos gráficos"
- "4. Salvar gráficos e tabelas"

Name **Step Text** **Description**

1. Ativação do aplicativo

O urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS E TABELAS, do submenu CLASSES, e seleciona uma classe na legenda.

O urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS E TABELAS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. Uma janela de uma planilha eletrônica é apresentada na tela (como por exemplo Microsoft Excel).

2. Geração das tabelas

O urbanista cria as tabelas referentes à classe ou subclasse selecionada.

3. Geração dos gráficos
O urbanista gera os gráficos relacionados à classe ou subclasse selecionada.
4. Salvar gráficos e tabelas
O urbanista salva os gráficos e tabelas.
Os gráficos e tabelas são associados à classe ou subclasse selecionada.

Name Use Case Steps

gráficos e tabelas feição

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Seleção da feição"
- "3. Geração das tabelas"
- "4. Geração dos gráficos"
- "5. Salvar gráficos e tabelas"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS e TEXTOS.	O urbanista ativa o aplicativo GRÁFICOS E TABELAS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. Uma janela de uma planilha eletrônica aparece na tela.
2. Seleção da feição	O urbanista seleciona uma feição na imagem gráfica, utilizando o mouse.	A feição selecionada é realçada das demais por uma determinada cor.
3. Geração das tabelas	O urbanista preenche as planilhas com as tabelas relacionadas à feição selecionada.	
4. Geração dos gráficos	O urbanista gera os gráficos, relativos às planilhas geradas.	
5. Salvar gráficos e tabelas	O urbanista salva as planilhas e gráficos gerados.	A associação entre os gráficos e as tabelas gerados, e a feição selecionada, é armazenada. A cor da feição na imagem gráfica é reestabelecida de acordo com a simbologia de sua classe.

Name Use Case Steps

textos classes

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Digitação e edição"
- "3. Salvar texto"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa TEXTOS, do submenu CLASSES, e seleciona uma classe na legenda.	

O urbanista ativa o aplicativo TEXTOS, do submenu CLASSES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. Uma janela de um processador de textos é ativada na tela.

2. Digitação e edição

O urbanista digita e/ou edita o texto referente à classe ou subclasse selecionada.

3. Salvar texto

O urbanista salva o texto.

O texto é associado à classe ou subclasse selecionada.

Name	Use Case Steps
<i>textos feição</i>	

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Seleção da feição"
- "3. Digitação e edição"
- "4. Salvar o texto"

Name	Step Text	Description
1. Ativação do aplicativo	O urbanista ativa TEXTOS, do submenu FEIÇÕES.	O urbanista ativa o aplicativo TEXTOS, do submenu FEIÇÕES, do menu INFORMAÇÕES NÃO-GRÁFICAS. Uma janela de um editor de texto é apresentada na tela.
2. Seleção da feição	Sobre a imagem gráfica (mapa) o urbanista seleciona a feição com o mouse.	A feição selecionada é realçada das demais por uma determinada cor.
3. Digitação e edição	O urbanista digita e/ou edita o texto associado à feição selecionada.	
4. Salvar o texto	O urbanista salva o texto concluído.	O texto é associado à feição selecionada, e esta volta a ser apresentada na imagem gráfica com a cor que esta estabelecida na legenda, para a sua classe.

as of 29/08/96

GERAÇÃO3

Name	Preconditions	Description
<i>Ativação geração inf. temática</i>	"1. Armazenamento bases"	O município para o qual o urbanista gerará as representações temáticas deverá ter sua base cartográfica armazenada na base de dados, através do aplicativo ARMAZENAMENTO.

Name	Preconditions	Description
<i>associação símbolo-feição</i>	"1. Executar atributos gráficos"	O aplicativo atributos gráficos deverá ter sido EXECUTADO pelo menos uma vez, significando que a legenda de pelo menos uma classe (ou subclasse) já foi definida.

Name	Preconditions	Description
<i>atributos associados</i>	"1. Atributos gráficos"	Para associar atributos não-gráficos; textos; gráficos e tabelas às feições do tema selecionado, todos os atributos gráficos (para todas as feições da representação temática) deverão estar definidos.
	"2. Geração informação temática"	Esta janela deve estar ativa, pois estes aplicativos são ativados acionando os botões ATRIBUTOS ASSOCIADOS; TEXTOS; GRÁFICOS e TABELAS.

Name	Preconditions	Description
<i>atributos gráficos</i>	"1. Definição classe/subclasse"	Nas janelas DEFINIÇÃO DAS CLASSES e DEFINIÇÃO DAS SUBCLASSES, deverá ser escolhida a classe (e subclasse), para a qual a variável visual será definida, para representar as feições destas.

Name	Preconditions	Description
<i>atributos não-gráficos</i>	"1. Definição das classes"	O aplicativos ATRIBUTOS NÃO-GRÁFICOS, TEXTOS, e GRÁFICOS e TABELAS são ativados a partir do aplicativo DEFINIÇÃO

DAS CLASSES. Portanto, este segundo deve estar ativo.

Name	Preconditions	Description
<i>características feições</i>	"1. Geração informação temática"	A informação sobre o tipo do tema: "classificado" ou "não-classificado" deverá ser armazenada, pois será utilizada no aplicativo CONSULTA INFORMAÇÃO TEMÁTICA. O aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA deverá estar ativado, e o município e escala de trabalho definidos.
	"2. Criação mapa temático"	O aplicativo CRIAÇÃO MAPA TEMÁTICO deverá estar ativado; o tópico e tema definidos; e os elementos da base cartográfica selecionados.

Name	Preconditions	Description
<i>criação mapa temático</i>	"1. Geração inf. temática"	O aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA deverá estar ativado.

Name	Preconditions	Description
<i>definição das classes</i>	"1. Tema classificado"	O aplicativo DEFINIÇÃO DAS CLASSES é ativado somente para temas "classificados".

Name	Preconditions	Description
<i>definição subclasses</i>	"1. Definir classes"	Este aplicativo é ativado a partir do aplicativo DEFINIÇÃO DAS CLASSES.

Name	Preconditions	Description
<i>definição valores variáveis</i>	"1. Tema não-classificado"	Este aplicativo é aberte somente para temas "não-classificados"

Name	Preconditions	Description
<i>gráficos e tabelas</i>	"1. Definição das classes"	O aplicativos ATRIBUTOS NÃO-GRÁFICOS, TEXTOS, e GRÁFICOS e TABELAS são

ativados a partir do aplicativo DEFINIÇÃO DAS CLASSES. Portanto, este segundo deve estar ativo.

Name	Preconditions	Description
<i>gráficos e tabelas feição</i>	"1. Atributos gráficos"	Para associar atributos não-gráficos; textos; gráficos e tabelas às feições do tema selecionado, todos os atributos gráficos (para todas as feições da representação temática) deverão estar definidos.
	"2. Geração informação temática"	Esta janela deve estar ativa, pois estes aplicativos são ativados acionando os botões ATRIBUTOS ASSOCIADOS; TEXTOS; GRÁFICOS e TABELAS.

Name	Preconditions	Description
<i>textos</i>	"1. Definição das classes"	O aplicativos ATRIBUTOS NÃO-GRÁFICOS, TEXTOS, e GRÁFICOS e TABELAS são ativados a partir do aplicativo DEFINIÇÃO DAS CLASSES. Portanto, este segundo deve estar ativo.

Name	Preconditions	Description
<i>textos feição</i>	"1. Atributos gráficos"	Para associar atributos não-gráficos; textos; gráficos e tabelas às feições do tema selecionado, todos os atributos gráficos (para todas as feições da representação temática) deverão estar definidos.
	"2. Geração informação temática"	Esta janela deve estar ativa, pois estes aplicativos são ativados acionando os botões ATRIBUTOS ASSOCIADOS; TEXTOS; GRÁFICOS e TABELAS.

as of 29/08/96

CONSULTA1

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>ativação consulta</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Este aplicativo permite ao urbanista consultar as informações temáticas, interativamente e com recursos de animação. O urbanista ativa o aplicativo e a janela CONSULTA INTERATIVA COM ANIMAÇÃO é apresentada na tela.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>abrir</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

O urbanista ativa o aplicativo ABRIR do menu ARQUIVO e a janela VISUALIZAÇÃO DO MAPA TEMÁTICO é apresentada na tela. O urbanista seleciona o município, no qual realizará as consultas; o tópico sob o qual está a informação temática que irá consultar; e seleciona o tema. Após a seleção do tema, o sistema verifica se este o tema é "nominal/ordinal" ou "numérico", e habilita as funções de consulta correspondentes a cada um destes tipos de tema.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>consulta tema</i> <i>"nominal/ordinal"</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Quando o urbanista seleciona a opção CONSULTA NOMINAL/ORDINAL as funções EXIBIR, CLASSES e FEIÇÕES são habilitadas. Com a função EXIBIR o urbanista pode visualizar as representações temáticas geradas no aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA, sendo possível a visualização da base cartográfica, de algumas classes ou todas as classes do tema selecionado. As funções CLASSES e FEIÇÕES permitem a consulta aos ATRIBUTOS, GRÁFICOS, TABELAS e TEXTOS, das classes ou das feições do tema selecionado.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>EXIBIR</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

O urbanista abre o menu EXIBIR, e as seguintes opções são apresentadas: Elementos da base...; Todas as classes...; e Selecionar classes....A opção "Elementos da base..." quando selecionada refaz a tela ativada para mostrar SOMENTE A BASE CARTOGRÁFICA. A opção "Todas as classes ..." quando selecionada mostra a legenda completa do tema selecionado, a base cartográfica e a representação temática armazenada naquela tema. A opção "Selecionar classes ..." mostra a base cartográfica e a legenda completa do tema selecionado. Nesta opção o urbanista seleciona a classe na legenda usando o mouse, e as feições pertencentes à classe (ou subclasse) são apresentadas no mapa.

Name CLASSES	Responsible Analyst Claudia Robbi	Business Process Owner Urbanista
------------------------	---	--

Description

As funções de CLASSE permitem a consulta aos ATRIBUTOS, GRÁFICOS, TABELAS e TEXTOS das classes do tema selecionado.

Name FEIÇÕES	Responsible Analyst Claudia Robbi	Business Process Owner Urbanista
------------------------	---	--

Description

As funções de FEIÇÕES permitem a consulta aos ATRIBUTOS, GRÁFICOS, TABELAS e TEXTOS das feições do tema selecionado.

Name consulta tema "numérico"	Responsible Analyst Claudia Robbi	Business Process Owner Urbanista
--	---	--

Description

As funções do menu CONSULTA NUMÉRICO serão definidas com base no pacote EXPLOREMAP, e de acordo com as necessidades dos urbanistas.

Name atributos gráficos	Responsible Analyst Claudia Robbi	Business Process Owner Urbanista
-----------------------------------	---	--

Description

Com o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS o urbanista define a VARIÁVEL VISUAL que representará graficamente as feições das classes geradas com as funções do menu CONSULTA NUMÉRICO. As opções de variáveis visuais apresentadas ao urbanista são apenas aquelas adequadas a representação do tema de acordo com a dimensão geográfica do tema, e para o nível de medida "numérico". Ao executar o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO, uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema é apresentada na tela. O urbanista seleciona os símbolos para a representação de cada classe, e ao fechar o aplicativo com o botão OK, a legenda referente a esta classe é apresentada na tela de visualização.

Name tipo de animação	Responsible Analyst Claudia Robbi	Business Process Owner Urbanista
---------------------------------	---	--

Description

Este módulo do menu contém as opções para geração das diferentes categorias de mapas animados, as quais são: *mapas que enfatizam a localização do fenômeno*, *mapas que enfatizam um atributo do fenômeno*, e *mapas que representam as variações em posição e atributo do fenômeno*. Nesta última categoria os mapas animados são agrupados de acordo com as variações espaciais e temporais dos fenômenos geográficos em: *mudança espacial*, *mudança cronológica* e *mudança de atributos*.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>localização fenômeno</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

O urbanista seleciona a opção LOCALIZAÇÃO FENÔMENO no menu ANIMAÇÃO. A janela ANIMAÇÃO PARA ENFATIZAR A LOCALIZAÇÃO DO FENÔMENO é apresentada na tela. Na legenda, usando o mouse, o urbanista seleciona a classe que será enfatizada. O nome da classe selecionada é mostrado no campo CLASSE. O urbanista ativa GERAR ANIMAÇÃO e a cintilação das feição da classe selecionada é automaticamente gerada na imagem temática. Por uma barra horizontal o urbanista pode alterar a frequência da cintilação; e quando desejar poderá parar a animação pressionando o botão PARA ANIMAÇÃO.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>atributo fenômeno</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

O urbanista seleciona a opção ATRIBUTO FENÔMENO. A janela ANIMAÇÃO ATRIBUTO FENÔMENO é mostrada na tela. O urbanista seleciona a classe, com o mouse na legenda, que será apresentada na animação; e define a duração de cada cena em segundos. Na legenda, usando o mouse, o urbanista define a ordem das classes (ou subclasses) da animação. Ao ativar GERAR ANIMAÇÃO, a animação é automaticamente gerada e apresentada na tela de visualização ativada. Quando o usuário ativa PARAR ANIMAÇÃO esta é congelada no quadro atual.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>posição e atributo</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

O urbanista seleciona a opção POSIÇÃO e ATRIBUTOS do menu ANIMAÇÃO. Três tipos de animação são habilitados: VARIAÇÃO ESPACIAL, VARIAÇÃO CRONOLÓGICA e VARIAÇÃO ATRIBUTO. A opção VARIAÇÃO ESPACIAL está para ser definida. Quando o urbanista seleciona VARIAÇÃO CRONOLÓGICA ou VARIAÇÃO ATRIBUTOS, a janela ANIMAÇÃO VARIAÇÃO POSIÇÃO e ATRIBUTOS é apresentada na tela. O urbanista define a duração de cada cena no campo DURAÇÃO DAS CENAS. Na tabela CLASSES do campo de mesmo nome o urbanista seleciona a ordem das classes que comporá a animação. Se o tema foi definido com classes e subclasses, a ordem das subclasses é definida na tabela SUBCLASSES. O nome das classes (ou subclasses) aparece na tabela ORDENAÇÃO DAS CLASSES. O urbanista ativa GERAR ANIMAÇÃO e esta é automaticamente gerada e apresentada na tela ativa. Quando o urbanista desejar congelar qualquer das cenas, este ativa PARAR ANIMAÇÃO.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>seleção tela visualização</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Por abordar consulta e animação estão previstas para este módulo a possibilidade do usuário trabalhar com até 4 telas de visualização. Quando o usuário ativa o aplicativo CONSULTA INTERATIVA COM ANIMAÇÃO, a tela1 estará também ativada. O

urbanista abre a tabela na qual constam as opções: tela1, tela2, tela3, tela4; e seleciona a tela que deseja ativar.

Name	Responsible Analyst	Business Process Owner
<i>seleção tema 2+</i>	Claudia Robbi	Urbanista

Description

Quando o urbanista selecionar dois ou mais temas para a mesma tela ativa, o sistema redefinirá os espaços para os títulos dos temas; e redimensionará o layout para a legenda.

Business Process Owner

urbanista

Detém a responsabilidade técnica na elaboração do Plano Diretor.

as of 29/08/96

CONSULTA2

Name Use Case Steps

ativação consulta

"1. Ativação do aplicativo"

Name Step Text Description

1. Ativação do aplicativo

O urbanista ativa o aplicativo CONSULTA INTERATIVA COM ANIMAÇÃO.

A janela CONSULTA INTERATIVA COM ANIMAÇÃO é ativada na tela.

Name Use Case Steps

abrir

"1. Ativação do aplicativo"

"2. Seleção do município"

"3. Seleção do tópico"

"4. Seleção do tema"

Name Step Text Description

1. Ativação do aplicativo

O urbanista ativa o aplicativo ABRIR do menu ARQUIVO.

A janela VISUALIZAÇÃO DO MAPA TEMÁTICO é ativada na tela.

2. Seleção do município

O urbanista seleciona o município, cujas informações temáticas irá consultar, através da tabela no campo MUNICÍPIO.

A tabela do campo MUNICÍPIO contém os nomes dos municípios cujas informações temáticas foram geradas com o aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA.

3. Seleção do tópico

O urbanista abre a tabela do campo TÓPICO, e seleciona o tópico sob o qual está armazenado o tema que deseja consultar.

A tabela TÓPICO contém os tópicos definidos na geração das informações temáticas.

4. Seleção do tema

O urbanista abre a tabela no campo TEMA, e seleciona o tema que irá consultar. O sistema verifica se o tema é "nominal ou ordinal" ou "numérico". Se for do primeiro tipo habilita CONSULTA NOMINAL/ORDINAL, se for do segundo habilita CONSULTA NUMÉRICO.

Na tabela do campo TEMA, os temas cujas informações foram armazenadas são apresentados em ordem alfabética. O título do tema selecionado aparece na tela de visualização ativada. O sistema verifica se o tema é "nominal/ordinal" ou "numérico", para habilitar o menu de CONSULTA correspondente.

Name Use Case Steps

consulta tema "nominal/ordinal"

"1. Abertura do menu"

Name	Step Text	Description
------	-----------	-------------

1. Abertura do menu

O urbanista abre o menu CONSULTA NOMINAL/ORDINAL.

A representação temática é apresentada na tela de visualização; aparecendo a base cartográfica e as feições simbolizadas. A legenda do tema aparece na área reservada a esta. São habilitadas as funções EXIBIR, CLASSES e FEIÇÕES; ZOOM e ANIMAÇÃO.

Name Use Case Steps

EXIBIR

"1. Abertura menu exibir"

"2. Opção Elementos base ..."

"3. Opção Todas as classes ..."

"4. Opção Selecionar classes ..."

Name	Step Text	Description
------	-----------	-------------

1. Abertura menu exibir

O urbanista abre o menu EXIBIR. As seguintes opções são habilitadas: "Elementos da base ...", "Todas as classes ..." e "Selecionar classes ...".

2. Opção Elementos base ...

A opção "Elementos da base ..." quando selecionada refaz a tela ativada (1, 2, 3 ou 4) para mostrar SOMENTE A BASE CARTOGRÁFICA.

3. Opção Todas as classes ...

A opção "Todas as classes ..." quando selecionada mostra: (1) a legenda completa (CLASSES e/ou SUBCLASSES); (2) a base cartográfica e; (3) a informação temática armazenada naquele TEMA (todas as feições).

4. Opção Selecionar classes ...

Esta opção quando ativada mostra a base cartográfica e o (1) urbanista seleciona a classe na legenda. (2) O título da classe é apresentado na tela ativa. (3) As feições pertencentes à classe (ou subclasse) são apresentadas no mapa.

O urbanista pode repetir o passo (1), e os passos (2) e (3) serão repetidos. Se as classes (ou subclasses) são de diferentes temas, os títulos destas aparecerão abaixo dos títulos dos temas.

Name Use Case Steps

CLASSES

"1. Seleção da classe"

"2. Seleção ATRIBUTOS"

"3. Seleção TABELAS e GRÁFICOS"

"4. Seleção TEXTOS."

Name	Step Text	Description
1. Seleção da classe	Na legenda do tema o urbanista seleciona com o mouse a classe que deseja consultar.	(1) Se a opção SELECIONAR CLASSES está ativada, após a seleção da classe, as feições desta aparecem na tela de visualização. (2) Se a opção TODAS AS CLASSES está ativada, após a seleção da classe as feições desta são mostradas numa cor que as diferencie.
2. Seleção ATRIBUTOS	No submenu CLASSES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona ATRIBUTOS.	A tabela dos atributos não-gráficos da classe selecionada é apresentada na tela.
3. Seleção TABELAS e GRÁFICOS	No submenu CLASSES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona TABELAS e GRÁFICOS.	O arquivo de uma planilha eletrônica gerado no aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA, referente aos gráficos e tabelas associados à classe selecionada é apresentado na tela, através da ativação da planilha eletrônica.
4. Seleção TEXTOS.	No submenu CLASSES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona TEXTOS.	O arquivo do editor de textos utilizado no aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA, referente aos textos associados à classe selecionada é apresentado na tela, através da ativação do editor de texto.

Name FEIÇÕES

Use Case Steps

- "1. Seleção da feição"
- "2. Seleção ATRIBUTOS"
- "3. Seleção TABELAS e GRÁFICOS"
- "4. Seleção TEXTOS"

Name	Step Text	Description
1. Seleção da feição	Na imagem temática o urbanista seleciona com o mouse a feição que deseja consultar.	Tanto para a opção SELECIONAR CLASSES como para TODAS AS CLASSES, a feição selecionada é destacada das demais por uma determinada cor.
2. Seleção ATRIBUTOS	No submenu FEIÇÕES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona ATRIBUTOS.	A tabela dos atributos não-gráficos da feição selecionada é apresentada na tela.
3. Seleção TABELAS e GRÁFICOS	No submenu FEIÇÕES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona TABELAS e GRÁFICOS.	

O arquivo de um planilha eletrônica gerada no aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA, referente aos gráficos e tabelas associados à feição selecionada é apresentada na tela.

4. Seleção TEXTOS

No submenu FEIÇÕES do menu EXIBIR, o urbanista seleciona TEXTOS.

O arquivo do editor de textos utilizado na aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA, referente aos textos associados à feição selecionada é apresentado na tela.

Name Use Case Steps

consulta tema numérico

- "1. Apresentação mapa tela"
- "2. Definição da legenda"

Name Step Text Description

1. Apresentação mapa tela
Apresentação da base cartográfica na tela.
2. Definição da legenda
(1) Para a definição da legenda habilita ATRIBUTOS GRÁFICOS e, (2) habilitação das funções relacionadas.
Funções relacionadas: ZOOM, CLASSIFICAÇÃO, CONSULTA TODO O MAPA, CONSULTA REGIÕES, e ANIMAÇÃO.

Name Use Case Steps

atributos gráficos

- "1. Ativação do aplicativo"
- "2. Seleção variável visual"
- "3. Seleção do símbolo"
- "4. Fechamento da janela "

Name Step Text Description

1. Ativação do aplicativo
O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS.
O urbanista ativa o aplicativo ATRIBUTOS GRÁFICOS, do menu CONSULTA NUMÉRICO. No campo TEMA o nome do tema selecionado é mostrado.
2. Seleção variável visual
A tabela com as variáveis visuais é apresentada ao urbanista. O urbanista seleciona a variável visual com a qual as classes serão representadas.
As variáveis visuais apresentadas na tabela do campo VARIÁVEL VISUAL são apenas aquelas adequadas a representar o tema de acordo a dimensão armazenadas para este, e para o nível de medida "numérico".
3. Seleção do símbolo
O urbanista ativa o aplicativo SELEÇÃO SÍMBOLO. Uma janela com os símbolos gráficos implementados no sistema é apresentada na tela.

Os símbolos apresentados na janela são aqueles correspondentes à variável visual selecionada e à dimensão armazenada para o tema.

4. Fechamento da janela

O urbanista fecha a janela pelo botão OK.

Após ter definido os símbolos para todas as classes, o usuário fecha o aplicativo pelo botão OK. A legenda referente a esta classe é apresentada na tela de visualização.

Name Use Case Steps

tipo de animação

"1. Abertura do menu tipo"

Name	Step Text	Description
-------------	------------------	--------------------

1. Abertura do menu tipo		
--------------------------	--	--

Para definir o tipo de animação o urbanista abre o menu ANIMAÇÃO, e escolhe uma das opções:(1) Localização do fenômeno...;(2) Atributo do fenômeno...; ou (3) Posição e Atributo, no qual serão encontradas as opções:(3.1) Variação espacial...;(3.2) Variação cronológica...; ou (3.3) Variação atributo...

Name Use Case Steps

localização fenômeno

"1. Seleção opção Localização..."

"2. Seleção da classe"

"3. Geração animação"

"4. Escolha frequência"

"5. Finalização animação"

Name	Step Text	Description
-------------	------------------	--------------------

1. Seleção opção "Localização..."		
-----------------------------------	--	--

O urbanista seleciona no menu a opção "Localização fenômeno..."

A janela ANIMAÇÃO PARA ENFATIZAR A LOCALIZAÇÃO DO FENÔMENO é apresentada.

2. Seleção da classe		
----------------------	--	--

O urbanista seleciona a classe, na legenda com o mouse, que será mostrada na animação.

No campo Classe da janela ANIMAÇÃO PARA ENFATIZAR A LOCALIZAÇÃO DO FENÔMENO o nome da classe selecionada na legenda é mostrado.

3. Geração animação		
---------------------	--	--

O urbanista ativa GERAR ANIMAÇÃO e a cintilação é automaticamente apresentada, na tela ativa.

4. Escolha frequência		
-----------------------	--	--

O urbanista pode alterar a frequência da cintilação através da barra horizontal. O efeito de sua escolha é automaticamente mostrado na animação.

Conceitualmente está sendo alterada a variável dinâmica DURAÇÃO, pois na cintilação, alterar a

frequência desta ou a frequência dos quadros da animação tem o mesmo efeito.

5. Finalização animação

Quando o urbanista ativa PARAR ANIMAÇÃO a imagem é congelada no primeiro quadro. Este quadro é o mapa temático que deu início a animação.

Name
atributo fenômeno

Use Case Steps
"1. Seleção opção Atributo..."
"2. Seleção da classe"
"3. Definição duração cenas"
"4. Geração da animação"
"5. Interrupção animação"

Name **Step Text** **Description**

1. Seleção opção Atributo...
O urbanista seleciona no menu ANIMAÇÃO a opção "Atributo fenômeno..."
A janela ANIMAÇÃO é apresentada na tela.
2. Seleção da classe
O urbanista seleciona a classe, na tabela do campo CLASSE, que será apresentada na animação. Se o tema foi definido com classes e subclasses, as subclasses que comporão cada cena são selecionadas na tabela do campo SUBCLASSE.
3. Definição duração cenas
No campo DURAÇÃO DAS CENAS, o urbanista define a duração de cada cena em segundos.
4. Geração da animação
O urbanista ativa GERAR ANIMAÇÃO e a animação, com os parâmetros já definidos, é gerada.
A animação é apresentada na tela de visualização ativa.
5. Interrupção animação
Quando o urbanista ativa PARAR ANIMAÇÃO esta é congelada no quadro atual.
Esta opção deverá ser alterada para incluir efeitos de: slow-motion, quadro a quadro, voltar ao primeiro quadro, ir para o último quadro, etc.

Name
posição e atributo

Use Case Steps
"1. Seleção opção Posição..."
"2. Opção Variação espacial..."
"3. Opção Var. cronológica..."
"3.1 Definição duração cenas"
"3.2 Definição ordem classes"
"3.3 Gerar animação"
"3.4 Interrupção animação"
"4. Opção Var atributo..."

Name	Step Text	Description
1. Seleção opção Posição...	O urbanista seleciona no menu ANIMAÇÃO a opção "Posição e Atributo..."	As opções VARIAÇÃO ESPACIAL, VARIAÇÃO CRONOLÓGICA e VARIAÇÃO ATRIBUTO são habilitadas.
2. Opção "Variação espacial..."	Ainda será definida!!	
3. Opção "Var. cronológica..."	Quando o urbanista seleciona esta opção, uma variação de classes do fenômeno agregadas em períodos de tempo será mostrada. A geração da animação segue os passos (3.1), (3.2), etc.	A janela ANIMAÇÃO é apresentada ao urbanista.
4. Opção "Var atributo..."	Esta opção comporta tanto variação em generalização como em classificação, e também descrição de tendência espacial. A geração da animação segue os passos (4.1), (4.2), etc. Estes são iguais aos passos (3.1), (3.2), ...	
3.1 Definição duração cenas	O urbanista define a duração de cada cena, em segundos, digitando este valor no campo DURAÇÃO DAS CENAS.	
3.2 Definição ordem classes	O urbanista define a ordem na qual as classes, do tema a ser animado, compõem cada cena. A seleção é feita com o mouse através da legenda.	O nome de cada classe selecionada aparece na tabela deste campo.
3.3 Gerar animação	O urbanista ativa GERAR ANIMAÇÃO e a animação, com os parâmetros já definidos, é gerada.	A animação é apresentada na tela de visualização ativada.
3.4 Interrupção animação	Quando o urbanista ativa PARAR ANIMAÇÃO esta é congelada no quadro atual.	Esta opção deverá ser alterada para incluir efeitos de: slow-motion, quadro a quadro, voltar ao primeiro quadro, ir para o último quadro, etc.

Name **Use Case Steps**
seleção tela visualização

	"1. Abertura tabelas das telas"	
	"2. Seleção tela"	
Name	Step Text	Description
1. Abertura tabelas das telas	O urbanista abre a tabela na qual constam as opções: tela1, tela2, tela3 e tela4.	
2. Seleção tela	O urbanista seleciona qual tela de visualização (2, 3 ou 4) deseja ativar.	A tela de visualização selecionada é ativada.

Name	Use Case Steps
seleção tema 2+	"1. Seleção novo tema"

Name	Step Text	Description
1. Seleção novo tema	O urbanista seleciona um novo tema, do mesmo tópico já selecionado, ou de um outro tópico.	O sistema verifica quantos temas já foram selecionados na tela ativa, e redimensiona o espaço para os títulos na tela ativa. O sistema redefine o layout da legenda de acordo com o número de temas já selecionados na tela ativa.

as of 29/08/96

CONSULTA3

Name	Preconditions	Description
<i>CLASSES</i>	"1. Apresentação da legenda"	Através das opções Selecionar classes ... ou Todas as classes ... o urbanista visualiza a legenda do tema selecionado.
<i>FEIÇÕES</i>	"1. Visualização mapa"	Através das opções Selecionar classes ... ou Todas as classes ... o urbanista visualiza a representação gráfica do tema selecionado.
<i>ativação consulta</i>	"1. Armazenamento inf. temáticas"	Os temas que serão utilizados nas consultas deverão ter sido definidos e armazenados com o aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA.
<i>atributo fenômeno</i>	"1. Apresentação da legenda"	Através das opções Selecionar classes ... ou Todas as classes ... o urbanista visualiza a legenda do tema selecionado.
<i>atributos gráficos</i>	"1. Definição classe/subclasse"	Nas janelas DEFINIÇÃO DAS CLASSES e DEFINIÇÃO DAS SUBCLASSES, deverá ser escolhida a classe (e subclasse), para a qual a variável visual será definida, para representar as feições destas.
<i>consulta tema "classificado"</i>	"1. Seleção do município"	O município no qual serão realizadas as consultas deverá estar selecionado.
	"2. Seleção do tópico"	O tópico que contém o tema a ser consultado deverá estar selecionado.
	"3. Seleção do tema"	O tema que será consultado deverá estar selecionado.
<i>consulta tema nao-classificado</i>	"1. Seleção do município"	O município no qual serão realizadas as consultas deverá estar selecionado.
	"2. Seleção do tópico"	O tópico que contém o tema a ser consultado deverá estar selecionado.
	"3. Seleção do tema"	

O tema que será consultado deverá estar selecionado.

localização fenômeno

"1. Apresentação da legenda"

Através das opções Selecionar classes ... ou Todas as classes ... o urbanista visualiza a legenda do tema selecionado.

posição e atributo

"1. Geração imagens temáticas"

As imagens temáticas do fenômeno que será animado, em todos os períodos que comporão a animação, deverão estar definidas através do aplicativo GERAÇÃO INFORMAÇÃO TEMÁTICA.

"2. Apresentação legenda"

Através das opções Selecionar classes ... ou Todas as classes ... o urbanista visualiza a legenda do tema selecionado.

seleção tela visualização

"1. Definição tela default"

A tela1 estará definida como tela de visualização default.

seleção tema 2+

"1. Tipos de temas"

Quando o primeiro tema escolhido pelo usuário é "classificado", os demais temas escolhidos para a mesma tela de visualização deverão ser também "classificados". Para temas "não-classificados" o usuário poderá consultar apenas um tema para cada tela de visualização ativada.

as of 29/08/96

APÊNDICE C
PROJETO CARTOGRÁFICO PARA OS TEMAS DAS CONDICIONANTES
URBANÍSTICAS

O projeto cartográfico para mapeamento dos temas referentes às condicionantes urbanísticas foi realizado como primeira tarefa para o estabelecimento das regras, a serem modeladas para o sistema, para auxiliar o usuário na construção dos mapas temáticos. Os projetos cartográficos e suas análises são parte dos resultados obtidos durante o doutorado sanduíche, realizado no Departamento de Geografia, da Universidade de Kansas, Estados Unidos.

C.1 CARACTERÍSTICAS DOS TEMAS, CLASSIFICAÇÃO E BASE CARTOGRÁFICA

Todos os temas são mapeados nas escalas 1:10.000 or 1:5.000.

EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA

Dimensão geográfica: ÁREA

Nível de medida: ORDINAL

Classes:

- Ocupação inicial
- Até 1990
- Década de 10
- Década de 20
- Década de 40
- Década de 60
- Década de 70
- Década de 80
- Década de 90

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

Dimensão geográfica: ÁREA

Nível de medida: NOMINAL

Classes:

- Residencial
- Comercial
- Industrial
- Institucional e público
- Rural
- Restrito
- Misto

Classe RESIDENCIAL

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Habitação padrão
- Habitação social
- Habitação precária

Classe COMERCIAL

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Varejo
- Serviços

Classe INSTITUCIONAL E PÚBLICO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Instituições governamentais
- Serviços públicos

Classe RESTRITO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Áreas abaixo da cota de enchente
- Áreas de preservação ambiental

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Edifícios históricos
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto, Rodoviária, Estação Ferroviária
- Indústrias

URBANIZAÇÃO

Dimensão geográfica: ÁREA

Nível de medida: ORDINAL

Classes

Consolidada
A intensificar
A consolidar

Base cartográfica:

Perímetro urbano
Rios, lagos, alagados e canais
Rodovias e obras de arte
Ferrovias e obras de arte
Arruamento
Aeroporto
Rodoviária
Estação ferroviária
Indústrias

SISTEMA VIÁRIO

Dimensão geográfica: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Classes

Estrutural
Via conectora
Via coletora
Via secundária
Via marginal
Ciclovia
Eixo turístico

Base cartográfica:

Perímetro urbano
Rios, lagos, alagados e canais
Rodovias e obras de arte
Ferrovias e obras de arte
Arruamento
Aeroporto
Rodoviária
Estação ferroviária
Indústrias

TELEFONE PÚBLICO

Dimensão geográfica: PONTO

Nível de medida: NOMINAL

ESTE TEMA NÃO É REPRESENTADO POR CLASSES

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

PAVIMENTAÇÃO

Dimensão geográfica: LINEAR

Nível de medida: NOMINAL

Classes

- Pavimentação asfáltica
- Pavimentação em poliedro
- Pavimentação em lajotas
- Pavimentação em paralelepípedo
- Revestimento primário

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

TRANSPORTE COLETIVO

Dimensão geográfica: }
Nível de medida: } 2 classes com 2 dimensões diferentes

Classes:

Trajetos dos ônibus
Paradas de ônibus

Classe TRAJETOS DOS ÔNIBUS

Dimensão: LINEAR
Nível de medida: NOMINAL
Subclasses:

Interestadual – Mafra/Rio Negro
Linha urbana A
Linha urbana B
Linha urbana C

Classe PARADAS DE ÔNIBUS

Dimensão: PONTO
Nível de medida: ORDINAL
Subclasses:

Terminal
Ponto de ônibus

Base cartográfica:

Perímetro urbano
Rios, lagos, alagados e canais
Rodovias e obras de arte
Ferrovias e obras de arte
Arruamento
Aeroporto
Rodoviária
Estação ferroviária
Indústrias

SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO

2 classes com 2 dimensões diferentes

Classes:

- Rede de coleta de esgoto
- Estação de tratamento de esgoto

Classe REDE DE COLETA DE ESGOTO

Dimensão: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Construída
- Em construção
- Projetada

Classe ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Dimensão: PONTO

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Construída
- Em construção
- Projetada

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Dimensão geográfica: LINEAR

Nível de medida: NOMINAL

Classes

- Lâmpadas fluorescentes
- Lâmpadas a vapor
- Lâmpadas incandescentes

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS

Dimensão geográfica: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Classes

- Construída
- Em construção
- Projetada

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento
- Aeroporto
- Rodoviária
- Estação ferroviária
- Indústrias

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2 classes com 2 dimensões diferentes

Classes:

Rede de distribuição
Reservatórios e estações de tratamento

Classe REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Dimensão: LINEAR

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

Construída

Em construção

Projetada

Classe RESERVATÓRIOS E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

Dimensão: PONTO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

Estação de tratamento

Reservatórios

Ponto de captação

Base cartográfica:

Perímetro urbano

Rios, lagos, alagados e canais

Rodovias e obras de arte

Ferrovias e obras de arte

Arruamento

Aeroporto

Rodoviária

Estação ferroviária

Indústrias

EDUCAÇÃO

Dimensão geográfica: PONTO

Nível de medida: NOMINAL

Classes:

- Mantenedores
- Nível de educação
- Tipo de educação

Classe MANTENEDORES

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Secretaria Municipal de Educação
- Secretaria Estadual de Educação
- Instituição Privada
- Instituição Religiosa

Classe NÍVEL DE EDUCAÇÃO

Nível de medida: ORDINAL

Subclasses:

- Pré-escola
- Fundamental (1^a a 4^a)
- Fundamental (5^a a 8^a)
- Médio
- Superior

Classe TIPO DE EDUCAÇÃO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Regular
- Especial
- Técnica

Base cartográfica:

- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento

SERVIÇOS DE SAÚDE

Dimensão geográfica: PONTO

Nível de medida: NOMINAL (or ORDINAL ?)

Classes:

- Atendimento hospitalar
- Atendimento clínico
- Serviços de saúde
- Administradores e financiadores

Classe ATENDIMENTO HOSPITALAR

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Hospital geral
- Maternidade

Classe ATENDIMENTO CLÍNICO

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Centro de Saúde
- Posto de Saúde

Classe SERVIÇOS DE SAÚDE

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

- Laboratório de Análises Clínicas
- Farmácia
- Centro de Saúde Pública
- Pronto Socorro

Classe ADMINISTRADORES E FINANCIADORES

Nível de medida: NOMINAL

Subclasses:

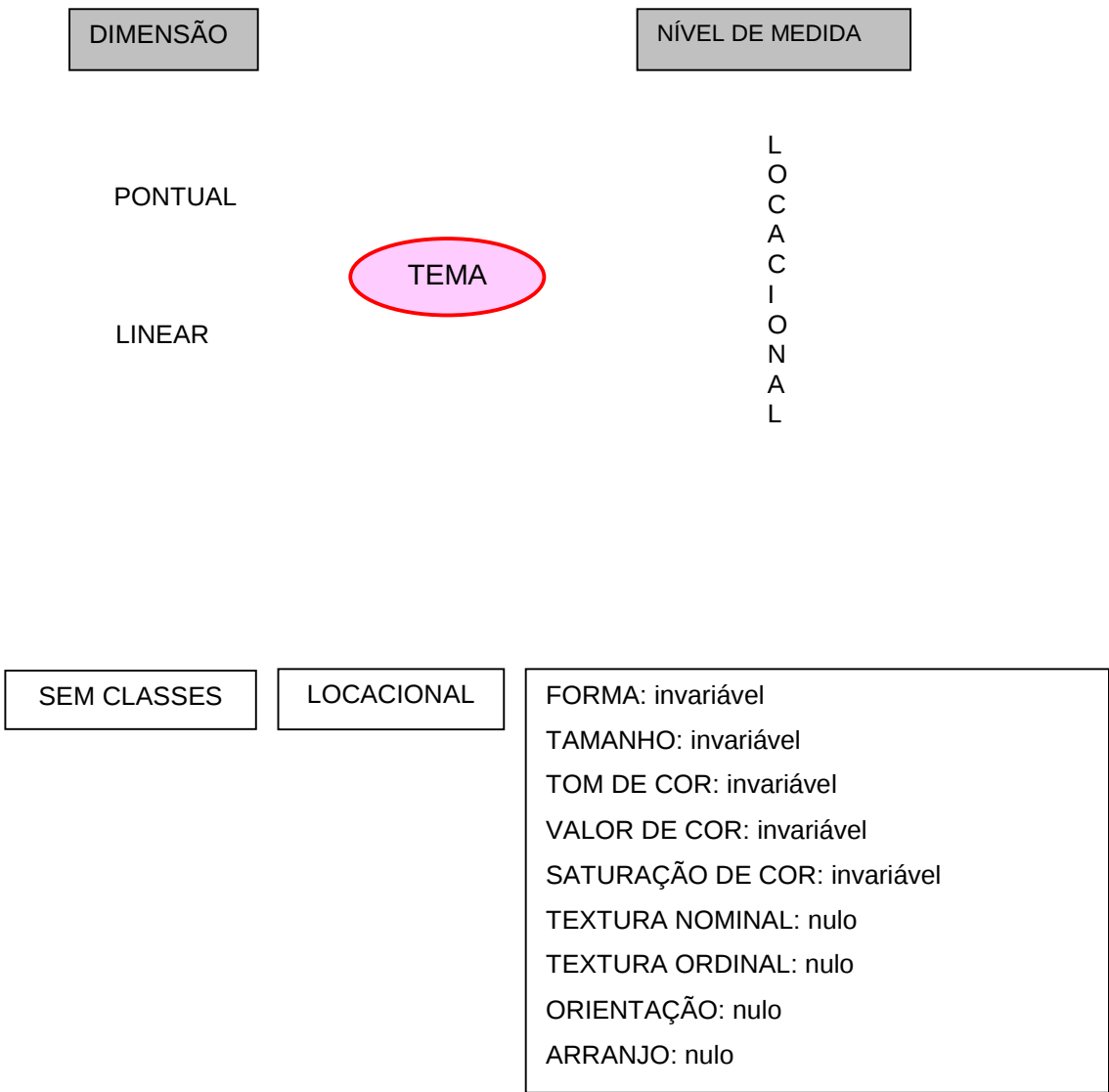
- SUS
- SESI
- Secretaria Municipal de Saúde
- Sindicato Rural
- Instituição Privada

Base cartográfica:

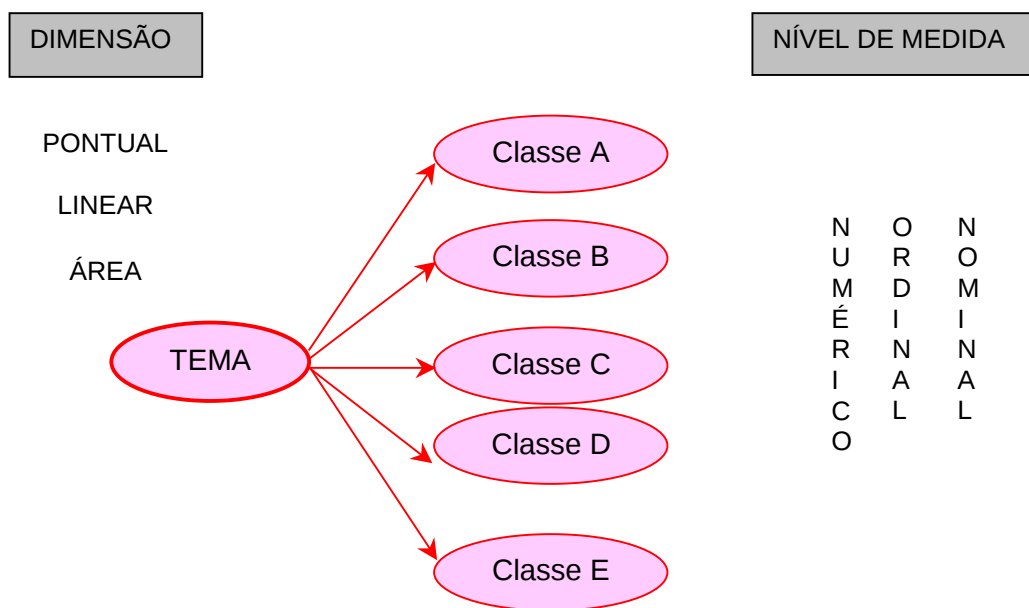
- Perímetro urbano
- Rios, lagos, alagados e canais
- Rodovias e obras de arte
- Ferrovias e obras de arte
- Arruamento

C.1 ESTUDO SOBRE AS VARIÁVEIS VISUAIS

VARIÁVEIS REPRESENTADAS SEM CLASSES



UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO



DIMENSÃO PONTUAL

NUMÉRICO

FORMA: invariável
TAMANHO: variável
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

ORDINAL

FORMA: invariável
TAMANHO: variável
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

NOMINAL

FORMA: variável
TAMANHO: invariável
TOM DE COR: variável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: variável (4 classes no máximo)
ARRANJO: nulo

DIMENSÃO LINEAR

NUMÉRICO

FORMA: nulo
TAMANHO: variável
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

ORDINAL

FORMA: nulo
TAMANHO: variável
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: variável
SATURAÇÃO DE COR: variável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

NOMINAL

FORMA: variável
TAMANHO: invariável
TOM DE COR: variável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: variável (4 classes no máximo)
ARRANJO: variável

DIMENSÃO ÁREA

NUMÉRICO

FORMA: nulo
TAMANHO: nulo
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: variável
SATURAÇÃO DE COR: variável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: variável (no máximo 3 categorias definidas por Ponto(forma, tamanho e deslocamento) ou Linha (tamanho e deslocamento))
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

ORDINAL

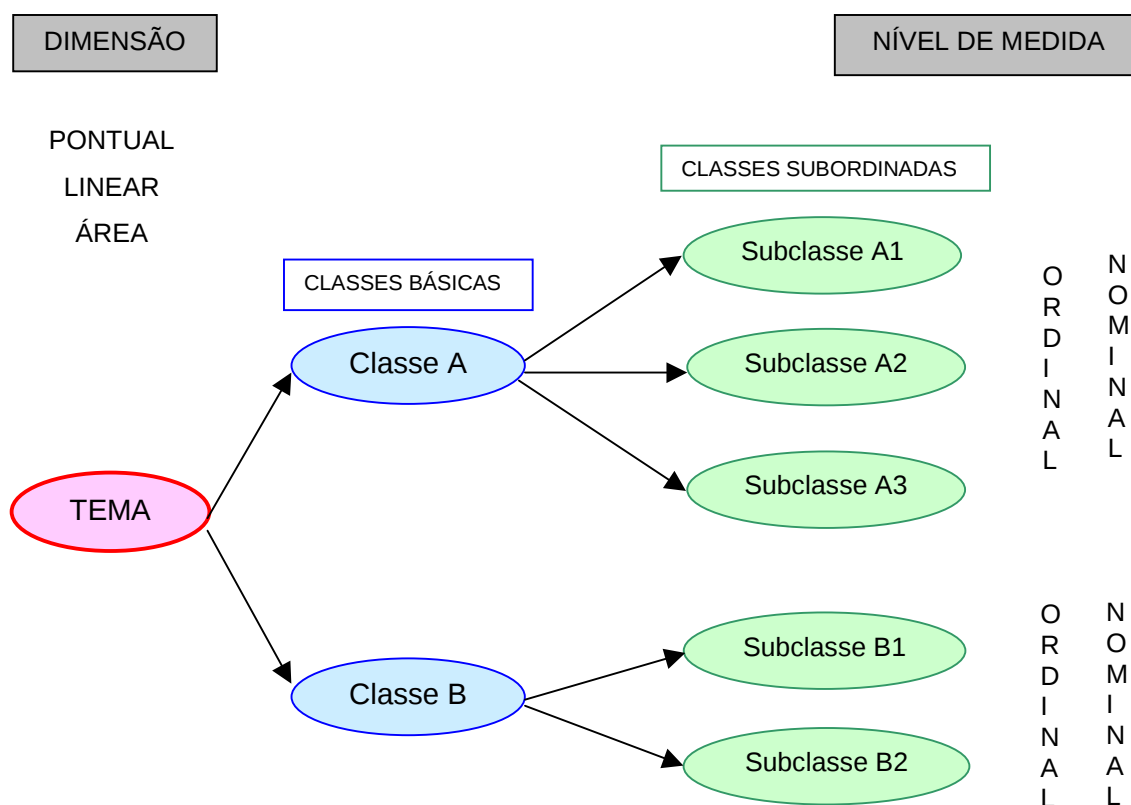
FORMA: nulo
TAMANHO: nulo
TOM DE COR: invariável
VALOR DE COR: variável
SATURAÇÃO DE COR: variável
TEXTURA NOMINAL: nulo
TEXTURA ORDINAL: variável (No máximo 3 categorias definidas por: Ponto (forma, tamanho e deslocamento) ou Linha (tamanho e deslocamento))
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

NOMINAL

FORMA: nulo
TAMANHO: invariável
TOM DE COR: variável
VALOR DE COR: invariável
SATURAÇÃO DE COR: invariável
TEXTURA NOMINAL: variável (No máximo 3 categorias definidas por: Ponto (forma, tamanho e deslocamento) ou Linha (tamanho e deslocamento))
TEXTURA ORDINAL: nulo
ORIENTAÇÃO: nulo
ARRANJO: nulo

DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

AS CLASSES SÃO REPRESENTADAS PELA MESMA DIMENSÃO GEOGRÁFICA



DIMENSÃO PONTUAL

Classe BÁSICA	ORDINAL	FORMA: invariável TAMANHO: variável TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
	NOMINAL	FORMA: variável TAMANHO: nulo TOM DE COR : variável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: variável (no máximo 4 classes)

Classe BÁSICA	NOMINAL	FORMA: variável (iconicidade: pictorial, associativa, geométrica) TAMANHO: invariável TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL : nulo ORIENTAÇÃO: variável ARRANJO: nulo
Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: variável TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL : nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
	NOMINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: variável VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo

DIMENSÃO LINEAR

Classe BÁSICA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: variável TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL : nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
---------------	---------	---

Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
--------------------	---------	--

NOMINAL	FORMA: variável TAMANHO: nulo TOM DE COR : variável VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: variável
---------	---

Classe BÁSICA	NOMINAL	FORMA: variável TAMANHO: invariável TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: variável
Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: variável TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
	NOMINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: variável VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo

DIMENSÃO ÁREA

Classe BÁSICA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: invariável VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: variável ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
	NOMINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: variável VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: variável TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: variável

Obs: estudar o caso de classes básicas e subordinadas ordinais, para analisar se a textura e o valor de cor podem variar na mesma classe básica

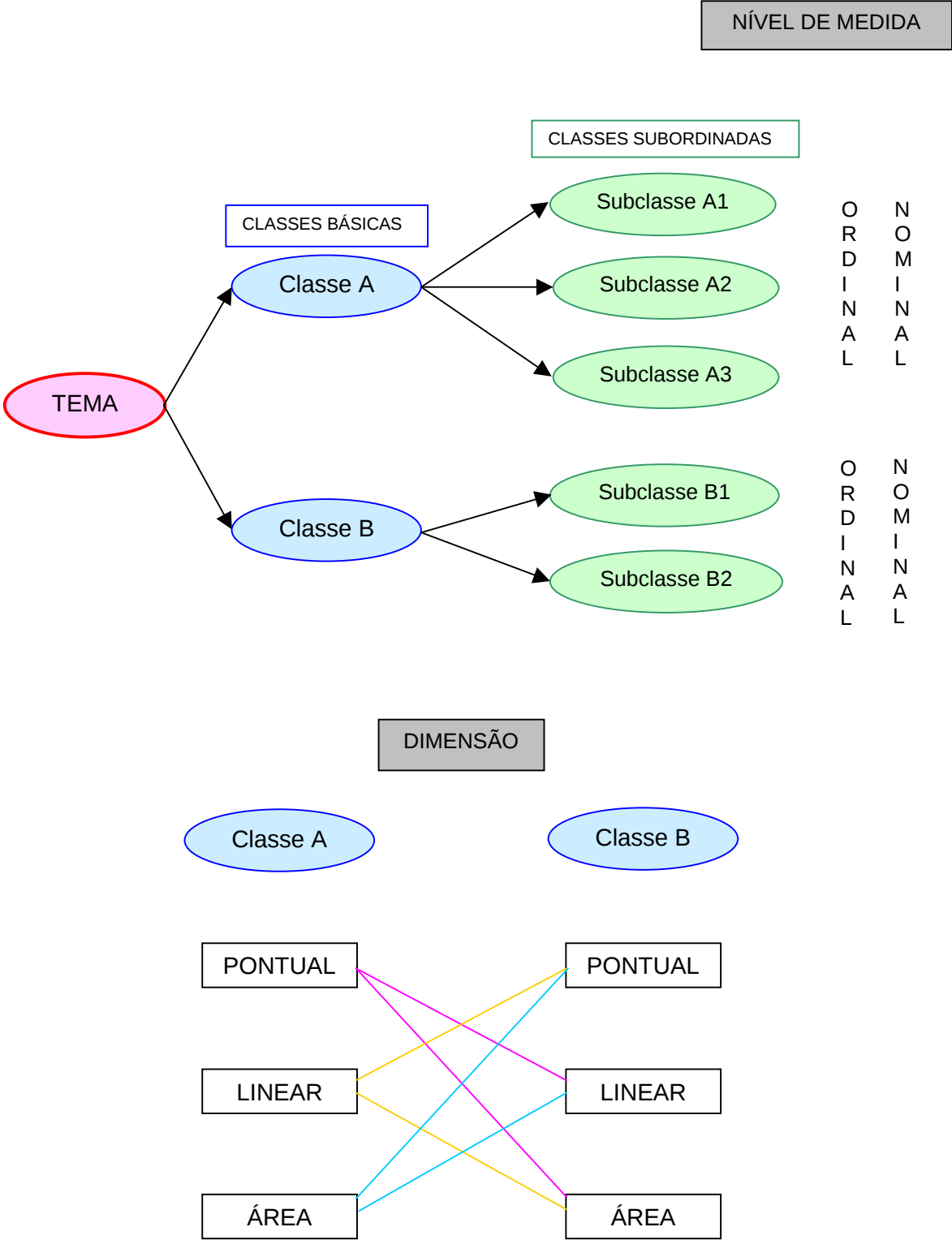
Obs: se a classe subordinada é nominal, o valor de cor e a textura podem variar na classe básica

Classe BÁSICA	NOMINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: variável VALOR DE COR: invariável SATURAÇÃO DE COR: invariável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
---------------	---------	---

Classe SUBORDINADA	ORDINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: variável SATURAÇÃO DE COR: variável TEXTURA NOMINAL: nulo TEXTURA ORDINAL: variável ORIENTAÇÃO: nulo ARRANJO: nulo
--------------------	---------	---

NOMINAL	FORMA: nulo TAMANHO: nulo TOM DE COR: nulo VALOR DE COR: nulo SATURAÇÃO DE COR: nulo TEXTURA NOMINAL: variável TEXTURA ORDINAL: nulo ORIENTAÇÃO: variável ARRANJO: nulo
---------	---

DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO E DIMENSÕES GEOGRÁFICAS DIFERENTES



As mesmas regras definidas para **UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO** são seguidas para representar cada classe. Por exemplo, se uma classe é definida como sendo dimensão PONTUAL e nível de medida ORDINAL, e a outra classe é definida com dimensão LINEAR e nível de medida NOMINAL, as variáveis visuais para representar cada classe são determinadas como se cada classe fosse um mapa distinto, portanto um nível de classificação. Assim, a variável visual para representar a classe PONTUAL e ORDINAL seria definida com as correspondentes regras para UM NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO, da mesma forma a classe LINEAR e NOMINAL.

APÊNDICE D

REPRESENTAÇÕES HIPOTÉTICAS PARA DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO COM TEMA E CLASSES DEFINIDOS COM A MESMA DIMENSÃO GEOGRÁFICA

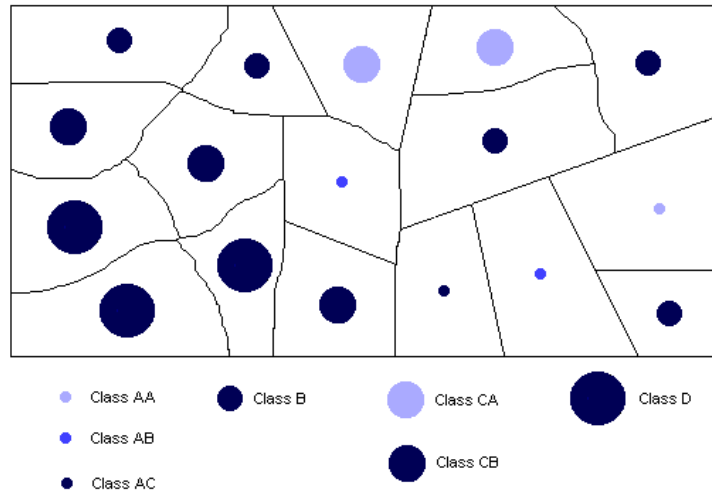
Os mapas apresentados nesse apêndice são representações hipotéticas, construídas para avaliar as regras propostas para o sistema, para definição das variáveis visuais. Os mapas e análise das imagens resultantes são parte dos resultados obtidos durante o doutorado sanduíche, realizado no Departamento de Geografia, da Universidade de Kansas, Estados Unidos.

**D.1 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO
PONTUAL, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA E CLASSES
ORDINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

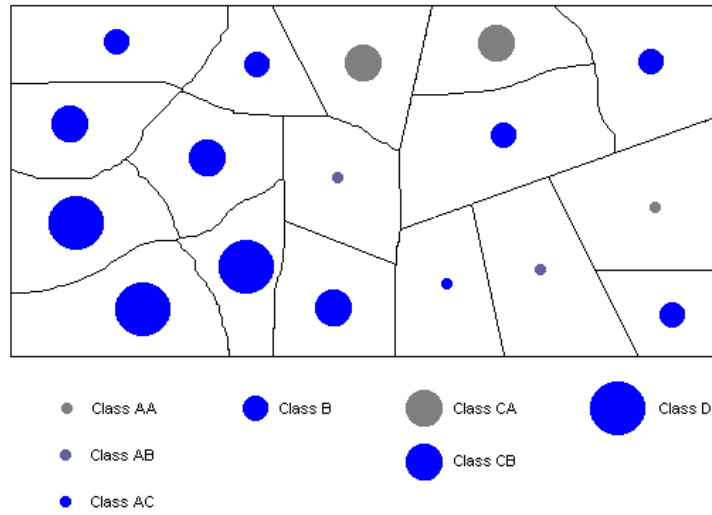


example 1

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color saturation



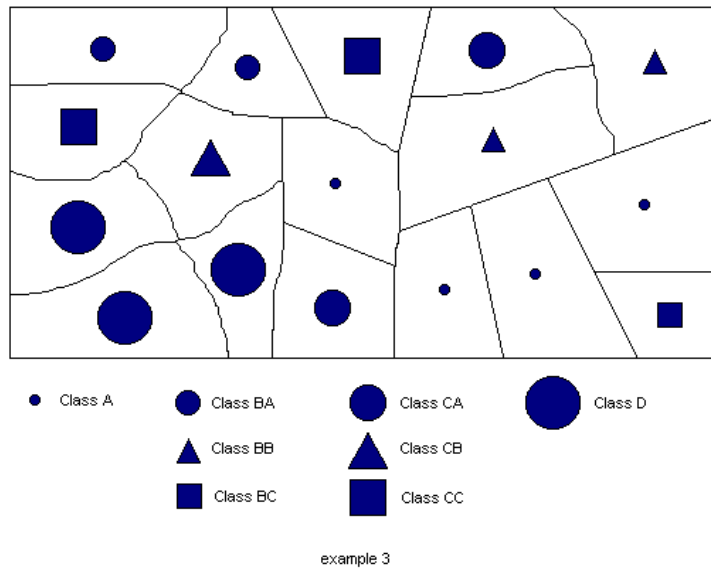
example 2

**D.2 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO
PONTUAL, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA ORDINAL E
PARA AS CLASSES NOMINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimesion

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: shape

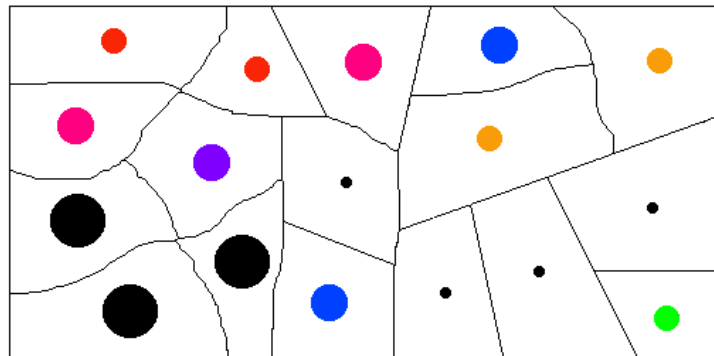


TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Point Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue



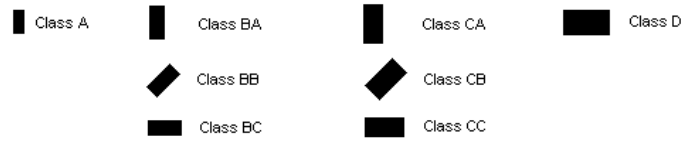
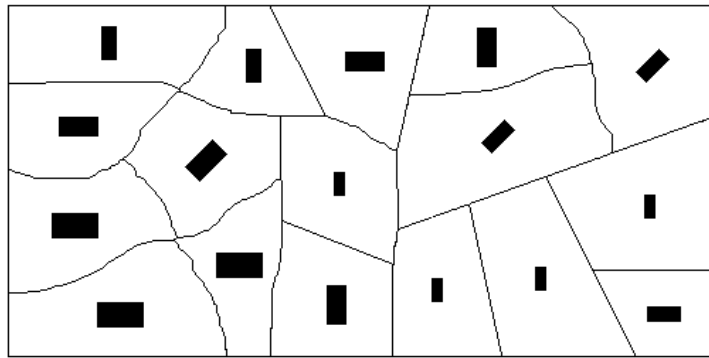
example 4

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Point Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation



example 5

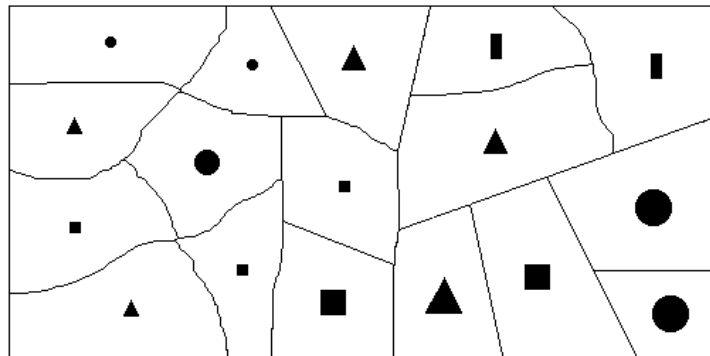
**D.3 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO
PONTUAL, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA NOMINAL E
PARA AS CLASSES ORDINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: shape

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

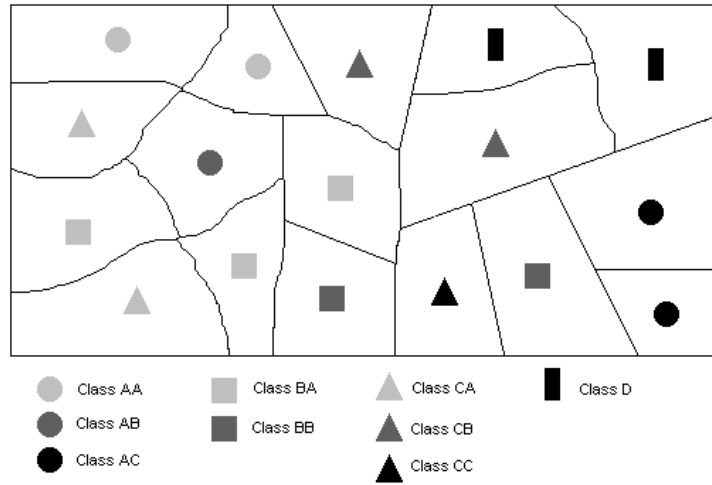


example 6

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: shape

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

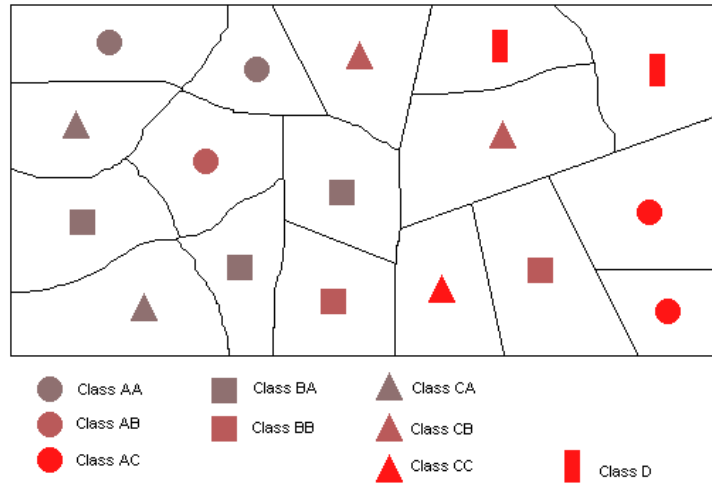


example 7

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimesion

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: shape

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color saturation

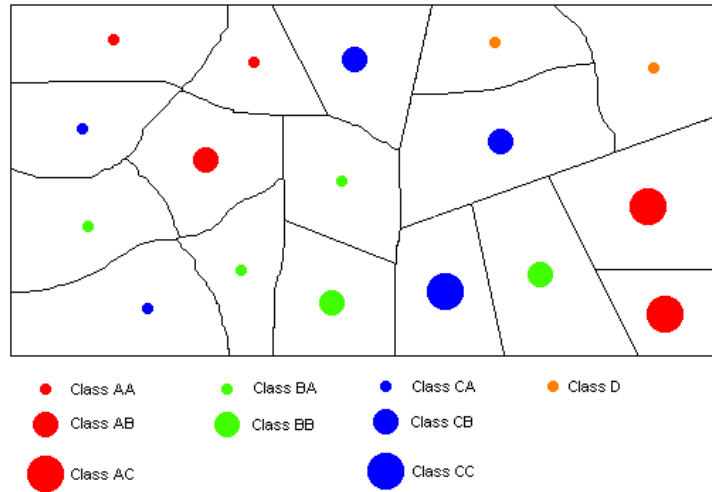


example 8

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size

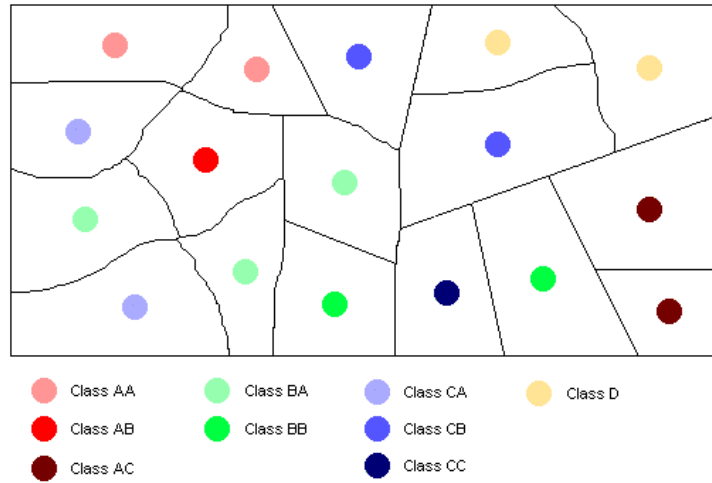


example 9

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

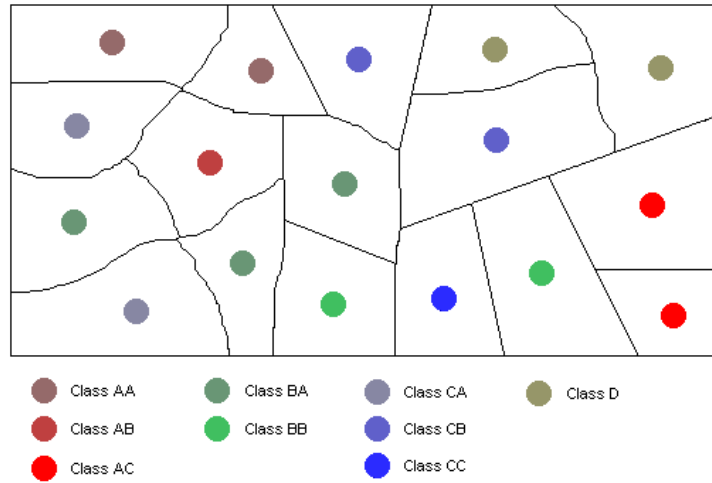


example 10

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color saturation

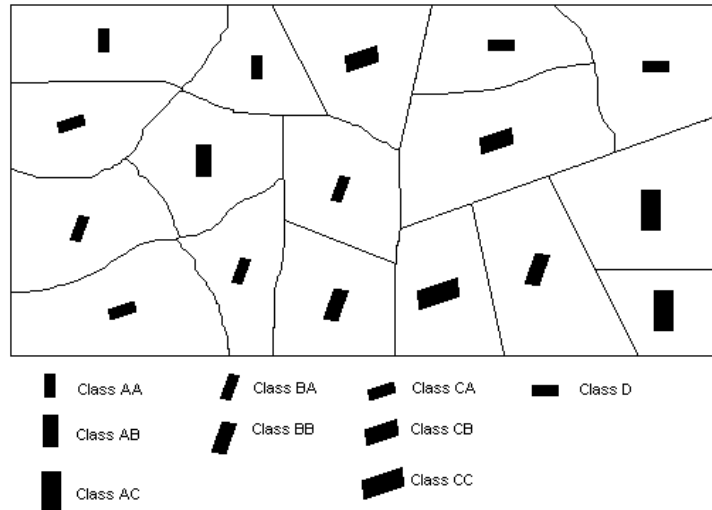


example 11

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: size



example 12

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

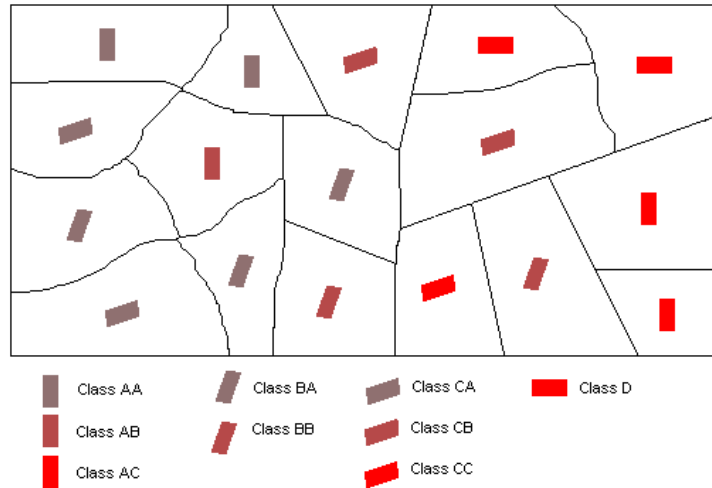


example 13

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color saturation



example 14

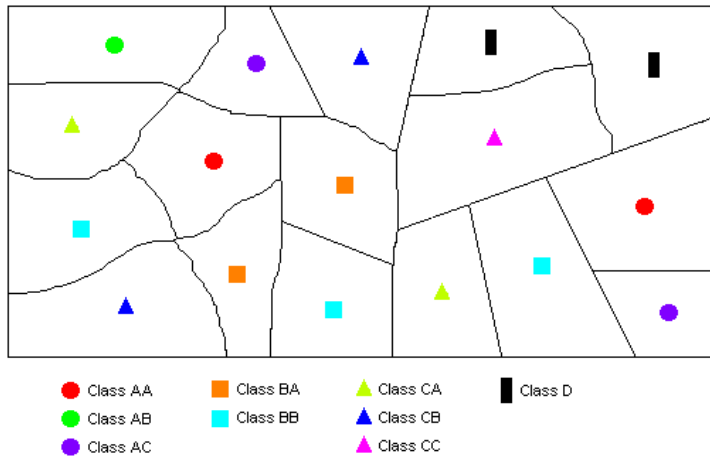
**D.4 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO
PONTUAL, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA E CLASSES
NOMINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: shape

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

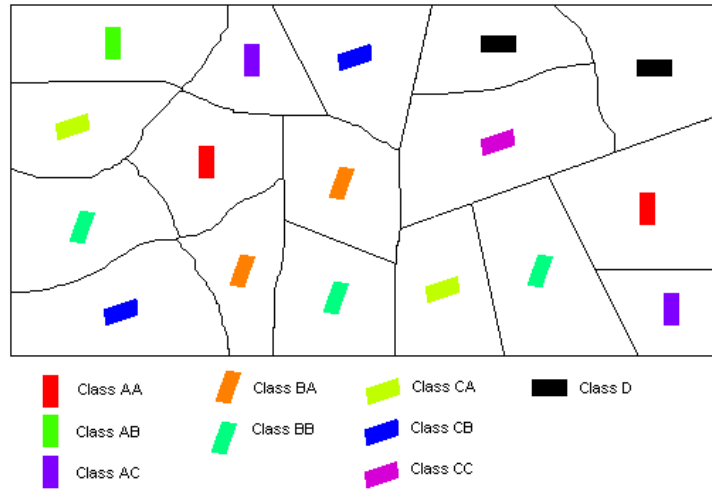


example 15

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Point Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue



example 16

**D.5 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO DE
ÁREA, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA E CLASSES
ORDINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

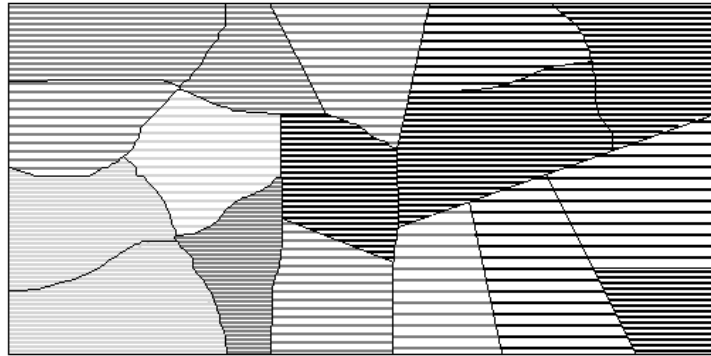
Area Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement

visual variable: color value

Classes: Ordinal Level of Measurement

visual variable: ordinal line texture



example 17

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

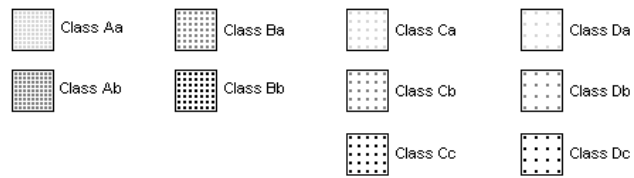
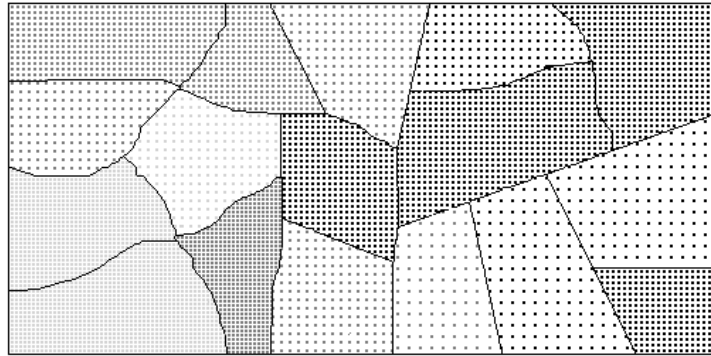
Area Dimension

Theme: Ordinal Level of Classification

visual variable: color value

Classes: Ordinal Level of Classification

visual variable: ordinal point texture



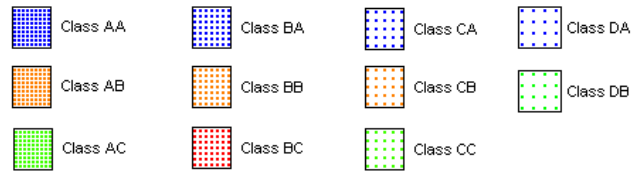
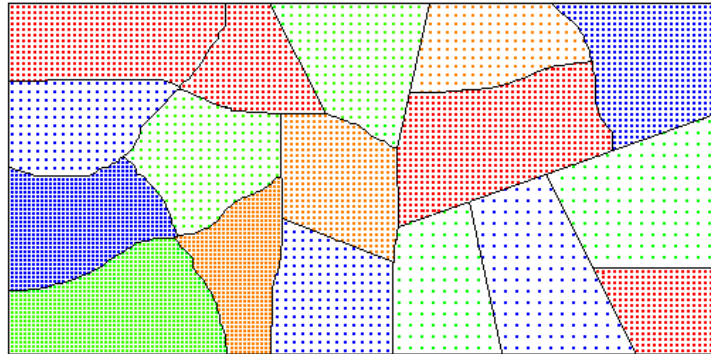
example 18

**D.6 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO DE
ÁREA, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA ORDINAL E PARA
AS CLASSES NOMINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: ordinal point texture

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

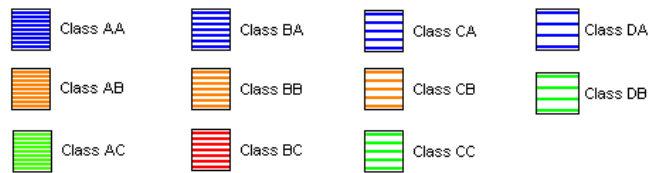


example 19

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: ordinal line texture

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

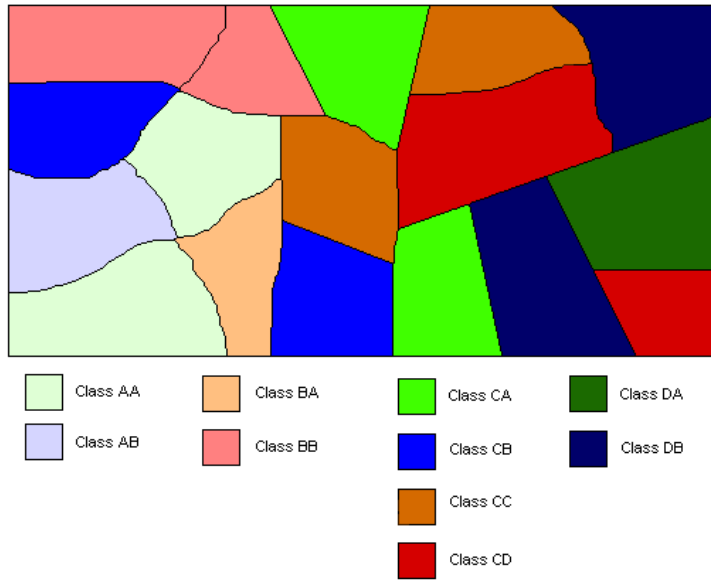


example 20

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue



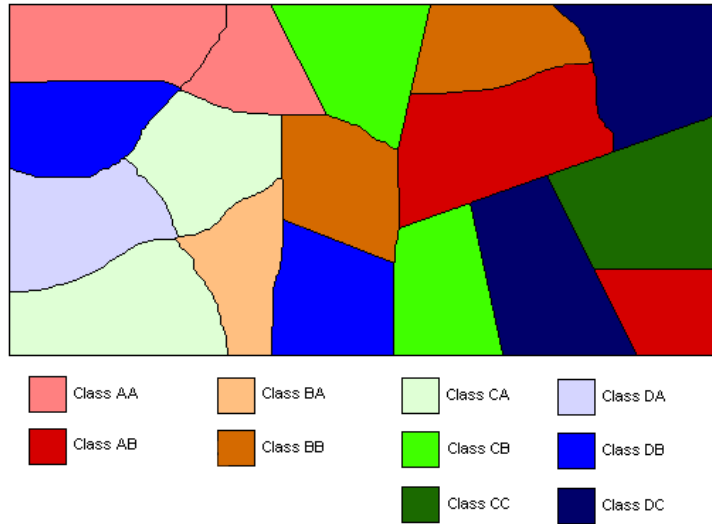
example 21

**D.7 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO DE
ÁREA, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA NOMINAL E PARA
AS CLASSES ORDINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value

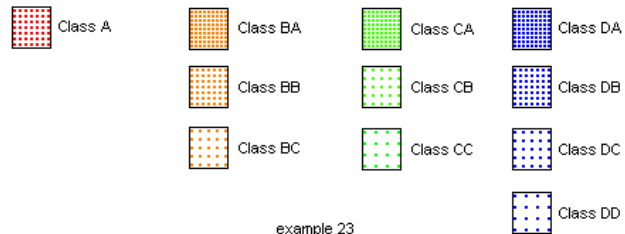
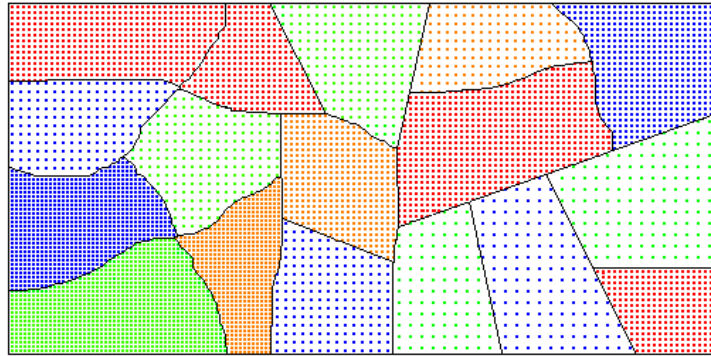


example 22

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: point texture

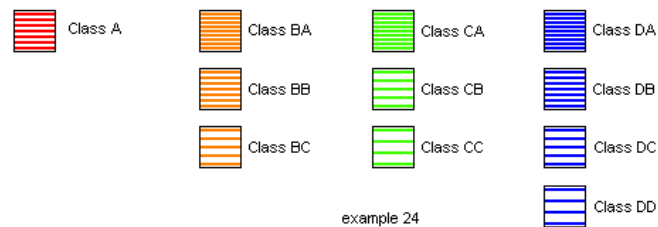


example 23

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: ordinal line texture

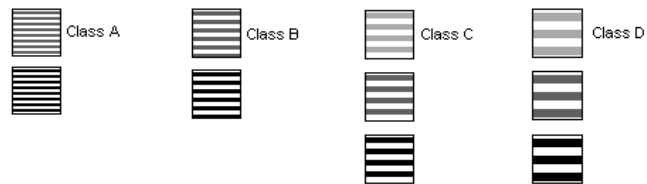
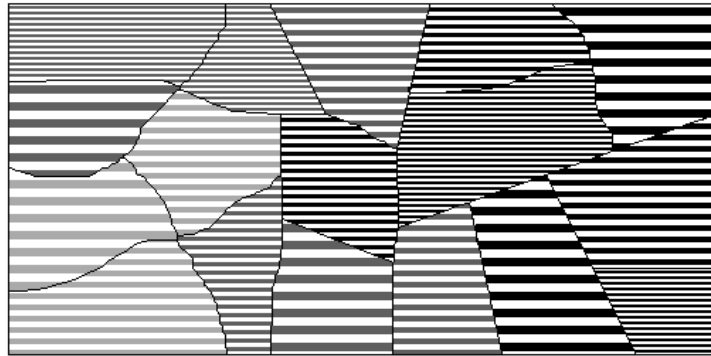


TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: nominal texture line

Classes: Ordinal Level of Measurement
visual variable: color value



example 25

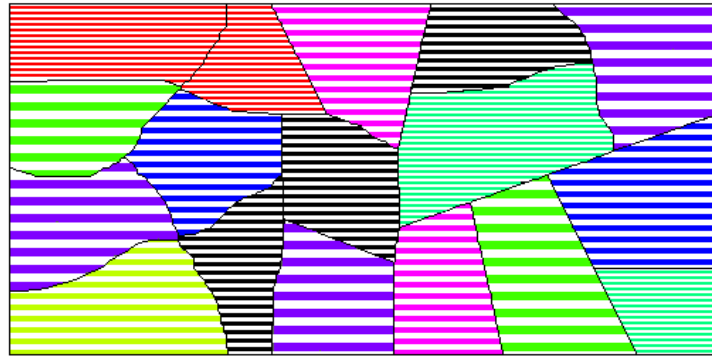
**D.8 – EXEMPLOS DE DOIS NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO, DIMENSÃO DE
ÁREA, COM NÍVEIS DE MEDIDA PARA TEMA E CLASSES
NOMINAL**

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION

Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: nominal line texture

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

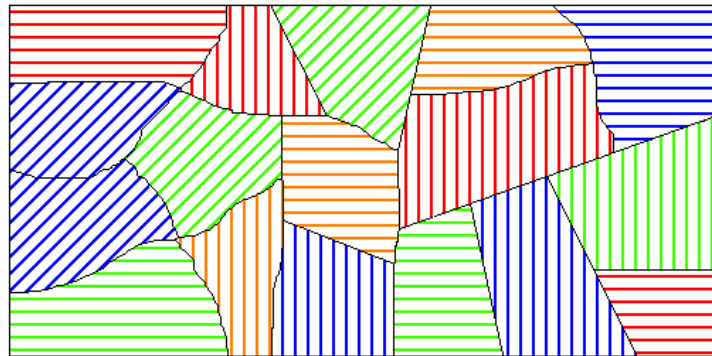


example 26

TWO LEVELS OF CLASSIFICATION
Area Dimension

Theme: Nominal Level of Measurement
visual variable: color hue

Classes: Nominal Level of Measurement
visual variable: orientation



example 27

APÊNDICE E

ESPECIFICAÇÃO DAS CLASSES DO MODELO DE ANÁLISE

ESPECIFICAÇÃO DAS CLASSES DO MODELO DE ANÁLISE

(Coad e Yourdon, 1992, p.132-133 e 153-156)

especificação Mapa Temático

atributo

Município: o nome do município sobre o qual estão sendo criados os mapas temáticos

Escala de Trabalho: a região que está sendo mapeada

valores de enumeração: urbana, município, região ou estado

conexõesInstâncias

com Tema 1:1

com Base Cartográfica 1:1

serviçoObterMunicípio

Obtém o nome do município da *combo box* da janela *Base Cartográfica do Município*

serviçoArmazenarMunicípio

Armazena o nome do município

serviçoObterRegiãoTrabalho

Obtém a região geográfica a ser representada da *combo box* da janela *Base Cartográfica do Município*

serviçoObterRegiãoTrabalho

Obtém a região geográfica a ser representada

serviçoApresentarMapa

Apresenta o mapa temático na tela

serviçoAcessarTemaSelecionado

Obtém o nome do tema selecionado pelo usuário no aplicativo *Selecionar Classes* do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

Obtém o nome do tema selecionado pelo usuário no aplicativo *Localização Fenômeno* do menu *Animação*

Obtém o nome do tema selecionado pelo usuário no aplicativo *Atributo Fenômeno* do menu *Animação*

serviçoAcessarClassesSelecionadas

Obtém o nome das classes selecionadas pelo usuário no aplicativo *selecionar classes* do menu *consulta nominal/ordinal*

Obtém o nome das classes selecionadas pelo usuário no aplicativo *Localização Fenômeno* do menu *Animação*

Obtém o nome das classes selecionadas pelo usuário no aplicativo *Atributo Fenômeno* do menu *Animação*

serviçoRodarAnimaçãoCintilação

Apresenta na tela a animação por cintilação da classe selecionada pelo usuário no aplicativo *Localização Fenômeno* do menu *Animação*

serviçoRodarAnimaçãoSequênciaClasses

Apresenta na tela a animação pelo sequenciamento das classes selecionadas pelo usuário no aplicativo *Atributo Fenômeno* do menu *Animação*

fim especificação

especificaçãoTema

atributo

Nome do Tópico: o nome do tópico que contém o tema a ser representado

valores de enumeração: condicionantes físico-territoriais, condicionantes sócio-econômicas, condicionantes urbanísticas e contexto regional

Nome do Tema: o nome do tema a ser mapeado

Lista dos Temas: a lista com os nomes dos tema já mapeados

Nível de Medida: o nível de medida da variável a ser mapeada

valores de enumeração: nominal, ordinal e numérico

Dimensão: a dimensão da variável a ser mapeada

valores de enumeração: ponto, linha ou área

conexõesInstâncias

com Mapa Temático 1:1

com Classe 1:n

serviçoObterNomeTópico

Obtém o nome do tópico da *combo box* da janela *Base Cartográfica do Município*

serviçoArmazenarNomeTópico

Armazena o nome do tópico

serviçoObterNomeTema

Obtém o nome do tópico da *combo box* da janela *Base Cartográfica do Município*

serviçoArmazenarNomeTema

Armazena o nome do tema

serviçoObterNívelMedida

Obtém o nível de medida do tema da *combo box* da janela *Características do Tema*

serviçoArmazenarNível Medida

Armazena o nível de medida do tema

serviçoFornecerNível Medida

Informa o nível de medida do tema

serviçoObterDimensão

Obtém a dimensão geográfica das feições do tema da *combo box* da janela *Características do Tema*

serviçoArmazenarDimensão

Armazena a dimensão geográfica das feições do tema

serviçoFornecerDimensão

Informa a dimensão geográfica das feições do tema

serviçoMostrarNomeTema

Mostra o nome do tema a ser representado na tela

dado de entrada: as coordenadas (x,y) do canto inferior esquerdo do texto

serviçoMostrarListaTemas

Mostra a lista dos temas, já mapeados, na janela do aplicativo *Exibir*, do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

Mostra a lista dos temas, já mapeados, na janela do aplicativo *Localização Fenômeno*, do menu *Animação*

Mostra a lista dos temas, já mapeados, na janela do aplicativo *Atributo Fenômeno*, do menu *Animação*

serviçoSelecionarTema

O usuário seleciona o tema a ser consultado da lista dos temas já mapeados na janela do aplicativo *Exibir*, do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

O usuário seleciona o tema a ser animado da lista dos temas, já mapeados, na janela do aplicativo *Localização Fenômeno*, do menu *Animação*

O usuário seleciona o tema a ser animado da lista dos temas, já mapeados, na janela do aplicativo *Atributo Fenômeno*, do menu *Animação*

serviçoAcessarTemaSelecionado

Acessa o tema selecionado pelo usuário da lista dos temas já mapeados na janela do aplicativo *Exibir*, do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

Acessa o tema selecionado pelo usuário da lista dos tema já mapeados na janela do aplicativo *Localização Fenômeno*, do menu *Animação*

Acessa o tema selecionado pelo usuário da lista dos tema já mapeados na janela do aplicativo *Atributo Fenômeno*, do menu *Animação*

fim especificação**especificação**Classe**atributo**

Nome da Classe: o nome da classe

Lista das Classes: a lista das classes definidas para o tema

Nível de Medida da Classe: o nível de medida da classe se esta é subclassificada
valores de enumeração: nominal, ordinal ou numérico

Dimensão da Classe: a dimensão da classe se esta é subclassificada
valores de enumeração: ponto, linha ou área

Classificação: indica se o tema possui classes ou não
valores de enumeração: sim ou não

valor default: sim

Nível de Classificação: o número de níveis de classificação do tema

valores de enumeração: 0, 1 ou 2

valor default: 1

Tipo de Classe: o tipo de classe na hierarquia dos níveis de classificação

valores de enumeração: básica ou subordinada

valor default: básica

conexõesInstâncias

com Tema 1:1

com Classe 0:n

com Feição 1:n

com Variável Visual 1:n

com Atributos Não-gráficos 1:1

com Gráficos 1:n

com Textos 1:n

serviçoObterNomeClasse

Obtém o nome da classe da *combo box* da janela *Classes Temáticas*, ou da subclasse da *combo box subclasses* da janela *Subclassificação*

serviçoArmazenarNomeClasse

Armazena o nome da classe digitado na *combo box* da janela *Classes Temáticas*, ou da subclasse digitado na *combo box subclasses* da janela *Subclassificação*, e define os valores para os atributos Classificação, Nível de Classificação e Tipo de Classe

se o nome da classe é digitado na *combo box classe*

Classificação = sim

Nível de Classificação = 1

Tipo de Classe = básica

se o nome da classe é selecionado na *combo box classe* da janela *Subclassificação*

se Nível de Classificação = 1

se o nome da subclasse é digitado na *combo box subclasse*

Nível de Classificação = 2

Tipo de Classe = subordinada

serviçoObterNívelMedidaClasse

Obtém o nível de medida da classe da *combo box* da janela *Subclassificação*

serviçoArmazenarNível MedidaClasse

Armazena o nível de medida da classe

serviçoFornecerNível MedidaClasse

Informa o nível de medida da classe

serviçoObterDimensãoClasse

Obtém a dimensão geográfica das feições da classe da *combo box* da janela *Subclassificação*

serviçoArmazenarDimensãoClasse

Armazena a dimensão geográfica das feições da classe

serviçoFornecerDimensãoClasse

Informa a dimensão geográfica das feições da classe

serviçoMostrarListaClasse

se Nível de Classificação = 1

mostra a lista de classes na *combo box classes* da janela *Atributos Gráficos para Representação do Tema*

se Nível de Classificação = 2

mostra a lista de classes na *combo box classes* da janela *Subclassificação*

mostra a lista de classes na *combo box classes* da janela *Atributos Gráficos para Representação das Classes*

Mostra a lista das classes, do tema selecionado, na janela do aplicativo *Exibir*, do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

Mostra a lista das classes, do tema selecionado, na janela do aplicativo *Localização Fenômeno*, do menu *Animação*

Mostra a lista das classes, do tema selecionado, na janela do aplicativo *Atributo Fenômeno*, do menu *Animação*

serviçoMostrarNomeClasse

Mostra o nome da classe da tela reservada à legenda

dado de entrada: as coordenadas (x,y) do canto inferior esquerdo do texto

serviçoSelecionarClasse

O usuário seleciona a classe, ou as classes, a serem visualizadas na janela do aplicativo *Exibir*, do menu *Consulta Nominal/Ordinal*

O usuário seleciona a classe, ou classes, a serem cintiladas, da lista das classes, na janela do aplicativo *Localização Fenômeno*, do menu *Animação*

O usuário seleciona a classe, ou classes, a serem sequenciadas na animação, da lista das classes, na janela do aplicativo *Atributo Fenômeno*, do menu *Animação*

fim especificação**especificação**Feição**atributo**

Nome: o nome da feição

Localização: a localização geográfica da feição

unidade de medida: coordenadas cartesianas (x,y)

conexõesInstâncias

com Base Cartográfica 1:1

com Classe 1:1

com Símbolo Gráfico 1:1

com Atributos Não-gráficos 1:1

com Gráficos 1:n

com Textos 1:n

serviçoObterNome

Obtém o nome da feição digitado na janela *Feição*

serviçoArmazenarNome

Armazena o nome da feição digitado na janela *Feição*

serviçoMostrarNome

Mostra o nome da feição da tela

dado de entrada: as coordenadas de tela (x,y) do canto inferior esquerdo do texto

serviçoAcessarLocalização

Acessa a localização geográfica da feição armazenada na Base Cartográfica

fim especificação

especificaçãoAtributos Não-gráficos

atributo

Nome da tabela: o nome da tabela dos atributos não-gráficos

conexõesInstâncias

com Classe 1:1

com Feição 1:1

serviçoArmazenarTabela

Armazena a tabela dos atributos não-gráficos da feição ou da classe

serviçoMostrarTabela

Mostra na tela a tabela dos atributos não-gráficos da feição ou da classe

fim especificação

especificaçãoGráficos

atributo

Nome do Arquivo: o nome da arquivo dos gráficos

conexõesInstâncias

com Classe 1:1

com Feição 1:1

serviçoArmazenarArquivo

Armazena o arquivo dos gráficos da feição ou da classe

serviçoMostrarGráficos

Mostra na tela os gráficos da feição ou da classe

fim especificação

especificaçãoTextos

atributo

Nome do Arquivo: o nome da arquivo dos textos

conexõesInstâncias

com Classe 1:1

com Feição 1:1

serviçoArmazenarArquivo

Armazena o arquivo dos textos da feição ou da classe

serviçoMostrarGráficos

Mostra na tela os textos da feição ou da classe

fim especificação

especificaçãoSímboloGráfico

atributo

Tipo do Símbolo: o tipo da primitiva gráfica

valor de enumeração: ponto, linha ou área

conexõesInstâncias

com Classe 1:n

com Feição 1:1

com Variável Visual 1:n

serviçoAcessarDimensão

Obtém a dimensão geográfica do tema

serviçoAcessarDimensãoClasse

Obtém a dimensão geográfica da classe

serviçoDefinirTipo

Define o Tipo de Símbolo de acordo com a dimensão geográfica
se Nível de Classificação = 1

se Dimensão = ponto
 Tipo de Símbolo = ponto
 se Dimensão = linha
 Tipo de Símbolo = linha
 se Dimensão = área
 Tipo de Símbolo = área
 se Nível de Classificação = 2
 se DimensãoClasse = ponto
 Tipo de Símbolo = ponto
 se DimensãoClasse = linha
 Tipo de Símbolo = linha
 se DimensãoClasse = área
 Tipo de Símbolo = área

serviçoAcessarAtributosGráficos

Obtém os atributos gráficos definidos pela *Variável Visual*

serviçoDesenharSímbolo

Desenha o símbolo na localização da feição que está sendo representada, de acordo com *Atributos Gráficos* da *Variável Visual*

fim especificação

especificaçãoVariávelVisual

atributo

Variável Visual.

TipoForma: indica se a variável visual *forma* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoTamanho: indica se a variável visual *tamanho* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoTomCor: indica se a variável visual *tom de cor* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoValorCor: indica se a variável visual *valor de cor* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoSaturaçãoCor: indica se a variável visual *saturação de cor* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoTexturaNominal: indica se a variável visual *textura nominal* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoTexturaOrdinal: indica se a variável visual *textura ordinal* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoOrientação: indica se a variável visual *orientação* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

TipoArranjo: indica se a variável visual *arranjo* é aplicável ou não

valor de enumeração: sim ou não

Atributo Gráfico: define as características gráficas da primitiva gráfica

- se ponto
 - define forma, dimensão e cor
- se linha
 - define forma, dimensão e cor
- se área
 - define cor
 - se área com textura
 - se textura pontual
 - define forma, dimensão e espaçamento das marcas
 - se textura linear
 - define espessura e espaçamento das marcas

Forma.

Disponibilidade: se a variável visual *forma* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

Tipo: distingue FormaPonto de FormaLinha

valores de enumeração: formaponto ou formalinha

FormaPonto.

Iconicidade: distingue entre geométrico ou pictorial

valores de enumeração: geométrico ou pictorial

Dimensão: define as dimensões do símbolo pontual

- se geométrico
 - se quadrado ou triângulo
 - define o lado
 - valor default*: 5mm de lado
- se círculo
 - define o raio

valor default: 5mm

se pictorial

define o lado do quadrado que limita o símbolo

valor default: 5mm de lado

Geométrico.

TipoForma: distingue a forma geométrico do símbolo

valores de enumeração: círculo, quadrado ou triângulo

Pictorial.

TipoSímbolo: define a aparência do símbolo

FormaLinha.

FormaPonto: define a forma dos símbolos pontuais que compõem a linha

valores de enumeração: círculo, quadrado, triângulo

Dimensão: define as dimensões dos símbolos pontuais que compõem a linha

Tamanho.

Disponibilidade: se a variável visual *tamanho* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

Tipo: distingue TamanhoPonto de TamanhoLinha

valores de enumeração: formaponto ou formalinha

TamanhoPonto.

Dimensão: define a dimensão do símbolo pontual

TamanhoLinha.

Espessura: define a largura da linha

TomCor.

ValorTom: o tom da cor

amplitude: 0 a 255

valor default: 255

Disponibilidade: se a variável visual *tom de cor* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

ValorCor.

ValorValor: o tom da cor

amplitude: 0 a 255

valor default: 255

Disponibilidade: se a variável visual *valor de cor* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

SaturaçãoCor.

ValorSaturação: o tom da cor

amplitude: 0 a 255

valor default: 255

Disponibilidade: se a variável visual *saturação de cor* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

TexturaNominal.

Disponibilidade: se a variável visual *textura nominal* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

Tipo: distingue TexturaNominalPonto de TexturaNominalLinha

valores de enumeração: texturanominalponto ou texturanominallinha

TexturaNominalPonto.

TipoTexturaPonto: a textura selecionada

TexturaNominalLinha.

TipoTexturaLinha: a textura selecionada

TexturaOrdinal.

Disponibilidade: se a variável visual *textura ordinal* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

Tipo: distingue TexturaOrdinalPonto de TexturaOrdinalLinha

valores de enumeração: texturaordinalponto ou texturaordinallinha

TexturaOrdinalPonto.

TipoTexturaPonto: a textura selecionada

TexturaOrdinalLinha.

TipoTexturaLinha: a textura selecionada

Orientação.

Disponibilidade: se a variável visual *orientação* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

Dimensão-a: a largura do retângulo

Dimensão-b: a altura do retângulo

Ângulo: o ângulo de orientação do símbolo em relação à direção horizontal

Arranjo.

Disponibilidade: se a variável visual *arranjo* é aplicável ou não

valores de enumeração: variável ou invariável

TipoArranjo: o tipo de símbolo de linha selecionado

conexõesInstâncias

com Classe 1:1

com Feição 1:1

serviçoVariávelVisual.AcessarDimensão

Obtém a dimensão geográfica do tema

serviçoVariávelVisual.AcessarDimensãoClasse

Obtém a dimensão geográfica do classe

serviçoVariávelVisual.AcessarNívelMedida

Obtém o nível de medida do tema

serviçoVariávelVisual.AcessarNívelMedidaClasse

Obtém o nível de medida da classe

serviçoVariávelVisual.AcessarTipoClasse

Obtém o tipo da classe que pode ser básica ou derivada

serviçoVariávelVisual.DefinirTipo

Definir o tipo de variável visual que é aplicável à dimensão e ao nível de medida da variável

se Classificação = sim

se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

TipoForma = sim

TipoTamanho = sim

TipoTomCor = sim

TipoValorCor = sim

TipoSaturaçãoCor = sim

senão se NívelMedida = nominal

TipoForma = sim

TipoTamanho = sim

TipoTomCor = sim

TipoValorCor = sim

TipoSaturaçãoCor = sim

TipoOrientação = sim

senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha

- se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 - TipoTamanho = sim
 - TipoTomCor = sim
 - TipoValorCor = sim
 - TipoSaturaçãoCor = sim
- senão se NívelMedida = nominal
 - TipoForma = sim
 - TipoTamanho = sim
 - TipoTomCor = sim
 - TipoValorCor = sim
 - TipoSaturaçãoCor = sim
 - TipoArranjo = sim

senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área

- se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 - TipoTomCor = sim
 - TipoValorCor = sim
 - TipoSaturaçãoCor = sim
 - TipoTexturaOrdinal = sim
- senão se NívelMedida = nominal
 - TipoTomCor = sim
 - TipoValorCor = sim
 - TipoSaturaçãoCor = sim
 - TipoTexturaNominal = sim
 - TipoOrientação = sim

senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse

- se TipoClasse = básica
 - se Dimensão = ponto
 - se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 - TipoForma = sim
 - TipoTamanho = sim
 - TipoTomCor = sim
 - TipoValorCor = sim
 - TipoSaturaçãoCor = sim
 - senão se NívelMedida = nominal
 - TipoForma = sim
 - TipoTamanho = sim

TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 TipoOrientação = sim
 senão se Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 TipoTamanho = sim
 TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedida = nominal
 TipoForma = sim
 TipoTamanho = sim
 TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 TipoArranjo = sim
 senão se Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedida = nominal
 TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoForma = sim
 TipoTomCor = sim
 TipoOrientação = sim

senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoTamanho = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoTomCor = sim
 senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoForma = sim
 TipoTomCor = sim
 TipoArranjo = sim
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoTamanho = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoTomCor = sim
 senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoTexturaOrdinal = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoTomCor = sim
 TipoTexturaNominal = sim
 TipoOrientação = sim
 senão se NívelMedida = nominal

se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim
 TipoTexturaOrdinal = sim
 senão se NívelMedidaClasse = nominal
 TipoTexturaNominal = sim
 TipoOrientação = sim
 senão se Classificação = não
 TipoForma = sim
 TipoTamanho = sim
 TipoTomCor = sim
 TipoValorCor = sim
 TipoSaturaçãoCor = sim

serviçoVariávelVisual.DefinirAtributosGráficos

Define a forma, dimensão e cor para cada símbolo pontual ou linear, e cor e/ou textura para cada símbolo de área, com base nas informações obtidas das variáveis visuais

serviçoVariávelVisual.FornecerAtributosGráficos

Informa os atributos gráficos de cada símbolo

serviçoVariávelVisual.Forma.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *forma* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
 se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
 se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
 se TipoClasse = básica

se Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se Dimensão = linha
 se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se Classificação = não
 Disponibilidade = invariável

serviçoVariávelVisual.Forma.DefinirTipo

Define a especialização da variável visual *forma* de acordo com a dimensão da variável mapeada

se Dimensão = ponto
 Tipo = formaponto
 se Dimensão = linha
 Tipo = formalinha

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.ObterIconicidade

Obtém o tipo de símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.ObterDimensão

Obtém a dimensão do símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.FornecerIconicidade

Informa o tipo de símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.FornecerDimensão

Informa a dimensão do símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.Geométrico.ObterTipoForma

Obtém a forma geométrica do símbolo pontual selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.Geométrico.FornecerTipoForma

Informa a forma geométrica do símbolo pontual selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.Pictorial.ObterTipoSímbolo

Obtém o tipo de símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.Pictorial. FornecerTipoSímbolo

Informa o tipo de símbolo pontual selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaLinha.ObterFormaPonto

Obtém o tipo de símbolo linha, formado por marcas pontuais, selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaPonto.ObterDimensão

Obtém a espessura do símbolo linear, correspondente a dimensão das marcas pontuais que formam a linha, selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaLinha.FornecerFormaPonto

Informa o tipo de símbolo linha, formado por marcas pontuais, selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Forma.FormaLinha.FornecerDimensão

Informa a espessura do símbolo linear, correspondente a dimensão das marcas pontuais que formam a linha, selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Tamanho.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *tamanho* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim

se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se Nível Medida = nominal

Disponibilidade = invariável

senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se Nível Medida = nominal

Disponibilidade = invariável

senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse

se TipoClasse = básica

se Dimensão = ponto

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se NívelMedida = nominal

Disponibilidade = invariável

senão se Dimensão = linha

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se NívelMedida = nominal

Disponibilidade = invariável

senão se TipoClasse = subordinada

se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto

se NívelMedida = nominal

se NívelMedidaClasse = numérico ou

NívelMedidaClasse = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha

se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Classificação = não
 Disponibilidade = invariável

serviçoVariávelVisual.Tamanho.DefinirTipo

Define a especialização da variável visual *tamanho* de acordo com a dimensão da variável mapeada

se Dimensão = ponto
 Tipo = tamanho ponto
 se Dimensão = linha
 Tipo = tamanho linha

serviçoVariávelVisual.Tamanho.TamanhoPonto.ObterDimensão

Obtém a dimensão do símbolo pontual selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Tamanho.TamanhoPonto.FornecerDimensão

Informa a dimensão do símbolo pontual selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Tamanho.TamanhoLinha.ObterEspessura

Obtém a espessura do símbolo linear selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Tamanho.TamanhoLinha.FornecerEspessura

Informa a espessura do símbolo linear selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TomCor.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *tom de cor* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
 se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = invariável
senão se Nível Medida = nominal
Disponibilidade = variável
senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
Disponibilidade = invariável
senão se Nível Medida = nominal
Disponibilidade = variável
senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
Disponibilidade = invariável
senão se Nível Medida = nominal
Disponibilidade = variável
senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
se TipoClasse = básica
se Dimensão = ponto
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
Disponibilidade = invariável
senão se NívelMedida = nominal
Disponibilidade = invariável
senão se Dimensão = linha
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
Disponibilidade = invariável
senão se NívelMedida = nominal
Disponibilidade = invariável
senão se Dimensão = área
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
Disponibilidade = invariável
senão se NívelMedida = nominal
Disponibilidade = variável
senão se TipoClasse = subordinada
se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
se NívelMedidaClasse = nominal
Disponibilidade = variável
senão se NívelMedida = nominal
se NívelMedidaClasse = nominal

Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se Classificação = não
 Disponibilidade = invariável

serviçoVariávelVisual.TomCor.ObterValorTom

Obtém o valor do tom da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TomCor.FornecerValorTom

Informa o valor do tom da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.ValorCor.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *valor de cor* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
 se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável

senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
 se TipoClasse = básica
 se Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável

senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Classificação = não
 Disponibilidade = invariável

serviçoVariávelVisual.ValorCor.ObterValorValor

Obtém o valor do valor(luminosidade) da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.ValorCor.FornecerValorValor

Informa o valor do valor(luminosidade) da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.SaturaçãoCor.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *saturação de cor* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
 se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável

senão se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
 se TipoClasse = básica
 se Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = invariável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = invariável
 senão se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal

Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = numérico ou
 NívelMedidaClasse = ordinal
 Disponibilidade = variável
 senão se Classificação = não
 Disponibilidade = invariável

serviçoVariávelVisual.SaturaçãoCor.ObterValorSaturação

Obtém o valor saturação da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.ValorCor.FornecerValorValor

Informa o valor da saturação da cor para o símbolo gráfico selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *textura nominal* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
 se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área
 se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
 se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.DefinirTipo

Define a especialização da variável visual *textura nominal* de acordo com a dimensão das marcas que compõem a textura

se marca selecionada = ponto

Tipo = texturanominalponto

se marca selecionada = linha

Tipo = texturanominallinha

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.TexturaNominalPonto.ObterTexturaPonto

Obtém a textura nominal de marcas pontuais selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.TexturaNominalPonto.FornecerTexturaPonto

Informa a textura nominal de marcas pontuais selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.TexturaNominalLinha.ObterTexturaLinha

Obtém a textura nominal de marcas lineares selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaNominal.TexturaNominalLinha.FornecerTexturaLinha

Informa a textura nominal de marcas lineares selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *textura ordinal* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim

se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área

se Nível Medida = numérico ou NívelMedida = ordinal

Disponibilidade = variável

se TipoClasse = subordinada

se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal

se NívelMedidaClasse = numérico ou

NívelMedidaClasse = ordinal

Disponibilidade = variável

senão se NívelMedida = nominal
se NívelMedidaClasse = numérico ou
NívelMedidaClasse = ordinal
Disponibilidade = variável

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.DefinirTipo

Define a especialização da variável visual *textura ordinal* de acordo com a dimensão das marcas que compõem a textura

se marca selecionada = ponto
Tipo = texturaordinalponto
se marca selecionada = linha
Tipo = texturaordinallinha

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.TexturaOrdinalPonto.ObterTexturaPonto

Obtém a textura ordinal de marcas pontuais selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.TexturaOrdinalPonto.FornecerTexturaPonto

Informa a textura ordinal de marcas pontuais selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.TexturaOrdinalLinha.ObterTexturaLinha

Obtém a textura ordinal de marcas lineares selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.TexturaOrdinal.TexturaOrdinalLinha.FornecerTexturaLinha

Informa a textura ordinal de marcas lineares selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Orientação.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *orientação* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim
se NívelClassificação = 1 e Dimensão = ponto
se Nível Medida = nominal
Disponibilidade = variável
senão se NívelClassificação = 1 e Dimensão = área

se Nível Medida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse
 se TipoClasse = básica
 se Dimensão = ponto
 se NívelMedida = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se TipoClasse = subordinada
 se DimensãoClasse = ponto ou Dimensão = ponto
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se DimensãoClasse = área ou Dimensão = área
 se NívelMedida = numérico ou NívelMedida = ordinal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável
 senão se NívelMedida = nominal
 se NívelMedidaClasse = nominal
 Disponibilidade = variável

serviçoVariávelVisual.Orientação.DefinirTipo

Define a especialização da variável visual *orientação* de acordo com a dimensão da variável mapeada

se Dimensão = ponto
 Tipo = orientaçãoponto
 se Dimensão = área
 Tipo = orientaçãoarea

serviçoVariávelVisual.Arranjo. FornecerAtributosSímbolo

Informa o tipo do símbolo, pontual ou de árrea, selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Orientação.OrientaçãoPonto.ObterDimensão-a

Obtém a largura do retângulo do símbolo selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Orientação.OrientaçãoPonto.ObterDimensão-b

Obtém altura do retângulo do símbolo selecionada pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Orientação.OrientaçãoPonto.ObterÂngulo

Obtém ângulo do símbolo selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Orientação.OrientaçãoÁrea.ObterÂngulo

Obtém ângulo dos símbolos lineares, que compõem a variável visual *orientação*, selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Arranjo.DefinirDisponibilidade

Define se a variável visual *arranjo* varia de acordo com a dimensão e o nível de medida da variável mapeada

se Classificação = sim

se NívelClassificação = 1 e Dimensão = linha

se Nível Medida = nominal

Disponibilidade = variável

senão se NívelClassificação = 2 e Dimensão = DimensãoClasse

se TipoClasse = básica

se Dimensão = linha

se NívelMedida = nominal

Disponibilidade = variável

senão se TipoClasse = subordinada

se DimensãoClasse = linha ou Dimensão = linha

se NívelMedida = numérico ou NívelMedida= ordinal

se NívelMedidaClasse = nominal

Disponibilidade = variável

serviçoVariávelVisual.Arranjo.ObterTipo

Obtém o tipo do símbolo linear selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*

serviçoVariávelVisual.Arranjo.FornecerTipo

Informa o tipo do símbolo linear selecionado pelo usuário na janela *Seleção do Símbolo*